Technika a technológie spracovania odpadov

Nitra 2020

Roman Gálik a kolektív

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Technika a technológie spracovania odpadov

Roman Gálik
a kolektív

Nitra 2020

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Názov: Technika a technológie spracovania odpadov

Vedúci autorského kolektívu: prof. Ing. Roman Gálik, PhD. (AH 2,29)
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Spoluautori:

doc. Ing. Miroslav Žitňák, PhD. (AH 2,64)
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Ing. Štefan Boďo, PhD. (AH 6,98)
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Ing. Ján Csillag, PhD. (AH 2,06)
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Ing. Tomáš Holota, PhD. (AH 2,13)
Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre
Dr.h.c. prof. Ing. Jan Mareček, DrSc. (AH 1,70)
Mendelova univerzita v Brně
doc. Ing. et Ing. Petr Junga, Ph.D. (AH 1,69)
Mendelova univerzita v Brně
Ing. Eva Krčálová, Ph.D. AH (AH 1,69)
Mendelova univerzita v Brně
doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D. (AH 6,95)
Česká zemědělská univerzita v Praze
Ing. Jiří Bradna, Ph.D. (AH 6,95)
Česká zemědělská univerzita v Praze

Recenzenti: doc. Ing. Juraj Ružbarský, PhD.
Ing. Jakub John, Ph.D.

Vysokoškolská učebnica vznikla za podpory projektu KEGA č. 023SPU-4/2018.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 2. 12. 2020
ako online vysokoškolskú učebnicu.

This work is published under the license of the Creative Commons Attribution NonCommercial No Derivatives 4.0 International Public License (CC BY-NC-ND 4.0).
https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

ISBN 978-80-552-2268-4

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obsah

O autoroch....5
Zoznam skratiek a značiek....8
Úvod....11
1 Odpady a ich neobmedzené možnosti využitia....13
2 Legislatívny proces na úrovni SR a EÚ v rámci ochrany ŽP a nakladania s odpadom....23
3 Základné fyzikálne princípy využívané v rámci techniky pre spracovanie odpadov....40
4 Spracovanie odpadov z agrorezortu....54
5 Biologické zpracování bioodpadů: kompostárny....71
6 Technologická zařízení odpadového hospodářství ve veterinárních a sanačních ústavech.89
7 Zařízení s procesem alkoholového kvašení....98
8 Produkcia odpadu v hutníckom priemysle....106
9 Technologická zařízení provozu na spracovaní vraků automobilů....117
10 Třídění a zpracování kovových odpadů....128
11 Recyklácia elektroodpadu....144
12 Materiálové zhodnotenie opotrebených pneumatík....153
13 Technologická zařízení a provozy na zpracování stavebního odpadu....164
14 Způsoby zneškodňování odpadů skládkováním....177
15 Materiálové zhodnotenie papieru, skla a plastov....188
16 Energetické využití odpadů....198
17 Logistika v odpadovom hospodárstve....212
18 Bezpečnosť pri práci s technikou na spracovanie odpadov....220

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

O autoroch

prof. Ing. Roman Gálik, PhD.

Je profesorom na funkčnom mieste pre odbor poľnohospodárska a lesnícka technika na Katedre zariadení stavieb a bezpečnosti techniky Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Problematike konštrukcie strojov pre chov zvierat a vplyvu techniky a technológií na životné prostredie sa venuje vyše 25 rokov. Svoje vedecké práce publikoval v deviatich zahraničných časopisoch registrovaných v databázach WOS alebo SCOPUS, v dvoch domácich časopisoch registrovaných v databázach WOS a SCOPUS, štyri vedecké práce sú uverejnené v zahraničných karentovaných časopisoch a sedem vedeckých prác je uverejnených v ostatných zahraničných časopisoch. Ďalších 19 vedeckých prác je publikovaných v ostatných domácich časopisoch, 78 príspevkov v zborníkoch z domácich a zahraničných konferencií, 35 prác publikoval v odborných časopisoch a zborníkoch. Je spoluautorom troch úžitkových vzorov s autorským osvedčením, dvoch vysokoškolských učebníc a desiatich skrípt a učebných textov. Je predsedom redakčnej rady vedeckého časopisu Acta technologica agriculturae, predsedom Vedeckej rady Technickej fakulty SPU v Nitre, predsedom odborovej komisie študijného odboru mechanizácia poľnohospodárskej a lesníckej výroby, predsedom komisií pre štátne skúšky doma aj v zahraničí, riadnym členom Slovenskej akadémie pôdohospodárskych vied, zodpovedným vedúcim, resp. zástupcom 12 vedeckovýskumných alebo edukačných projektov.

doc. Ing. Miroslav Žitňák, PhD.

Je docentom na Katedre zariadení stavieb a bezpečnosti techniky Technickej fakulty SPU v Nitre. Je absolventom Mechanizačnej fakulty SPU v Nitre (1997). Dizertačnú prácu obhájil v roku 2005, za docenta sa habilitoval v roku 2013. Je autorom a spoluautorom vyše 180 vedeckých a odborných prác uverejnených doma a v zahraničí z oblasti pozberového spracovania rastlinných produktov, poľnohospodárskej dopravy, presného poľnohospodárstva a bezpečnosti techniky. Je autorom a spoluautorom dvoch úžitkových vzorov s autorským osvedčením, troch monografií, dvoch vysokoškolských učebníc a ôsmych skrípt. Bol zodpovedným vedúcim, resp. spoluriešiteľom 22 vedeckovýskumných, alebo edukačných projektov.

Ing. Štefan Boďo, PhD.

Je odborným asistentom na Katedre zariadení stavieb a bezpečnosti techniky Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Problematike konštrukcie strojov pre chov zvierat a ich vplyvu na životné prostredie sa venuje takmer 10 rokov. Je spoluautorom 3 úžitkových vzorov s autorským osvedčením. Svoje vedecké práce publikoval v 1 vedeckom časopise zaradenom do databázy WOS, v 3 časopisoch registrovaných v databáze SCOPUS, 3 vedecké publikácie sú uverejnené v zahraničných karentovaných časopisoch a 3 vedecké práce sú uverejnené v nekarentovaných zahraničných časopisoch. Ďalších 7 prác publikoval v domácich nekarentovaných vedeckých časopisoch, 15 príspevkov v zborníkoch z domácich a zahraničných konferencií.

Ing. Tomáš Holota, PhD.

Je odborným asistentom na Katedre zariadení stavieb a bezpečnosti techniky Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Jeho primárne zameranie sú potravinárske technológie v oblasti vinárstva, liehovarníctva a pivovarníctva a v neposlednej rade oblasť životného prostredia. Je spoluautorom 1 vedeckej monografie, 2 vedeckých prác uverejnených v zahraničných karentovaných časopisoch, 8 vedeckých prác publikovaných zahraničných časopisoch registrovaných v databázach WOS alebo SCOPUS a ďalších 34 vedeckých prác je publikovaných v ostatných domácich a zahraničných časopisoch a zborníkoch. Je zodpovedným vedúcim, resp. zástupcom 2 výskumných projektoch a v ďalších 3 zodpovedným riešiteľom. Od roku 2018 je podpredsedom Združenia páleníc na pestovateľské pálenie ovocia na Slovensku.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ing. Ján Csillag, PhD.

Po skončení doktorandského štúdia je odborným asistentom na Katedre fyziky na Technickej fakulte Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre. Problematiku reologických vlastností publikoval v 49 príspevkoch, ktoré sú zaradené v zborníkoch z domácich a zahraničných konferencií, je spoluautorom troch vysokoškolských učebníc, ako aj vedeckej práce registrovanej v databáze SCOPUS.

doc. Ing. Jan Malaťák, Ph.D.

Je docentem v oboru „Technika a technologie zpracování zemědělských materiálů a produktů“, na Katedře technologických zařízení staveb Technické fakulty ČZU v Praze. Na fakultě je garantem studijního programu „Technologická zařízení staveb“, kde vede několik předmětů v oblasti odpadového hospodářství. Je autorem vysokoškolské učebnice „Zpracování biologicky rozložitelných odpadů“, realizoval projekty dvou inovovaných laboratoří a nové Laboratoře analýzy organických materiálů. Byl vedoucím přes 180 úspěšně obhájených bakalářských, diplomových a doktorských prací během jeho pedagogické praxe. Je členem vědecké rady TF ČZU v Praze, oborové rady doktorského studijního programu „Energetika“ a dalších organizací. Ve své vědecké a výzkumné činnosti se zaměřil na základní výzkum tepelně-chemického využití odpadů, alternativních paliv a spaloven biomasy. V současnosti se soustředí zejména na problematiku tepelně-emisního zhodnocení spalovacích zařízení na biomasu a tepelně-chemickou úpravu biomasy hydrotermální karbonizací či nízkoteplotní pyrolýzy. Výsledky své vědecké práce opublikoval ve dvou vědeckých monografiích a v řadě certifikovaných metodik. V databázi Scopus má uveřejněno 40 původních vědeckých článků a v databázi Web of Science má uveřejněno 10 původních vědeckých článků. Výsledky své práce prezentoval na mezinárodních vědeckých kongresech a symposiích. V minulosti se podílel na řešení několika národních a interních projektů. V současnosti je zodpovědným řešitelem projektu Grantové agentury LČR: Aplikace zplyňovacích technologií při energetickém využití jehličnatých dřevin z kůrovcové a kalamitní těžby (2020). Dále je řešitelem za ČZU projektu TAČR: Modulární automatizovaná úprava průmyslových vod pro jejich následnou recyklaci (2020-2023). Je členem řešitelského týmu pro řešení projektu TAČR: Výzkum a vývoj modulární čističky plodin s automatizací procesů dle Průmyslu 4.0 (2019-2021).

Ing. Jiří Bradna, PhD.

Je odborným asistentem na Katedra technologických zařízení staveb, Technické fakulty České zemědělské univerzity v Praze. Problematice odpadového hospodářství a využití vedlejších zdrojů potravinářského, zemědělského a zpracovatelského sektoru se věnuje více než 18 let. Autor se aktivně účastní výzkumu v národních a mezinárodních projektech v dané oblasti odpadového hospodářství. Dále dlouhodobě spolupracuje v oblasti výzkumu posklizňových operací a skladování zemědělských komodit. Výsledky výzkumu jsou publikovány v 8 zahraničních časopisech registrovaných v databázích WOS a 28 SCOPUS. Další publikační činnost je zaměřena na periodika v zemědělském sektoru a odborné publikace pro státní správu ČR. Autor se aktivně podílel na vzniku několika patentů v oblasti skladovací a posklizňové technologie, má celkem 73 záznamů v Informačním systému výzkumu, experimentálního vývoje a inovací ČR.

prof. Ing. Jan Mareček, DrSc., Dr. h. c.

Profesor v oboru Technika a mechanizace zemědělství působí jako vedoucí Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Výsledky vlastní vědecké práce a práce vědeckých týmů, které vedl při řešení zahraničních a národních projektů publikoval v řadě renomovaných časopisů registrovaných v databázích WoS a SCOPUS, kde byly rovněž citovány a získaly množství pozitivních ohlasů. Je spoluautorem řady knižních odborných publikací, vysokoškolských učebnic a učebních textů. Je členem vědeckých rad zahraničních i tuzemských fakult univerzit a vědeckých institucí, redakčních rad vědeckých periodik a poradních orgánů státních institucí. Absolvoval řadu dlouhodobých i krátkodobých vědecko-

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

výzkumných a edukačních pobytů na zahraničních univerzitách a výzkumných pracovištích. Profesně se věnuje zejména problematice uplatnění adaptivních a bionických principů ke zvyšování technické a environmentální bezpečnosti strojů a strojních zařízení. Působí jako soudní znalec v oborech strojírenství a ekonomika se specializací na zemědělskou a potravinářskou techniku, motorová vozidla a mobilní energetické prostředky. Kromě mnoha udělených medailí a čestných uznání za přínos v oblastech vědeckého poznání a vzájemné spolupráce získal ocenění Ministerstva pôdohospodárstva Slovenskej republiky a Akadémie pôdohospodárskych vied jmenováním čestným zahraničním členem Academiae scientiarum agriculturae Slovacae a dále mu byl udělen čestný titul „Doctor Honoris Causa“ Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre.

doc. Ing. et Ing. Petr Junga, Ph.D.

Je docentem v oboru Zemědělská a potravinářská technika a působí na Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky, Agronomické fakulty, Mendelovy univerzity v Brně. Ve své výzkumné a pedagogické činnosti se věnuje oblasti zemědělských a průmyslových staveb a jejich technických zařízení, včetně technologických zařízení pro zpracování odpadů. Je autorem nebo spoluautorem 12 publikací registrovaných v databázi WoS, které celkem doposud získaly 23 citací; v databázi SCOPUS lze nalézt 30 publikací. Dále publikoval jako autor nebo spoluautor 11 článků v odborných periodikách, 1 uznanou metodiku a 11 užitných vzorů. Z dalších publikací lze uvést 33 příspěvků ve sbornících národních nebo mezinárodních vědeckých konferencí, 4 vysokoškolských skript. Z projektových a výzkumných aktivit je možno uvést projekt FRVŠ, kde se jako spoluřešitel zabýval problematikou „Metrologie emisí u stacionárních spalovacích zdrojů“. Dále byl řešitelem projektu „Specializované nezávislé měření vybraných technických parametrů stavebního objektu“ pro Jihomoravské inovační centrum – Inovační voucher. Na LDF MENDELU se podílel na řešení projektu IGA „Aplikace progresivních technologií souvisejících s obráběním netradičních materiálů“. Je garantem studijního bakalářského studijního programuu Technické znalectví a pojišťovnictví na ICV MENDELU.

Ing. Eva Krčálová, Ph.D.

Působí jako odborná asistentka na Ústavu zemědělské, potravinářské a environmentální techniky Agronomické fakulty Mendelovy univerzity v Brně. Věnuje se problematice aplikace environmentálních právních předpisů a jiných nástrojů ochrany životního prostředí v zemědělský a potravinářských provozech a v zařízení pro nakládání s odpady. Je autorkou vědeckých a odborných publikací v časopisech registrovaných v databázích WoS a SCOPUS, kde byly rovněž citovány. Významná je její spolupráce s podnikatelskými subjekty, s orgány státní správy a samosprávy i s dalšími institucemi v ČR i v zahraničí.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

ZOZNAM SKRATIEK A ZNAČIEK

Ag - striebro
Al - hliník
AMG - amyloglukosidáza
Au – zlato
BSE - choroba šialených kráv
BOZP - Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
C – uhlík
°C - stupeň Celzia, jednotka teploty
Cd – kadmium
CFC – chlórofluórocarbon
CH_4 – metán
$C_6 H_{12} O_6$ – glukóza
CH_3COOH – kyselina octová
CH_3OH - metanol
Co – kobalt
CO, - oxid uhoľnatý
CO_2 - oxid uhličitý
Cr - chróm
CRT - Cathode Ray Tube
Cu – meď
ČOV – čistička odpadných vôd
ČR – Česká republika
ČSN - Česká státní norma
EÚ – Európska únia
Fe - železo
H_2 - vodík
HC1 - kyselina chlórovodíková
HF – fluorovodík
Hg – ortuť
$HN0_3$ - kyselina dusičná
H_2O – voda
H_2S - sírovodík
IČO - identifikačné číslo
J - Joule - jednotka práce, $[m^2.kg.s^{-2}]$
Pa – jednotka tlaku, $[N.m^{-2}]$
N – Newton - jednotka sily, $[kg.m.s^{-2}]$
LCD - Liquid Crystal Display
MBM - mäsová a kostná múčka

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

$MJ.kg^{-1}$ –	merná jednotka výhrevnosti
Mn -	mangán
N –	dusík
NH_3 -	amoniak
Ni -	nikel
NiCd -	nikel-kádmiové akumulátory
NM VOC -	nemetánové prchavé organické látky
NOx –	oxidy dusíka
N_2O -	oxidu dusného
O_2 -	kyslík
OSN -	Organizácia spojených národov
OZV –	Organizácia zodpovednosti výrobcov
PAH -	Polycyclic aromatic hydrocarbon
Pb -	olovo
PCB -	polychlórované bifenyly
PCDD/F -	polychlórovaných dibenzo-para-dioxínov a polychlórovaných dibenzofuránov
PDP –	plazmové panely
PET –	polyetyléntereftalát
pH –	veličina vyjadrujúca koncentráciu iónov určujúcich kyslosť alebo zásaditosť organického prostredia
Pt –	platina
PUR -	polyuretán
PVC –	polyvinylchlorid
S –	síra
SDO -	stavební demoliční odpad
Si -	kremík
Sn -	cín
$S0_2$ -	oxid siričitý
SR –	Slovenská republika
STN –	Slovenská technická norma
$t.h^{-1}$ –	výkonnosť
$t.m^{-3}$ –	merná hmotnosť
TZL -	tuhé znečisťujúce látky
VOC -	volatile organic compounds - nestále organické zlúčeniny
W –	wolfrám
Zn -	zinok

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

ÚVOD

Problematika životného prostredia sa dotýka každého z nás. Významnú úlohu v oblasti starostlivosti o životné prostredie zohráva odpadové hospodárstvo. Podľa Stratégie environmentálnej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 základnou víziou „Envirostratégie 2030“ je dosiahnuť lepšiu kvalitu životného prostredia a udržateľné obehové hospodárstvo, založené na dôslednej ochrane zložiek životného prostredia a využívajúce čo najmenej neobnoviteľných prírodných zdrojov a nebezpečných látok, ktoré budú viesť k zlepšeniu zdravia obyvateľstva. Medzi najväčšie výzvy životného prostredia na Slovensku a teda oblasti, ktoré budú v rámci environmentálnej politiky do roku 2030 prioritné, patrí aj problematika odpadového hospodárstva a kvalita ovzdušia. Zdrojmi znečisťujúcich látok sú podľa Stratégie hospodárskej politiky Slovenskej republiky do roku 2030 predovšetkým doprava, priemysel, energetika, poľnohospodárstvo, domácnosti a odpadové hospodárstvo. Súčasné odpadové hospodárstvo SR nedosahuje výsledky, ktoré by radili SR v rámci porovnania s krajinami EÚ na popredné miesta, je tomu skôr naopak. V oblasti materiálového a energetického zhodnocovania odpadov máme najväčšie rezervy a hoci má SR vypracované a prijaté všetky požadované strategické dokumenty v oblasti odpadového hospodárstva, najvýznamnejší cieľ vyjadrený princípom hierarchie sa v praxi nedarí dosiahnuť.

Vychádzajúc zo súčasného stavu problematiky získa študent štúdiom vysokoškolskej učebnice „Technika a technológie spracovania odpadov“ nové poznatky a vedomosti o technickom riešení jednotlivých strojov a strojových liniek v prevádzkach odpadového hospodárstva, určených na zber, zhodnocovanie a spracovanie jednotlivých druhov odpadov a porozumie teórii a konštrukcií strojov používaných v linkách odpadového hospodárstva, dokáže navrhnúť komplexné riešenie inovácie, alebo výstavby výrobných liniek odpadového hospodárstva. Obsah učebnice je zameraný predovšetkým na techniku a technológie spracovania kovových a nekovových odpadov, ako sú napríklad staré vozidlá, opotrebované pneumatiky a akumulátory, odpady z obalov, stavebné odpady z demolácií, elektroodpad, hutnícky priemysel a spracovanie odpadov z poľnohospodárskej prvovýroby a potravinárstva ako aj odpadového papiera, skla a plastov.

Autori predkladanú vysokoškolskú učebnicu zostavili tak, aby bola vhodnou študijnou pomôckou nielen pre študentov Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre, ale aby bola vhodnou učebnou pomôckou aj na niektorých fakultách v Českej republike, ako aj pomôckou pre manažérsku prax. Vysokoškolská učebnica vznikla za podpory projektu KEGA č. 023SPU-4/2018.

Poďakovanie za cenné pripomienky, ktoré pomohli skvalitniť obsahovú stránku publikácie, patrí aj lektorom doc. Ing. Jurajovi Ružbarskému, PhD. z Technickej univerzity v Košiciach a Ing. Jakubovi Johnovi, Ph.D., zo spoločnosti VIA ALTA, a.s.

Autori pri písaní učebnice zvolili spôsob označovania jednotlivých častí nasledovnými symbolmi:

Cieľ

V cieli sa dozviete, aké vedomosti získate po preštudovaní danej kapitoly.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výklad učiva

Nasleduje samotný výklad učiva, ktorý je doplnený o obrázkovú a tabuľkovú prílohu, prípadne o odkaz na video.

Pojmy na zapamätanie

Týmto symbolom sú uvedené zvlášť významné pojmy, definície alebo postupy, ktoré sú dôležité z hľadiska úspešného absolvovania predmetu.

Príloha

V prílohe nájdete obrázky, schémy, tabuľky a videá.

Otázky ku skúške

Pod týmto symbolom nájdete otázky ku skúške, ktoré sa týkajú danej kapitoly. Pokiaľ budete vedieť na otázky odpovedať, budete pripravení na skúšku.

Použitá literatúra

Zoznam literatúry a internetových stránok, ktoré autori použili pri písaní učebnice.

Úloha k riešeniu

Úloha, ktorú by mal študent vedieť vyriešiť po naštudovaní danej kapitoly.

Kľúč k riešeniu

Výsledky k zadaným úlohám si pozrite až po ich vyriešení.

Zaujímavosti

V tejto časti sú zaujímavosti z danej problematiky z domova i zo zahraničia v tlačenej verzii sú uvedené v prílohe, v elektronickej verzii učebnice po kliknutí na ikonu sa zjavia zaujímavosti k danej kapitole.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

1 ODPADY A ICH NEOBMEDZENÉ MOŽNOSTI VYUŽITIA

Cieľom nasledovnej kapitoly je oboznámiť čitateľa, ako vlastne vzniká odpad. Je odpad od nepamäti súčasťou človeka? Aké sú príčiny vzniku odpadu a aké sú následky produkcie odpadu? Je možné sa odpadov zbaviť?

Odpady

Zjednodušene môžeme vznik odpadu v súčasnosti opísať nasledovne: na začiatku je pocit potreby. Potreby kúpiť si, zaobstarať a doniesť si domov, do práce novú vec. Pri väčšine ľudských aktivít vzniká odpad. Napríklad, kúpená vec je zvyčajne zabalená. Po jej vybalení vzniká odpad z obalov. Potom vec používame a po nejakom čase sa opotrebuje. Buď ešte funguje a my sme sa rozhodli, že chceme novší typ, a teda túto vyhodíme, alebo sa už táto vec celkom používaním zničila a stáva sa z nej nepotrebná vec, ktorá skončí taktiež v koši. A takto vzniká odpad. Zjednodušene môžeme povedať že: **„Odpad je vec, ktorej sa jej majiteľ chce zbaviť“.**

Čo je odpad a ako vzniká

Obrázok 1.1 Srnka s mláďaťom [http://obec-hradiste.sk]

V tejto časti si opíšeme, čo je to „odpad“. Všetky živočíchy nevynímajúc človeka, počas svojho života produkujú odpad. Pozrime sa trebárs na takú srnku (obrázok 1.1). Pasie sa na lúke, občas jej byľka upadne. Táto byľ sa usuší, mikroorganizmy ju rozložia na živiny, ktoré opäť poslúžia rastlinám ako stavebný prvok. Exkrementy, ktoré vyprodukuje srnka, príroda opäť využije ako hnojivo, teda živiny sú pre rastliny vzácnym zdrojom živín. **V prírode nič po srnke nezostane ako odpad.**

Obrázok 1.2 Smrek [http://prirodoveda34.szm.com]

Na obrázku 1.2 je zobrazený najrozšírenejší ihličnatý strom na Slovensku, smrek obyčajný.

- Dorastá do výšky 35 metrov, výnimočne až 60 metrov.
- Kmeň stromu býva priamy a koruna kužeľovitá. Konáre na koncoch ovísajú.
- Kôra kmeňa je červenohnedá, alebo sivá. Sú na nej tenké šupinky.
- Smrek ľahko vyvráti víchor, pretože jeho korene rastú plytko v zemi.
- Drobné ihličie vydrží na strome i niekoľko rokov.
- Kvitne od apríla do mája.
- Semená má uložené v previsnutej, valcovitej a dlhej šiške.
- Zrelá šiška visí smerom dole.

Tento smrek počas svojho života odoberá živiny a vlahu z pôdy pre svoj rast. Mnoho vtákov v jeho korune hniezdi, v dutinách si veverička buduje skrýšu. Peľ z kvetov zbiera hmyz, semená zo šišiek slúžia ako potrava pre niektoré druhy vtákov alebo veveričky. Ak víchrica takýto smrek vyvráti, mikroorganizmy za niekoľko rokov strom rozložia na živiny a CO_2 (oxid uhličitý), ktoré opäť poslúžia pre rast iným rastlinám. **V prírode nič nezostane po smreku ako odpad.**

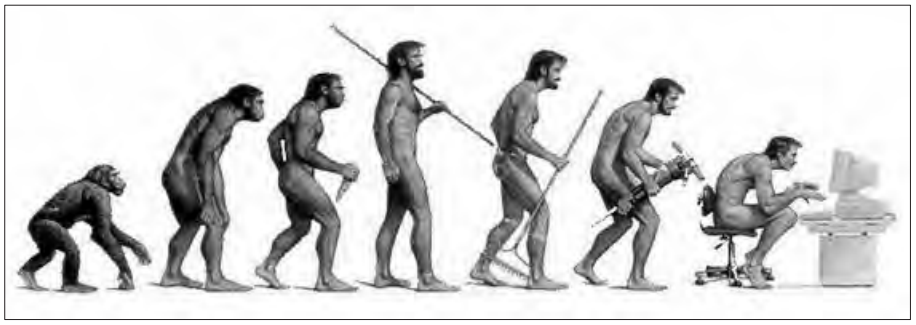
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Odpad vznikajúci počas evolúcie človeka

Tu by sme toho mohli popísať veľa. Našou úlohou je pochopiť, že aj človek dlho počas svojej evolúcie produkoval „odpad“, či už z potravy, ktorý poslúžil ako krmivo, pre iný druh zvierat alebo nástroje, ktoré používal sa rozložili v prírode pomocou baktérií, ak boli biologického charakteru, alebo sa vplyvom oxidácie rozložili. **V prírode nič nezostane po človeku ako odpad.**

Novodobí producenti odpadu

Postupným vývojom človeka, keď začal budovať pevné príbytky z kameňa a začali sa budovať mestá, začína narastať množstvo produkovaného odpadu, ktorý sa hromadil za mestom. Aj na obrázku 1.3 je zobrazený evolučný vývoj človeka najprv s prázdnymi rukami, no napokon človek k svojmu životu sa obkolesuje množstvom výrobkov, z čoho sa neskôr stane odpad.



Obrázok 1.3 Evolúcia človeka prináša so sebou i odpad [http://birdz.sk]

Tu si všimnime, že vo veľkých mestách, kde ľudia žijú v domoch alebo bytoch, vzniká **komunálny odpad**. **Je to odpad nevýrobnej povahy a je produkovaný z každodennej spotreby. Hlavným znakom tohto odpadu je, že sa jedná o zmes nevytriedeného odpadu.** Takýto **„zmesový komunálny odpad“** sa v prírode dlho rozkladá, pretože sa jedná o dlhodobé vyhnívanie a je to živná pôda pre rôzne hlodavce, ktoré sa týmto odpadom živia. Následkom môžu byť rôzne epidémie.

Obrázok 1.4 Odpad uložený na strechách domov [https://izolace.cz]

Obrázok 1.5 Spalovač odpadov v New Dílli [foto: Boďo]

Likvidácia takéhoto komunálneho odpadu buď končí na strechách budov, ako vidno z obrázku 1.4, alebo sa spaľuje na mieste (obrázok 1.5), čo má za následok zníženú kvalitu ovzdušia.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 1, video 1.1:
India's Mount Everest of garbage
[https://youtu.be/EUQ0FxzvK9o]

Mnoho prímorských krajín odpady vyváža do mora, alebo v kontajneroch ukladá na dno mora. *World Wildlife Fund* Svetový fond na ochranu prírody zverejnil množstvo odpadu vypúšťaného do Stredozemného mora prímorskými štátmi. Uvedený prehľad je v prílohe kapitoly 1, obrázok 1.6.

Príloha kapitoly 1, obrázok 1.6: Množstvo odpadu vypúšťaného do Stredozemného mora okolitými štátmi

Budovaním veľkých miest sa vytvára dopyt po rôznych výrobkoch, ktoré treba kdesi vyrobiť a tak vznikajú manufaktúry, továrne, ktoré vyrábajú rôzne výrobky a pri ich výrobe sa produkuje aj odpad. **Tento odpad je výrobnej povahy,** to znamená, že vzniká počas výroby výrobku. Je tvorený zo **zvyškov z výroby,** alebo je tvorený **nekvalitným výrobkom**.

Vplyv odpadov na životné prostredie

Vplyv odpadov na životné prostredie je značný, každé odvetvie ľudskej činnosti škodí životnému prostrediu.

Doprava

Podieľa sa na znečisťovaní ovzdušia výfukovými plynmi, ktoré majú za následok skleníkový efekt, čo vedie k zvyšovaniu teploty ovzdušia. Obsah síry v palive spôsobuje kyslé dažde, ktoré ničia lesy. Únik prevádzkových kvapalín má za následok znečisťovanie vody a pôdy. Nezanedbateľné je aj množstvo pevných prachových častíc, ako aj produkované teplo zo spaľovania.

Príloha kapitoly 1, video 1.2:
Environmentálne aspekty procesov a technológií
Kyslé dažde ničia lesy - Planéta vedomostí

Hutnícky priemysel -Výroba aglomerátu

Aglomerát, ako produkt aglomeračného spracovania materiálov obsahujúcich železo, predstavuje hlavnú časť vsádzky do vysokých pecí. Najzávažnejšími environmentálnymi problémami sú emisie odpadového plynu z aglomeračného pásu, ktorý obsahuje celý rad znečisťujúcich látok, ako tuhé znečisťujúce látky (TZL), ťažké kovy, SO_2 (oxid siričitý), HC1 (kyselina chlórovodíková), HF (kyselina fluorovodíková), PAH (Polycyclic aromatic

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

hydrocarbon) a organochlórové zlúčeniny (ako PCB - polychlórovaných bifenylov a PCDD/F - polychlórovaných dibenzo-para-dioxínov a polychlórovaných dibenzofuránov). Aj v prípade týchto závodov medzi environmentálnymi problémami dominujú emisie uvoľňované do ovzdušia.

Vo všeobecnosti delíme odpady z hutníckeho priemyslu na:

- veľkoobjemové odpady s využiteľnou železnou substanciou (oceliarenské trosky, okovy, oprašky a kaly bez nebezpečných látok),
- veľkoobjemové nemetalické odpady (vysokopecná troska, žiaruvzdorné materiály, zlievárenské piesky a pod.),
- odpady z podnikovej energetiky (popolček, škvara, troska).

Medzi zvlášť nebezpečné odpady zaraďujeme tie, ktoré obsahujú toxické látky.
Do tejto skupiny odpadov patria:

- vysokopecné a oceliarenské oprašky a kaly,
- zaolejované okovové kaly,
- kaly z koncových čistiarní odpadových vôd,
- odpady z morenia a povrchových úprav.

Poľnohospodárstvo a potravinárstvo

Podieľa sa na znečisťovaní životného prostredia a to najmä produkciou skleníkových plynov, metánu a amoniaku. Ďalej sa poľnohospodárska prvovýroba podieľa na erózii pôdy. Používanie priemyselných hnojív znižuje celkový počet mikroorganizmov v pôde. Používanie chemických prípravkov na ošetrovanie rastlín, alebo ničenie burín, spôsobuje znečistenie povrchových vôd, dostáva sa do potravinového reťazca. Veľkým problémom poľnohospodárstva je vysoká koncentrácia zvierat na malom priestore. Z toho pramení silný zápach a enormná záťaž pôdy odpadom z chovu zvierat. Potravinársky priemysel sa podieľa na znečisťovaní ovzdušia z kvasných procesov CO_2. Zvyšovanie teploty riek vypúšťaním teplej odpadovej vody, ako aj vypúšťaním vody obsahujúcej bielkoviny, sa rozmnožujú riasy v riekach.

Chemický a petrochemický priemysel

Dvadsiate storočie sa vyznačuje silným rozvojom chemického priemyslu. Kľúčovou sa stáva ťažba a spracovanie ropy, výroba syntetických materiálov. Medzi najnebezpečnejšie látky, ktoré vznikajú pri výrobe, sú škodlivé splodiny, ktoré vypúšťajú sa do ovzdušia. Sú tvorené predovšetkým oxidom uhličitým, sírnatými zlúčeninami, kontaminovaná voda s rôznymi chemickými látkami. Problémom je veľké množstvo vypúšťaných znečisťujúcich látok, ktoré príroda nedokáže rozložiť a nepriaznivo vplývajú na človeka, jeho zdravie, prírodu, živočíchy a rastliny.

Hlavným predstaviteľom je CO_2. Vzniká pri spaľovaní, vydychuje ho človek aj zvieratá. Nie je jedovatý, avšak spôsobuje skleníkový efekt, t. j. spôsobuje otepľovanie ovzdušia tým, že dopadajúce slnečné žiarenie, ktoré sa odráža od zemského povrchu, je zadržané v zemskej atmosfére. Oxid uhličitý zotrváva v ovzduší v priemere 102 rokov. Najvýkonnejší ekosystém pútajúci vzdušný oxid uhličitý je morský fytoplanktón, nasledujú suchozemské rastliny, ktoré fixujú 10 % CO_2 a produkujú O_2 a glukózu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Spracovanie ropy a ropných výrobkov

Aj napriek tomu, že na Slovensku sa ťaží zanedbateľné množstvo ropy, na Slovensku máme veľký podiel pôdy zamorenej ropnými látkami, ktoré sa používajú pri spracovaní ropy, alebo sú odpadom pri spracovaní ropy.

Gudrón je mäkký prírodný, toxický asfalt. Vzniká ako vedľajší produkt po spracovaní ropy kyselinou sírovou. Sú zmesou uhľovodíkov a kyseliny sírovej. Väčšinou sa ukladali do prírodných alebo umelo vyhĺbených jám v blízkosti rafinérie. Používa sa pri stavbe cestných vozoviek. Skladá sa zo stoviek organických chemických látok, z ktorých mnohé sú karcinogénne a inak zdraviu škodlivé.

Obrázok 1.7 Vyvreté gudróny [https://odpady-portal.sk]

Nebezpečný odpad – gudrón (obrázok 1.7), ktorý je na mnohých miestach úložiska vyvretý na povrch, má tuhú konzistenciu, vplyvom tepla sa však stáva tekutým a preniká do okolia.

Vzhľadom k nedostatočnému zabezpečeniu úložiska je navyše voľne prístupný verejnosti a tak potenciálne ohrozujúci zdravie. Z výsledkov výskumov vyplýva, že je ekotoxický pre živočíchy a rastliny aj výluh z gudrónov, ktorý sa dažďovou vodou dostáva do podložia. Nebezpečenstvo ukryté v ropných odpadoch tak ohrozuje najmä spodné a povrchové vody a rýchla likvidácia úložiska je preto akútne nutná. Ekologické myslenie v tom čase neexistovalo a potenciálnym únikom odpadov do prírodného prostredia sa nevenovala žiadna pozornosť. Jediným účinným spôsobom na zabránenie potenciálneho ohrozenia zdravia je úplná likvidácia, t.j. úplné odstránenie gudrónov a kontaminovanej zeminy a jej prepracovanie.

PCB boli pôvodne považované za úplne neškodné (obrázok 1.8). Dnes patria medzi 12 látok, ktoré svetové spoločenstvo považuje za natoľko nebezpečné, že by mali byť z ekosystému eliminované.

PCB paria medzi syntetické organické chemické látky, ktoré sú známe ako chlórované uhľovodíky. Teoreticky existuje celkovo 209 možných podôb PCB, ale len 130 z nich sa objavuje v komerčných výrobkoch. Komerčné PCB sú zmesou 50 alebo viac ich typov. PCB sa bežne používali ako dielektrické (izolačné) kvapaliny v transformátoroch a kondenzátoroch, v teploprenosných a hydraulických systémoch a ako atramentový roztok v bezuhlíkovom kopírovacom papieri. Iné podoby používania PCB boli mazadlá, brúsne oleje, zmäkčovadlá vo farbách, lepidlách, tesneniach, ako nehorľavé látky a v plastoch.

Komerčné PCB sa skladajú zo zmesi príbuzných PCB, z ktorých tie najbohatšie na chlór sú zriedkavo odbúrateľné. Menšia časť PCB sa podobá dioxínom a preto sa nazývajú dioxínovými PCB. Sú veľmi stabilné a odolné voči rozkladu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tieto PCB boli zistené vo všetkých zložkách životného prostredia. Relatívne veľké množstvá unikli pri nevhodnom nakladaní, nehodách a priesakoch v priemyselných zónach. Významné množstvo PCB bolo a stále je uvoľňované z priemyselných podnikov. K expozícii PCB v životnom prostredí dochádza často šírením sa znečistenia z predtým vypustených PCB. K šíreniu dochádza vyparovaním z vody do atmosféry s následným transportom v ovzduší a suchým alebo mokrým spádom PCB a ich opätovným vyparovaním. Podobne ako v iných priemyselných štátoch, aj v SR došlo k tejto kontaminácii v dôsledku dlhodobej a relatívne rozsiahlej priemyslovej aplikácii týchto látok (resp. ich zmesí), aj keď neboli ešte v tej dobe známe a neskoršie potom vyhodnotené dôsledky ich vstupu do ekosystémov.

Obrázok 1.8 PCB látky v lesných prameňoch [https://enviroportal.sk]

Kontaminácia životného prostredia týmito produktmi vytvorila novú významnú skupinu tuhých PCB materiálov (zamorené pôdy, piesky, sedimenty, prípadne priemyselné odpady), ktorých dekontaminácia či zneškodnenie vyvolávajú problémy vďaka perzistencii PCB proti väčšine deštrukčných procesov, bežne prebiehajúcich v ekosystéme, napr. fotolytickej a mikrobiálnej (obzvlášť aeróbnej), najmä v prípade vyššie chlórovaných PCB. Ako typický príklad lokalít s výskytom zamorených pôd môžu slúžiť obaľovne cestných materiálov, u ktorých stupeň znečistenia môže dosahovať až niekoľko tisíc mg PCB na kg kontaminovaného materiálu. Popri zneškodňovaní PCB kvapalín sa tak stal aktuálnym výskum dekontaminácie pevných PCB materiálov. Uloženie stoviek ton toxických PCB látok v areáli bývalého Chemka Strážske nebolo oficiálne potvrdené desaťročia. Stalo sa tak až po tom, čo šla spoločnosť do likvidácie a priemyselný areál bol podrobený kontrole štátnych orgánov. Veľké množstvo skorodovaných sudov s týmto odpadom našiel v blízkosti areálu začiatkom minulého roka aj majiteľ susedných pozemkov.

Toxicita

Akútne účinky nie sú natoľko nebezpečné ako chronické. K najzávažnejším zmenám vyvolaným toxickými účinkami PCB patria strata hmotnosti, poškodenie kože, pečene, žlčníka, žlčovodov, gastrointestinálneho a močového traktu, lymfatického a endokrinného systému. PCB, podobne ako ďalšie organochlórové zlúčeniny, uplatňujú svoje estrogénne účinky a zapríčiňujú poruchy v imunitnom a nervovom systéme, reprodukčné anomálie, abnormalitu v správaní sa a karcinogenézu. Pri vysokých expozičných dávkach, napr. pri profesionálnej expozícii, je typickým prejavom u človeka vznik chlorakné.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obrázok 1.9 Odpad z kožiarskej výroby voľne uložený v areáli koželužní [http://envirozataze.enviroportal.sk]

Pri **spracovaní kožušín** (obrázok 1.9) v garbiarniach sa používajú chlorid sodný (NaCl), kyseliny (zvyčajne kyselina mravčia - HCOOH), na neutralizáciu hydrogénuhličitan sodný, teda sóda bikarbóna ($NaHCO_3$). V súčasnosti sa na Slovensku nespracovávajú kožušiny v takých objemoch ako kedysi.

Práve plasty, netriedený komunálny odpad a odpad z výroby sú hlavné produkty „smetísk“ (obrázok 1.10). Autor tejto kapitoly použil slovo „smetisko“ z dôvodu, že odpadom z domácností alebo výroby sa zavážal a uskladňoval do vyťažených lomov, mŕtvych ramien riek a podobne. Takto vznikali neriadené skládky.

Kým syntetické vlákno vzniklo začiatkom dvadsiateho storočia, prvá legislatíva k ochrane prírody pred smetiskami na Slovensku vzniká až koncom dvadsiateho storočia. Práve žiadna legislatíva v oblasti recyklácie výrobkov, ich triedenia, alebo opätovného použitia sa podpísalo na devastácii životného prostredia.

Obrázok 1.10 Pohľad na materiálové zloženie skládky [https://odpady-portal.sk]

Aký je vplyv priemyslu na životné prostredie v SR?

Ovzdušie

- Agregované emisie skleníkových plynov z priemyselných procesov majú kolísajúci trend.
- Emisie CO, SO_2, NOx, TZL, emisie ťažkých kovov, emisie nemetánových prchavých organických látok (NM VOC).

Voda

- Odber povrchovej vody.
- Odber podzemnej vody.

Pôda

- Úbytky poľnohospodárskej pôdy pre potreby priemyselnej výstavby.

Odpady

- Priemysel je dlhodobo najväčším producentom odpadov.

Dôsledok

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Kvalita pracovného prostredia, výskyt pracovnej neschopnosti**.** Počet prípadov pracovnej neschopnosti pre chorobu a úraz. Silne znečistené životné prostredie vytvára oblasti so značne narušeným prostredím (Príloha kapitoly 1, obrázok 1.11).

Príloha kapitoly 1, obrázok 1.11: Mapa Slovenska so silne znečisteným prostredím. Kvalita životného prostredia s vymedzením zaťažených oblastí a okrskov so značne narušeným prostredím v SR.

Okruhy otázok ku skúške

1. Definujte komunálny odpad?
2. Definujte odpad výrobnej povahy?
3. Ako sa podieľa doprava na znečisťovaní životného prostredia?
4. Vymenujte zvlášť nebezpečné odpady z hutníckeho priemyslu.
5. Ako sa podieľa poľnohospodárstvo a potravinárstvo na znečisťovaní životného prostredia?
6. Ako sa podieľa chemický a petrochemický priemysel na znečisťovaní životného prostredia?
7. Čo je to gudrón a ako vzniká?
8. Čo sú PCB látky?
9. Aký je vplyv priemyslu na životné prostredie?
10. Aký je dôsledok priemyslu na životné prostredie?

Zaujímavosti zo sveta odpadov uvedené v prílohe 1

Použitá literatúra

1. BRANIŠ, M. et al. 2009. *Atmosféra a klima aktuální otázky ochrany ovzduší.* Univerzita Karlova Praha: Karolinum. 351 s. ISBN 978-80-246-1598-1.
   Čo sú polychlórované bifenyly. In: *Odpady*. [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <https://odpady-online.cz/co-su-polychlorovane-bifenyly/>.
2. Environmentálne aspekty procesov a technológií. In *Kyslé dažde ničia lesy - Planéta vedomostí.* [online]. © 2020 AGEMSOFT, a.s., YDP S.A. Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu Slovenskej republiky. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=chemicka_rovnovaha_dimerizacia_faktory_katalyzator_koncentracia_le_chatelier_chatelierov_princip_oxid_dusicity_reakcna_sustava_teplota_vplyv_koncentracie_teploty_t_page10&1>.
3. FRIES, J. 2007. *Stroje pro zpracování odpadu*. VŠB-Technická univerzita Ostrava. 368 s. ISBN 978-80-248-1511-4.
4. Gudrón. In *Kamenné srdce žije!* [online]. 2014 © Združenie Kamenné srdce. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <http://kamennesrdce.sk/co-su-to-gudrony/>.
5. Gudróny v Devínskej Novej Vsi vyťažia za 125 miliónov eur. 2013. In *odpady-portal.sk* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/101868/gudrony-v-devinskej-novej-vsi-vytazia-za-125-miliona-eur.aspx>.
6. India's Mount Everest of garbage. 2019. In *South China Morning Post* [online].

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

[cit. 2018-04-12]. Dostupné na: <https://youtu.be/EUQ0FxzvK9o>.
7. Káhira – „Odpadkové město“ (Garbage City). 2018. In *Izolace.cz.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://izolace.cz/clanky/kahira-odpadkove-mesto-garbage-city/>.
8. Kvalita životného prostredia s vymedzením zaťažených oblastí a okrskov so značne narušeným prostredím v SR. 2015. In *Program odpadového hospodárstva SR na roky 2016 až 2020.* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné na: <https://enviroportal.sk/eia/dokument/225218>.
9. Množstvo vypúšťaných plastov do Stredozemného mora prímorskými štátmi. 2019. In *Interez.sk.* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <https://interez.sk/skonci-tu-viac-ako-500-tisic-ton-odpadu-stredozemne-more-sa-plni-plastom-mozu-za-to-aj-dovolenkari/>.
10. Novodobý producenti odpadu. 2010. In *Birdz.sk* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <http://birdz.sk/corvuscorax/obrazok/vyvoj-cloveka/460198-foto.html>.
11. Odpad z kožiarskej výroby voľne uložený v areáli koželužní Bošany. 2012. In *envirozataze.enviroportal.sk.* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <http://envirozataze.enviroportal.sk/Obrazove-prilohy/PE-(001)-Bosany-skladka-kozeluzni-register-B>.
12. KIZLINK, J. 2014 Odpady:sběr, zpracování, zužitkování, zneškodnění, legislativa. Brno: Akademické nakladatelství CERM. 483 s. ISBN: 978-80-7204-884-7.
13. Označovanie výrobkov a obalov. 2008. In *separujodpad.sk.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/100285/skladky-odpadov.aspx>.
14. Plastikmüll im Meer: So könnten unsere Ozeane gereinigt werden.2018. In *Der Spiegel* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=LJmWfYY3gJE>.
15. Pre PCB látky po Chemku Strážské je vyhlásená mimoriadna situácia na východe Slovenska. 2020. In: *MV SR / Tlačové správy* [online]. [cit. 2020-01-23]. Dostupné na: <https://minv.sk/?tlacove-spravy&sprava=pre-pcb-latky-po-chemku-strazske-je-vyhlasena-mimoriadna-situacia-na-vychode-slovenska>.
16. Polychlórované bifenyly. 2020. In *Enviroportal.sk*. [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné na: <https://enviroportal.sk/clanok/co-su-to-pcb (PCB)>.
17. PROVAZNÍK, M - MINDEK, S - GAŠPARÍK, P. 2020. Spracovanie kože. In *Poľovníctvo&Rybárstvo* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné na: <https://polovnictvo-rybarstvo.pluska.sk/polovnictvo/spracovanie-koze>.
18. Smrek. In: *Prírodoveda 34. szm. com.* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné na: <http://prirodoveda34.szm.com/smrek.html>.
19. Smetisko veľké ako 3 Francúzska. Ako ďalej s odpadom v oceánoch. 2018. In: *Živé aktuality*. [online]. [cit. 2018-06-22]. Dostupné na: <https://zive.aktuality.sk/clanok/131200/najvacsie-smetisko-oceanov-je-3-krat-vacsie-ako-francuzsko/>.
20. Srnka so srnčaťom. In: *Fauna Hradištského chotára.* [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <http://obec-hradiste.sk/okolie-obce.phtml?id3=14325>.
21. ŠOOŠ, Ľ. 2007. *Odpady 1 : Environmentálne technológie*. Bratislava: STU. 165 s. ISBN 978-80-227-2627-6.
22. The Great Pacific Garbage Patch Explained | Research | The Ocean Cleanup. 2018. In: *The Ocean Cleanup* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?time_continue=3&v=0EyaTqezSzs&feature=emb_title>.
23. Viete že vynálezcom syntetického vlákna bol Carothers Wallace Hume (1896-1937) In: *encyklopediapoznania.sk.* © 2013-2020 [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://encyklopediapoznania.sk/clanok/3467/carothers-wallace-hume-1896-1937>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

24. Zbohom, plasty? Príroda si s nimi poradí, len jej treba pomôcť. In: *Živé aktuality*. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://zive.aktuality.sk/clanok/131834/zbohom-plasty-priroda-si-s-nim-poradi-len-jej-treba-pomoct/>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

2 LEGISLATÍVNY PROCES NA ÚROVNI SR A EÚ V RÁMCI OCHRANY ŽP A NAKLADANIA S ODPADOM

V tejto kapitole si stručne popíšeme tvorbu legislatívneho procesu v EÚ a na Slovensku, terminológiu, hierarchiu odpadového hospodárstva, účel a ciele odpadového hospodárstva, nakladanie s odpadom, úpravu a spracovanie odpadu. Štátnu správu a samosprávu SR a ich výkon v oblasti ochrany životného prostredia a nakladania s odpadom ako aj kategorizáciu odpadu.

Zákony v Slovenskej republike (vo všeobecnosti) o odpadoch môžu vznikať na podnet, ktorý predkladá v rámci zákonodarnej iniciatívy poslanec, výbor národnej rady, skupina poslancov alebo ide o vládny návrh zákona. Ďalším zdrojom legislatívneho diania u nás je **Európska únia,** ktorej právne predpisy je potrebné implementovať a dostať do nášho právneho poriadku.

Prijímanie právnych predpisov EÚ

EÚ využíva pri prijímaní právnych aktov, širokú škálu legislatívnych postupov. Postup, ktorý sa použije na prijatie legislatívneho návrhu, závisí od druhu a predmetu návrhu. Prevažnú väčšinu právnych predpisov EÚ prijímajú spoločne Parlament a Rada. V osobitných prípadoch môže právny akt prijať aj jediná inštitúcia EÚ. Národné parlamenty krajín EÚ vstupujú do konzultácií v prípade všetkých návrhov Komisie a akékoľvek zmeny zmlúv EÚ si vyžadujú súhlas všetkých členských štátov EÚ.

Parlament a Rada – zákonodarné orgány
Riadny legislatívny postup

Väčšina európskych právnych predpisov sa prijíma prostredníctvom riadneho legislatívneho postupu, v rámci ktorého majú Európsky parlament (priamo zvolený) a Rada EÚ (zástupcovia 27 krajín EÚ) rovnaké právomoci. Komisia predloží legislatívny návrh Európskemu parlamentu a Rade. Bez ich súhlasu sa z návrhu nemôže stať právny predpis.

Ako to funguje?

Parlament a Rada revidujú a menia text legislatívneho návrhu v tzv. čítaniach. Ak sa obe inštitúcie dohodnú na zmenách, navrhovaný právny predpis sa príjme. Ak sa Parlament a Rada nedokážu dohodnúť na zmenách, uskutoční sa druhé čítanie. Ak sa v druhom čítaní nedospeje k dohode, návrh sa predloží zmierovaciemu výboru, ktorý sa skladá z rovnakého počtu predstaviteľov Rady a Parlamentu. Na zasadnutiach tohto výboru sa zúčastňujú aj predstavitelia Komisie. Keď výbor dosiahne dohodu, znenie sa zašle Parlamentu a Rade na tretie čítanie, aby legislatívny návrh mohol byť prijatý ako právny predpis. V zriedkavých prípadoch, keď dosiahnutie dohody nie je možné, sa právny akt neprijme.

Ako funguje legislatívny proces?

Poslanec Európskeho parlamentu, ktorý pracuje v jednom z parlamentných výborov, vypracuje správu o návrhu „legislatívneho textu“ predloženú Európskou komisiou, ktorá je jedinou inštitúciou splnomocnenou na iniciovanie právnych predpisov. Parlamentný výbor hlasuje o tejto správe a prípadne ju mení a dopĺňa. Po revízii a prijatí textu na plenárnom

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

zasadnutí prijal Parlament svoju pozíciu. Tento proces sa opakuje raz alebo viackrát v závislosti od typu postupu a toho, či sa dosiahne alebo nedosiahne dohoda s Radou.

Pri prijímaní legislatívnych aktov sa rozlišuje medzi riadnym legislatívnym postupom (spolurozhodovacím postupom), ktorý stavia Parlament na rovnakú úroveň s Radou a osobitnými legislatívnymi postupmi, ktoré sa uplatňujú iba v osobitných prípadoch, keď má Parlament iba poradnú úlohu.

Pokiaľ ide o určité otázky (napr. Zdaňovanie), Európsky parlament vydáva iba poradné stanovisko („konzultačný postup“). V niektorých prípadoch zmluva ustanovuje, že konzultácie sú povinné, ako to vyžaduje právny základ a návrh nemôže nadobudnúť účinnosť zákona, pokiaľ Parlament nevyjadrí stanovisko. V takom prípade nie je Rada oprávnená vydávať len rozhodnutia.

Riadny legislatívny postup dáva rovnakú váhu Európskemu parlamentu a Rade Európskej únie v mnohých oblastiach (napríklad hospodárska správa, prisťahovalectvo, energetika, doprava, životné prostredie a ochrana spotrebiteľa). Prevažná väčšina európskych zákonov prijíma spoločne Európsky parlament a Rada.

Spolurozhodovací postup bol zavedený Maastrichtskou zmluvou o Európskej únii (1992) a rozšírený a zefektívnený Amsterdamskou zmluvou (1999). Vďaka Lisabonskej zmluve, ktorá nadobudla účinnosť 1. decembra 2009, sa premenovaný riadny legislatívny postup stal hlavným legislatívnym postupom rozhodovacieho systému EÚ.

Ako sa návrhy stávajú právnymi predpismi EÚ?

Spolurozhodovací postup bol prvýkrát zavedený v roku 1992 a jeho používanie sa rozšírilo v roku 1999. Prijatím Lisabonskej zmluvy sa spolurozhodovanie premenovalo na riadny legislatívny postup a stalo sa hlavným rozhodovacím postupom použitým pri prijímaní právnych predpisov EÚ. Vzťahuje sa na približne 85 oblastí politiky.

Zákonodarcovia: Rada EÚ a Európsky parlament

Právo legislatívnej iniciatívy: Európska komisia

Hlavné prvky postupu:

1. Európska komisia predkladá návrh Rade a Európskemu parlamentu.
2. Rada a Parlament prijmú legislatívny návrh buď v prvom čítaní, alebo v druhom čítaní.
3. Ak tieto dve inštitúcie nedosiahnu dohodu po druhom čítaní, zvolá sa zmierovací výbor.
4. Ak je text dohodnutý zmierovacím výborom pre tretie inštitúcie v treťom čítaní prijateľný, legislatívny akt sa prijme.

Ak je legislatívny návrh zamietnutý v ktorejkoľvek fáze postupu, alebo ak Parlament a Rada nemôžu dosiahnuť kompromis, návrh sa neprijme a postup sa skončí.

Prijímanie právnych predpisov EÚ a úloha národných parlamentov

Národným parlamentom sa všetky návrhy právnych predpisov Komisie odosielajú v rovnakom čase ako Európskemu parlamentu a Rade, vďaka čomu sa parlamenty členských krajín môžu k týmto návrhom vyjadriť.

V oblastiach, v ktorých má EÚ spoločné právomoci s členskými štátmi EÚ, národné parlamenty kontrolujú, či by namiesto právneho aktu EÚ nebolo účinnejšie prijatie opatrenia na vnútroštátnej alebo regionálnej úrovni (zásada subsidiarity). Ide o tzv. mechanizmus kontroly uplatňovania zásady subsidiarity.

Prvý návrh zákona by mal prebehnúť vnutrorezortným pripomienkovým konaním – ministerstvom. K prerokovaniu zákona by mali byť prizvaný vedci a právnici z daného odboru na posúdenie aplikačnej aj vedeckej praxe. Právna norma - alebo súbor právnych noriem – najvyššieho orgánu štátnej moci (zákonodarcu), čiže v súčasnosti spravidla parlamentu. Zákony sa uverejňujú v Zbierke zákonov Slovenskej republiky a nadobúdajú platnosť dňom ich

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

vyhlásenia. Účinnosť nadobúdajú zákony pätnástym dňom po ich vyhlásení v Zbierke zákonov, ak nie je v nich ustanovený neskorší deň nadobudnutia účinnosti.

Vyhláška je na Slovensku všeobecne záväzný právny predpis vydávaný ministerstvami alebo ostatnými na to zmocnenými ústrednými orgánmi štátnej správy, a to na základe zákonov a v ich medziach. Je to právny predpis nižšej právnej sily ako je zákon.

V nasledujúcich riadkoch uvádzame niektoré definície zo zákonov, ktoré Slovenská republika prijala na ochranu životného prostredia, alebo boli vydané vyhlášky príslušným ministerstvom.

(Podľa zákona 223/2001 Z. z. z 15. mája 2001 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. V tomto zákone po vstupe Slovenskej republiky už boli implementované práva Európskej únie do právneho poriadku Slovenskej republiky. Zákona 79/2015 Z.Z zo 17. marca 2015 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov). Tento zákon definoval celú problematiku odpadov v súčasnosti už bol viac krát novelizovaný.

Terminológia

Podľa tohoto zákona **Odpadom je hnuteľná vec, ktorej sa jej držiteľ zbavuje, chce sa jej zbaviť, alebo je v súlade so zákonom o odpadoch povinný sa jej zbaviť.**

Inak povedané, je to niečo, čo sa nám už zdá nepotrebné, nechcené. To však môže pre niekoho byť ešte hodnotným predmetom, alebo surovinou pre ďalšie použitie. Jeho opätovné využitie môže ušetriť prírodné zdroje, energiu, znečistenie, naše peniaze.

Biologicky rozložiteľný odpad je odpad, ktorý je schopný rozložiť sa anaeróbnym spôsobom alebo aeróbnym spôsobom, ako je najmä odpad z potravín, odpad z papiera a lepenky, odpad zo záhrad a parkov.

Nebezpečný odpad je odpad, ktorý má aspoň jednu nebezpečnú vlastnosť uvedenú v prílohe osobitného predpisu.

Pôvodca odpadu je:

a) každý pôvodný pôvodca, ktorého činnosťou odpad vzniká,
b) ten, kto vykonáva úpravu, zmiešavanie alebo iné úkony s odpadmi, ak ich výsledkom je zmena povahy, alebo zloženia týchto odpadov.

Držiteľ odpadu je pôvodca odpadu alebo osoba, ktorá má odpad v držbe.

Odpadové hospodárstvo je súbor činností zameraných na predchádzanie a obmedzovanie vzniku odpadov a znižovanie ich nebezpečnosti pre životné prostredie a na nakladanie s odpadmi v súlade so zákonom o odpadoch.

Hierarchia odpadového hospodárstva je záväzné poradie týchto priorít:

- predchádzanie vzniku odpadu,
- príprava na opätovné použitie,
- recyklácia,
- iné zhodnocovanie, napríklad energetické zhodnocovanie,
- zneškodňovanie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Účel a ciele odpadového hospodárstva

Predchádzanie vzniku odpadu sú opatrenia, ktoré sa prijmú predtým, ako sa látka, materiál alebo výrobok stanú odpadom, a ktoré znižujú:

a) množstvo odpadu aj prostredníctvom opätovného použitia výrobkov alebo predĺženia životnosti výrobkov,
b) nepriaznivé vplyvy vzniknutého odpadu na životné prostredie a zdravie ľudí, alebo
c) obsah škodlivých látok v materiáloch a vo výrobkoch.

Opätovné použitie je činnosť, pri ktorej sa výrobok alebo časť výrobku, ktorý nie je odpadom, znova použije na ten istý účel, na ktorý bol určený.

Zhodnocovanie odpadu je činnosť, ktorej hlavným výsledkom je prospešné využitie odpadu za účelom nahradiť iné materiály vo výrobnej činnosti alebo v širšom hospodárstve, alebo zabezpečenie pripravenosti odpadu na plnenie tejto funkcie. Materiály a výrobky je potrebné využívať opätovným použitím, ak nie je možné alebo účelné predchádzanie vzniku odpadu.

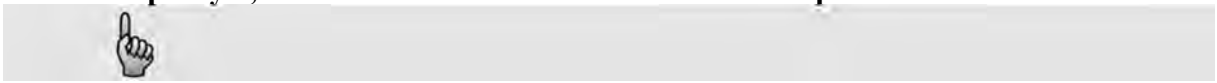
- **Zhodnocovať odpad** recykláciou umožňujúcou získavanie surovín je prípustné, ak nie je možné alebo účelné predchádzanie jeho vzniku, alebo nie je možný a účelný postup podľa predchádzajúceho odseku.
- Odpad je možné využívať ako **zdroj energie,** ak nie je možné alebo účelné predchádzanie jeho vzniku alebo nie je možné opätovné použitie alebo zhodnocovanie odpadu.

Zneškodňovať odpad je možné spôsobom, ktorý neohrozuje zdravie ľudí a nepoškodzuje životné prostredie.

Recyklácia je každá činnosť zhodnocovania odpadu, ktorou sa odpad opätovne spracuje na výrobky, materiály alebo látky určené na pôvodný účel alebo iné účely, ak zákon neustanovuje inak; recyklácia zahŕňa aj opätovné spracovanie organického materiálu. Recyklácia nezahŕňa energetické zhodnocovanie a opätovné spracovanie na materiály, ktoré sa majú použiť ako palivo, alebo na činnosti spätného zasypávania.

Nakladanie s odpadom je zber, preprava, zhodnocovanie a zneškodňovanie odpadu vrátane dohľadu nad týmito činnosťami a nasledujúcej starostlivosti o miesta zneškodňovania a zahŕňa aj konanie obchodníka alebo sprostredkovateľa. Grafická schéma nakladania s odpadom je na obrázku 2.1.

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.1: Hierarchia nakladania s odpadom



- **Skladovanie odpadu** je dočasné uloženie odpadu pred niektorou z činností zhodnocovania odpadu alebo zneškodňovania odpadu v zariadení, v ktorom má byť tento odpad zhodnotený alebo zneškodnený.
- **Zhromažďovanie odpadu** je dočasné uloženie odpadu u držiteľa odpadu pred ďalším nakladaním s ním, ktoré nie je skladovaním odpadu.
- **Triedenie odpadov** je delenie odpadov podľa druhov, kategórií alebo iných kritérií alebo oddeľovanie zložiek odpadov, ktoré možno po oddelení zaradiť ako samostatné druhy odpadov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- **Úprava odpadu** je činnosť, ktorá vedie k zmene chemických vlastností, biologických vlastností alebo fyzikálnych vlastností odpadu za účelom umožnenia alebo uľahčenia jeho prepravy, zhodnotenia, spracovania alebo za účelom zmenšenia objemu alebo zníženia jeho nebezpečných vlastností.

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.2: Hierarchia úpravy odpadov

Spracovanie odpadu je činnosť zhodnocovania alebo zneškodňovania odpadu vrátane prípravy odpadu pred zhodnocovaním alebo zneškodňovaním.

Zhodnocovanie odpadu je činnosť, ktorej hlavným výsledkom je prospešné využitie odpadu za účelom nahradiť iné materiály vo výrobnej činnosti alebo v širšom hospodárstve, alebo zabezpečenie pripravenosti odpadu na plnenie tejto funkcie.

Zhodnocovanie odpadov sa vykonáva ako:

a) materiálové zhodnocovanie,
b) energetické zhodnocovanie.

Materiálové zhodnocovanie je využívanie odpadu ako druhotnej suroviny na výrobu využiteľného produktu:
a) spätným získavaním, a to oddelením časti odpadu vhodnej na ďalšie priame využitie,

b) regeneráciou, a to obnovením pôvodných úžitkových vlastností materiálu tak, aby bol použiteľný na pôvodný účel,

c) recykláciou, a to vrátením odpadu do výrobného cyklu na výrobu spoločensky požadovaného výrobku s cieľom šetriť primárne surovinové zdroje.

Energetické zhodnocovanie je využívanie odpadu na výrobu energie.

Nakladanie s odpadmi za účelom jeho energetického zhodnocovania sa rozdeľuje na tri fázy:

1. Fáza úpravy – je zameraná na úpravu samotného odpadu. Patria sem najmä technológie triedenia, dezintegrácie a znižovania vlhkosti odpadu, alebo ich kombinácie.
2. Fáza transformácie – odpad sa transformuje do formy paliva s požadovanými mechanickými, termickými a emisnými vlastnosťami. Výstupom fázy je tuhé, kvapalné alebo plynné palivo. Sem zaraďujeme technológie zhutňovania, skvapalňovania a splyňovania.
3. Fáza využitia – konečnými technológiami energetického zhodnocovania je kogenerácia alebo spaľovanie odpadov. Spaľovaním získavame tepelnú energiu. Výstupom kogenerácie je elektrická energia a sekundárna tepelná energia.

Zneškodňovanie odpadu je činnosť, ktorá nie je zhodnocovaním, a to aj vtedy, ak je druhotným výsledkom činnosti spätné získanie látok alebo energie.

Skládkovanie odpadov predstavuje posledný článok reťazca v nakladaní s odpadmi, tzn. jeho zneškodnenie s ohľadom na ekologické, hygienické a geologické aspekty tak, aby bolo zamedzené ohrozenie životného prostredia.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.3: Zoznam skládok odpadov na Slovensku

Štátna správa a samospráva SR a ich výkon v oblasti ochrany životného prostredia a nakladania s odpadom

Programy vydávané orgánmi štátnej správy odpadového hospodárstva Program Slovenskej republiky **vypracúva Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky** (ďalej len "ministerstvo") najmä na základe podkladov od krajských úradov životného prostredia a obvodných úradov životného prostredia a schvaľuje ho vláda. Program Slovenskej republiky **uverejní ministerstvo vo Vestníku Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky.**

Krajský úrad životného prostredia vydáva formou všeobecne záväznej vyhlášky záväznú časť programu kraja na obdobie ustanovené v programe Slovenskej republiky spravidla na päť rokov.

Záväzná časť programu Slovenskej republiky a záväzná časť programu kraja obsahujú cieľové smerovanie nakladania s určenými druhmi a množstvami odpadov (prúdy odpadov), polychlórovanými bifenylmi a kontaminovanými zariadeniami v určenom čase a opatrenia na znižovanie množstva biologicky rozložiteľných komunálnych odpadov ukladaných na skládky odpadov. Ciele zamerané na znižovanie množstva odpadov z obalov množstva polychlórovaných bifenylov a kontaminovaných zariadení a opatrenia na ich dosiahnutie sa musia uviesť v samostatnej časti programu Slovenskej republiky.

Smerná časť programu Slovenskej republiky obsahuje zámery na vybudovanie zariadení nadregionálneho významu. Smerná časť programu kraja obsahuje zámery na vybudovanie nových zariadení na zhodnocovanie odpadov, zneškodňovanie odpadov, ako aj zariadení na iné nakladanie s odpadmi a zariadení na dekontamináciu kontaminovaných zariadení.

Krajský úrad životného prostredia je povinný zverejniť návrh svojho programu v mieste svojho sídla obvyklým spôsobom najmenej na 30 dní tak, aby sa s nimi mohla oboznámiť verejnosť z dotknutého územia;

Verejnosť, dotknuté orgány štátnej správy a obce majú právo podať v lehote, počas ktorej je návrh programu verejne prístupný písomné pripomienky príslušnému úradu. Krajský úrad životného prostredia je povinný uskutočniť verejné prerokovanie návrhu programu a prihliadať na podané písomné pripomienky pri dopracúvaní programu. Program možno po dohode príslušných úradov vydať spoločne i pre územie viacerých okresov alebo ich častí.

Program je podkladom na opatrenia na obmedzovanie vzniku odpadov, na nakladanie s odpadmi, na dekontamináciu a na spracúvanie územnoplánovacej dokumentácie. Rozhodnutia a vyjadrenia orgánov štátnej správy odpadového hospodárstva vydávané podľa tohto zákona nesmú byť v rozpore so záväznou časťou príslušného programu kraja.

Výkon štátnej správy v oblasti nakladania s odpadom

Pôsobnosť orgánov štátnej správy odpadového hospodárstva

Orgány štátnej správy odpadového hospodárstva udeľujú súhlas na:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- **prevádzkovanie zariadenia** na zneškodňovanie odpadov okrem spaľovní odpadov a zariadení na spoluspaľovanie odpadov a vodných stavieb, v ktorých sa zneškodňujú osobitné druhy kvapalných odpadov,
- **zneškodňovanie odpadov, zhodnocovanie odpadov**, okrem zneškodňovania alebo zhodnocovania odpadov v spaľovniach odpadov a zariadeniach na spoluspaľovanie odpadov a zhodnocovania odpadov vo vodných stavbách, v ktorých sa zhodnocujú osobitné druhy kvapalných odpadov,
- **zmenšovania objemu komunálnych odpadov** v zariadeniach, ktorých skutočná ročná kapacita neprevyšuje 50 ton, prevádzkovanie zariadenia na zhodnocovanie odpadov okrem spaľovní odpadov a zariadení na spoluspaľovanie odpadov a vodných stavieb, v ktorých sa zhodnocujú osobitné druhy kvapalných odpadov,
- **prevádzkovanie zariadenia na zber odpadov**, ak ide o zariadenia, na zmenu a rekonštrukcie zariadení na zhodnocovanie odpadov, zneškodňovanie odpadov a zber odpadov alebo ich častí, na ktorých prevádzkovanie sa vydáva súhlas podľa tohto zákona, ak majú vplyv na nakladanie s odpadmi v zariadení,
- **vydanie prevádzkového poriadku** zariadenia na zneškodňovanie odpadov, zariadenia na zhodnocovanie nebezpečných odpadov a vydanie prevádzkového poriadku mobilného zariadenia na zhodnocovanie alebo zneškodňovanie odpadov,
- **nakladanie s nebezpečnými odpadmi** vrátane ich prepravy,
- **zhromažďovanie odpadov** držiteľom odpadu bez predchádzajúceho triedenia, ak vzhľadom na následný spôsob ich zhodnocovania alebo zneškodňovania nie je triedenie,
- **uzavretie skládky odpadov** alebo jej časti, vykonanie jej rekultivácie a jej následné monitorovanie,
- **zber alebo spracovanie** starých vozidiel,
- **dekontamináciu**,
- **zneškodňovanie použitých polychlórovaných bifenylov** alebo kontaminovaných zariadení,
- **zber alebo spracovanie odpadu z elektrozariadení**. Súhlas obsahuje druh a kategóriu odpadov, a ak ide o súhlas aj množstvo odpadov, určenie miesta nakladania s odpadmi alebo zberu alebo spracovania starých vozidiel;
- **čas, na ktorý sa súhlas udeľuje**, pri zariadeniach na nakladanie s nebezpečnými odpadmi aj spôsob ukončenia činnosti zariadenia, ďalšie podmienky výkonu činnosti, na ktorú sa súhlas udeľuje.

Súhlas obsahuje technické požiadavky prevádzky zariadenia, bezpečnostné opatrenia pri prevádzke zariadenia. Súhlas na prevádzkovanie skládky odpadov ďalej obsahuje:

- triedu skládky odpadov,
- podmienky prevádzkovania skládky odpadov,
- monitorovania skládky odpadov, postupov kontroly prevádzky skládky odpadov vrátane havarijného plánu,
- parametre, ktoré sa majú merať, a látky, ktoré sa majú analyzovať v priesakových vodách a vo vzorkách z pozorovacích objektov.

Ak navrhovaný spôsob nakladania s odpadmi nie je v súlade s týmto zákonom a so všeobecne záväznými právnymi predpismi vydanými na jeho vykonanie, alebo so záväznou časťou programu kraja, súhlas sa neudelí alebo sa súhlas nepredĺži. Uzatvorenie skládky odpadov overí príslušný obvodný úrad životného prostredia vrátane vykonania miestnej obhliadky a o uzatvorení skládky vydá potvrdenie. Súhlas na prevádzkovanie skládky odpadov

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

vydá príslušný orgán štátnej správy odpadového hospodárstva až po vykonaní miestnej ohliadky na preverenie skutočného stavu veci v rozsahu podanej žiadosti o súhlas na prevádzkovanie skládky odpadov.

Autorizácia

Autorizácia je udelenie oprávnenia podnikateľovi na výkon činností. Vykonávať činnosť môže za podmienok ustanovených týmto zákonom podnikateľ len na základe autorizácie udelenej ministerstvom.

Autorizácia udelená ministerstvom sa vyžaduje na:

- spracovanie a recykláciu použitých batérií a akumulátorov,
- zhodnocovanie alebo zneškodňovanie odpadových olejov,
- spracovanie starých vozidiel,
- spracovanie odpadu z elektrických a elektronických zariadení.

Ministerstvo môže autorizáciu udeliť jednotlivo na každú činnosť alebo spolu na viac činností.

Podmienky udelenia autorizácie

Podmienkou udelenia autorizácie fyzickej osobe-podnikateľovi je:

- bezúhonnosť, trvalý pobyt na území Slovenskej republiky alebo bydlisko v niektorom z členských štátov Európskych spoločenstiev alebo v štáte, ktorý je súčasťou Európskeho hospodárskeho priestoru, ustanovenie odborne spôsobilej osoby na autorizovanú činnosť, ak ňou nie je sám žiadateľ o udelenie autorizácie alebo jeho zodpovedný zástupca, technické, materiálne a personálne zabezpečenie výkonu požadovanej činnosti.

Podmienkou udelenia autorizácie právnickej osobe-podnikateľovi je:

- bezúhonnosť štatutárneho orgánu alebo jeho členov, sídlo alebo organizačná zložka na území Slovenskej republiky alebo v niektorom z členských štátov, ustanovenie odborne spôsobilej osoby na autorizovanú činnosť, technické, materiálne a personálne zabezpečenie výkonu požadovanej činnosti.

Pri autorizácii v rámci ktorej sa vykonáva regenerácia odpadových olejov alebo ich zhodnocovanie využitím ako palivo je súčasťou technického, materiálneho a personálneho zabezpečenia aj zabezpečenie opatrení na ochranu životného prostredia a zdravia ľudí; **použitá technológia musí zodpovedať úrovni najlepšej dostupnej techniky.**

Obsah žiadosti o udelenie autorizácie

Fyzická osoba-podnikateľ v žiadosti o udelenie autorizácie uvedie:

- obchodné meno a miesto podnikania, meno a priezvisko, dátum narodenia a trvalý ak bol ustanovený zodpovedný zástupca, uvedie aj jeho osobné údaje, činnosť a druhy odpadov, pre ktoré žiada o udelenie autorizácie, čas, na ktorý žiada udelenie autorizácie, identifikačné číslo (IČO), osobné údaje ustanovenej odborne spôsobilej osoby na autorizovanú činnosť, číslo osvedčenia o odbornej spôsobilosti a údaje o jej pracovnoprávnom vzťahu alebo inom právnom vzťahu k žiadateľovi1 o udelenie autorizácie, technické, materiálne a personálne predpoklady zabezpečenia výkonu požadovanej činnosti.

Právnická osoba-podnikateľ v žiadosti o udelenie autorizácie uvedie:

- obchodné meno a sídlo, osobné údaje osôb, ktoré sú štatutárnym orgánom žiadateľa o udelenie autorizácie alebo ktoré sú jeho členmi; ak bol ustanovený zodpovedný zástupca, uvedie aj jeho osobné údaje, činnosť a druhy odpadov, pre ktoré žiada

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

o udelenie autorizácie, čas, na ktorý žiada udelenie autorizácie, identifikačné číslo, osobné údaje ustanovenej odborne spôsobilej osoby na autorizovanú činnosť, číslo osvedčenia o odbornej spôsobilosti a údaje o jej pracovnoprávnom vzťahu alebo inom právnom vzťahu k žiadateľovi, technické, materiálne a personálne predpoklady zabezpečenia výkonu požadovanej činnosti.

Odborne spôsobilá osoba na autorizovanú činnosť

Odborne spôsobilá osoba na autorizovanú činnosť zodpovedá za odborné prevádzkovanie činnosti, na ktorú bola udelená autorizácia. Za odborne spôsobilú osobu na autorizovanú činnosť možno ustanoviť fyzickú osobu, ktorá je bezúhonná, má vysokoškolské vzdelanie technického alebo prírodovedného smeru a najmenej tri roky praxe v oblasti nakladania s nebezpečným odpadom, alebo má vysokoškolské vzdelanie iného ako technického alebo prírodovedného smeru, alebo stredoškolské vzdelanie technického smeru ukončené maturitou a najmenej päť rokov praxe v oblasti nakladania s nebezpečným odpadom, alebo má stredoškolské vzdelanie iného ako technického smeru ukončené maturitou a najmenej osem rokov praxe v oblasti nakladania s nebezpečným odpadom; do praxe sa nezapočítavajú roky počas štúdia, ale len prax od ukončenia štúdia, Odbornú spôsobilosť na autorizovanú činnosť potvrdí ministerstvo po úspešnom vykonaní skúšky, vydaním osvedčenia o odbornej spôsobilosti na autorizovanú činnosť. Osvedčenie na autorizovanú činnosť možno vydať najviac na desať rokov. Doba platnosti osvedčenia na autorizovanú činnosť sa nepredlžuje. Po uplynutí platnosti osvedčenia na autorizovanú činnosť môže fyzická osoba, ktorá spĺňa podmienky opätovne požiadať o vydanie osvedčenia na autorizovanú činnosť. Ministerstvo vedie register odborne spôsobilých osôb na autorizovanú činnosť. Odborne spôsobilé osoby na autorizovanú činnosť sa zúčastňujú na základe výzvy ministerstva preškolenia alebo nového overenia odbornej spôsobilosti, ak dôjde k zásadným zmenám stavu techniky odpadového hospodárstva alebo všeobecne záväzných právnych predpisov v oblasti odpadového hospodárstva. Ministerstvo vyčiarkne odborne spôsobilú osobu na autorizovanú činnosť, ak sa na základe výzvy ministerstva nezúčastní preškolenia alebo nového overenia odbornej spôsobilosti.

Zmena, zrušenie a zánik osvedčenia na autorizovanú činnosť

Ministerstvo osvedčenie na autorizovanú činnosť zmení, ak odborne spôsobilá osoba na autorizovanú činnosť písomne požiada o zmenu osobných údajov uvedených v osvedčení na autorizovanú činnosť a ak tieto údaje nie sú v súlade so skutočným stavom. Žiadosť o udelenie autorizácie podáva podnikateľ ministerstvu.

Udelenie autorizácie, predĺženie autorizácie a zmena autorizácie, zánik autorizácie, zrušenie autorizácie a pozastavenie výkonu činnosti, registrácia

Podnikateľ, ktorý vykonáva zber alebo prepravu odpadov ako svoj predmet podnikania vrátane distribútora, ktorý vykonáva spätný odber, je povinný v lehote do 14 dní od začatia výkonu tejto činnosti sa zaregistrovať na obvodnom úrade životného prostredia v mieste svojho sídla alebo miesta podnikania. Obvodný úrad životného prostredia vykoná registráciu na základe písomného oznámenia podnikateľa o začatí vykonávania činnosti, na základe ktorej mu vzniká povinnosť registrácie; podnikateľovi vydá o tom potvrdenie. Obvodný úrad životného prostredia vedie zoznam registrovaných osôb.

Vyjadrenie

Orgány štátnej správy odpadového hospodárstva dávajú vyjadrenie k zriadeniu spaľovne odpadov alebo zariadenia na spoluspaľovanie odpadov, alebo k ich zmenám ako podklad na

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

udelenie súhlasu podľa osobitného predpisu. Orgán štátnej správy odpadového hospodárstva má v konaniach postavenie dotknutého orgánu; vyjadrenia, ktoré sú výsledkom uvedených konaní, sa v prípadoch konania podľa osobitného predpisu považujú za záväzné stanovisko.

Spoločné ustanovenie

Ak má byť súhlas podkladom na vydanie rozhodnutia o stavbe, zariadení alebo činnosti podľa iného zákona, orgán štátnej správy vydávajúci takéto rozhodnutie môže rozhodnutie vydať až po oboznámení sa s obsahom súhlasu alebo vyjadrenia podľa tohto zákona.

Povinnosti pôvodcov odpadov a oprávnené osoby

Každý je povinný nakladať s odpadmi alebo inak s nimi zaobchádzať v súlade s týmto zákonom; ten, komu vyplývajú z rozhodnutia vydaného na základe tohto zákona povinnosti, je povinný nakladať s odpadmi alebo inak s nimi zaobchádzať aj v súlade s týmto rozhodnutím. Každý je povinný nakladať s odpadom alebo inak s ním zaobchádzať takým spôsobom, ktorý neohrozuje zdravie ľudí a nepoškodzuje životné prostredie, a to tak, aby nedochádzalo k:

a) riziku znečistenia vody, ovzdušia, pôdy, horninového prostredia a ohrozenia rastlín a živočíchov,
b) obťažovaniu okolia hlukom alebo zápachom
c) nepriaznivému vplyvu na krajinu alebo miesta osobitného významu.

Povinnosť znášať náklady na činnosti nakladania s odpadom a činnosti k nim smerujúce sú povinné plniť osoby v nasledujúcom poradí,

a) držiteľ odpadu, pre ktorého sa nakladanie s odpadom vykonáva, ak je známy,
b) posledný známy držiteľ odpadu.

Ak je držiteľ odpadu známy, ale nezdržiava sa na území Slovenskej republiky, zabezpečí nakladanie s odpadom na náklady držiteľa odpadu orgán štátnej správy odpadového hospodárstva, na ktorého území sa odpad nachádza.

Fyzické osoby nesmú nakladať a inak zaobchádzať s iným ako s komunálnym odpadom a drobným stavebným odpadom.

Povinnosti hospodárskych subjektov a výrobcov prístrojov

Výrobca batérií a akumulátorov je povinný dodať pri uvedení batérií a akumulátorov na trh zhodnocovateľom použitých batérií a akumulátorov chemické a materiálové zloženie batérií a akumulátorov pre potreby určenia technologického a technického postupu ich spracovania a recyklácie.

Výrobca prístrojov je povinný zabezpečiť, aby bol prístroj, ktorý je uvádzaný na trh, navrhnutý a vyrobený tak, aby sa použité batérie a akumulátory dali ľahko vybrať, priložiť k prístroju návod, ako možno batérie a akumulátory z prístroja bezpečne vybrať. Distribútor batérií a akumulátorov je povinný zabezpečiť na svojich predajných miestach odobratie použitých prenosných batérií a akumulátorov bez ohľadu na ich výrobnú značku a dátum ich uvedenia na trh po celú prevádzkovú dobu; pričom odobratie použitých prenosných batérií a akumulátorov nemožno viazať na kúpu novej prenosnej batérie alebo akumulátora, alebo iného tovaru a na odplatu za tento odber, informovať používateľov o možnosti odovzdania použitých prenosných batérií a akumulátorov na svojich predajných miestach, zabezpečiť odovzdanie odobraných použitých batérií a akumulátorov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zhodnocovateľ použitých batérií a akumulátorov a prevádzkovateľ zariadenia na zber použitých priemyselných alebo automobilových batérií a akumulátorov sú povinní odobrať použité priemyselné a automobilové batérie a akumulátory bez ohľadu na ich chemické zloženie a pôvod; v prípade použitých automobilových batérií a akumulátorov pochádzajúcich z motorových vozidiel nevyužívaných na komerčné účely vo vlastníctve fyzickej osoby nemožno zabezpečenie tejto povinnosti viazať na kúpu novej batérie alebo akumulátora, alebo iného tovaru a na odplatu za tento odber. Zhodnocovateľ použitých batérií a akumulátorov je povinný zabezpečiť dodržiavanie požiadaviek na spracovanie a recykláciu použitých batérií a akumulátorov. Podnikateľ, ktorý je oprávnený vykonávať zber použitých batérií a akumulátorov, vrátane prevádzkovateľa zariadenia na zber použitých priemyselných alebo automobilových batérií a akumulátorov, ktorému bola udelená na zber, je povinný zabezpečiť plnenie povinnosti.

Príloha kapitoly 2, Príslušná legislatíva k odpadom

N**ajvýraznejšie sa novela zákona venuje skládkam odpadov**, ich prevádzkovaniu, výpočtu výšky účelovej finančnej rezervy, nakladaniu s ňou, či prípady ako sa má postupovať, ak prevádzkovateľ skládky odpadov nie je schopný vykonávať svoju činnosť, dostane sa do konkurzu, či iné problémy spojené s prevádzkovaním skládok odpadov.
Výrazná zmena nastáva v § 59 ods. 9, v ktorom bolo doposiaľ uvedené, že ak Organizácia zodpovednosti výrobcov (OZV) zistí, že v nádobe na konkrétny triedený odpad sa nachádza viac ako 50 % nejakej inej zložky, tak za takýto odpad OZV nezodpovedá.

Po novom to bude inak. Bude sa to sledovať podľa prípustnej miery znečistenia. A čo je to tá prípustná miera? Percentuálne vyjadrenie, ktoré je stanovené pre rok 2019 táto prípustná miera bola 45 %, o rok neskôr 40 % a od roku 2021 už len 35 %. To znamená, že ak v roku 2021 bude v nádobe na plasty 35 % nejakej inej zložky **OZV Vám nebude musieť za takýto odpad preplatiť náklady.**

Kategorizácia (členenie) odpadov

Druh odpadu podľa vyhlášky č. 365/2015

Odpady sú rozdelené do dvadsiatich základných skupín a následne sa členia do podskupín

Príloha kapitoly 2, tabuľka 2.1: Zoznam odpadov

Hodnotenie nebezpečných vlastností odpadov

Nebezpečný odpad

Aj väčšina druhov nebezpečných odpadov je dobre recyklovateľná. Čo sa už recyklovať nedá, putuje na špeciálne skládky pre nebezpečné odpady a do špeciálnych spaľovní nebezpečných odpadov. Je však dôležité vytriediť ich z bežného komunálneho odpadu. Patria sem autobatérie, monočlánky, akumulátory, mazivá, oleje, olejové filtre, žiarivky, výbojky, svietidlá, vyradené elektrické a elektronické zariadenia, rôzne farby, rozpúšťadlá, chemikálie a ich obaly.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nebezpečnými odpadmi sú odpady, ktoré majú aspoň jednu nebezpečnú vlastnosť:
H1 – výbušnosť
H2 – oxidovateľnosť
H3-A – vysoká horľavosť
H3-B – horľavosť
H4 – dráždivosť
H5 – škodlivosť
H6 – toxickosť
H7 – rakovinotvornosť
H8 – leptavosť
H9 – infekčnosť
H10 – vývojová toxicita
H11 – mutagénnosť
H12 – látky uvoľňujúce pri styku s vodou toxické plyny
H13 – látky uvoľňujúce inú nebezpečnú látku
H14 – ekotoxicita

Smernica o znižovaní vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie

Obrázok 2.4 Ilustračné foto [http//Odpady-portal.sk]

Smernica č. 2019/904 má za cieľ predchádzať vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie a tento vplyv znižovať, ako aj podporiť prechod na obehové hospodárstvo s inovačnými a udržateľnými obchodnými modelmi, výrobkami a materiálmi.

Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/904 z 5. júna 2019 o znižovaní vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie sa uplatňuje na jednorazové plastové výrobky uvedené v prílohe, na výrobky z oxo-degradovateľných plastov a na rybársky výstroj obsahujúci plasty. V angličtine sa smernica označuje aj ako Single-Use Plastics (SUP).

Definícia pojmov

Plast je materiál, ktorý sa skladá z polyméru, do ktorého mohli byť pridané prísady alebo iné látky a ktorý môže fungovať ako hlavná štruktúrna zložka konečných výrobkov, s výnimkou prírodných polymérov, ktoré neboli chemicky modifikované.

Jednorazový plastový výrobok je výrobok, ktorý je vyrobený úplne alebo čiastočne z plastu a ktorý nie je koncipovaný, navrhnutý alebo uvedený na trh s tým účelom, aby počas svojej

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

životnosti absolvoval niekoľko cyklov alebo rotácií tým, že sa vráti výrobcovi na opätovné naplnenie, alebo aby bol opätovne použitý na ten istý účel, na ktorý bol koncipovaný.

Oxo-degradovateľné plasty sú plastové materiály, ktoré obsahujú prísady spôsobujúce prostredníctvom oxidácie fragmentáciu plastového materiálu na mikrofragmenty alebo jeho chemický rozklad.

Obrázok 2.5 Ilustračné foto [http//Odpady-portal.sk]

Rybársky výstroj je akýkoľvek predmet alebo časť vybavenia, ktoré sa používajú v rybárstve či akvakultúre na zasiahnutie, zachytenie alebo chov morských biologických zdrojov, alebo ktoré plávajú na hladine mora a rozmiestňujú sa na účely prilákania a zachytenia alebo chovu takýchto morských biologických zdrojov.

Uvedenie na trh je prvé sprístupnenie výrobku na trhu členského štátu. Sprístupnenie na trhu je každá dodávka výrobku určeného na distribúciu, spotrebu alebo používanie na trhu členského štátu v priebehu obchodnej činnosti, či už odplatne alebo bezodplatne.

Znižovanie spotreby

Členské štáty prijmú potrebné opatrenia, aby dosiahli ambiciózne a trvalé zníženie spotreby jednorazových plastových výrobkov.

Obmedzenia pre uvedenie na trh

Členské štáty zakážu uvádzanie na trh jednorazových plastových výrobkov z oxo-degradovateľných plastov. Jednorazové plastové výrobky, ktoré majú uzávery a viečka vyrobené z plastov, mohli uviesť na trh len za predpokladu, že uzávery a viečka ostanú počas zamýšľaného používania výrobku pripevnené k nápojovým obalom.

Pokiaľ ide o nápojové fľaše, každý členský štát zabezpečí, že:

- od roku 2025 budú nápojové fľaše, ktorých hlavnou výrobnou zložkou je polyetyléntereftalát (ďalej len „PET fľaše“), obsahovať aspoň 25 % recyklovaných plastov vypočítaných na základe priemeru pre všetky PET fľaše uvedené na trh na území daného členského štátu,
- od roku 2030 budú nápojové fľaše obsahovať aspoň 30 % recyklovaných plastov vypočítaných na základe priemeru pre všetky takéto nápojové fľaše uvedené na trh na území daného členského štátu.

Požiadavky na označovanie

Členské štáty zabezpečia, aby každý jednorazový plastový výrobok, ktorý sa uvedie na trh, mal na svojom obale alebo na samotnom výrobku výrazné, jasne čitateľné a nezmazateľné označenie informujúce spotrebiteľov o týchto skutočnostiach:

- najvhodnejších možnostiach nakladania s odpadom pre daný výrobok alebo spôsoboch zneškodnenia odpadu, ktorým je potrebné sa v prípade daného výrobku vyhnúť v súlade s hierarchiou odpadového hospodárstva, prítomnosti plastov vo výrobku a z toho

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

vyplývajúceho negatívneho vplyvu znečisťovania odpadom alebo iných nevhodných spôsobov zneškodňovania daného výrobku na životné prostredie.

Rozšírená zodpovednosť výrobcu

Členské štáty zabezpečia, aby sa pre všetky jednorazové plastové výrobky, ktoré sú uvedené na trh daného členského štátu, zaviedli systémy rozšírenej zodpovednosti výrobcov. Členské štáty zabezpečia, aby výrobcovia jednorazových plastových výrobkov pokryli tieto náklady:

- náklady na opatrenia na zvyšovanie informovanosti o týchto výrobkoch,
- náklady na čistenie prostredia znečisteného týmito výrobkami a na následnú prepravu a spracovanie tohto znečistenia,
- náklady na zhromažďovanie údajov a podávanie správ.

Triedený zber

Členské štáty prijmú potrebné opatrenia, aby zabezpečili triedený zber na účely recyklácie:

- do roku 2025 takého množstva odpadu z jednorazových plastových výrobkov, ktoré zodpovedá 77 % takýchto jednorazových plastových výrobkov uvedených na trh v danom roku podľa hmotnosti,
- do roku 2029 takého množstva odpadu z jednorazových plastových výrobkov, ktoré zodpovedá 90 % takýchto jednorazových plastových výrobkov uvedených na trh v danom roku podľa hmotnosti.

Množstvo jednorazových plastových výrobkov uvedených na trh v členskom štáte možno považovať za ekvivalentné množstvu odpadu vzniknutého z takýchto výrobkov vrátane znečistenia prostredia nimi za daný rok v danom členskom štáte.
Na dosiahnutie tohto cieľa môžu členské štáty okrem iného:

- zriadiť systémy vratných záloh;
- stanoviť ciele triedeného zberu pre príslušné systémy rozšírenej zodpovednosti výrobcu.

Opatrenia na zvyšovanie informovanosti

Členské štáty prijmú opatrenia s cieľom informovať spotrebiteľov a motivovať ich k zodpovednému spotrebiteľskému správaniu na účely zníženia znečisťovania prostredia odpadom z jednorázových plastových výrobkov. O vplyve znečisťovania prostredia odpadom z týchto jednorazových plastových výrobkov na životné prostredie, najmä na morské prostredie. Jedná sa o:
vatové tyčinky do uší, príbory (vidličky, nože, lyžice, paličky na jedenie), taniere, slamky, miešadlá na nápoje, paličky určené na pripevnenie k balónom a podopieranie balónov, nádoby na potraviny vyrobené z expandovaného polystyrénu, t. j. nádoby, ako sú škatule, s viečkom alebo bez viečka, ktoré sa používajú na potraviny.

Ekonomické straty z produkcie odpadov a ekonomický prínos z ekologických riešení

Zneškodňovanie odpadov na skládkach odpadov a v spaľovniach odpadov je na prvý pohľad ekonomicky výhodné, veď je pri tom oveľa menej práce ako pri triedenom zbere odpadov. Nehovoriac o tom, ak niekto pohodí odpad len tak k potoku, alebo spáli na záhrade, veď to je úplne zadarmo! V skutočnosti sú pre spoločnosť práve tieto spôsoby nakladania s odpadmi najdrahšie. Takýmto spôsobom spoločnosť stráca financie tým, že na nové výrobky sa musia znova vyťažiť suroviny, často z neobnoviteľných zdrojov. Zvyšuje sa tým surovinová závislosť

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Slovenska. Ďalším aspektom je, že skládkovanie na skládkach odpadov, spaľovanie v spaľovniach odpadov a nelegálne nakladanie s odpadmi môžu poškodzovať zdravie ľudí. Podľa výskumov môžu byť jedným zo zdrojov závažných ochorení vrátane rakoviny. Liečba týchto ochorení stojí spoločnosť značné finančné prostriedky. Podobný problém je aj pri ťažbe surovín. Tento problém sa dá veľmi úspešne riešiť environmentálne vhodným nakladaním s odpadom, ktorý sa využije ako surovina pre ďalšiu výrobu.

Strácame aj zaberaním pôdy výstavbou skládok a spaľovní odpadov, ako aj rekultiváciou uzatvorených skládok odpadov. Ekonomické škody možno vyčísliť aj z poškodzovania životného prostredia pri zneškodňovaní odpadov a pri ťažbe primárnych surovín. Pri nevhodne uložených odpadoch stojí nemalé finančné prostriedky aj vyriešenie takejto tzv. „environmentálnej záťaže“. Príkladom môžu byť nie len odkaliská s toxickým bahnom, ale aj čierne skládky odpadov rozptýlené v krajine. Ich likvidácia je oveľa nákladnejšia, ako keby sa s odpadom nakladalo legálne. Výstavba nových skládok odpadov znamená tiež záber pôdy a estetické znehodnotenie širokého okolia, a teda aj pokles ceny nehnuteľností.

Nesmieme zabúdať aj na to, že obec musí na skládkovanie odpadu, alebo jeho spaľovanie vynakladať nemalé finančné prostriedky. Triedený zber ale mení odpad na surovinu, a za tú už obci niekto zaplatí. Riešením je práve recyklácia odpadu, ktorá znamená úsporu zdrojov a znižuje túto závislosť. Recyklácia odpadu všetky tieto finančné náklady významne znižuje tým, že sa vďaka nej zachránia už raz vyťažené suroviny a nemusia sa tak míňať finančné prostriedky a energia na ich ťažbu. Druhým pozitívom je, že vytriedený a recyklovaný odpad už nemusí byť zneškodnený škodlivejším spôsobom, a vďaka tomu potrebujeme menej skládok a spaľovní odpadu.

Ešte výhodnejšie z hľadiska úspor sú minimalizácia množstva a škodlivosti odpadu a opätovné používanie výrobkov. Tu sa ušetrí ešte viac energie a surovín ako pri recyklácii. (pri recyklácii je väčšinou potrebné dodať malé množstvá nových surovín). Navyše výhodou je, že minimalizovať a opätovne používať môže jednoducho každý z nás! Napríklad kompostovaním biologického odpadu, alebo nosením si plátenných tašiek do obchodov. Ekonomicky sú teda pre spoločnosť najvýhodnejšie tie spôsoby nakladania s odpadmi, ktoré si vyžadujú trochu snahy zo strany každého z nás. Avšak pri ich uprednostňovaní ako spoločnosť môžeme ušetriť toľko finančných prostriedkov, že to tú potrebnú snahu nielen vyváži, ale výrazne prevýši.

Okruhy otázok ku skúške

1. Čo je to odpad?
2. Koľko skupín odpadov má Katalóg odpadov?
3. Čo je to biologicky rozložiteľný odpad?
4. Čo je to nebezpečný odpad?
5. Napíšte aspoň 7 nebezpečných vlastností odpadu?
6. Kto je pôvodcom odpadu?
7. Aké sú hlavné ciele odpadového hospodárstva?
8. Aké je poradie priorít odpadového hospodárstva (hierarchia)?
9. Ktoré činnosti nezahŕňa recyklácia?
10. Ktoré činnosti odpadového hospodárstva patria medzi hlavné činnosti nakladania s odpadmi?
11. Ktoré činnosti zahŕňa úprava odpadov?
12. Definujte plast.
13. Definujte jednorázový plastový výrobok.
14. Čo dosiahne Slovensko zavedením triedeného zberu?
15. Aké spôsoby zhodnocovania odpadov poznáme?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitá literatúra

1. Komunálne odpady od roku 2019.2018. In: *odpadovyhospodar.sk* [online]. [cit. 2019-06-19]. Dostupné na: <https://odpadovyhospodar.sk/nove-povinnosti-pre-obce-a-mesta-od-roku-2019/>.
2. Prijímanie právnych predpisov v EÚ. In: *Oficiálne webové stránky Európskej únie* [online]. [cit. 2020-03-12]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/info/law/law-making-process/adopting-eu-law_sk>.
3. Skládky odpadov.2015 In: *odpady-potal.sk.* [online]. [cit. 2020-03-20]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/100285/skladky-odpadov.aspx>.
4. Smernica o znižovaní vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie. [online]. [cit. 2019-06-19]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/104777/smernica-o-znizovani-vplyvu-urcitych-plastovych-vyrobkov-na-zivotne-prostredie.aspx>.

Legislatíva

5. 238/1991 Zb. ZÁKON z 22. mája 1991 o odpadoch. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupnéna:<https://slovlex.sk/pravnepredpisy/SK/ZZ/1991/238/19910801.html>.
6. 223/2001 Z. z. ZÁKON z 15. mája 2001 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2001/223/20150101.html>.
7. 39/2013 Z. z. Zákon o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov. [online]. [cit. 2019-07-05].Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2013/39/20170701>.
8. 79/2015 Z. z ZÁKON zo 17. marca 2015 o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. [online]. [cit. 2019-07-05].Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/79/20170101>.
9. Druh odpadu podľa vyhlášky č. 365/2015. Odpady sú rozdelené do dvadsiatich základných skupín a následne sa členia do podskupín. [online]. [cit. 2019-07-05].Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/365/>.
10. 320/2017 Z. z. Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 365/2015 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na <https://www.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2017/320/>
11. VYHLÁŠKA Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky zo 7. decembra 2017, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 365/2015 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://www.noveaspi.sk/products/lawText/1/89517/1/2/vyhlaska-c-320-2017-zz-ktorou-sa-meni-a-doplna-vyhlaska-ministerstva-zivotneho-prostredia-slovenskej-republiky-c-365-2015-zz-ktorou-sa-ustanovuje-katalog-odpadov/vyhlaska-c-320-2017-zz-ktorou-sa-meni-a-doplna-vyhlaska-ministerstva-zivotneho-prostredia-slovenskej-republiky-c-365-2015-zz-ktorou-sa-ustanovuje-katalog-odpadov>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

12. 312/2018 Z. z. Zákon, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/312/>.
13. 329/2018 Z. z. Zákon o poplatkoch za uloženie odpadov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o Environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/329/>.
14. 330/2018 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovuje výška sadzieb poplatkov za uloženie odpadov a podrobnosti súvisiace s prerozdeľovaním príjmov z poplatkov za uloženie odpadov. [online]. [cit. 2019-07-05].Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/330/>.
15. 380/2018 Z. z. Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 373/2015 Z. z. o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov v znení neskorších predpisov. [online]. [cit.2019-07-05].Dostupné na:<[https://slov-lex.sk/pravnepredpisy/SK/ZZ/2018/380/>.
16. 186/2018 Z. z. Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 373/2015 Z. z. o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov v znení neskorších predpisov. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/186/>.
17. Novela zákona o odpadoch 2019 uverejnená v zbierke zákonov pod číslom 312/2018. [online]. [cit. 2019-07-05].Dostupné na: <https://slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2018/312/20190101.html>.
18. Nové povinnosti pre obce a mestá od roku 2019. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://odpadovyhospodar.sk/nove-povinnosti-pre-obce-a-mesta-od-roku-2019/>.
19. Smernica Európskeho parlamentu a Rady (EÚ) 2019/904 z 5. júna 2019. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal content/SK/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904&from=SK>.
20. Smernica o znižovaní vplyvu určitých plastových výrobkov na životné prostredie. 2019. In *Odpady-portal.sk*. [online]. [cit. 2019-06-19]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/104777/smernica-o-znizovani-vplyvu-urcitych-plastovych-vyrobkov-na-zivotne-prostredie.aspx>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

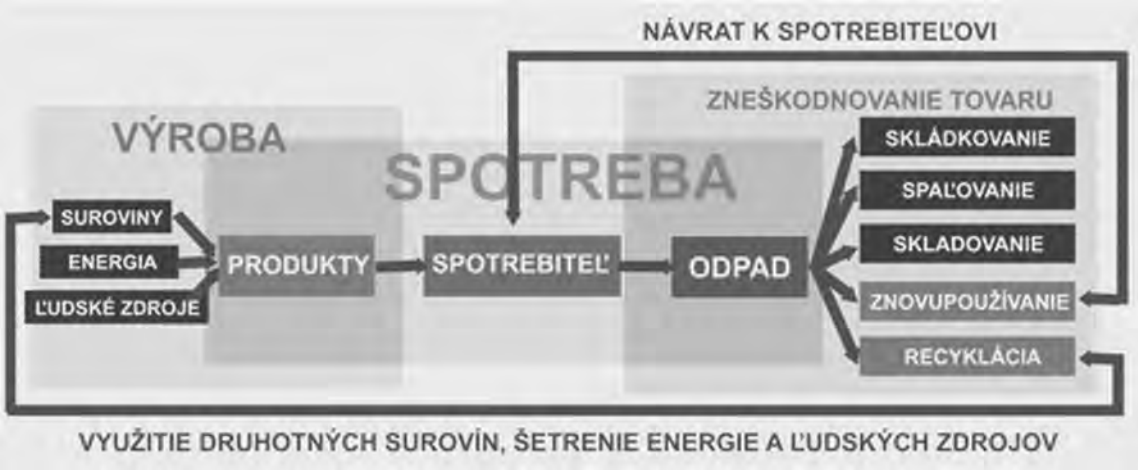
3 ZÁKLADNÉ FYZIKÁLNE PRINCÍPY VYUŽÍVANÉ V RÁMCI TECHNIKY PRE SPRACOVANIE ODPADOV

Na úvod kapitoly si definujeme pojem životný cyklus výrobku, ktorý je v zahraničnej literatúre definovaný ako LCA (Life Cycle Assesment). Životný cyklus výrobku znázorníme v jednoduchšom ponímaní. Od získania surovín, ktoré potrebujeme na výrobu výrobku, cez výrobu a vplyvy na životné prostredie. Nasleduje realizácia, používanie výrobku a ukončenie životného cyklu výrobku – ide o zneškodnenie odpadov. Jednotlivé kroky životného cyklu výrobku vidíme na obrázku 3.1.

Obrázok 3.1 Životný cyklus výrobku [Portál separuj odpad, 2020]

Najčastejšie spôsoby po skončení „životnosti výrobku“ sú skládkovanie, skladovanie a spaľovanie. Hlavným krokom aj z pohľadu ekológie je začať separovať – triediť komunálny odpad. Využívať prijateľnejšie spôsoby, medzi ktoré patrí znovu používanie a recyklácia. Ak už nie je možné výrobok používať je potrebné využiť recyklovanie a vyrobiť výrobok znova. Oproti likvidácii je možné ušetriť prírodné zdroje, energiu a tiež znížiť množstvo odpadu.

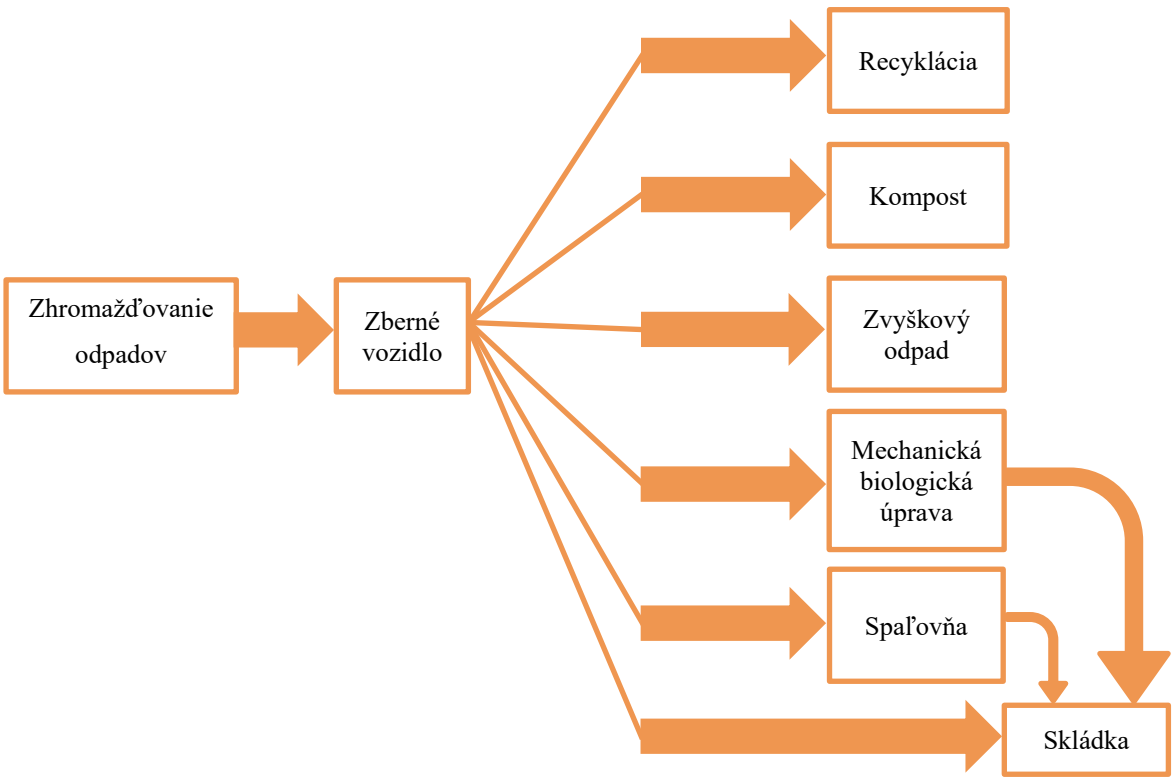
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 3.2 Výroba, spotreba a zneškodnenie tovaru [Portál separuj odpad, 2020]

Ďalej sa budeme orientovať na životný cyklus spracovania odpadov. Tento cyklus spracovania odpadov zahŕňa štyri etapy. Prvým sú vstupy, respektíve zvoz, doprava a triedenie. Druhý cyklom sú procesy - úprava, spracovanie a zhodnotenie odpadu. Nasledujú výstupy a štvrtým cyklom je zneškodňovanie nespracovateľných zvyškov. Všetky tieto štyri etapy sa musia brať do úvahy z hľadiska environmentálnych aspektov. Je nutné zvoliť vhodnú stratégiu pri integrácii všetkých environmentálnych aspektov do jednotlivých etáp spracovania odpadov.

Manažment odpadového hospodárstva predstavuje sled operácií, ktoré vznikajú, pri tvorbe odpadu a končia v mieste spracovania respektíve v mieste zneškodnenia odpadu. Na obrázku 3.3 je schéma odpadového hospodárstva.



Obrázok 3.3 Manažment odpadového hospodárstva [Jandačka, 2014]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nakladanie s odpadmi zahŕňa kompletné spracovanie odpadov. Tam patrí zber odpadov, odvoz odpadov, zhodnocovanie odpadov a zneškodňovanie odpadov. Tu je tiež potrebné myslieť na starostlivosť o miesto zneškodnenia. Rozlišujeme dva druhy nakladania odpadov a to zneškodňovanie odpadov (skládkovanie, spaľovanie) a zhodnocovanie odpadov (materiálové, energetické).

Zber odpadu je súčasťou princípov spracovania odpadov. Dôležitú úlohu pri zbere odpadov zohrávajú lokálne podmienky. Na zber odpadov sa používajú rôzne metódy. Voľba správnej metódy závisí od množstva a druhov odpadov, od hustoty daného osídlenia, územia a hlavne na spôsobe dopravy. Na zreteľ pri výbere správnej metódy je potrebné brať nielen ekonomické požiadavky ale aj dopad na životné prostredie.

Podľa typu zberu a následnom zhromažďovaní odpadu môžeme rozdeliť zber odpadov na:

- nádobové (kovové, plastové, sklolaminátové, jednorazové vrecia),
- beznádobové.

Odvoz odpadu znamená dopravu z miesta na miesto spracovania. Pri pohľade na ekonomický aspekt je práve odvoz odpadu jeden z najnákladnejších častí v životnom cykle. Odvoz odpadov je možné robiť dvoma spôsobmi - konvenčne a nekonvenčne.

- Konvenčný spôsob je založený na zhromažďovanie odpadov do zberných nádob a jeho odvoz je zabezpečený pomocou zberných vozidiel na miesto, kde nastáva jeho spracovanie.
- Nekonvenčný spôsob je možné vykonať hydraulickou alebo pneumatickou diaľkovou dopravou v potrubí.

Zaujímavosti

V tejto kapitole sa budeme ďalej zameriavať na tuhé látky a ich rozdelenie a následné triedenie. Separovanie tuhých látok – metódy separácie, rozdelenie triedenia podľa veľkosti vyseparovanej frakcie. Zadefinujeme si aj účinnosť triedenia. Venovať sa budeme aj spôsobom dezintegrácie a rozdelenie dezintegrátorov.

Separovanie tuhých látok

V jednotlivých odvetviach, či už výrobného alebo spracovateľského priemyslu, je veľakrát potrebné oddeľovať častice tuhých látok. Separovanie a zachytávanie častíc je dôležité z viacerých hľadísk, napr. ako ochrana životného prostredia. Na separovanie častíc sa používajú prevažne technologické procesy založené na filtrácii a sedimentácii.

Separovanie tuhých látok je dôležité z hľadiska ich nerozptyľovania do okolitého prostredia a tak chrániť nielen životné prostredie, ale aj pracovníkov. Triedenie vo všeobecnosti môžeme definovať ako zaraďovanie tuhých látok do skupín, podľa vopred stanovených kritérií.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tuhé látky, ktoré môžeme označovať ako „znečisťujúce“, môžeme rozdeliť na:

- hrubé častice, ktoré sú menšie ako 10 mikrometrov označované ako PM_{10},
- jemné častice menšie ako 2,5 mikrometrov označované ako $PM_{2,5}$.

Triedenie sa dá vykonať dvomi základnými spôsobmi:

- klasifikácia tuhých látok,
- separácia tuhých látok.

Rozdiel medzi týmito dvoma procesmi je hlavne na vstupe a výstupe.

Pri triedení je možné využívať tieto vlastnosti látok:

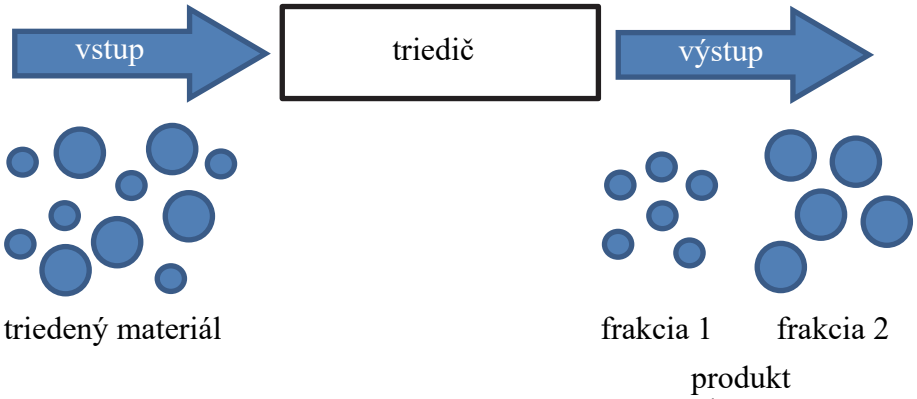
- rozmery a tvar jednotlivých častíc,
- hustotu,
- aerodynamické a hydraulické vlastnosti,
- trecie vlastnosti,
- magnetické vlastnosti,
- samotriedenie.

Triedenie sa vykonáva na zariadeniach:

- mechanických,
- magnetických,
- hydraulických,
- pneumatických.

Pri triedení tuhých častíc, ktoré sú väčšie ako 100 mikrometrov používajú sa mechanické triediče pomocou sít. V prípade menších častíc bývajú sitá veľmi tenké a teda náchylné na poškodenie, či upchávanie. V tomto prípade, ak sú častice menšie ako 100 mikrometrov sa využívajú hlavne triediče hydraulické prípadne pneumatické.

V procese triedenia materiálu rovnakého druh je rozhodujúcim znakom triedenia veľkosť častice, prípadne jej tvar, t. j. geometrické rozmery triedených častíc.

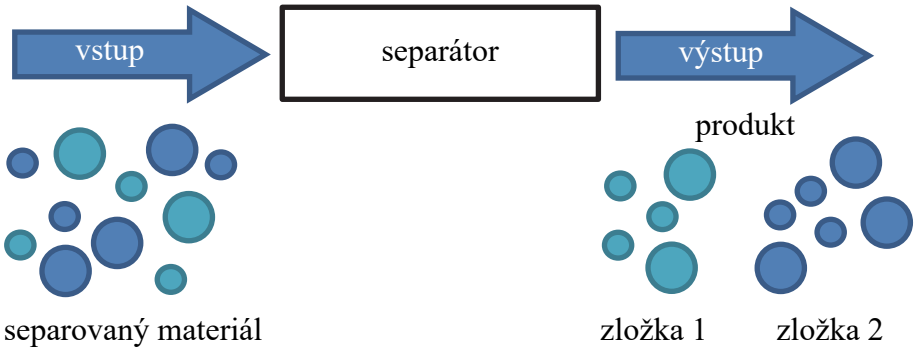


Obrázok 3.4 Princíp klasifikácie tuhých látok [Raschman, 2006]

- častice materiálu sa oddeľujú prostredníctvom roštov, sita, alebo dierovaného plechu,
- tieto musia vykonávať minimálne vibračný pohyb, ale aj pohyby zložitejšie a to v smere horizontálnom aj vertikálnom.

Pri separácii tuhých látok ide o triedenie materiálu nerovnakého druhu. Následne sa pôvodný materiál rozdeľuje na úžitkovú zložku a odpad, ktorý je na základe rozdielnych fyzikálno-chemických vlastností jednotlivých častíc.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 3.5 Princíp separácie tuhých látok [Raschman, 2006]

Metódy separácie:

- gravitačné – využívajú rozdielnu hustotu,
- magnetické – využívajú rozdielne magnetické vlastnosti,
- elektrostatické – využívajú schopnosť získať, alebo stratiť elektrický náboj,
- optické – využívajú rozdielnosť farieb, odtieňov, alebo lesku,
- rádiometrické – využívajú rozdielnu rádioaktivitu,
- flotácia – využíva rozdielne povrchové vlastnosti.

Základné metódy technológie triedenia

Poznáme viacero hľadísk, podľa ktorých je možné triedenie tuhých látok deliť. Využitie strojov na triedenie je v širokej oblasti. Vo všeobecnosti ich vieme rozdeliť:

- na základe vyseparovanej frakcie,
- podľa druhu vyseparovanej zložky,
- druhu triediča,
- na základe oblasti použitia.

Triedenie na základe vyseparovanej frakcie

Pri tomto spôsobe rozdeľujeme materiál na jednotlivé triedy vzhľadom na veľkosti bez ohľadu na fyzikálne či chemické vlastnosti. Pri tejto metóde sa môžu vyskytnúť aj zrná menšie ako sú otvory sita. Materiál, ktorý prepadol sa nazýva podsitnou triedou a zase naopak materiál, ktorý zostal na site sa nazýva nadsitnou. Dôležité parametre triedenia podľa veľkosti sú účinnosť, efektívnosť a ostrosť.

Účinnosť triedenia - závisí od celého radu činiteľov, z ktorých sú najdôležitejšie:

- tvar zŕn (lepšie sa triedia zrná s guľatým tvarom, ako ploché),
- množstvo nepriaznivých zŕn (zrná ktorých rozmery sú blízke rozmerom otvorov sít),
- obsah vody v materiáli.

Zrná, ktorých tvar je guľatý alebo viac hranatý, sa triedia lepšie než zrná s plochým tvarom, pretože môžu vytvárať na site určité vrstvy a tým neprepadávajú otvorom. Medzi nepriaznivé zrná patria také, ktoré majú rozmery blízke rozmerom otvorov sita. Účinnosť samotného triedenia klesá s obsahom vody ak prekročí hranicu 4 – 5 %.

Účinnosť triedenia charakterizuje ostrosť triedenia [Raschman, 2006]:

$$ostrosť\ triedenia\ = \frac{obsah\ zŕn\ požadovanej\ veľkosti}{obsah\ všetkých\ zŕn} \qquad (1)$$

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

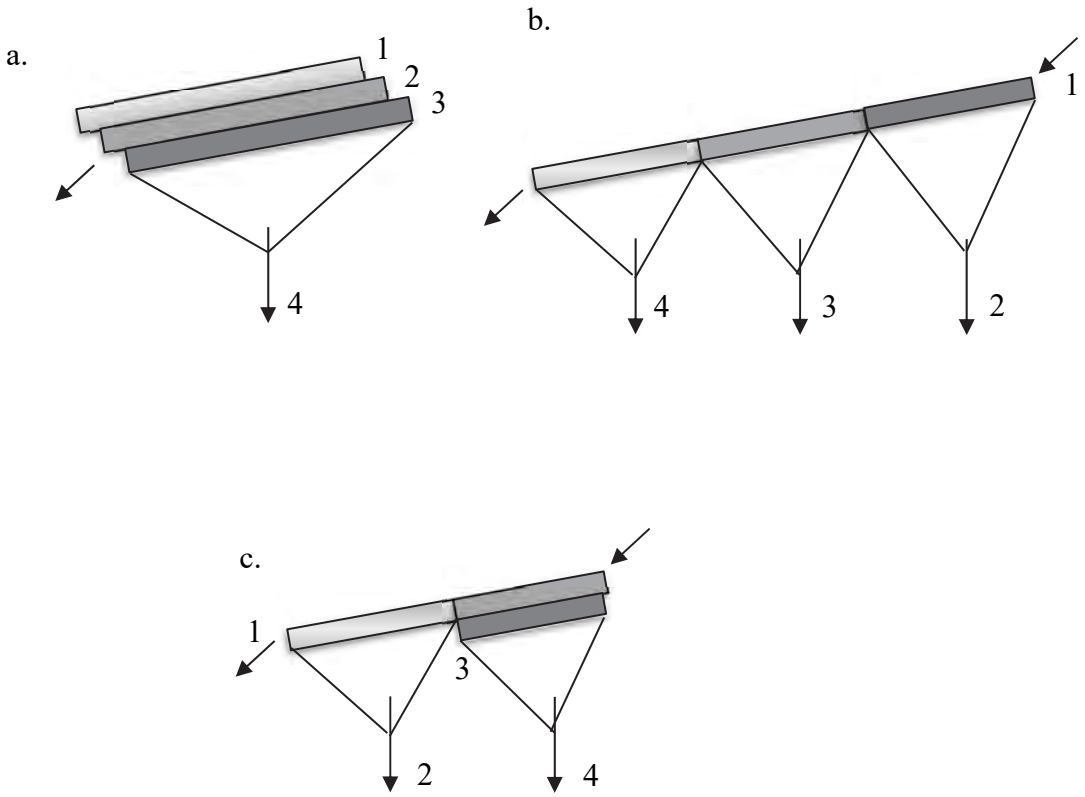
Na ostrosť triedenia majú vplyv tieto faktory:

- typ zariadenia,
- vlastnosti triedeného materiálu (vlhkosť, tvar častíc alebo homogenita),
- podmienky triedenia (najmä zaťaženie a technický stav triediča).

Spôsoby zoraďovania viacplošných osievadiel

Podľa poradia v akom chceme získať jednotlivé veľkostné triedy, teda aj podľa poradia sít, podľa veľkosti otvorov, poznáme tri spôsoby triedenia:

a) triedenie od hrubého k jemnému zrnu,
b) triedenie od jemného k hrubému zrnu,
c) triedenie kombinované.



Obrázok 3.6 Zoraďovanie viacplošných osievadiel [Molnár, Havlík, 1985]

Ak ide o triedenie od hrubého k jemnejšiemu zrnu sa jednotlivé sitá usporadúvajú pod sebou (a). Materiál prichádza na horné sito, ktoré má najväčšie otvory. Následne každé ďalšie sito má menšiu veľkosť jednotlivých ôk, z čoho je jasné, že na sitách, ktoré sú jemnejšie je menšie množstvo materiálu, takže účinnosť triedenia je dobrá.

Pri triedení od jemného k hrubému zrnu sa sitá usporiadajú za sebou (b). Prvé sito má v tomto prípade najmenšie otvory a následne v každom ďalšom site tieto otvory rastú. Práve pri takomto zoradení sít je ale menšia účinnosť, pretože na najjemnejšom site je všetok materiál a až postupne sa zmenšuje.

Treťou možnosťou je kombinovaný spôsob triedenia. V tomto prípade sú sitá zoradené čiastočne podľa prvého spôsobu, čiastočne aj podľa druhého spôsobu (c).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

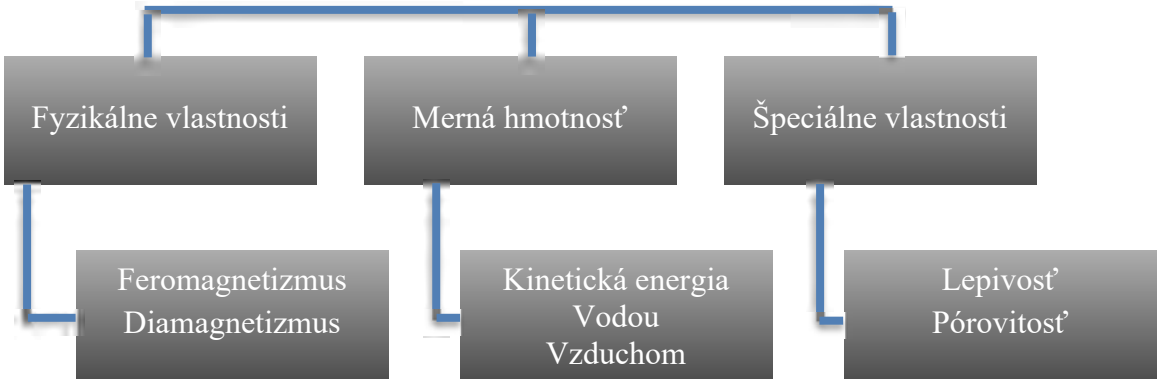
Rozdelenie triedenia podľa veľkosti vyseparovanej frakcie

Obrázok 3.7 Rozdelenie triedenia podľa veľkosti vyseparovanej frakcie [Holec, 1964]

- Rotačné triedenie – vykonáva sa jednosmerný pohyb. Sitá sú v tvare valca, alebo kužeľa a otáčajú sa okolo vlastnej osi, ktorá je buď vodorovne alebo mierne naklonená.
- Vibračné triedenie – nastáva kmitavý pohyb s veľkou frekvenciou. Tento rýchly nízkoamplitúdový pohyb materiálu je vyvolaný vibrátorom a periodicky sa opakuje.
- Medzi ďalšie typy patrí rezonančné, pásové, nátrasné triedenie, ktoré sa vyznačujú kmitavým pohybom.

Triedenie podľa druhu vyseparovanej zložky

Ak berieme problematiku triedenia podľa druhu vyseparovanej zložky, tak môžeme definovať, že ide o veľmi širokú tému. Cieľ je oddeľovanie od seba dve rôzne typy zložiek, napríklad zrelé ovocie od nezrelého, kryštáliky od nečistôt a podobne. Nie je možné s určitosťou stanoviť všeobecné zásady prípadne princípy strojových zariadení, keďže jednotlivé triediace znaky sú rôzne.



Obrázok 3.8 Rozdelenie triedenia podľa druhu vyseparovanej zložky [Holec, 1964]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Medzi triedenia podľa druhu vyseparovanej zložky patria nasledovné druhy:

- ***Gravitačné separácie*** – ide o princípy, ktoré sú založené na fyzikálnych zákonoch. Jednotlivé zmesi častíc sa medzi sebou vyseparujú na základe rôznych rýchlostiach pohybu zložiek, ktoré majú rozdielnu hustotu. V tomto prípade rýchlosť pohybu v danom gravitačnom prostredí ovplyvňujú tvar, veľkosti jednotlivých častíc a podobne. Prostredie, v ktorom prebiehajú tieto procesy je buď kvapalné alebo plynné.
- ***Pneumatická separácia*** – ide o suchý spôsob rozdrvenia. Ako prostredie, v ktorom prebieha proces separácie, je vzduch.
- ***Elektrická separácia*** – jednotlivé častice sa od seba líšia buď chemickým zložením alebo elektrickými vlastnosťami. A práve tieto častice sa rozdielne správajú v magnetickom poli a to je princípom separácie.
- ***Magnetická separácia*** – ide o princípy, kde niektoré materiály môžu byť vplyvom magnetického poľa zmagnetizované.
- ***Elektrostatická separácia*** – separácia využíva schopnosť jednotlivých látok získať alebo strácať elektrický náboj. Princípom separácie sú rozdielne elektrické sily, teda elektrická vodivosť.
- ***Optická separácia*** – ide o rozdielne lesky v odrazenom svetle, čiže využíva sa rozdielnosť farieb alebo ich odtieňov.
- ***a iné.***

K fyzikálno-mechanickej separácii patrí predovšetkým gravitačná, sitovanie a magnetická separácia. Medzi výhody patrí:

- koncentrovanie kontaminantov do minimálneho množstva znečisteného materiálu,
- časovo a finančne menej náročné metódy,
- veľmi vhodné metódy pri vysokej koncentrácii kontaminantov v materiáli,
- zariadenia, ktoré sa využívajú na realizáciu sú ľahko prenosné.

Samozrejme každé metódy majú aj nevýhody prípadne limitácie. K nevýhodám môžeme zahrnúť:

- v prípade vyššej vlhkosti materiálov, alebo zvýšený podiel minerálov môžu zvýšiť náklady na financie. Pred samotnou realizáciou by v takýchto prípadoch bolo potrebné jednotlivé materiály upraviť,
- hlavne pri gravitačnej metóde sú potrebné rozdielne hmotnosti a veľkosti jednotlivých častíc,
- možnosť vzniku nežiadúcich zápachov,
- možnosť vzniku prašnosti,
- tieto metódy nie sú vhodné na materiáloch, ktoré sú rovnomerne znečistené látkami.

Triedenie podľa druhu triediča

Podľa fyzikálneho princípu existujú dva spôsoby triedenia:

- ***mechanické*** – na základe rozdielnych veľkostí častíc, ide o geometrické rozmery triedených častíc či už podsitné alebo nadsitné.
- ***fluidné*** – môžeme rozdeliť na hydraulické a pneumatické triedenie. Na základe rozdielnej hmotnosti častíc. Čím hmotnosť častice je väčšia, tým bude väčšia gravitačná alebo odstredivá sila, ktorá na časticu pôsobí.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obrázok 3.9 Rozdelenie triedenia podľa druhu triediča [Raschman, 2006]

- ***Mechanické triedenie*** – používajú sa triediče. Medzi najdôležitejšiu funkčnú časť triediča patrí triediaca plocha, ktorá má otvory. Tieto otvory svojím tvarom a veľkosťou obmedzujú veľkosť prepadávajúcich častíc. Častice väčšie než sú otvory zostávajú na triediacej ploche. Podľa účelu ich môžeme ďalej deliť na pomocné, prípravné, konečné či výberové triedenie.
- ***Hydraulické triedenie*** – v jednotlivých prípadoch, kedy je nutné používať veľmi jemné sieťové pletivá, ktoré sú drahé a málo trvanlivé sa používa triedenie založené na rozdielnych rýchlostiach pádu rôznych veľkých zŕn vo vode. Rozdiel oproti triedeniu na sitách je v tom, že produkty, ktoré vznikajú nie sú definované veľkosťou častíc, ale ich sedimentačnou rýchlosťou. Výhodou tohto triedenia je popri vysokom výkone a účinnosti, tiež nízka spotreba energie, nízke náklady. Tento spôsob triedenia sa využíva na triedenie veľkého množstva minerálnych surovín, predovšetkým pri oddeľovaní nepotrebného odpadu v úpravníckych procesoch.
- ***Pneumatické triedenie*** – ide o triedenie založené na unášaní rozomletého materiálu prúdom vzduchu. Výhoda je pomerne vysoký výkon a nízka spotreba energie. Medzi nevýhody patrí menšia ostrosť triedenia.

Triedenie podľa oblasti použitia

Obrázok 3.10 Rozdelenie triedenia podľa oblasti použitia [Šooš, 2007]

- **Pre energetické zhodnocovanie** – cieľom je zhodnotenie energetického potenciálu z odpadov. Samotné triedenie sa realizuje buď v jednom alebo vo viacerých stupňoch, závisí od samotného druhu odpadu, jeho znečistenia a podobne. Výsledok je vyseparovaný materiál, ktorý sa môže použiť ako ďalšia druhotná surovina.
- **Pre potravinársky a chemický priemysel** – tieto suroviny sa nemôžu priamo spracovávať a musia sa upraviť na formu, ktorá je vhodná. Práve pre rýchlosť fyzikálnych dejov je dôležité, aby jednotlivé častice boli čo najmenšie. Proces finálnej suroviny býva častejšie zdĺhavejší a zložitejší.
- **Pre poľnohospodársky priemysel** – produkty, ktoré sa zozbierajú z polí či sadov sa na triedenie dopravia po dopravníkoch. Triedenie je zamerané na oddeľovanie nezrelých, hnilých kusov alebo nečistoty.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- **Pre banícky a ťažobný priemysel** – tu sa materiál vďaka triedeniu rozdeľuje na jednotlivé frakcie s približne rovnakými veľkosťami zŕn.

Spôsoby dezintegrácie, rozdelenie dezintegrátorov

Na spracovanie tuhých látok sa používajú nasledovné mechanické procesy:

- dezintegrácia alebo rozpájanie tuhých látok,
- spájanie,
- triedenie,
- dávkovanie,
- miešanie.

Pod pojmom dezintegrácie si môžeme predstaviť rôzne typy a spôsoby rozpájania tuhých látok, kde patrí drvenie, strúhanie, mletie, strihanie, sekanie a podobne. Samotný proces dezintegrácie je ovplyvnený rôznymi parametrami, ale aj vlastnosťami materiálov. Ide o koeficient trenia, tvrdosť, vlhkosť alebo pružnosť.

Dezintegrácia tuhých látok je získanie častíc, ktoré majú požadovanú veľkosť. Celý tento proces je náročný. Dezintegrácie tuhých látok je teda mechanický proces, kde sa tuhá látka namáha vďaka vonkajším vplyvom tak, aby nastalo porušenie celistvosti tejto látky. Zmenšenie rozmerov častíc je charakterizované stupňom dezintegrácie.

Stupeň dezintegrácie je definovaný ako podiel pôvodných a rozpojením získaných hmotností jednotlivých častíc rozpájaných látok. Tento stupeň dezintegrácie môže byť zisťovaný aj ako pomer pôvodných a novovzniknutých rozmerov.

Výkonnosť dezintegrácie môžeme definovať objemovým alebo hmotnostným množstvom rozdelenej tuhej látky za jednotku času. Účinnosť dezintegrátora je definované ako bezrozmerné číslo, ktoré je definované pomerom teoreticky potrebnej energie na vytvorenie nového povrchu rozpájanej látky ku skutočne spotrebovanej energie, ktorá je privedená do dezintegrátora. Ide o teoretickú účinnosť a získavame pomerne malé číslo. Je to spôsobené tým, že určitá časť mechanickej energie, ktorá je privedená do rozpájacieho stroja sa mení na tepelnú energiu. Dezintegrovateľnosť materiálu je možné vyjadriť pomerom veľkosti novozniknutého povrchu k spotrebe energie, ktorá je potrebná na jeho vytvorenie.

$$D_M = \frac{S_n}{E} = \frac{l}{e_s} \left(\frac{m^2}{J} \right) \qquad (2)$$

kde:

S_n – plocha nového povrchu rozdeleného materiálu, m^2,

E – energia spotrebovaná na dezintegráciu, J,

e_s – energia spotrebovaná na vznik 1 m^2 nového povrchu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Spôsoby dezintegrácie

Spôsoby dezintegrácie tuhých látok, teda jednotlivé častice, ktoré sú mechanicky namáhané, môžeme rozdeliť na:

- strihom – pôsobíme tlakom vďaka ostrému nástroju,
- tlakom – pôsobením tlaku plochého nástroja sa materiál rozpája,
- rozotieraním – pôsobením tlaku a šmyku sa materiál rozpája,
- úderom – pôsobením úderov plochého nástroja dochádza rozpájaním materiálu.

Pri výbere vhodného spôsobu dezintegrácie rozhodujú predovšetkým geometrické a fyzikálne vlastnosti látok.

Rozdelenie dezintegrátorov:

- tanierové,
- valcové,
- úderové,
- kužeľové,
- kolesové,
- vibračné,
- nožové.

- **Tanierové** – ide o rozpájanie rozotieraním v tanierových mlynoch, ktoré sú buď umelé alebo kovové. Hlavné využitie je na drvenie obilnín. Drvený materiál sa rozotiera medzi dva taniere. Materiál je privádzaný stredom taniera. Medzi nevýhody tejto metódy patrí oveľa menšia výkonnosť a hlavne nie je možné drvenie olejnatých semien. Ďalším problém je, že pri drvení rozotieraním sa časť mechanickej energie mení na teplo a to môže spôsobovať rozkladanie bielkovín a výsledná surovina môže byť horká.

  Príloha kapitoly 3, video 3.1:
  Metal Seed Plate Small Seed Test
  https://www.youtube.com/watch?v=DGG89uyOips

- **Valcové** – ide o rozpájanie tlakom, strihom. Použitie v kameňolomoch, obilných mlynoch na výrobu múk či výrobu obilných šrotov. Tvoria ich minimálne dvojica valcov, ktoré sú otáčané proti sebe. Materiál, ktorý sa drví, je privádzaný medzi tieto valce a pôsobením tlaku dochádza k samotnému drveniu. Ak by však valce boli ryhované, prichádza k rozdielnej obvodovej rýchlosti a teda drvený materiál vzniká
- účinkami tlaku a strihu.
- **Príloha kapitoly 3, video 3.2:**
  2PG 610X500 Roller Crusher Testing
  https://www.youtube.com/watch?v=MNAFkgOx8_k
- **Úderové** – ide o rozpájanie úderom. Ďalej sa delia podľa konštrukcie na:
  Kladivkové – skladajú sa zo šrotovacej komory tvorenej statorom, kde je sito a drhlica. Ďalej je to rotor tvorený hriadeľom, diskami, kladivkami a elektromotor.
  Lištové – rotor sa skladá z lúčových kolies, ktoré sú uchytené na hriadeli. Na obvode sú umiestnené lišty, ktoré vrhajú drvené častice proti statoru. Použitie je hlavne v mlynoch ako doplnok valcových mlecích stolíc.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Kolíkové – ide o dva kotúče, z ktorých do jednej bočnej strany vyčnievajú kolíky. Jeden z nich vykonáva rotačný pohyb. Tieto kotúče sú uložené proti sebe a kolíky zapadajú medzi seba. Nevýhoda je väčšie opotrebenie kolíkov.

Príloha kapitoly 3, video 3.3:
Vertical shaft impact crusher
https://www.youtube.com/watch?v=M-o3z7KCqmM

- **Kužeľové** – ide o kužeľový stator, kde je uložený kužeľový rotor, ktorý vykonáva pohyb. Týmto pohybom sa mení vzdialenosť medzi statorom a rotorom, čo spôsobuje účinky na drvenie.

  Príloha kapitoly 3, video 3.4:
  Test the cone crusher
  https://www.youtube.com/watch?v=jeUMV0_ZnBs

- **Kolesové** – mlecie kolesá sa odvaľujú po otáčajúcom disku, na ktorý sa dostáva materiál na mletie, ktorý následne padá po okraji disku do triediča.

  Príloha kapitoly 3, video 3.5:
  Jaw crusher working principle
  https://www.youtube.com/watch?v=ECbBtcPkI8Y
- **Vibračné** – ide o valec, kde materiál vstupuje a vystupuje a vo vnútri je vibračné zariadenie. Rozomletý materiál je odoberaný vďaka prúdu vzduchu. Použitie hlavne na jemné rozpájanie.
- **Príloha kapitoly 3, video 3.6:**
  New trommel soil waste screener digger grab lorry concrete crusher jcb skip
  https://www.youtube.com/watch?v=SmLVFHwgwjs
- **Nožové** – skladajú sa z nožov v rezacom ústrojenstve, ktoré vnikajú do materiálu a oddeľujú tzv. rezky. Nože môžu byť ploché, hrebeňovité alebo krivkové. Použitie je hlavne v potravinárskom priemysle.

Otázky ku skúške

1. Ako by ste definovali Životný cyklus výrobku LCA?
2. Čo je manažment odpadového hospodárstva?
3. Ako môžeme rozdeliť zber odpadov a odvoz odpadu?
4. Na akých zariadeniach sa vykonáva triedenie, resp. separovanie tuhých látok?
5. Aké metódy separovania tuhých látok poznáte?
6. Čo charakterizuje ostrosť triedenia a podľa akého vzťahu sa vypočíta?
7. Aké mechanické procesy sa používajú na spracovanie tuhých látok?
8. Ako je definovaný stupeň dezintegrácie?
9. Vymenujte spôsoby dezintegrácie.
10. Rozdelenie dezintegrátorov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitá literatúra

1. Ako správne triediť odpad. [online]. [cit. 2020-03-28]Dostupné na internete: < http://gbsgroup.sk/ako-spravne-triedit-odpad/>.
2. BLOŽON, B. 2008. *Kamery ovládli triedenie*. In AT&P journal [online]. [cit. 2020-01-10] Dostupné na internete: <http://atpjournal.sk/casopisy/atp_08/pdf/atp-2008-04-08.pdf>.
3. Dělení směsí zrnitých materiálů [online]. [cit. 2020-03-24] Dostupné na internete: <http://users.fs.cvut.cz/~jiroutom/vyuka/hmz/hmz16_rv.pdf>.
4. FRANKOVSKÁ, J. et al. 2010. Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava. 360 s. ISBN: 978-80-89343-39-3.
5. FRTR, 2008: Remediation technologies screening matrix and reference guide. Federal Remediation Technologies Roundtable, version 4.0.
6. Flotácia [online]. [cit. 2010-03-15] Dostupné na internete: <http://web.tuke.sk/hf-knkaso/slovak/U-text/UPR/7_flotacia.pdf>.
7. FORMÁNEK, J – KŘÍTEK, J. 1964. *Základy úpravnictví : Rudy a užitkové nerosty*. 1. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury, 188 s.
8. GALLOVIČ, P. 2020. Úprava odpadov určených na spracovanie niektorou z činností R1 až R11. [online]. [cit. 2020-02-10] Dostupné na internete: <https://enviro.sk/33/r12-uprava-odpadov-urcenych-na-spracovanie-niektorou-z-cinnosti-r1-az-r11-uniqueidmRRWSbk196FPkyDafLfWAAnlHoBoU9LRvI1wt9ja2znJ-WjYU50TkQ/>.
9. HOLBEIN, M. et al. 1983. *Úpravnictví*.1. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury. 261 s.
10. HOLEC, M. 1964. *Technologie úpravnictví*. 1. vyd. Praha : Státní nakladatelství technické literatury. 201 s.
11. JANDAČKA, J. et al. 2014. *Produkcia komunálneho odpadu* [online]. [cit. 2020-12-02] Dostupné na internete: <http://www.modraskola.eu/web/file/www_produkcia%20komunalneho%20odpad_kolektiv_2014Studia_7_final.pdf>
12. KAŽIMÍROVÁ, V – OPÁTH, R. 2013. *Procesná technika*. Nitra: SPU. 151 s. ISBN: 9788055211046.
13. LINKEŠOVÁ, M – PAVELEKOVÁ, I. 2007. *Vybrané kapitoly z chemickej a potravinárskej technológie* [online].[cit. 2020-03-15] Dostupné na internete: <http://pdfweb.truni.sk/elskripta/vkchpt1.pdf>.
14. MALINDŽÁKOVÁ, M. – MAKATÚROVÁ-SCHLENTCOVÁ A. 2013. *Priebežné hodnotenie úrovne emisných hodnôt pri spaľovaní komunálneho odpadu* [online]. [cit. 2020-02-12] Dostupné na internete:https://www.odpady-portal.sk/Dokument/101567/priebezne-hodnotenie-urovne-emisnych-hodnot-pri-spalovani-komunalneho-odpadu.aspx.
15. MEDEK, J. 1991. *Mechanické pochody*. 2. vyd. Brno : Vysoké učení technické. 187 s. ISBN 80-214-0277-6.
16. MOLNÁR, F – HAVLÍK, T. 1985. *Rudy neželezných kovov a ich úprava*. 1. vyd. Košice : VŠT. 165 s.
17. Portál separuj odpad [online]. [cit. 2020-12-02] Dostupné na internete: < http://www.separujodpad.sk/index.php/obcan/zivotny-cyklus.html>
18. RASCHMAN, P. 2006. *Triedenie tuhých látok* [online] [cit. 2010-02-16] Dostupné na internete: <http://web.tuke.sk/hfkk/Keramika/PZVZVM/6_Triedenie.pdf>.
19. Rozdružovanie [online]. [cit. 2010-03-15] Dostupné na internete: <http://web.tuke.sk/hf-knkaso/slovak/Utext/UPR/6_rozdruzovanie.pdf>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

20. RICHTER, M. 2002. *Průmyslové technologie – úvod* [online] [cit. 2020-02-10] Dostupné na internete: <www.zlatokop.cz/CKZ/clanky/cesky/Skripta/Technologie.pdf>.
21. SEDLÁKOVÁ, S. *Úlohy obce v manažmente odpadov* [online]. [cit. 2020-02-10] Dostupné na internete: <http://www.pulib.sk/web/kniznica/elpub/dokument/Kotulic14/subor/17.pdf>.
22. Separuj odpad. [online] [cit. 2020-02-15] Dostupné na internete: <http://www.separujodpad.sk/index.php/obcan/druhy-odpadov.html>
23. SOLDÁNOVÁ, Z. *Odpady*.1 vydanie, Trnava. Tlačové štúdio Váry pre MTF STU v Trnave 2009, 34 s., ISBN 978-89422-04-3.
24. ŠOOŠ, Ľ. 2007. *Odpady 1 : Environmentálne technológie.* 1. vyd. Bratislava : Slovenská technická univerzita. 165 s. ISBN 978-80-227-2627-6.
25. Tuhé znečisťujúce látky a spôsob ich odstraňovania zo životného prostredia [online]. [cit. 2020-01-19].Dostupné online: https://www.enviroportal.sk/clanok/tuhe-znecistujuce-latky-a-sposob-ich-odstranovania-zo-zivotneho-prostredia
26. Triedenie surovín [online]. [cit. 2010-03-15] Dostupné na internete: <www.tuke.sk/hf-knkaso/slovak/U-text/UPR/5_triedenie_surovin.pdf

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

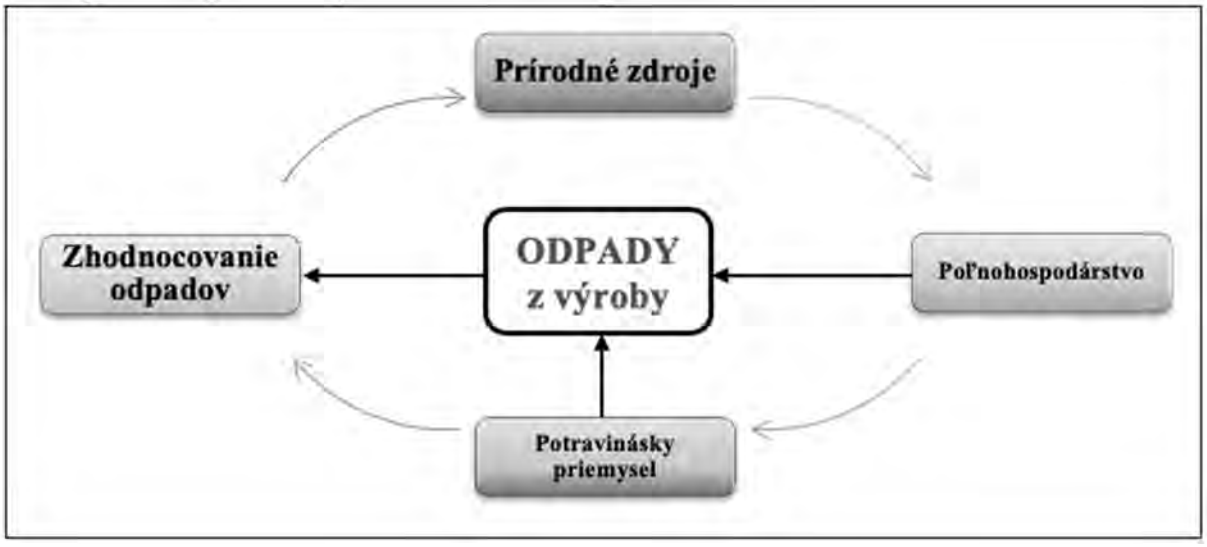
4 SPRACOVANIE ODPADOV Z AGROREZORTU

Kapitola spracovania odpadov z agrorezortu sa zaoberá problematikou tvorby, spracovania, využívania a zneškodňovania vzniknutých odpadov. Z hľadiska tvorby odpadov sa zameriame na výrobné činnosti, ako aj samotnú tvorbu odpadov na trhu tovarov a služieb. Ďalej poukážeme na možnosti spracovania a využitia odpadov z agrorezortu, ako aj ich samotnú likvidáciu.

Agrorezort je oblasť pôsobenia, ktorá spája poľnohospodársku výrobu a potravinársky priemysel spracovávajúci produkty, ktoré sú výsledkom poľnohospodárskej činnosti. Slovenský agrorezort spadá pod pôsobnosť Ministerstva pôdohospodárstva a rozvoja vidieka SR.

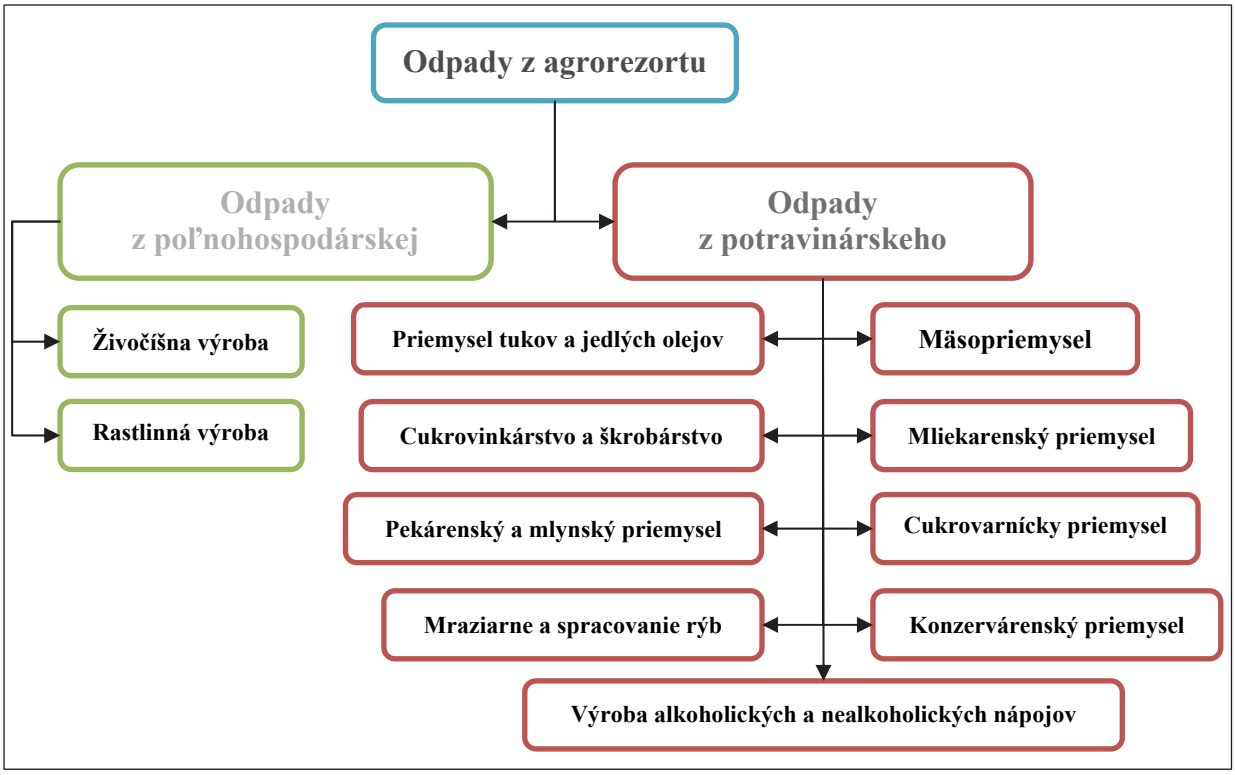
Problematika tvorby, spracovania, využívania a zneškodňovania odpadu je aktuálnou a alarmujúcou témou celého sveta. Každý deň na celom svete vznikajú milióny ton biologických odpadov vplyvom poľnohospodárskej a potravinárskej výroby a samotnej konzumácie produktov z agrorezortu. Pri súčasnej konzumnej spoločnosti je potrebné, priam až nutné podniknúť všetky kroky vedúce k zníženiu produkcie biologických odpadov, efektívnejšiemu spracovávaniu a prípadnej likvidácii takýchto odpadov.

Produkcia odpadov (obrázok 4.1) je sekundárnym javom pri tvorbe a spracúvaní prírodných zdrojov v poľnohospodárskom aj potravinárskom priemysle. Odpady sú často označované ako vedľajšie produkty bez ekonomickej využiteľnosti. Väčšinou sa zabúda na jeden dôležitý faktor a to odpadové teplo, ktoré je taktiež druhom odpadu.



Obrázok 4.1 Tvorba odpadov [zdroj: Holota]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 4.2 Odpady z agrorezortu [zdroj: Holota]

Podľa § 2 zákona č. 79/2015 o odpadoch definujeme:
Biologický odpad je biologicky rozložiteľný odpad zo záhrad a parkov, odpad z potravín a kuchynský odpad z domácností, reštaurácií, zo stravovacích a maloobchodných zariadení a porovnateľný odpad z potravinárskych podnikov.
Biologicky rozložiteľný odpad je definovaný v kapitole 2 „Terminológia“.

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.1 Odpady z agrorezortu sú členené podľa *Katalógu odpadov* (Vyhláška MŽP SR č. 365/2015 Z. z.) do jednotlivých skupín a podskupín

Ako členská krajina Európskej únie sme sa zaviazali postupnému znižovaniu podieľu skladkovaných odpadov a zvyšovaním podieľu využita odpadu ako zdroja druhotnej suroviny. Ako je vidieťz obrázku 4.3, množstvo odpadov má kolísavý charakter, ktorý sa odvýjal aj od ekonomickej situácie v krajine. Odpady z agrorezortu (obrázok 4.5) tvorili od roku 2007 – 2017 väčšinou 12 – 19 % podieľ z celkového množstva vyprodukovaných odpadov (obrázok 4. 3). Len v roku 2013 sme sa dostali na úroveň 7,3 % z celkového množstva vyprodukovaných odpadov (čo tvorilo objem 718.184,16 ton). Pokles množstva odpadového materiálu, ktorý možno sledovať v roku 2013 bol však pravdepodobne spôsobený zavedením nového ustanovenia v § 1 ods. 2 zákona č. 223/2001 Z. z. o odpadoch, ktorý zo zákona vylučuje niektoré suroviny ako hnoj, slama a iný poľnohospodársky materiál, ktorý nie je nebezpečný a je ďalej využívaný buď v poľnohospodárstve, alebo je použitý na produkciu energie, alebo spracovaný metódami nepoškodzujúcimi životné prostredie a neohrozujúcimi ľudí. Pôvodcovia odpad si často nesprávne vykladali ustanovenie zákonu, čo spôsobilo opätovný nárast odpadu v nasledujúcich rokoch.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.3 Množstvo odpadov [spracoval Holota podľa: www.enviroportal.sk]

Obrázok 4.4 Nakladanie s odpadmi v agrorezorte [spracoval Holota podľa: www.enviroportal.sk]

Materiálové zhodnocovanie (obrázok 4.4) je využívanie odpadu ako druhotnej suroviny na výrobu využiteľného produktu. Môže sa realizovať spätným získavaním využiteľných častí odpadu, regeneráciou (obnovením) úžitkových vlastností materiálu, alebo recykláciou, čiže vrátením materiálu do výrobného cyklu s cieľom šetriť primárne surovinové zdroje.

Energetické zhodnocovanie odpadu predstavuje využívanie odpadu na výrobu energie napr. spaľovaním a výrobou tepla a elektrickej energie. Výhrevnosť odpadu z agrorezortu je porovnateľná s hnedým a čiernym uhlím, dosahuje 13 – 21 $MJ.kg^{-1}$, pričom výhrevnosť niektorých druhov potravinárskych odpadov prevyšuje 25 $MJ.kg^{-1}$.

Druhotná surovina je materiál, ktorý sa dá opätovne použiť do výroby a ktorého použitím dôjde k náhrade primárnej suroviny. Druhotná surovina je na rozdiel od primárnej suroviny vždy produktom nejakej ľudskej činnosti. Môže vzniknúť ako vedľajší produkt výroby, ktorý je ďalej použiteľný v inej výrobe, alebo ako nepodarok vo výrobe, ktorý sa ihneď stáva surovinou a má druhý pokus stať sa novým výrobkom (napr. destilačné výpaliky pri výrobe destilátov).

V minulosti bolo poľnohospodárstvo prevažne bezodpadová výroba. Materiály, ako exkrementy a rastlinné zvyšky, ktoré sa dali využiť ako krmivo či hnojivo neboli považované za odpad. Tieto hmoty a materiály sú dôležité pre udržiavanie a zlepšovanie poľnohospodárskej výroby a bez nich by väčšina podnikov nevedela existovať. V dnešnej dobe je takisto veľká časť týchto látok využívaná a tvorí sa tak uzavretý kolobeh odpadového hospodárstva.

Pokiaľ sa pozrieme podrobnejšie na odpad z pohľadu rozdelenia v agrosektore je možné vidieť na obrázku 4.5 veľmi podobný vývoj množstva odpadov v potravinárskom priemysle a v poľnohospodárstve.

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.5 Množstvo odpadov v agrorezorte [spracoval Holota podľa: www.enviroportal.sk]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Spôsoby zhodnotenia odpadov z agrosektoru:

- *kŕmne zmesi,*
- *priame hnojenie,*
- *kompostovanie,*
- *energetické zhodnotenie,*
  - *tvorba bioplynu,*
  - *spaľovanie.*

Kŕmne zmesi

Existujú odpady agrorezortu, ktoré po spracovaní sa dajú taktiež využiť aj ako krmivo pre hospodárske zvieratá. Ide hlavne o odpady (výlisky) pri výrobe alkoholických a nealkoholických nápojov vyprodukovaných lisovaním, mäsovo kostné múčky z odpadu živočíšnych produktov spracovávaných v potravinárskom priemysle.

Vo svete sa čoraz viac rozvíja technológie pre výrobu krmív pre hospodárske zvieratá z výliskov. Cieľom je využiť vyššieho obsahu vhodných kyselín a biologicky aktívnych látok za účelom zlepšenia konverzie krmiva. Pre výrobu krmív sú využívané upravené výlisky, alebo biologicky aktívne látky z výliskov. Výsledkom by malo byť skvalitnenie mäsa u ošípaných, hydinových brojlerov a vajec z nosníc.

Výlisky, sú tvorené zvyškami dužiny, šupiek, semien alebo jadier, popr. i strapiny alebo stopiek. Pochopenie zloženia výliskov a ich potenciál ako doplnok krmív pre dobytok, ktoré môžu potenciálne znížiť množstvo metánu (silný skleníkový plyn) emitovaného dobytkom a zvýšenie produktivity hospodárskych zvierat, predstavujú inovatívne príležitosti pre potravinársky priemysel, prispieť k celkovému úsiliu o zníženie emisií skleníkových plynov tým, že odpadový produkt bude dobre využitý v inom odvetví. Aby to bolo možné, je nevyhnutné poznať detailné zloženie výliskov, so zameraním na koncentráciu a zloženie prítomných tanínov. Výlisky pre kŕmne účely sú využívané z rôznych technologických spracovaniach. Môže sa jednať o čerstvé výlisky, ktoré sú získané z vinárstva priamo po vylisovaní, alebo silážované výlisky zo spracovateľského zariadenia, skladované po určitý počet dní, počas ktorých sa vytvorilo určité množstvo etanolu. Ďalšou možnosťou je využitie výliskov, z ktorých sa destilujú destiláty. Nasledujúcou alternatívou je využitie sušených hroznových výliskov. Veľký vplyv na určenie skutočného potenciálu výliskov pre kŕmne účely je obsah flavánov - 3 - olu, organických kyselín, glycerolu, kyseliny vínnej, fruktózy a glukózy.

Výroba mäsokostnej múčky je založená na surovine – jatočný odpad, ktorá sa rozvarí, vysuší, rozomelie a sterilizuje za zvýšeného tlaku a teploty (v SR sa používa metóda 1 podľa nariadenia č. 1069/2009 EÚ tj teplota najmenej 133 °C, tlak najmenej 3 bary po dobu minimálne 20 minút). Vysoké požiadavky na teplotu a tlak by mali zaručiť, že pri spracovaní dôjde k denaturáciu všetkých proteínov, vrátane priónov spôsobujúcich spongiformné encefalopatie.

Mäsová a kostná múčka (označovaná ako MBM) je produktom kafilérie (príloha 4, obrázok 4.6). Zvyčajne ide výživovo o 48 – 52 % bielkovín, 33 – 35 % popola, 8 – 12 % tuku a 4 – 7 % vody. MBM je vynikajúcim doplnkom dusíkatých látok, vitamínov a niektorých minerálnych látok, najmä vápnika, fosforu, železa a jódu. Používa sa predovšetkým pri príprave krmiva pre zvieratá na zlepšenie aminokyselinového profilu krmiva. Predpokladá sa, že skrmovanie MBM dobytkom je zodpovedné za šírenie BSE (choroba šialených kráv); preto sa vo väčšej časti sveta MBM už nepovoľuje v krmive pre prežúvavce. V Európe sa MBM bežne používa ako lacná živočíšna bielkovina v krmive pre psov a mačky, ale väčšina sa v súčasnosti používa ako náhrada fosílnych palív na výrobu energie, ako palivo v cementárenských peciach, skládkovanie alebo spaľovanie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Mäsová a mäsovokostná múčka je po mlieku a rybacej múčke tiež dobrým zdrojom živočíšnych bielkovín. Kafilerická mäsovokostná múčka s obsahom tuku 10 – 17 % sa používa v kŕmnej zmesi pre odchov kurčiat a nosnice v dávke 2 – 6 %, pre výkrm kurčiat a káčat v dávke 10 – 13 % a pre odchov moriek v dávke 14 %.

Rybia múčka je za horúca sušený prášok hnedej farby zbavený vody (dehydrovaný), vyrobený buď z celých rýb, alebo len z odpadu vzniknutého pri spracovávaní (filetovaní) rýb z čeľade sleďovitých alebo treskovitých. Farba závisí od rybieho druhu, obsahu tuku, obsahu vlhkosti a jemnosti mletia. Rybie múčky sa používajú pri výrobe jedlých tukov a margarínov, v priemyselnom chove rýb (vo forme peliet) ako komponent potravy pre výkrm úžitkových zvierat, prídavok krmiva pre domáce zvieratá a v poľnohospodárstve aj ako hnojivá. Rybie múčky predstavujú bohatý zdroj vysoko kvalitných a vo veľkej miere stráviteľných proteínov, majú pomerne vysoký obsah energie, sú bohaté na minerály (fosfor, vápnik), vitamíny B-skupiny a na esenciálne (nenahraditeľné) mastné kyseliny. Hodnota rybích proteínov obsiahnutých v rybom mäse vo väzbe na nutričné nároky rýb a ich prístupnosť (stráviteľnosť) je vyššia ako hodnota proteínov obsiahnutých v koži, chrupkách (väzivách) a v kostiach. Z tohto dôvodu nutričná hodnota rybích múčok získavaných z celých rýb je vyššia ako nutričná hodnota rybích múčok získaných z odpadu zo spracovania rýb. Napr. pomer esenciálnych aminokyselín methionínu a lyzínu z celkového obsahu proteínov získaných z odpadu zo spracovania rýb je približne o 10 % nižší ako pri spracovaní celých rýb (sleď obyčajný, sardinka európska).

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.6 Schéma zariadenia na výrobu mäsokostnej múčky
[http://stavimex.sk/produkty.php?akce=view&cisloclanku=2015040013&rstema=501&stromhlmenu=500&nazov=zariadenie-na-termicke-zhodnocovanie-zivocisnych-odpadov-rady-aci]

Priame hnojenie

Na priame hnojenie sú najčastejšie využívané odpady zo živočíšnej výroby, ako sú maštaľný hnoj, hnojovica a močovka. Tieto materiály, ktorý vyprodukuje živočíšna výroba sa dajú považovať ako nevyčerpateľný zdroj živín, organických látok. Každý rok nahradia 40 % organických látok v pôde, čím sa stávajú dôležitým článkom kolobehu látok.

Tieto odpady majú priaznivý vplyv na biochémiu, agrochémiu, fyzikálne vlastnosti a mikrobiológiu pôdy. Vyvažujú pôsobenie anorganických hnojív a tým ovplyvňuje aj ich účinnosť. Vďaka priaznivému vplyvu na pôdu a rastliny tvoria dôležitý prostriedok na ochranu životného prostredia. Tieto materiály sú základom hnojív v hospodárstve, ktoré sa získavajú priamo v poľnohospodárskom podniku a ďalej zvyšujú pôdnu úrodnosť.

Maštaľný hnoj, ktorý je dobre vyzretý má zvyčajne tmavá farbu a dá sa ľahko rýpať. Na povrchu má hnedočiernu farbu, ďalšie vrstvy sú zelenkavé a pri kontakte so vzduchom dochádza k zmene farby na čiernu. Obsahuje viditeľné zvyšky podstielky, ktoré je však možno mechanicky oddeliť a slabo páchne amoniakom.

Hnojovica vyprodukovaná hovädzím dobytkom, ošípanými alebo hydinou a je dostatočne kvalitná sa dá považovať ako zdroj organicko-minerálneho hnojiva a spája priaznivé vlastnosti hnoja a organických látok a živín. Tieto živiny predstavujú pre podnik značnú úsporu financií a šetria pestovateľov pred kúpou dodatočných minerálnych hnojív. Kategória zvierat, ktorá ju vyprodukovala ovplyvňuje množstvo a aj kvalitu. Ďalšími faktormi sú vek zvieraťa, kŕmenie, zameranie, skladovanie a odpratávanie výkalov. Pre spracovanie v bioplynovej stanici sú obzvlášť vhodné kaly z voľného ustajnenia, prípadne s podielom dažďovej vody, pretože obsahujú veľký podiel tekutiny a nie tým pádom nie sú vhodné na kompostovanie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Medzi hlavné ukazovatele kvality hnojovice patrí podiel vody obsiahnutý v hnojovici. Hodnota podielu by nemala prekročiť 20 % z vyprodukovaného neriedeného hnoja. Ďalej je ovplyvnená aj množstvom vody, ktoré zviera vypije. Ďalším dôležitým ukazovateľom kvality hnojovice je obsah sušiny v nej. U hovädzieho dobytka by sa obsah sušiny mal pohybovať v rozmedzí 7,5 – 15 % u hydiny 15 – 20 %. Obsah organických látok by sa mal pohybovať v rozmedzí 70 – 80 % zo sušiny.

Močovka a jej úprava je z ekonomického hľadiska nevhodná a priame hnojenie je veľmi obmedzujúce a problematické. Patrí medzi kyánomido-draselné hnojivá a obsahuje bioaktívne látky patriace do skupiny heteroauxinov. Dusík sa v močovke nachádza v podobe kyseliny hipurovej, a v podobe amoniaku, ktorý tvorí až 85 % všetkého dusíka obsiahnutého v nej. Priama aplikácia vykazuje nepriaznivý vplyv na rastliny z dôvodu poškodenia epitelov listov kyselinou hipurovou a močovou, je však možná aplikácia priamo ku koreňovému obalu.

Mäsokostná múčka je priemyselné krmivo, vyrába sa z jatočných odpadov a nízkorizikových konfiškátov živočíšneho pôvodu z potravinárskeho priemyslu, spracovanie uhynutých zvierat je zakázané.

Za maštaľný hnoj považujeme hnojivo tuhého charakteru, ktoré vzniklo fermentáciou zmesi tekutých a tuhých výkalov zvierat hospodárskeho podniku a časti podstielky zvierat, ako piliny a slama. Ide najmä o dobytok, ale aj hydinu a ošípané.

Hnojovica je definovaná ako fermentovaná zmes látok tuhého a tekutého skupenstva, najmä výkalov hospodárskych zvierat, ktoré boli ustajňované bez podstielky prípadne len na nízkej podstielke na štrbinových podlahách, roštoch a boxoch.

Močovka je definovaná ako zriedený fermentovaný moč hospodárskych zvierat dažďovou, technickou alebo povrchovou vodou. Úprava močovky je z ekonomického hľadiska nevhodná a priame hnojenie nie je možné. Patrí medzi kyánomido-draselné hnojivá a obsahuje bioaktívne látky patriace do skupiny heteroauxinov.

Príloha kapitoly 4, video 4.1 Spôsoby priamej aplikácie hnoja do pôdy

Odpady z rastlinnej produkcie a vybraných produkcií potravinárskeho priemyslu su taktiež vhnodné na priame hnojenie. Ideálna forma takéhoto hnojiva je granulát (vo forme peliet), ktoré sa vyrábajú taktiež aj z odpadov živočíšnej produkcie. Peletovanie je ideaálny proces zhutňovania odpadov z agrorezortu.

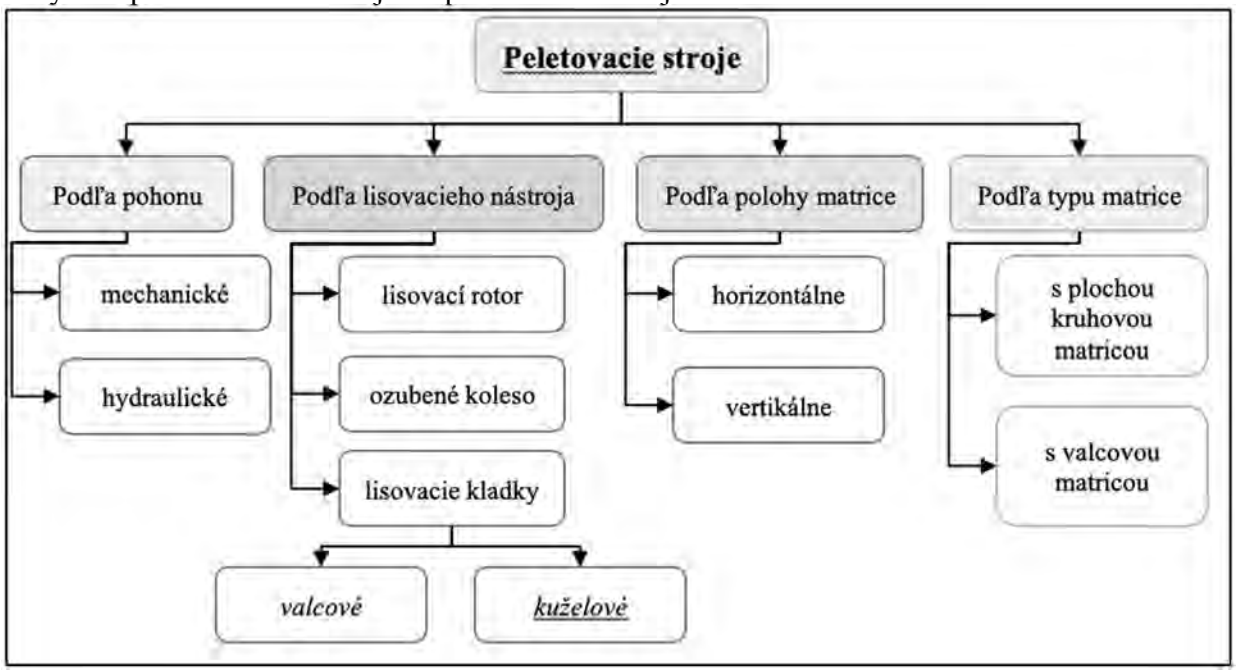
Proces zhutňovania odpadu spočíva v zmenšovaní jeho veľkosti primárne za použitia biomasy ako zdroja druhotnej suroviny. V súčasnosti je potreba zhutňovať materiály vo väčšine priemyselných prevádzkach. Výlisky, ktoré sa získavajú zhutňovaním zabezpečujú nižšie náklady na dopravu, energie a zhodnotenie materiálov. Tvar výsledného produktu je zväčša kváder alebo valec, označovaný ako peleta alebo briketa.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pelety sú malé kúsky granúl valcového prierezu, ktoré majú priemer 6 mm až 25 mm a dĺžku do 50 mm. Vyrábajú sa výhradne z materiálu organického pôvodu lisovaním pod pôsobením vysokého vonkajšieho tlaku na tento materiál.

Slovo peleta nachádza svoj pôvod vo francúzskom jazyku a je odvodené od slova pellet. Týmto slovom boli v minulosti označované koncentráty rudného pôvodu, ktoré majú tvar malých guličiek. V anglickom jazyku sa tento výraz používa pre stlačené výlisky valcovitého tvaru, alebo pre výlisky vzniknuté pri tabletovaní.

Výroba peliet sa uskutočňuje na peletovacích strojoch vid. obrázok 4.7.



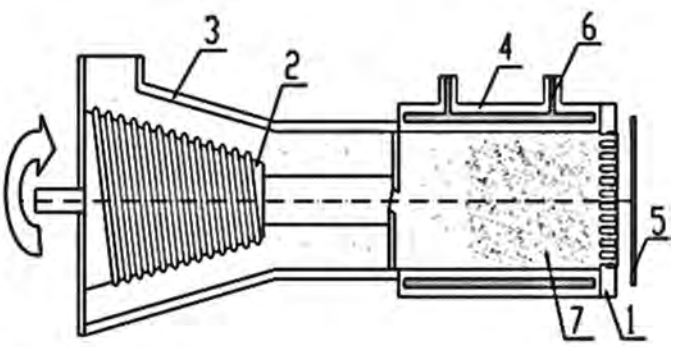
Obrázok 4.7 Peletovacie stroje [zdroj: Holota]

Fázy výroby peliet

Závitovkový pretláčací stroj (obrázok 4.8)

Závitovkový podávač (lisovací rotor) je súčasne aj nástrojom tohto lisu. Dodáva materiál do lisovacej komory a zároveň ho aj stláča. Pod vysokým tlakom je materiál pretláčaný cez kruhovú matricu. Teplota lisovacej komory je stabilizovaná chladiacim zariadením. Pretlačené pelety sa ulamujú po dotyku s pevnou doskou. Výhodou princípu je plynulý chod, jednoduchá výmena matrice, teda aj zmena priemeru peliet. Medzi nevýhody môžeme zahrnúť potrebu chladiaceho zariadenia a nízky hodinový výkon.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

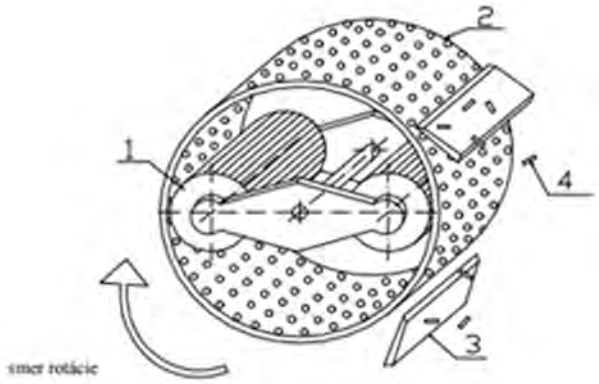


1 – matrica, 2 – závitovka,
3 – komora, 4 – chladič,
5 – nôž, 6 - chladiace médium,
7 – spracovávaný materiál.

Obrázok 4.8 Schéma závitovkového peletovacieho stroja [BIOMASA, 2017]

Horizontálny peletovací stroj s valcovými kladkami a valcovou matricou (obrázok 4. 9)

Pri tomto spôsobe peletovania sa materiál dodáva v smere osi matrice. Vzhľadom na rotačný pohyb, ktorý vykonáva matrica, sa materiál premiešava. Valcové kladky sú upevnené na unášači, ktorý sa neotáča. Kladky sa otáčajú len okolo svojej osi. Materiál je po prechode matricou odrezávaný nožmi, ktoré sú pevne ukotvené na ráme stroja.



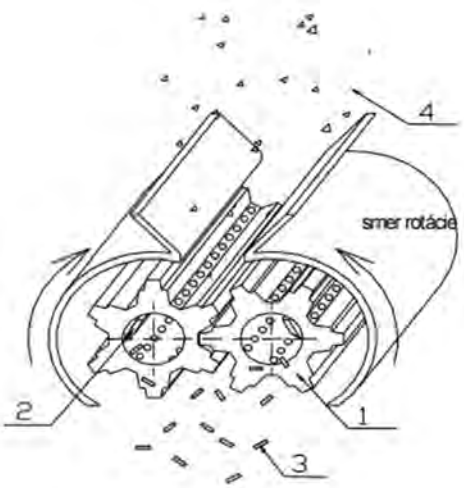
1 – lisovacie kladky,
2 – oceľová matrica,
3 – nôž,
4 – pelety.

Obrázok 4.9 Schéma horizontálneho peletovacieho stroja s valcovými kladkami [BIOMASA, 2017]

Horizontálny peletovací stroj s ozubenými kolesami (obrázok 4.10)

Takýto peletovací stroj sa skladá z páru dutých valcov, ktoré majú po obvode ozubenie. V ozubeniach sú navŕtané otvory, cez ktoré sa materiál pretláča dovnútra valcov. V dutinách valcov uložené nože režú vylisované pelety. Výhodou princípu je jednoduché dávkovanie materiálu, ako aj fakt, že nedochádza k dotyku medzi kolesami. Naopak, malý počet zubov je príčinou malého hodinového výkonu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

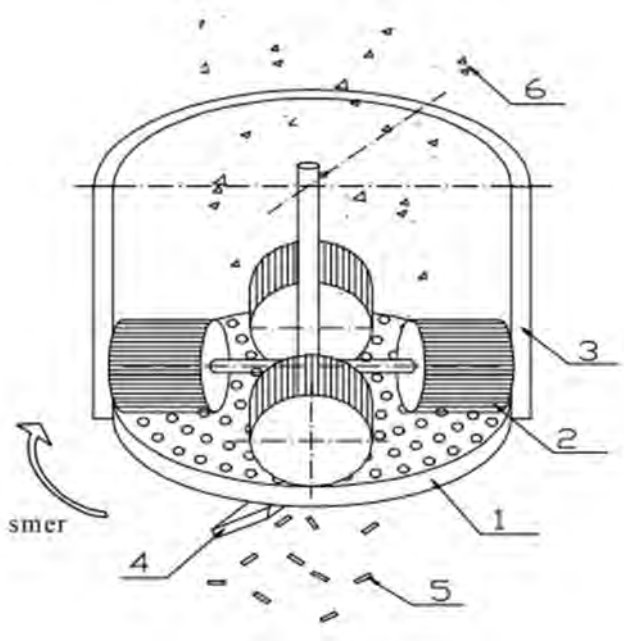


1 - ozubené kladky,
2 – nôž,
3 – pelety,
4 - lisované piliny.

Obrázok 4.10 Schéma horizontálneho peletovacieho stroja s ozubenými kladkami [BIOMASA, 2017]

Vertikálny peletovací stroj s valcovými kladkami a plochou matricou (obrázok 4.11)

K peletovaniu dochádza medzi dvomi alebo viacerými kladkami uloženými na statických hriadeľoch a plochou kruhovou matricou s otvormi požadovaného priemeru. Matrica je poháňaná závitovkou. Keďže je materiál dodávaný zhora, je rovnomerne rozdelený po celej ploche matrice. Pod matricou sú uložené nože, ktoré pelety po ich vylisovaní režú. Lisovacie kladky sú permanentne pritláčané k povrchu matrice.



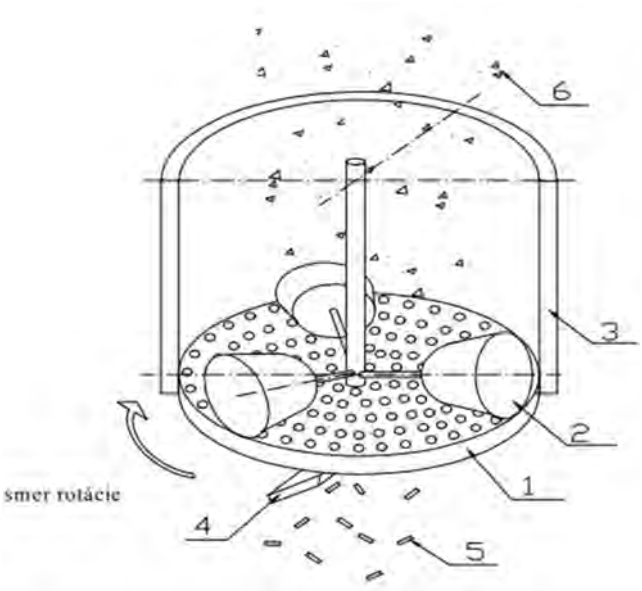
1 - plochá matrica,
2 - valcové kladky,
3 - lisovacia komora,
4 – nôž,
5 – pelety,
6 – piliny.

Obrázok 4.11 Schéma vertikálneho peletovacieho stroja s valcovými kladkami [BIOMASA, 2017]

Vertikálny peletovací stroj s kužeľovými kladkami a plochou matricou (obrázok 4.12)

Konštrukcia peletovacieho stroja je zhodná s predchádzajúcim typom stroja. Rozdiel je v tvare lisovacieho nástroja. Namiesto valcových kladiek sú použité kladky kužeľového tvaru, čím sa dosiahne ich rovnomerné opotrebovanie po celej výške.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



1 - plochá matrica,
2 - kužeľové kladky,
3 - lisovacia komora,
4 – nôž,
5 – pelety,
6 – piliny.

Obrázok 4.12 Schéma vertikálneho peletovacieho stroja s kužeľovými kladkami [BIOMASA, 2017]

Biomasu tvoria biologicky rozložiteľné frakcie výrobkov, odpadu a zvyškov z poľnohospodárstva, lesníctva a príbuzných odvetví, ako aj biologicky rozložiteľné frakcie priemyselného a komunálneho odpadu. Z biomasy sa dá vyrábať teplo, elektrina, rôzne plynné a tekuté palivá pre dopravu. Je to najlepší obnoviteľný zdroj. Viac ako 90 % územia Slovenska tvoria lesy a polia. Tento veľký potenciál biomasy a dendromasy sa u nás málo využíva. Biomasa nie je ovplyvňovaná klimatickými podmienkami.

Príloha kapitoly 4, video 4.2 Výroba peliet priamo na poli

Kompostovanie

Kompostovací proces sa v súčasnosti považuje predovšetkým za spôsob, ako racionálne nakladať s odpadom, resp. spôsob ako stabilizovať organický odpad, záhradný odpad, hnoj, odpadové kaly, resp. komunálny odpad. Kompostovať môžeme rôznymi spôsobmi. Jednotlivé spôsoby sa medzi sebou výrazne odlišujú aj využitím rôznej techniky a technológie. Nech si vyberieme akúkoľvek technológiu, vždy by sme mali dohliadnuť na to, aby bolo technicky možné dosiahnuť optimálny rozkladný proces za dodržania základných pravidiel kompostovania. Podrobne sa problematikou kompostovania zaoberáme v kapitole 5 Biologické zpracování bioodpadů, kompostárny, bioplynové stanice a další zařízení s procesem anaerobní digesce bioodpadů.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výroba bioplynu

Pod pojmom výroba bioplynu rozumieme proces rozkladu biomasy, nazývaný fermentácia, bez prístupu kyslíku, teda anaeróbne. Jedná sa o kontrolovaný proces premeny organickej látky, pričom vzniká bioplyn a digestát. Bioplyn sa skladá z metánu a oxidu uhličitého.

Výroba bioplynu pozostáva zo štyroch po sebe nasledujúcich fáz:

Hydrolýza – počas prvej fázy je minimálna hodnota vlhkosti materiálu 50 % a prebieha za prítomnosti kyslíku. Biomasa obsahuje organické polymérne reťazce, ktoré sa enzymaticky rozkladajú za vzniku jednoduchších monomérnych látok ako sú monosacharidy, vďaka pôsobeniu hydrolytických mikroorganizmov.

Acidogenéza – produkt hydrolýzy sa v tejto fáze rozkladá pomocou fakultatívnych anaeróbnych mikroorganizmov, za vzniku jednoduchších látok ako sú vyššie organické kyseliny. V tejto fázy je prostrediu plne anaeróbne, a tým pádom vhodné pre anaeróbne baktérie.

Acetogenéza – počas tejto medzifázy, ktorá sa deje paralelne s acidogenézou sa vyššie organické kyseliny transformujú na látky ako kyselina octová, vodík a oxid uhličitý, vďaka prítomnosti acetogénnych baktérií.

Metanogenéza – táto fáza je v proces výroby bioplynu najdôležitejšia, nakoľko dochádza k produkciu základnej zložky, ktorou je metán. Metán je produkovaný za prítomnosti dvoch metanogénnych baktérií. Dochádza k štiepeniu acetotrofnými baktériami na kyselinu octovú, metán a oxid uhličitý.

Bioplyn je druh plynu, ktorý vzniká anaeróbnym vyhnívaním po splnení všetkých procesných podmienok ako sú teplota, pH, správne zloženie vstupného materiálu a podobne. Vo všeobecnosti môžeme povedať, že ide o plyn, ktorý je trvalo udržateľný a šetrný k životnému prostrediu. Je to ekonomicky životaschopné palivo, ktoré slúži ako alternatíva k zemnému plynu. Bioplyn je prevažne tvorený metánom, oxidom uhličitým a vyskytujú sa v ňom aj malé množstvá stopových plynov. Obsahuje spravidla 50 – 75 % metánu a 49 – 24 % oxidu uhličitého, vrátane ostatných plynov, ktoré tvoria max. 1 %.

Biomasa vhodná na výrobu bioplynu má široké spektrum. Odpad so živočíšnej produkcie je možné využiť v bioplynových staniciach, kde tvora vstupný materiál pre ďalšiu výrobu a odpad získaný týmto procesom – digestát sa považuje za kvalitné hnojivo. Anaeróbnou fermentáciou je možné získať bioplyn:

- zo zmesi organických odpadov,
- z potravinárskeho odpadu,
- z fytomasy,
- z kalov z čističiek odpadových vôd.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.15 Výťažnosť bioplynu ($m^3.t^{-1}$ substrátu)
[http://www.ekocentrum.sk/wordpress/wp-content/uploads/Bioplyn.pdf]

Zariadenie (príloha kapitoly 4,obrázok 4.16), v ktorom sa bioplyn vyrába sa skladá primárne z fermentoru (nádrž na vyhnívanie), do ktorého je z prípravnej nádrže dodávaná biomasa vhodná na proces tvorby bioplynu. V praxi sa stretávame s dvomi verziami fermentoru a to vertikálnou a horizontálnou.

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.16 Schéma výroby bioplynu
[https://www.imao.sk/bioplynove-stanice/]

Spaľovanie (Termochemická premena)

Termochemická premena biomasy je doposiaľ najpoužívanejšia technológia využívania biomasy na energetické účely. Jedná sa o suchý proces, čo znamená, že sa požaduje biomasa s vyšším obsahom suchej hmoty (sušiny). Naopak vyšší obsah vlhkosti má na daný proces nepriaznivý vplyv. Podstatou termochemickej premeny, je tepelný rozklad vstupnej látky, ktorá pri tomto procese podlieha tzv. suchej destilácii, čo je v podstate rozklad zložitejších látok na jednoduchšie pôsobením vysokej teploty pri čiastočne alebo úplne obmedzenom prístupe vzduchu.

Vznikajú viaceré výstupné produkty, ktorými sú:

- *pevný zvyšok,*
- *kvapalná frakcia,*
- *dechtová frakcia,*
- *plynná frakcia.*

O termochemickej premene môžeme hovoriť v súvislosti s tromi najzákladnejšími procesmi, pri ktorých sa daná technológia uplatňuje. Môže sa zdať, že dané procesy sú si v princípe veľmi podobné, čo je pravda, avšak rozdiel je v tom, pri akých podmienkach prebiehajú a aké výstupné produkty z nich získavame.

Podľa toho sa delia na:

- *priame spaľovanie,*
- *splyňovanie,*
- *pyrolýza.*

Priame spaľovanie biomasy patrí medzi najstaršie typy premeny biomasy vôbec. V súčasnosti je aj najrozšírenejším typom premeny, práve vďaka hlbokým poznatkom nadobudnutým počas jeho využívania a svojej pomernej jednoduchosti a dostupnosti. Podstatou spaľovania je vznik tepelnej energie, ktorú človek ďalej využíva na vykurovanie rodinných domov, či iných druhov objektov alebo inú úžitkovú činnosť.

Proces spaľovania biomasy, je reakcia exotermická. Podstatou je spaľovanie horľavých zložiek paliva a následné uvoľňovaniu tepla. Toto teplo je prostredníctvom spalín privádzané na výmenníky tepla a odovzdávané teplonosnému médiu.

Splyňovanie je ďalším z rady termochemických premien biomasy. Na rozdiel od priameho spaľovania, sa jedná o technológiu, pri ktorej vznikajú energeticky využiteľné produkty, ako drevené uhlie alebo nízkovýhrevný generátorový plyn, ktorý je nutné, podľa typu spaľovacieho zariadenia, kde bude ďalej využívaná, pred využívaním podrobiť kvalitnej filtrácii, aby sa

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

odstránili nežiaduce zložky v podobe dechtu, prípadne prachu. Splyňovanie je proces, pri ktorom sme schopní z biomasy s nízkou hodnotou, teda najmä z odpadov, vytvoriť energeticky významné produkty, ktoré sa v procese spaľovania stávajú zdrojmi veľkého množstva energie. **Pyrolýza** patrí spolu so spaľovaním a splynovaním medzi procesy termochemickej konverzie. Tieto procesy sa navzájom výrazne odlišujú v obsahu kyslíka v reakčnom priestore. Na rozdiel od splyňovania a spaľovania je pyrolýzny proces využívaný pre vývoj inovatívnych technológií založený na rozklade organických látok pôsobením tepla bez prístupu oxidačných médií.

Pyrolýza

Pyrolýza (grécky pýr = oheň, lysis = rozpustenie) je fyzikálno-chemický proces, patriaci do relatívne širokej skupiny termických procesov. Termickými procesmi sú v praxi nazývané technológie, ktoré pôsobia na odpad teplotou, ktorá presahuje jeho chemickú stabilitu Táto všeobecná definícia zahrňuje veľmi široké rozmedzie teplôt používaných v jednotlivých technológiách (300 – 2000 °C), pričom nie je braná do úvahy chemická povaha prebiehajúcich procesov.

Podstatou pyrolýzneho procesu je výroba viacerých druhov energetických produktov (pyrolýzny olej, plyn, devené uhlie). Procesom pyrolýzy sme schopní získavať z rôznych druhov biomasy energetické produkty plynné (CO, H_2, CH_4), kvapalné (pyrolýzny olej) alebo tuhé (drevené uhlie). Zmenou určitých vlastností procesu (teplota, rýchlosť, reakčná doba a i.) môžeme podľa potreby meniť druh výstupných energetických produktov.

Biomasa vďaka svojim fyzikálnym vlastnostiam predstavuje ideálne palivo pre proces pyrolýzy. Najlepším príkladom, ktorý môže byť uvedený je drevo. Drevo možno vhodnými tepelnými úpravami previesť na produkty s vyššou koncentráciou energie. Pri pyrolýze dreva dochádza k vzniku kvapalného bio oleja, ktorý môže byť následne využitý ako náhrada konvenčných motorových palív, alebo ako surovina pre výrobu ďalších organických chemikálií. Okrem bio-oleja sú výslednými produktami aj pyrolýzny plyn a pevný zbytok. Pyrolýza je schopná okrem biomasy spracovať aj rôzne druhy materiálov ako sú pneumatiky, plastové odpady, komunálny odpad ako aj ďalšie nebezpečné druhy odpadov.

Z tohto dôvodu môžu byť termické procesy ďalej rozdeľované do dvoch kategórií a to na:

1. ***procesy oxidačné*** – v reakčnom priestore je obsah kyslíka stechiometrický alebo vyšší vzhľadom k spracovanému materiálu (nízkoteplotné a vysokoteplotné spaľovanie),
2. ***procesy redukčné*** – v rekreačnom priestore je obsah kyslíka nulový alebo substechiometrický (pyrolýza a splyňovanie).

V technickej praxi býva tento proces delený do troch kategórií podľa používaných teplôt, a to:

a) nízkoteplotný (<500 °C),
b) strednoteplotný (500 – 800 °C),
c) vysokoteplotný (> 800 °C).

Pyrolýza biomasy sa môže vykonávať dvoma spôsobmi:

a) pomalá pyrolýza (príloha kapitoly 4,obrázok 4.17)

Tri základné typy organických látok sa nachádzajú v lignino-celulóznej biomase, predovšetkým celulóza, hemicelulóza a lignín. Je potreba teploty okolo 400 °C na kompletné rozloženie týchto organických polymérnych štruktúr na monomérne a oligomerné produkty, ktoré majú snahu sa aromatizovať.

Pri teplote nad 600 °C dochádza k sekundárnemu krakovaniu, ktoré sa prejavuje poklesom objemu tvorby kondenzného dechtu a zvýšenej tvorby nekondenzovateľných menších molekúl.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pomalú pyrolýzu môžeme rozdeliť do dvoch hlavných smerov a tona karbonizačnú pyrolýzu, pri ktorej je hlavným produktom koks. Druhý smer tvorí pyrolýza s heterogénnymi nosičmi tepla, kde nedochádza k priamemu zahrievaniu suroviny, ale surovina je ohrievaná vyhriatymi heterogénnymi guľôčkami s milimetrovým priemerom.

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.17 Využitie pomalej pyrolýzy pri výrobe elektrickej energie [spracoval Holota podľa: http://www.hyfoma.com]

b) ***rýchla pyrolýza*** (príloha kapitoly 4,obrázok 4.17)

Zatiaľ čo tradičná pyrolýza bola zameraná na výrobu drevného koksu, rýchla pyrolýza je moderný proces dôsledne riadený za účelom tvorby čo najvyššieho množstva podielu pyrokvapaliny. Rýchla pyrolýza je vysokoteplotný proces, pri ktorom je biomasa prudko zahriata v prostredí bez prítomnosti kyslíka. Výsledkom rozkladu je veľké množstvo kvapaliny, aerosolov a menšie množstvo koksu. Pre tvorbu kvapalných produktov je výhodné, aby čas vyparovania (splyňovania) bol čo najkratší a zamedzilo sa tým druhotným reakciám. Tento čas by nemal presiahnuť 1s. Po ochladení a kondenzácii sa získava tmavohnedá kvapalina s polovičnou výhrevnosťou v porovnaní s klasickým pohonnými hmotami.

Hlavná prednosť rýchlej pyrolýzy je schopnosť v jednom jednoduchom stupni premeniť tuhú lignocelulózovú biomasu na kvapalné palivo. Malé lignocelulózne častice s veľkosťou menšou ako 3 mm v priemere a vlhkosťou pod 20 % sa rýchlo miešajú s nadbytkom zrnitých teplonosičových teliesok (piesok, oceľové broky, atď.) s teplotou okolo 500°C. Ohrev a kondenzácia trvá len okolo jednej až dvoch sekúnd, čo vedie k vysokému výťažku kondenzátu presahujúci 75 %. Z toho vyplýva, že viac ako dve tretiny z drevnej biomasy sa môže premeniť na tmavohnedý bio olej. Bio olej má vysokú hustotu približne 1200 $kg.m^{-3}$ a výhrevnosť 24 $MJ.kg^{-1}$. Drevné bio oleje sú stále, čisté a homogénne dostatočne na to, aby sa mohli použiť buď ako vykurovací olej alebo motorové, alebo turbínové palivá.

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.18 Schéma technológie na výrobu bio oleja z biomasy pomocou rýchlej pyrolýzy [spracoval Holota podľa: http://www.hyfoma.com]

Kontrolné otázky ku skúške

1. Ako definujeme biologický odpad?
2. Aká je základná štruktúra nakladania s odpadmi v agrorezorte?
3. Aké poznáme spôsoby zhodnotenia odpadov z agrorezortu?
4. Definuj maštaľný hnoj, hnojovicu a močovku.
5. Klasifikuj peletovacie stroje.
6. Vymenuj fázy výroby peliet.
7. Aké technológie a fázy kompostovania poznáme?

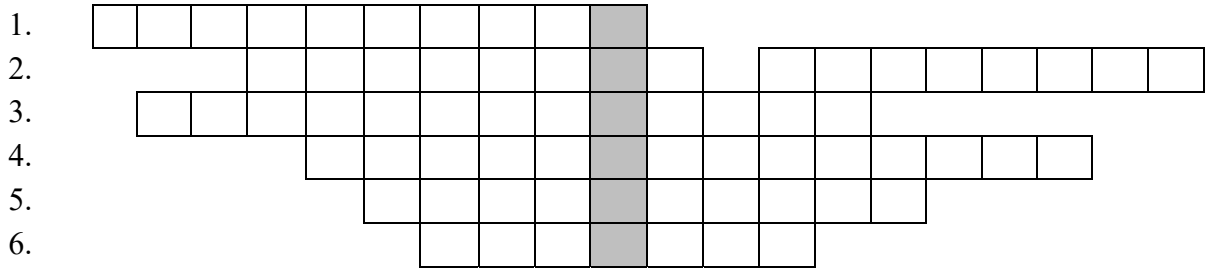
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Úloha

Ako sa volá magazín, ktorý pri príležitosti Svetového dňa životného prostredia vydáva Slovenská agentúra životného prostredia v Banskej Bystrici?

___ ___ ___ ___ ___ ___
(Odpoveď sa skrýva v tajničke.)

TAJNIČKA



1. Ako nazývame termochemickú premenu biomasy?
2. Ako nazývame materiál, ktorý sa dá opätovne použiť do výroby a ktorého použitím dôjde k náhrade primárnej suroviny?
3. Ako nazývame metódu, pri ktorej za aeróbnych podmienok dochádza k rozkladu organických látok a ich následnej premene na látky humusové?
4. Ako nazývame počiatočnú fázu kompostovania?
5. Ako sa nazýva rezort spájajúci poľnohospodársku a potravinársku výrobu?
6. Ako nazývame fermentovaný moč hospodárskych zvierat zriedený dažďovou, technickou alebo povrchovou vodou?

_E_ _N_ _V_ _I_ _R_ _O_
(Odpoveď sa skrýva v tajničke.)

1.	S	P	A	Ľ	O	V	A	N	I	**E**								
2.				D	R	U	H	O	T	**N**	Á		S	U	R	O	V	I	N	A
3.		K	O	M	P	O	S	T	O	**V**	A	N	I	E						
4.					M	E	Z	O	F	**I**	L	N	Á		F	Á	Z	A		
5.						A	G	R	O	**R**	E	Z	O	R	T					
6.							M	O	Č	**O**	V	K	A							

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitá literatúra

1. ANDERT, D - SLADKÝ, V - ABRHAM, Z. 2006. *Energetické využití pevné biomasy.* Praha:Výskumný ústav zemědělské techniky. 59 s. ISBN 80-868-8419-8.
2. BRIDGWATER, A. V - PEACOCKE, G. V. C. 2000. Fast pyrolysis processes for biomass. In *Renewable & Sustainable Energy Reviews*. Volume ., Issue 1. pp 1-73. ISSN 1364-0321.
3. BIOMASA. 2017. *Peletovacie stroje.* [online]. 2017, [cit. 2018-01-25]. Dostupné na internete: <http://files.centrum-oze.webnode.sk/200000312-28c8829c27/TVB.pdf>.
4. DURAČKOVÁ, L. 2013. *Nakladanie s odpadmi z poľnohospodárskej výroby*: bakalárska práca. Nitra: SPU. 38 s.
5. Earth5R In *Disposing to Composting* [online]. © 2020 [cit. 2020-07-08]. Dostupné na: <https://earth5r.org/9773-2/>.
6. EL BOUSHY, A.H. - VAN DER POEL, A.F.B. 2000. *Handbook of Poultry Feed from Waste Processing and Use*. Second edition. Dordrecht: Springer Netherlands. ISBN 9789401717502. 410p.
7. FIORI, L. – FLORIO, L. 2010. *Gasification and Combustion of Grape Marc: Comparison Among Different Scenarios, Waste and Biomass Valorization*. University of Trento. Volume 1. Issue 2. pp 191–200. ISSN 1877–2641.
8. FISHER, T - HAJALIGOL, M - WAYMACK, D. K. 2002. *Pyrolysis behavior and kinetics of biomass derived materials.* In *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. Volume 62. Issue 2. pp 331-349, ISSN 0165-2370.
9. FRANKOVSKÁ, J et al.2010. Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. *Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava*.
10. HERTRAMPF J. W - PASCUAL F. 2000. *Handbook on Ingredients for Aquaculture Feeds*. London. Dordrecht: Springer Netherlands. 573 p. ISBN 9789401140188.
11. HLUŠEK, J. 2004. Statková hnojiva - chlévský hnůj. In *Multimediální učební texty z výživy rostlin*. [online]. Brno: Ústav agrochemie a výživy rostlin. [cit. 2019-04-14]. Dostupné na: <http://web2.mendelu.cz/af_221_multitext/vyziva_rostlin/html/hnojiva/a_index_hnojiva.htm>.
12. HORNE, P. A - WILLIAMS, P. T. 1996. *Influence of temperature on the products from the flash pyrolysis of biomass*. In *Fuel*. Volume 75. Issue 9. pp 1051-1059. ISSN 0016-2361.
13. KITANI, O et al. 1999. *Handbook of Agriciltural Engineering. Volume V – Energy and Biomass Engineering.* American Society of Agricultural Engineers. ISBN 09-293-5597-0.
14. KLOBUŠNÍK, L. 2003. *Pelety –Palivo budúcnosti.* České Budějovice: Sdružení Harmonie. 112 s. ISBN 80-239-1956-3.
15. LIESKOVSKÝ, M. 2009. *Výroba dreveného uhlia*. [online]. [cit. 2019-03-01]. Dostupné na: <http://web.tuzvo.sk>.
16. MIKULÍK, M - JANDAČKA J. 2009 *Postupy správneho vykurovania*. Jozef Bulejčík - vydavateľstvo a tlač. 128 s. ISBN 978-80-969595-7-0.
17. MOŇOK, B. 2010. *Obecné kompostovisko.* Priatelia Zeme – SPZ.
18. NIRMAL, S – SIDHU, J – BARTA, J – WU, J – CANO, M. P. 2006: *Handbook of Fruits and Fruit Processing Science and Technology*. 1. Hoboken: John Wiley & Sons. ISBN 0470276487.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

19. OCHODEK, T - KOLONIČNÝ, J - BRANC, M. 2007. *Technologie pro přípravu a energetické využití biomasy*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita. ISBN 978-80-248-1426-1.
20. PATOREK, Z - KÁRA, J - JEVIČ, P. 2004. *Biomasa, obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public. 288 s. ISBN 80-86534-06-5.
21. PISZCZALKA, J – JOBBÁGY, J. 2012. *Bioenergetika zelená energia*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 149 s. ISBN 987-80-552-0813-8.
22. PLÍVA, P. et al. 2006. *Zakládání, průběh a řízení kompostovacího procesu*. Praha : Výzkumný ústav zemědělské techniky. 65 s. ISBN 80-86884-11-2.
23. RICHTER, R - KUBÁT, J. 2003. Organická hnojiva, jejich výroba a použití. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací. 56 s. ISBN 80-7271-133-4.
24. ŘÍMOVSKÝ, K - RICHTER, J. 1994. *Ošetření a využití kejdy. Nedvědice*: MEZ.
25. STAF, M. 2005. Výzkum termické konverze odpadní biomasy na plynná a kapalná paliva. In Biom.cz [online]. 2005-01-12 [cit. 2020-06-11]. ISSN: 1801-2655. Dostupné na: < https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyzkum-termicke-konverze-odpadni-biomasy-na-plynna-a-kapalna-paliva>.
26. ŠOOŠ, Ľ. a kol.2000. Drevný odpad ... čo s ním? EC Bratislava, OPET Slovensko, Bratislava, 2000, 120 s. EAN 3063
27. VÁŇA, Jaroslav. 2002. Zemědělské odpady. In Biom.cz [online]. 2002-01-24 [cit. 2019-04-14]. ISSN: 1801-2655. Dostupné na: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zemedelske-odpady>.
28. ZACHARDA, F. et al. 2009. Poľnohospodárska biomasa – technologické linky na jej energetické využitie. Bratislava: GaRT. 146 s. ISBN 978-80- 968507-6-1.
29. Agrifarming. 2020. In *agrifarming.in* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-25]. Dostupné na: <https://www.agrifarming.in/?s=ferti>.
30. Ekocentrum. 2015. In *stavimex.sk* [online]. © 2015 [cit. 2020-04-19]. Dostupné na: <http://www.ekocentrum.sk/wordpress/wp-content/uploads/Bioplyn.pdf>.
31. Enviroportal. 2020. In *enviroportal.sk* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-18]. Dostupné na: <http://www.enviroportal.sk>.
32. Hyfoma. 2019. In *hyfoma.sk* [online]. © 2019 [cit. 2020-04-21]. Dostupné na: <http://www.hyfoma.com/en/news/oil-from-forestry-agricultural-waste.html>.
33. Imao. 2020. In *imao.sk* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-26]. Dostupné na: <https://www.imao.sk/bioplynove-stanice/>.
34. Kompost. 2019. In *kompost.sk* [online]. © 2019 [cit. 2020-04-18]. Dostupné na: <http://www.kompost.sk/search/node/miesto%20na%20kompostovanie>.
35. Ministerstvo životného prostredia SR. 2020. In *minzp.sk* [online]. © 2020 [cit. 2020-04-19]. Dostupné na: < https://www.minzp.sk>.
36. Stavimex. 2019. In *stavimex.sk* [online]. © 2019 [cit. 2020-04-21]. Dostupné na: <http://www.stavimex.sk/produkty.php?akce=view&cisloclanku=2015040013&rstema=501&stromhlmenu>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

5 BIOLOGICKÉ ZPRACOVÁNÍ BIOODPADŮ, KOMPOSTÁRNY, BIOPLYNOVÉ STANICE A DALŠÍ ZAŘÍZENÍ S PROCESEM ANAEROBNÍ DIGESCE BIOODPADŮ

Tato kapitola se zaměřuje na principy a jednotlivé fáze rozkladu organického odpadu, technologické požadavky na proces kompostování. Student se vedle základních pochodů při kompostování seznámí i s důležitými faktory ovlivňující průběh kompostování, rozdělení jednotlivých kompostovacích technologií. V kapitole jsou dopodrobna rozebrány technické řešení kompostovacích linek, jejich varianty, strojní zařízení a mobilní technika využívaná při jednotlivých fázích kompostování. Druhá část kapitoly studenta seznámí se specifikacemi a základními vlastnostmi bioplynu. Jsou zde vyjmenovány jednotlivé fáze vzniku bioplynu, charakteristika materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci, základní parametry procesu anaerobní fermentace, technika a technologie bioplynových stanic.

Biologické zpracování vhodných odpadů je považováno za jejich využívání. Způsoby biologického zpracování jsou řízené a kontrolované procesy aerobní nebo anaerobní mikrobiální biochemické přeměny bioodpadů probíhající v zařízeních dle technologického hlediska určených primárně k jejich zpracování. Mohou být využity případně i další způsoby využívání / transformace bioodpadů nebo i zcela nové biologické postupy a technologie vyvinuté na základě postupujícího rozvoje vědy a techniky. Základním principem přeměny bioodpadů na další využitelné suroviny je kompostování. V této kapitole bude vysvětlen princip kompostování, technické vybavení kompostáren a další zařízení s procesem kompostování související.

Rozklad organické látky

Podle složení substrátu se vytvářejí vhodné podmínky pro množení určitých kmenů bakterií způsobujících rozklad organické látky. Množství mikroorganismů odpovídá jejich růstové křivce, na níž lze sledovat 6 fází:

1. Lagová fáze – mikroorganismy se postupně adaptují na dané podmínky.
2. Fáze zrychleného růstu – částečně přizpůsobené mikroorganismy se začínají množit.
3. Fáze exponenciálního růstu – zcela přizpůsobené mikroorganismy se silně množí, protože mají dostatečné množství živin.
4. Fáze zpomaleného růstu – rychlost růstu mikroorganismů se zpomaluje.
5. Stacionární fáze – vlivem počínajícího nedostatku živin je počet vznikajících a umírajících mikroorganismů v rovnováze.
6. Fáze poklesu – absolutní nedostatek živin způsobuje postupné odumírání a rozklad mikroorganismů.

Pro urychlení náběhu fermentačního procesu se využívá očkovací látky (inokulum) z fermentoru v ustáleném provozním stavu nebo se používají sušené stimulátory obsahující metanogeny v inaktivovaném stavu. Obecně pro rozklad uhlovodanů platí:

$$C_n H_a O_b \rightarrow CH6 .0 \qquad (1)$$

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zjednodušený popis metanového kvašení:

Glukóza: $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3\ CH_4 + 3\ CO_2$ (2)

Kyselina octová: $CH_3COOH \rightarrow\ CH_4 + CO_2$ (3)

Metanol: $4\ CH_3OH \rightarrow 3\ CH_4 + CO_2 + 2\ H_2O$ (4)

Rozdíl mezi aerobním a anaerobním procesem je zřejmý z modelového příkladu rozkladu glukózy:

- Aerobní proces:

  $C_6H_{12}O_6 + 6\ O_2 \rightarrow 6\ CO_2 + 6\ H_2O$ + biokal + teplo (5)

  1 kg + 0,53 kg → 0,72 kg + 0,40 kg + 0,41 kg + 6 360 kJ

- Anaerobní proces:

  $C_6H_{12}O_6 \rightarrow 3\ CH_4 + 3\ CO_2$ + biokal + teplo (6)

  1 kg → 0,25 kg + 0,69 kg + 0,06 kg + 0,38 kJ

Při aerobním procesu zůstává významné množství stabilizovaného substrátu (např. kompost), který se intenzivně sám zahřívá. V anaerobním procesu se odbourává velký podíl organické sušiny, materiál se sám prakticky zahřívá velmi málo, získáváme však bioplyn jako doplňkový zdroj energie.

Kompostárny a další zařízení s procesem kompostování

Kompostování je proces, při němž se činností mikro a makro organismů za přístupu vzduchu přeměňuje využitelný bioodpad na stabilizovaný výstup – kompost.

Technologické požadavky na proces kompostování jsou:

- pro kompostování bioodpadů s očekávaným hygienizovaným výstupem podle technologie používané v zařízení musí být dodrženy teploty uvedené v **příloze 1 kapitoly 5 tabulce 5.1**, přičemž hygienizací se rozumí způsob úpravy bioodpadu, kterým se snižuje počet patogenních organismů pod stanovenou hodnotu, které mohou způsobit onemocnění člověka nebo zvířat. Limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků jsou uvedeny v **příloze 1 kapitoly 5 tabulce 5.2**.
- v malých zařízeních je v průběhu kompostování nutné dosáhnout teploty nejméně 45 °C po dobu 5 dní a uskutečnit nejméně 2 překopávky,
- teplota kompostových zakládek vyšších než 2 m se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 1 m od povrchu zakládky. Teplota nižších kompostových zakládek se měří ve středu zakládky v minimální hloubce 0,5 m od povrchu zakládky,
- minimální doba procesu po provedené homogenizaci je 60 dnů. Při kompostování v uzavřených prostorách je možná i doba kratší v případě zpracování pouze rostlinných tkání nebo je-li výrobcem zařízení stanovena minimální doba zpracování jinak.
- při kompostování vstupů do zařízení vyžadujících zvláštní způsoby nakládání je účinnost hygienizace v zařízení v tomto případě potvrzena z hlediska účinnosti hygienizace,
- při procesu kompostování je pro expedici kompostu přípustná teplota nižší než 40 °C,
- v průběhu celého procesu kompostování je nutné důsledně dodržovat opatření stanovená dle platných právních předpisů, zejména ve vztahu k ochraně podzemních a povrchových vod, ochraně zdraví a pro omezení znečišťování okolního prostředí zápachem (nesmí dojít k překročení přípustné míry obtěžování zápachem).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Rozklad a přeměnu organické hmoty v kompostech lze zjednodušeně nazvat a definovat aerobním, samozáhřevným, termofilním rozkladem biologicky rozložitelného materiálu. Přičemž je kompostování nepřetržitým procesem, u kterého nelze přesně určit jednotlivé fáze děje, které můžeme definovat na:

1. **Fáze rozkladu:** Toto stádium trvá asi 3 týdny a během něho dochází k intenzivnímu provzdušňování materiálu. U méně technologicky vyspělých technologií (např. u kompostovacích zakládek) se může tato doba protáhnout až na 2 měsíce. Dalším charakteristickým znakem je, že dochází k nárůstu teploty a k objemové redukci surovin. Teplota může dosáhnout 50 °C až 70 °C, a to v závislosti na materiálovém složení hromad. Mikroorganismy v tomto stupni rozkládají snadno rozložitelné sloučeniny, jako jsou cukry, bílkoviny a škrob.
2. **Fáze přeměny:** Mezi 4. až 8. týdnem (v některých případech až 10. týdnem) dochází k poklesu teploty na 40–45 °C. Materiál mění svou barvu a strukturu. Kompost má stejnoměrně hnědou barvu, drobkovitou strukturu a má lehkou vůni po lesní zemině. I když se teplota stabilizovala, kompost ještě není připraven k přímému použití.
3. **Fáze zrání:** Teplota uvnitř hromad během fáze zrání klesne na teplotu okolí. Jestliže je toto stádium dozrávání dostatečně dlouhé, kompost získá zemitější strukturu. To má za následek pevnější vázání živin v kompostu a následně postupné uvolňování živin do okolí (humusové složky získávají na účinnosti).

Rozklad a přeměnu organické hmoty v kompostech charakterizují zejména tyto čtyři základní pochody:

1. **Tlení** je rozklad organické hmoty za přístupu vzduchu a při účasti aerobních mikroorganismů. Je to oxidační proces. Tlející hmota se vlivem ovzduší a činností mikroorganismů rozkládá na CO_2 a další plyny, vodu a minerální látky. Uvolněné popeloviny přecházejí do půdy a živiny z nich přijímají rostliny.
2. **Kvašení** je proces, při kterém mikroorganismy rozkládají za nepřístupu vzduchu (anaerobní proces) bezdusíkaté látky (škrob, cukry, celulóza a jiné) na kvasné produkty a CO_2.
3. **Hnití** je rozklad organických dusíkatých látek probíhající za omezeného přístupu vzduchu. Vyvolávají ho hnilobné bakterie, které rozkládají hnijící hmotu na jednodušší látky, přičemž kromě CO_2 a vodíku se uvolňuje sirovodík H_2S a amoniak NH_3.
4. **Humifikace** je souhrnný a nejdůležitější pochod přeměny organické hmoty. Skládá se z mikrobiálních a enzymatických procesů. Při humifikaci dochází k transformaci organické hmoty na tmavé látky s koloidními vlastnostmi kyselé povahy, nazývané huminové kyseliny, a na průvodní látky.

Na procesech probíhajících v kompostech se samozřejmě podílejí i vyšší organismy, jako např. hmyz žijící v půdě, larvy, dešťovky, kůrovci a měkkýši. Tyto organismy zpracovávají kompostovou hmotu rozmělňováním a rozkládáním těžce rozložitelných složek kompostu (celulózy) ve svém zažívacím traktu, dále rozkládáním lehce rozložitelných složek kompostu na organickou hmotu stavby svého těla, které po odumření zvětšuje humifikovatelný podíl v půdě, a mechanickým promícháváním a provzdušňováním kompostu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1 kapitoly kapitoly 5, obrázek 5.1: Technologické schéma kompostování

Hlavní faktory ovlivňující průběh kompostování patří:

- Homogenizace
- Půdní mikroorganismy
- Poměr uhlíku k dusíku
- Vlhkost a provzdušňování
- Teplota
- pH

Homogenizace: Aby stanovení správné surovinové skladby kompostu neztrácelo smysl, je samozřejmě nevyhnutelné zajistit po navážce dokonalou homogenizaci celé hromady. V případě, že by k tomuto nedošlo, byla by v kompostové hromadě jádra jednotlivých složek. Kompostování by tak probíhalo za jiných než optimálních podmínek, kterých se recepturou snažíme dosáhnout. Prodloužila by se doba fermentace a finální produkt by byl nevalné kvality. Dalším požadavkem je zpřístupnit všechny látky obsažené v surovinách, proto je nevhodné dávat do kompostu celé části dřevin (klacky, větve apod.) i rostlin (vysoká tráva, seno, sláma apod.) a je na místě jejich desintegrace např. nadrcením či nasekáním.

Půdní mikroorganismy: Je-li složení kompostu, jeho vlhkost a pH příznivé pro rozvoj vhodné mikroflóry, je také nutné zaručit přítomnost těchto mikroorganismů v zakládce. Naočkování hromady půdními mikroorganismy lze dosáhnou přidáním alespoň minimálního množství zeminy či vyzrálého kompostu. Správného procesu nelze dosáhnout pouze aplikací hnoje či močůvky. Tyto materiály obsahují střevní nikoli půdní mikroflóru.

Poměr uhlíku k dusíku: Tento klíčový parametr určuje rychlost rozkladu organických materiálů. Mikroorganismy využívají uhlík nejen jako zásobárnu energie, ale také ke svému růstu, zatímco dusík je nezbytný k jejich rozmnožování. Jako optimální hodnota poměru C:N se v odborné literatuře uvádí 30:1 pro založení kompostu. U zralého kompostu se tento poměr snižuje na 12:1. V případech, kdy je poměr C:N menší než 15:1, první fáze kompostovacího procesu (fáze rozkladu) proběhne sice velice rychle, ale zároveň může docházet k uvolňování dusíku ve formě amoniaku. Toto je způsobeno množstvím dusíku, které převažuje nad metabolickou potřebou mikroorganismů. Směsi, které mají vyšší poměr C:N (přes 50:1), se rozkládají velice pomalu a fáze zrání se značně prodlužuje.

Při optimalizaci surovinové skladby kompostu se vychází ze skutečných chemických rozborů surovin nebo z tabulkových odhadů. Příklady jsou uvedeny v **příloze 1 kapitoly 5, tabulka 5.3:** Vlhkost, organická hmota a živiny v hmotách vhodných do kompostu jsou uvedeny v **příloze 1 kapitoly 5, tabulka 5.4:** Hodnoty poměru C:N u některých materiálů.

Vlhkost a provzdušňování: Základním předpokladem správného kompostování je udržení přiměřené vlhkosti kompostové hromady na počátku a během celého procesu. Tato vlhkost je závislá zejména na pórovitosti zpracovávaného materiálu.

Příloha 1 kapitoly 5, tabulka 5.5: Optimální vlhkost v kompostu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Počáteční vlhkost kompostové hromady by měla být vyšší než vlhkost zralého kompostu. Pórovitost se činností mikroorganismů zmenšuje, a tím klesá i potřeba vlhkosti. Prakticky je lépe udržovat vlhkost blíže k nižší hranici potřebného rozmezí, zvýšit ji lze snadno, opačná procedura je však dosti problematická a v některých podmínkách i nemožná. Nadměrná vlhkost zabraňuje přístupu vzdušného kyslíku a aerobní fermentace přechází v anaerobní.

Vzduch může do hromady pronikat buď pasivně, nebo aktivně. Pasivní způsob zahrnuje volné pronikání a přirozené proudění vzduchu. Přirozené proudění spočívá v komínovém efektu, kdy teplý vzduch uvnitř hromad stoupá k vrcholu a čerstvý studený vzduch je nasáván zespodu. Vzduch může být také dodáván mechanicky, a to překopáváním kompostu za pomoci čelního nakladače nebo pomocí specializovaných překopávačů kompostu. Systémy s nuceným provzdušňováním jsou nákladnější na technologii, ale tyto náklady jsou opodstatněny při použití materiálů způsobující problémy se zápachem. Nebo v případech, kdy je kompostován odpad spolu s dalšími rizikovými materiály (např. obsahující patogeny).

Teplota: nejdůležitějším parametrem sledovaným v průběhu kompostování je teplota, která koresponduje s intenzitou činnosti mikroorganizmů rozkládajících organické látky obsažené v kompostové zakládce. Základním kritériem pro správný postup kompostování je dosažení teploty minimálně 45 °C po dobu alespoň 5-ti dnů. Do procesu se zapojují nejrůznější druhy mikroorganismů, z nich největší část žije při mezofilních podmínkách. Optimální teplota pro jejich život a rozvoj se pohybuje v rozmezí 20–30 °C. Nicméně důležitější jsou termofilní aerobní mikroorganismy, které jsou nezbytné ke správnému průběhu kompostovacího procesu. Tyto mikroorganismy žijí při teplotách od 45–60 °C. Tato teplota zabezpečuje eliminaci plevelů, respektive se snižuje schopnost další klíčivosti, eliminaci patogenních baktérií a jim podobným.

pH: správný poměr C:N nám pomáhá udržovat pH pod kontrolou. Nicméně optimální hodnota pH u čerstvých materiálů se pohybuje od 6 do 8, protože právě při těchto hodnotách jsou vytvořeny ty nejpříznivější podmínky pro rozvoj a aktivitu většiny mikroorganismů. V případě kompostování surovin či odpadů s velkou kyselostí je vhodná úprava pH před homogenizační překopávkou, např. vápencem. Je třeba si uvědomit, že přebytek vápence nevadí a že hotový kompost podle ČSN 46 5735 má mít pH = 6,0 - 8,5 a že jen smícháním samotného vápence se zeminou v poměru 1:1 se dostaneme k hodnotě pouze kolem pH = 8,6.

Kompostovací technologie

Z technologického hlediska můžeme nejběžnější technologie rozdělit do tří hlavních skupin:

a) **„low-tech“:** kompostování na hromadách bez nucené aerace,
b) **„mid-tech“:** kompostování na hromadách s provzdušňováním,
c) **„high-tech“:** kompostovací boxy/vaky, věžové bioreaktory, tunelové bioreaktory.

a) kompostování na hromadách: spočívá v uložení promíchaného materiálu v dlouhých přímých hromadách, které jsou pravidelně překopávány. Překopání nám promíchává kompostovatelný materiál a zesiluje účinek pasivní aerace.

V praxi se setkáváme se dvěma základními profily hromad, a to trojúhelníkovým pro zpracování menšího množství a lichoběžníkovým pro velké množství kompostovatelného materiálu. Rozměry hromad nejsou nijak přesně definovány, spíše jsou dány používaným typem mechanizace, která určuje velikost, sklon hromad a zároveň vymezuje manipulační prostor pro techniku mezi jednotlivými hromadami. Při použití čelního nakladače s velkým

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

dosahem si můžeme dovolit vytvořit vyšší hromady. Na druhou stranu překopávačem kompostu vytvoříme nižší, ale za to širší profil hromady.

Hromady jsou především provzdušňovány přirozeným, pasivním prouděním vzduchu. Rychlost výměny vzduchu uvnitř hromady závisí na skladbě použitých materiálů. Z důvodu účinného provzdušňování je velikost hromad ovlivněna pórovitostí daných materiálů. Hromady tvořené lehkými materiály, jako je listí, mohou být mnohem větší než mokré, kompaktní zakládky tvořené hnojem či mrvou. **V případě, že hromady jsou příliš velké, hrozí v jejich středu nebezpečí vytvoření míst s anaerobními podmínkami. Tato místa jsou potencionálním rizikem pro vznik zápašných plynů, které se následně během překopávání uvolňují do okolní atmosféry. Zde je vhodné zdůraznit, že anaerobní procesy v kompostování jsou nevhodné/nepřípustné!** Menší hromady snadno ztrácí teplo, které se uvolňuje během procesu. Díky tomu pak nemusí být dosažena dostatečně vysoká teplota potřebná k odpaření přebytečné vlhkosti, hygienizaci kompostu či zamezení klíčivosti semen plevelů.

V malých a středních provozech může být technologická operace překopávání zajištěna pomocí čelního nakladače nebo s použitím traktoru vybaveného překopávací jednotkou. Nakladač jednoduše nabere materiál z hromady a vysype na novém místě. Během této operace dojde k výměně, při které se materiál, jenž byl původně na spodu hromady, dostane na povrch hromady nově vytvořené. Nakladač se nesmí pohybovat během této operace po hromadě, aby se zabránilo nežádoucímu zhutnění materiálu. Překopávání prováděné pomocí překopávací jednotky se využívá v situacích, kdy jsou hromady blízko vedle sebe a také kdy dochází ke spojení dvou hromad z důvodu ztráty jejich objemu.

Je velice podstatné zachovávat harmonogram překopávek. Jejich četnost závisí na rychlosti rozkladu organických látek, obsahu vlhkosti, pórovitosti materiálu a na požadované době kompostování. Jelikož rychlost rozkladu je nejvyšší na začátku celého procesu, nutnost překopávání je v tomto období vyšší. Stářím hromad však frekvence překopávání klesá. Snadno rozložitelné materiály nebo materiály s vysokým obsahem dusíku mohou vyžadovat každodenní překopávky na začátku procesu. S pokračujícím vývojem se nutnost překopávání snižuje, a to až na jednu překopávku za týden.

Ke konci prvního kompostovacího týdne se výška hromady viditelně redukuje a na konci druhého týdne by měla být jen pouhých 60 cm (oproti původním 100 cm – 350 cm při založení hromad). Je nanejvýš vhodné slučovat hromady právě v tomto období se zachováním harmonogramu překopávek. U technologie kompostování na hromadách obecně platí, že aktivní fáze kompostování trvá od 3 do 9 týdnů. Tato doba podstatně závisí na 2 hlavních faktorech, a to je charakter kompostovatelného materiálu a frekvence překopávek. Běžná doba potřebná pro zrání kompostu je 8 týdnů. V případě, že naším cílem je tuto dobu zkrátit na 3 týdny, je nutno zajistit pravidelné překopávky ještě v tomto období během zrání, a to 1x – 2x denně během prvního týdne a poté každý 3 až 5 den. Jednou z výhod kompostování na hromadách je jeho všestrannost, která spočívá v přizpůsobení se rozmanitým podmínkám způsobených sezónními změnami.

b_1) pasivně provzdušňované kompostovací hromady: u této technologie se eliminuje potřeba překopávání. Vzduch je kompostovanému materiálu přiváděn prostřednictvím perforovaných trubek (2 řady děr o průměru 1,3 cm) zasazených do kompostovací hromady, a to již při jejím vytváření. Konce trubek jsou otevřené, aby mohl okolní vzduch do nich volně proudit a dále skrz materiál. Vzhledem k vytvořenému komínovému efektu (vzniká v důsledku rozdílných teplot uvnitř a vně hromady), kdy horký vzduch stoupá vzhůru a na konci trubek se vyvine podtlak, kterému je přisáván studený vzduch z okolí.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ve většině případů jsou trubky umístěny tak, že perforace směřuje směrem dolů, a to z důvodu, aby se minimalizovala možnost jejich ucpávání a aby se případná nadbytečná vlhkost vsákla. Nicméně některé závěry z výzkumů uvádějí, že je vhodné umístit perforaci směrem vzhůru. Výška hromad se pohybuje od 90 cm do 120 cm. Základna je tvořena strukturovanými materiály, jako sláma, rašelina nebo zralý kompost. Jejich úkolem je absorbovat přebytečnou vlhkost a izolovat. Krycí vrstva tvořená rašelinou nebo hotovým kompostem nám chrání materiál před obtížným hmyzem, pomáhá zadržet vlhkost, různé pachy a zápašné plyny (např. amoniak). Když je kompostovací proces u konce, trubky jsou jednoduše vytaženy a materiál tvořící základnu je promíchán s hotovým kompostem.

Příloha 1 kapitoly 5, tabulka 5.6: Přehled výhod a nevýhod kompostování na hromadách a pasivně provzdušňovaných kompostovacích hromadách

b_2) aktivně provzdušňované kompostovací hromady: tato technologie posouvá pasivně provzdušňované kompostovací hromady o krok kupředu. Využívá ventilátorů pro zajištění dodávky vzduchu kompostovatelnému materiálu. Ventilátor umožňuje přímou kontrolu nad probíhajícím procesem a umožňuje také formovat velké hromady. Samozřejmostí eliminace překopávání a promíchávání již jednou utvořených hromad. Pokud hromada byla patřičně zformována a zásobování vzduchem je dostatečné a rovnoměrné, pak fáze zrání skončí do 3 až 5 týdnů od jejího založení.

U této technologie je směs vstupního materiálu formována na základně, která je tvořena dřevní štěpkou, slamnatou drtí nebo jiným velmi pórovitým materiálem, a je v ní již nainstalováno perforované potrubí. Potrubí je pak napojeno na ventilátor, který vzduch vysává z hromady. Vzduch se tedy dostává do kompostovací hromady pod tlakem. Výchozí výška hromady může být 150 cm – 250 cm. To je ovšem podmíněno pórovitostí kompostovatelného materiálu, klimatickými podmínkami v dané lokalitě a možnostmi používaného technologického vybavení při formování hromad.

Zakládání vyšších hromad je výhodné především v zimních měsících, a to z důvodu zadržování vytvořeného tepla během procesu. S ohledem na klimatické podmínky a okolní zástavbu je nanejvýš vhodné na vytvořenou hromadu přidat další asi 15 cm vrstvu hotového kompostu. Tato vrstva chrání povrch hromady před nadměrným vysycháním, zabraňuje přebytečným tepelným ztrátám, snižuje možnost výskytu obtížného hmyzu a zabraňuje možnému úniku zápašných látek do okolí.

Obvykle se vyskytují dva druhy aktivně provzdušňovaných hromad, a to samostatné a rozlehlé hromady. Individuální jsou dlouhé hromady trojúhelníkového tvaru o šířce rovnající se dvojnásobku výšky hromady (3–5 m, nezahrnující překryv). Provzdušňovací potrubí je uloženo podélně. Individuální hromady jsou tvořeny buď jednorázovou dávkou, nebo dávkami několika, přibližně stejného materiálového složení a stáří (např. materiál sesbírán v průběhu 3 dnů). Tyto individuální hromady jsou velice vhodné v případech, kdy základní materiál je potřebný k dispozici v určitých intervalech než permanentně.

Parametry, jako požadovaná rychlost proudění vzduchu, volba ventilátorů a perforovaného potrubí jsou závislé na tom, jakým způsobem bude provzdušňování řízeno. To znamená, jakým způsobem bude ventilátor ovládán. Ventilátor může pracovat v několika módech, buď nepřetržitě anebo přerušovaně. Pro druhý případ existuje několik možností, jak zabezpečit jeho přerušovaný provoz. Jednou z možností je časový spínač nebo teplotní čidlo.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1 kapitoly 5, tabulka 5.7: Přehled výhod a nevýhod aktivně provzdušňovaných kompostovacích hromad

c_1) kompostovací žlaby: jsou vybaveny systémem na řízení provzdušňování a překopávačem. Kompostování probíhá mezi dvěma zdmi, které tvoří dlouhý úzký kanál (koryto), na perforovaném roštu, kterým je přiváděn vzduch k materiálu stejnoměrně v celé šířce základny žlabu. Kolejnice, které jsou umístěny na každé stěně, vytyčují trasu pro pásový překopávač, který projíždí korytem v pravidelných intervalech.

Čerstvý materiál je vrstven pomocí čelního nakladače na začátek kanálu. Zatímco se překopávač pohybuje vpřed po své dráze, dochází k promíchávání a přemístění materiálu za něj. Při každé této operaci se materiál o něco posune blíže ke konci koryta. Pásový překopávač pracuje jako klasický překopávač u kompostovacích hromad. V tomto případě však využívá rotujících lopatek k promíchání, rozdrcení vytvořených hrud a k udržení vhodné pórovitosti. Některé tyto překopávací mechanismy jsou vybaveny také dopravníkem pro přesunutí kompostu v kanálu. Překopávače pracují v automatickém režimu bez zásahu obsluhy a jsou řízeny za pomoci koncových spínačů.

Většina instalovaných systémů je vybavena provzdušňovacím potrubím nebo perforovaným roštem zapuštěným do podlahy. Na tento systém uložený v podlaze je navršena vrstva štěrku nebo položena plachta. Mezi překopávkami je spuštěn provzdušňovací systém, který ochlazuje kompostovatelný materiál. Jak materiál postupuje kanálem, proběhnou všechny fáze kompostovacího procesu. Celý kanál je rozdělen do několika aeračních zón. Jednotlivé kanály jsou obsluhovány několika ventilátory. Každý ventilátor má za úkol zásobit zpravidla jednu zónu a je nezávisle řízen na ostatních (buď pomocí časového spínače, nebo teplotním čidlem).

Výrobní kapacita je závislá na počtu a objemu jednotlivých kanálů. V praxi se setkáváme s šířkou kanálu v rozmezí od 2 do 6 m. Výška kanálu je od 1 do 3 m. Kanál svými rozměry musí odpovídat parametrům překopávacího mechanismu a je zde velký nárok na přesnost (přímost) stěn, po kterých se zařízení pohybuje. Z důvodu ochrany instalovaného zařízení a zajištění kompostovacího procesu jsou kanály umístěny uvnitř zastřešených staveb.

Délka kanálu a frekvence překopávek určuje dobu kompostování. Jestliže překopávací zařízení je schopno posunout materiál o 3 m při každém překopání a kanál je dlouhý 30 m, doba kompostování je při každodenním překopávání 10 dnů. Doporučená doba kompostování při použití kompostovacích žlabů se pohybuje v rozmezí 2 až 4 týdnů s tím, že materiál následně může vyžadovat dlouhou dobu pro zrání.

c_2) kompostovací sila: další high-tech technologie je podobná silům se spodním vyprazdňováním. Každý den šnek uvnitř sila odebere ze dna sila hotový kompost. Materiál, který v sile po vyskladnění hotové části zůstal, se sesune, a uvolní se tím místo pro čerstvý promíchaný materiál, který je umístěn do vrchní části sila. Provzdušňovací systém vhání vzduch ze spodní části sila a postupuje směrem vzhůru. Odpadní plyny mohou být odebírány v horní části sila a posléze čištěny na biofiltru. Kompostovací proces by měl proběhnout do 14 dnů, to znamená že 1/14 sila musí být denně odebrána a nahrazena čerstvým materiálem. Poté co kompost opustí silo, je přemístěn do druhého sila, kde dochází k jeho vyzrání.

c_3) rotační bubnový reaktor: různé systémy využívají horizontálních rotačních bubnů k promíchání, aeraci a posunu materiálu celým systémem. Buben je instalován na velkých ložiscích a otáčen pomocí rozměrného ozubeného převodu. Buben má v průměru 3 m a je asi 35 m dlouhý s denní kapacitou okolo 50 tun při 3denní době zdržení. Technologie je vhodná pro kompostování rychle rozložitelných materiálů s vysokou spotřebou kyslíku. Uvnitř bubnu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

dochází k rychlému nastartování procesu. U některých systémů stráví materiál uvnitř bubnu dokonce méně než jeden den. V těchto případech buben ale slouží jako promíchávací zařízení.

Vzduch je dodáván prostřednictvím výstupního konce a je vpraven do materiálu v průběhu promíchávání. Vzduch proudí bubnem proti směru toku materiálu. Na konci bubnu je kompost ochlazen čerstvým vzduchem. Doprostřed bubnu se dostává teplý vzduch, který podporuje kompostovací proces. U nově vloženého materiálu, ke kterému se dostane teplý vzduch, se tím snadněji nastartuje proces.

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.8: Přehled výhod a nevýhod kompostovaní v zařízeních

Technika využívaná při kompostování

Nezbytným vybavením kompostárny je:

1. zařízení ke sledování teploty,
2. zařízení pro zvlhčování,
3. zařízení pro provzdušňování, překopávání.

Základní požadavky na založení malého zařízení k využívání bioodpadů (kompostování)

Malé zařízení musí být založeno v souladu platnými právními předpisy a požaduje se:

- zvolit místo se sklonem svahu maximálně do 3°; zakládku je možno v případě potřeby pokrýt vodo-nepropustnou textilií nebo kompostovat ve vacích nebo zakládku zastřešit,
- dodržet minimální vzdálenost od povrchových vod (vodní tok, rybník, jezero apod.) 50 m (je nutné zohlednit místní hydrologickou situaci),
- dodržet minimální vzdálenost od zdrojů pitné vody, zdrojů léčivých vod a přírodních minerálních vod 100 m (je nutné zohlednit místní hydrogeologickou situaci),
- zvolit místo mimo aktivní zónu záplavového území v souladu s jiným právním předpisem,
- zabezpečit místo proti vstupu nepovolaných osob a označit (s uvedením informací o kontaktu na provozovatele a provozní době zařízení),
- vést provozní deník.

Technické řešení kompostovací linky

Z hlediska optimálního sestavení kompostovací linky, která bude využívána na malých a středních kompostovacích jednotkách, je základním článkem mobilní energetický prostředek, o minimálním výkonu 35 kW, ke kterému je možné připojit tyto technické prostředky:

- univerzální čelní lopatu, popř. zemědělský drapák (pro vrstvení a urovnání pásových hromad zpracovávaných surovin, popř. kompostu),
- drtič, popř. štěpkovač (pro jemnou dezintegraci kompostovaných surovin, zakládaných do pásových hromad),
- překopávač kompostu (pro překopávání pásových hromad kompostu zejména z důvodu zajištění dostatečné aerace kompostovacího procesu),
- prosévací zařízení,
- adaptér pro svinování a rozbalování plachty na přikrývání pásové hromady,
- zařízení pro aplikaci kapalin, popř. dávkování biotechnologických přípravků
- a eventuálně další potřebné technické prostředky.

Varianty technického řešení kompostovací linky

1) Kompostovací linka s kolovým traktorem

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Využívá pro zajištění jednotlivých operací řadu technických prostředků, které je možno připojit k jednomu mobilnímu energetickému prostředku, v zemědělství nejčastěji kolovému traktoru v **(příloze 1, kapitoly 5, obrázek 5.2: Kompostovací linka s jedním mobilním energetickým prostředkem).**

Mezi jiné možnosti patří agregace s univerzálním čelním nakladačem, speciálním nosičem nářadí apod. Po agregaci souprava „mobilní energetický prostředek a příslušný technický prostředek" zajišťuje jednotlivé technologické operace procesu kompostování.

2) Kompostovací linka složená z jednoúčelových strojů

Pro zajištění jednotlivých technologických operací jsou používány jednoúčelové stroje, zejména samojízdný překopávač kompostu. Pro tuto variantu jsou pro každou operaci zajištěny stroje „na míru". Výkonnost jednotlivých strojů v dané kategorii je významně vyšší nežli u první varianty, tedy i výkonnost celé kompostovací linky je vyšší. Avšak naproti těmto výhodám vychází tato varianta investičně nejméně příznivě **(příloha1, kapitoly 5, obrázek 5.3: Kompostovací linka sestavená z jednoúčelových strojů).**

3) Kompostovací linka kombinovaná

Vznikla kombinací obou dvou předcházejících variant. Prakticky to znamená, že mobilní energetický prostředek je využíván jen pro některé pracovní operace (např. překopávání kompostu, manipulaci se surovinami) a zbývající část pracovních operací je zajišťována jednoúčelovými stroji. Tato varianta částečně snižuje investiční náklady a současně zvyšuje výkonnost celé linky oproti výkonnosti linky pouze s kolovým traktorem **(v příloze 1,kapitoly 5, obrázek 5.4: Kombinovaná kompostovací linka).**

Strojní zařízení kompostárny

Univerzální čelní nakladač: mobilní nakladač poháněný spalovacím motorem určený k manipulaci jak se vstupním materiálem, tak s hotovým kompostem. Umožňuje přímé plnění násypek drtiče i třídiče.

Drtiče a štěpkovače: pro drcení různých druhů odpadu (zbytky dřeva, stromové kůry, větví a běžného odpadu vhodného pro kompostování. Materiál je drcen na proužky nebo kousky mezi rotorem s kladivy a košem **(příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.5: Drtiče a štěpkovače).**

Překopávače kompostu: překopávače kompostu bývají připojitelné k traktoru s rychlostí do 1 $km.h^{-1}$ jako stroje tažené, tlačené nebo bočně nesené, nebo jde o stroje samojízdné. Pohon rotačního připojitelného překopávače je uskutečňován od náhonového hřídele traktoru **(příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.6: Překopávače kompostu).**

Prosévače kompostu:

- Bubnové rotační síto **(příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.7).**
- Třídič s rotačními rošty **(příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.8).**

Bioplynové stanice a další zařízení s procesem anaerobní digesce bioodpadů

Při anaerobní digesci bioodpadů, kterou se rozumí řízený a kontrolovatelný mikrobiální mezofilní nebo termofilní rozklad organických látek bez přístupu vzduchu v zařízení bioplynové stanice jako samostatné technologie za vzniku bioplynu, digestátu nebo rekultivačního digestátu, je nutné dosáhnout teploty zpracovávaného bioodpadu nejméně 55 °C a udržet ji nejméně po dobu 24 hodin bez přerušení, přičemž nezbytná celková doba procesu anaerobní digesce je více než 30 dnů. Celková doba zdržení může být kratší než 30 dnů, nejméně však 20 dnů, pokud provozovatel zajistí, že produkovaný digestát trvale splňuje hodnoty stability dle předpisů. Dosažení a udržení minimální teploty se nevyžaduje, jsou-li zpracovávaným bioodpadem rostlinné tkáně. Přičemž vytříděným kuchyňským odpadem z kuchyní, jídelen a stravoven se rozumí odpad pouze rostlinného charakteru (například zbytky

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

zeleniny a ovoce), který nepřišel do kontaktu se surovinami živočišného původu (například se syrovým masem, syrovými produkty rybolovu, syrovými vejci nebo syrovým mlékem).

Dosažení nižších provozních teplot v reaktoru než 55 °C, nebo kratší doby expozice náplně reaktoru touto teplotou je možné jen v případě, že:

1. bioodpad byl předupraven při teplotě 70 °C po dobu 1 hodiny,
2. rekultivační digestát byl následně udržován při teplotě 70 °C po dobu 1 hodiny,
3. rekultivační digestát byl kompostován.

V průběhu celého procesu zpracování bioodpadů při anaerobní digesci je nutné důsledně dodržovat opatření stanovená k dodržení požadavků jiných právních předpisů zejména ve vztahu k ochraně podzemních a povrchových vod (např. zkoušky těsnosti u všech nádrží a jímek), pro ochranu zdraví a pro omezení znečišťování okolního prostředí zápachem (přípustná míra obtěžování zápachem). Ke kontrole účinnosti hygienizace technologií – způsobů biologického zpracování v zařízeních k využití bioodpadu se používá:

- monitoring technologických parametrů použité technologie (například teplota, vlhkost, doba zpracování),
- kritéria pro hodnocení výstupů ze zařízení,
- četnost kontrol výstupů ze zařízení k využívání bioodpadů,
- v případech zpracování vedlejších živočišných produktů ověření procesu biologického zpracování bioodpadů pomocí vnesených organismů.

Kritéria pro hodnocení výstupů ze zařízení jsou stanovená v příloze 2, kapitoly 5, tabulce 5.1.

Ověření procesu biologického zpracování bioodpadů pomocí vnesených organismů se provádí v zařízeních při zpracovávání kalů z čistíren odpadních vod nebo jiných bioodpadů, u kterých se předpokládá kontaminace patogenními činiteli a to:

- kontrolou dodržování stanovených technologických parametrů a kontrolou dodržování limitních hodnot vybraných kritérií pro hodnocení výstupů. Výstup ze zařízení odpovídá stanoveným kritériím,
- testem přímého hodnocení procesu, při kterém se využívají vnesené indikátorové mikroorganismy; vneseným indikátorovým organismem je Salmonella senftenberg W 775 nebo Escherichia coli. Počet kolonií tvořících jednotku u vneseného organismu se během procesu sníží minimálně o 6 řádů.

Bioplyn

Bioplyn je směs různých plynů s převahou metanu. Vzniká v procesu anaerobní fermentace, při které působením anaerobních mikroorganismů dochází k rozkladu organických látek. V tomto procesu se mohou uplatnit (po určité úpravě) všechny druhy biomasy. Bioplyn je běžně považován za obnovitelný zdroj energie. Ve skutečnosti je tím základním obnovitelným zdrojem biomasa. Bioplyn je pouze výsledným produktem jednoho ze způsobů energetického využití biomasy. Využití bioplynu má široké uplatnění:

- je použitelný ke kogenerační výrobě elektrické energie a tepla,
- je skladovatelný a po úpravě může být použit i v rozvodné síti pro zemní plyn,
- je použitelný k pohonu vozidel,
- je využitelný v palivových článcích k přímé výrobě elektrické energie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Fáze vzniku bioplynu

Biologického rozkladu organických látek se účastní mnoho různých kmenů mikroorganismů, proto jde o složitý mnohastupňový proces, na jehož konci vznikne tzv. bioplyn. Ve skutečnosti je to směs metanu a dalších minoritních plynů (sulfanu, vodíku, dusíku, kyslíku, vodních par atd.), které jsou produkty souběžně probíhajících biochemických procesů. Vznik bioplynu je popsán ve čtyřech fázích:

- První fáze je hydrolýza: probíhá ve stavu, kdy je přítomný vzdušný kyslík postupně spotřebovaný aktivitou aerobních bakterií. Hydrolytické mikroorganismy nevyžadují přísně bezkyslíkaté prostředí. Důležitější pro jejich činnost je obsah vlhkosti vyšší než 50 %. Působením enzymů dojde k rozkladu dlouhých molekul uhlohydrátů, tuků a bílkovin (polymerů) na jednodušší organické sloučeniny (monomery).
- Druhá fáze je acidogeneze: dokončuje se tvorba bezkyslíkatého prostředí. Acidogenní bakterie transformují produkty hydrolýzy na vyšší mastné kyseliny a také vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou.
- Třetí fáze je acetogeneze: dochází k transformaci vyšších mastných organických kyselin na vodík, oxid uhličitý a kyselinu octovou. Kyselost prostředí ve druhé a třetí fázi roste. Takto jsou vytvořeny podmínky pro čtvrtou fázi.
- Čtvrtá fáze je metanogeneze: hydrogenotrofní mikroorganismy transformují vodík a oxid uhličitý (vytvořený ve druhé a třetí fázi procesu) na metan a acetotrofní mikroorganismy transformují kyselinu octovou na metan a oxid uhličitý, což jsou dva majoritní plyny v bioplynu.

Pro stabilitu procesu anaerobní fermentace organických materiálů je velmi důležitá optimální rovnováha v kinetice jednotlivých fází, probíhajících s odlišnou kinetickou rychlostí. Metanogenní fáze probíhá přibližně 5x pomaleji než zbylé tři fáze. Tomu je třeba přizpůsobit konstrukci bioplynových technologických systémů a dávkování surového materiálu, jinak hrozí přetížení fermentoru se všemi nepříznivými důsledky.

Zjednodušené schéma vzniku bioplynu o čtyřech fázích je uvedena v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.1.

Základní vlastnosti bioplynu

O složení směsi plynů v bioplynu rozhodují materiálové a procesní parametry. Bioplyn obvykle z procesu ustálené anaerobní fermentace organických látek obsahuje:

- majoritní plyny:
  - metan CH_4 – 50 až 75 obj. %,
  - oxid uhličitý CO_2 – 20 až 45 obj. %.
- minoritní plyny:
  - vodní pára H_2O – 0 až 7 obj. % – nebezpečí kondenzace,
  - sulfan H_2S – 0,2 až 4,5 obj. % – korozivní účinky, jedovatý,
  - kyslík O_2 – jeho přítomnost zpravidla signalizuje poruchu vzduchotěsnosti zařízení,
  - dusík N_2 – z počáteční fáze zavzdušnění prostoru,
  - vodík H_2 – má energetickou hodnotu, nicméně svědčí o tom, že jednotlivé fáze procesu nejsou v rovnováze v důsledku přetížení,
  - stopové množství argonu vzdušného původu,
  - stopové množství NH_3 nebo N_2O,

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- stopové množství halogen-uhlovodíků nebo jejich derivátů, vyskytující se především ve skládkovém plynu,
- stopové množství CO signalizuje ložiska s vysokou teplotou s možností zahoření u suché fermentace především na skládkách,
- stopové množství siloxanů.

V ideálním případě by bioplyn obsahoval pouze dva majoritní plyny, a to CH_4 a CO_2. Obsah metanu se obvykle pohybuje od 50 do 75 %. V ideálním případě jej doplní 25 – 50 % oxidu uhličitého. Výhřevnost bioplynu je dána především obsahem metanu (CH_4) v bioplynu. V praxi je však surový bioplyn tvořen příměsí dalších minoritních plynů, které mohou signalizovat přítomnost některých chemických prvků v materiálu nebo poruch průběhu anaerobní fermentace.

Vysoký obsah CO_2 znamená, že nebyly vytvořeny optimální podmínky pro anaerobní fermentaci. Přítomnost volného O_2 s výjimkou počáteční fáze procesu může být zapříčiněna zavzdušňováním pracovního prostoru. Tento stav je nežádoucí z bezpečnostního hlediska tvorby výbušné směsi metanu se vzdušným kyslíkem. V bioplynu se mohou objevit stopy argonu, který je vzdušného původu, amoniaku a oxidu dusného. V případě komunálního odpadu se mohou v bioplynu ze skládky objevit stopy dalších nežádoucích příměsí (například halogen-uhlovodíků a jejich derivátů atd.). Objeví-li se v bioplynu stopy H_2, není to na závadu jeho energetické kvalitě, ale svědčí to o narušení rovnováhy mezi průběhem acidogenní a metanogenní fáze, způsobené nadměrnou zátěží reaktoru surovým materiálem, anebo dochází z různých důvodů k inhibičním účinkům potlačujícím rozvoj metanogenních organismů. Stopy CO mohou indikovat lokální vznik ložisek požáru při suché anaerobní fermentaci. Tato nebezpečná situace se vyskytuje především na skládkách komunálních odpadů, nikoliv v reaktorech. Velmi významným minoritním plynem v bioplynu je v některých případech H_2S pocházející zpravidla z biochemických procesů při rozkladu proteinů (bílkovin). Obsah H_2S v bioplynu je velmi proměnlivý. Při zpracování exkrementů z chovu skotu je jeho obsah zanedbatelný, u exkrementů prasat a drůbeže je naopak velmi vysoký, což působí potíže při konečném využití bioplynu.

Vybrané tepelné a fyzikální vlastnosti bioplynu jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, tabulka 5.2.

Fermentace surovin

U běžných organických substrátů podrobených metanogenní fermentaci se metan získává rozkladem polysacharidů, lipidů a proteinů. Při rozkladu jinak dobře rozložitelných proteinů (bílkovin) se do bioplynu uvolňují sirnaté složky (např. H_2S), které je před konečným využitím bioplynu nutno v některých případech odstranit. Jedna z hlavních stavebních látek fytomasy „lignin“ je z hlediska metanogeneze balastním materiálem a tvorby metanu se prakticky neúčastní, pokud není fyzikálně chemickými procesy předem zpracována. Rozkladem lipidů (tuků) je možné dosáhnout nejlepší výtěžnosti, bohužel jejich podíl ve fermentovaném materiálu nebývá vysoký. Rozklad polysacharidů zvláště obsažených ve fytomase bývá hlavním zdrojem látek pro tvorbu metanu.

Charakteristika materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci je většinou dána:

- Množstvím sušiny a vlhkosti v materiálu
- pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu
- Poměrem uhlíkatých a dusíkatých látek
- Nežádoucími příměsi

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Množství sušiny a vlhkosti v materiálu:

Materiál vhodný pro anaerobní fermentaci má mít nízký obsah anorganického podílu (popelovin) a organický materiál s vysokým podílem biologicky rozložitelných látek (zpravidla se zpracovávají homogenizované směsi materiálů). Optimální obsah sušiny pro zpracování pevných odpadů je 22–25 % hm., v případě tekutých odpadů 8–14 % hm.

Tekuté odpady s obsahem sušiny menším než 3 % jsou zpracovávány anaerobní fermentací s negativní energetickou bilancí (proces je udržován na požadované provozní teplotě za předpokladu dodávky doplňkového tepla z externího zdroje). Pozitivní energetická bilance je dosahována zpravidla až při sušině tekutých odpadů vyšší než 3–5 % hm.

Horní hranici optimálního obsahu sušiny tekutého odpadu tvoří vždy mez čerpatelnosti materiálu. Absolutní hranice obsahu sušiny, při které ještě probíhá anaerobní fermentace, je 50 % hm. Heterogenní vlhkostní pole v pevném organickém materiálu způsobuje, že v praktickém provozu je metanogeneze tlumena postupně a nikoliv rázově. To je velmi významný faktor, mající význam především při zpracování velkých objemů materiálů, jako například skládek komunálních odpadů.

pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu:

Významným faktorem ovlivňujícím metanogenní fermentaci je číslo pH (kyselost nebo zásaditost) materiálu. Za optimální hodnotu pH na vstupu do procesu se považuje interval blízký neutrální hodnotě pH = 7 – 7,8. V průběhu procesu se tento parametr mění. Na začátku převažuje aktivita acidogenů a číslo pH může poklesnout na 4–6. Při hodnotách pH substrátu menších než 5 se mohou začít objevovat inhibiční účinky na některé kmeny metanogenů. Dojde-li však za příznivých podmínek k jejich rozvoji, zvýší svojí aktivitou číslo pH substrátu až na neutrální hodnotu pH = 7. Některé kmeny metanogenů jsou schopny se rozvíjet i v silně alkalickém prostředí (pH = 8–9). V praxi se optimální hodnota pH materiálu na vstupu do procesu upravuje homogenizací směsných materiálů nebo alkalickými přísadami.

Poměr uhlíkatých a dusíkatých látek:

Významným parametrem pro hodnocení vhodnosti materiálů pro anaerobní fermentaci je poměr uhlíkatých a dusíkatých látek. Za optimální se považuje hodnota kolem 30 : 1. Vysoký obsah dusíkatých látek se může projevit negativně na složení bioplynu (obsahuje minoritní obsah plynů jako například amoniaku NH_3, oxidu dusného N_2O, …). Mezi materiály s vysokým obsahem N patří exkrementy všech druhů hospodářských zvířat, opačný extrém (vysoký obsah C) tvoří materiály rostlinného původu. V praxi se optimálního poměru C : N dosahuje mísením různých materiálů.

Nežádoucí příměsi:

Vhodnost materiálu pro anaerobní fermentaci může být významně narušena nežádoucími příměsemi. Jedná se zpravidla o látky potlačující mikrobiální rozvoj, především o všechny druhy antibiotik používaných jako léčiva pro zvířata, nebo preventivně jako součást krmných směsí pro drůbež. Do pracovního prostoru reaktorů bychom neměli dávat ani materiály, které jsou již ve hnilobném rozkladu.

Příklady charakteristik materiálu vhodného pro anaerobní fermentaci jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, tabulka 5.3: Vlhkost, organická hmota a živiny v materiálech a tabulka 5.4: Hodnoty poměru C:N u některých materiálů.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Základní parametry procesu anaerobní fermentace

Mezi základními parametry procesu anaerobní fermentace patří:

- Obsah sušiny v materiálu a jeho dávkování
- Teplota materiálu
- Intenzita produkce bioplynu
- Technologická spotřeba tepla

Obsah sušiny v materiálu a jeho dávkování:

Na obsahu organického podílu sušiny materiálu závisí potenciál produkce bioplynu. Čím více bioplynu vznikne, tím více organické sušiny bude odbouráno. Čistírenské metody sledují maximální odbourání organické sušiny, zemědělské bioplynové stanice jsou určeny nejen k produkci bioplynu, ale též stabilizovaného fermentovaného hnojiva. Hydrolýza jako první fáze procesu vyžaduje přítomnost volné vlhkosti. Proto efektivní anaerobní fermentace materiálu je možná pouze do 50 % obsahu sušiny.

Teplota materiálu:

Teplotní pásma, při kterých probíhá metanogenní proces, se dělí na tři oblasti:

- psychrofilní 15–20 °C
- mezofilní 35–40 °C
- termofilní cca 55 °C

Minimální teplota, při které proces začíná probíhat, je 4 °C. Pro každé teplotní pásmo existují různé kmeny metanogenních bakterií aktivizující svoji činnost podle teploty prostředí. Ultratermofilní bakterie (žijící při teplotě cca 90 °C) se v bioplynových stanicích nepoužívají. Byly však objeveny v sirnatých horkých pramenech.

Intenzita produkce bioplynu:

Dávkování surového materiálu je buď kontinuální, semikontinuální nebo diskontinuální. Na velikosti dávek závisí stabilita procesu, tj. rovnováha mezi acidogenní a metanogenní fází. V psychrofilní oblasti vzniká bioplyn s vyšším obsahem metanu (CH_4), avšak s velmi nízkou intenzitou. Nejčastější používaná provozní teplota v reaktorech patří do mezofilní oblasti.

Bioplyn produkovaný v termofilní oblasti je chudší na metan (CH_4), intenzita produkce bioplynu je velmi vysoká. Proces je však velmi labilní a vyžaduje přesnou regulaci teploty.

Technologická spotřeba tepla:

Technologickou spotřebou tepla rozumíme část bioplynu spotřebovaného na ohřev materiálu v reaktoru a krytí tepelných ztrát. Technologická spotřeba tepla je nejvyšší u termofilních teplotních režimů. Dále závisí na výši teplotních ztrát (venkovní teplotě) a době zdržení materiálu v pracovním prostoru. Technologická spotřeba tepla při zpracování tekutých materiálů dosahuje 30–40 % z vyrobeného bioplynu. Při obsahu sušiny menším, než 3–5 % hm. technologická spotřeba tepla přesahuje množství vyrobeného tepla v bioplynu a musí být doplněna z externího zdroje.

Příklady výtěžnosti bioplynu mezofilní anaerobní fermentací různých substrátů je uvedeno v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.2.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Technika a technologie bioplynových stanic

Podle dávkování surového materiálu rozlišujeme technologie:

- ***diskontinuální*** (s přerušovaným provozem, cyklické, dávkové atd.) – doba jednoho pracovního cyklu odpovídá době zdržení materiálu ve fermentoru; používá se zvláště při suché fermentaci tuhých organických materiálů. Způsob manipulace s materiálem je náročný na obsluhu,
- ***semikontinuální*** – doba mezi jednotlivými dávkami je kratší než doba zdržení materiálu ve fermentoru; je to nejpoužívanější způsob plnění fermentorů při zpracování tekutých organických materiálů; materiál se dávkuje 1x až 4x i vícekrát za den; materiál vstupující semikontinuálně do fermentoru má malý vliv na změnu pracovních parametrů fermentoru (teplota, homogenita); technologický proces lze snadno automatizovat; proces není náročný na obsluhu,
- ***kontinuální*** – používá se při plnění fermentorů, které jsou určeny pro zpracování tekutých organických odpadů s velmi nízkým obsahem sušiny.

Podle podílu vlhkosti zpracovávaného materiálu rozlišujeme:

- bioplynové technologie na zpracování tuhých materiálů (vysokosušinové s podílem sušiny 18–30 % hm., výjimečně až 50 %),
- bioplynové technologie na zpracování tekutých materiálů s nízkým podílem sušiny 0,5 – 3 % a negativní energetickou bilancí, resp. s vyšším podílem sušiny 3–14 % hm. a pozitivní energetickou bilancí),
- bioplynové technologie kombinované.

Schéma zařízení na výrobu bioplynu (mokrý proces anaerobní fermentace)

Strojní linka pro anaerobní fermentaci organických materiálů může mít mnoho variant podle toho, jaký materiál a jak je zpracováván před vstupem do hlavní části – fermentoru. Lišit se může i podle uspořádání bioplynové koncovky, a hlavně podle uspořádání kalové koncovky včetně způsobu aplikace zfermentovaných materiálů.

Struktura hlavních prvků strojní bioplynové linky:

1. **Zdroj organických materiálů** – sběr a transport do příjmové nádrže musí s malými výkyvy odpovídat nominální výkonnosti strojní linky, před uskladněním v přijímací nádrži musí být evidován druh, charakter a množství materiálu a odebrány vzorky pro případ reklamací dodávek.
2. **Příjem a úprava materiálu** – skladovací nádrže mohou být vybaveny zařízeními:
   - na separaci hrubých příměsí
   - na ředění vodou
   - zahušťování řídkého materiálu
   - inokulace neboli aktivace mikroflóry
   - předehřev materiálu
   - homogenizace
   - automatické dávkování do fermentoru
3. **Anaerobní reaktory na tekutý materiál –** reaktor je nejdůležitější součást strojních linek, která rozhoduje o kvalitní funkci celé strojní linky. Používají se tato provedení reaktorů:
   - laguna – nejjednodušší zařízení a způsob zpracování organického materiálu, má velmi malou intenzitu výroby CH_4, provozní teploty leží v psychrofilním pásmu (do 20 °C),
   - reaktory pravoúhlé hranolovité: jsou konstruovány ve formě žlabu nebo zakryté jímky hranolovitého tvaru,
   - reaktory válcové: pro malé objemy do 150 m^3, výjimečně až 600 m^3, se používají válcové reaktory s horizontální osou válce, pro větší kapacity se z konstrukčních

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

(pevnostních) důvodů používají reaktory se svislou osou válce. Za modifikaci těchto reaktorů můžeme považovat válcové reaktory se zakončením ve tvaru komolého kužele na spodním respektive na obou koncích válce.

- reaktory kulové nebo polokulové, popř. ve tvaru vejčitého tvaru. Polokulový tvar se objevuje často u primitivních reaktorů realizovaných jako podzemní stavba.

4. **Bioplynová koncovka –** obsahuje potrubí na dopravu bioplynu, bezpečnostní zařízení proti zpětnému zahoření plynu, dmychadlo, zásobník (plynojem), regulační a kontrolní prvky, zařízení na úpravu bioplynu (čištění od H_2O, CO_2, H_2S, mechanických nečistot atd.) a zařízení na konečné využití bioplynu, hořák zbytkového plynu.
5. **Kalová koncovka –** sestává z armatur, dopravních čerpadel, homogenizátorů, skladů, separačních zařízení (spádové síto, šnekový lis, dekantér, rotační síto, pásový lis). Chemické čištění s biologickým stupněm je účelné tam, kde odvod tekutých frakcí končí v blízké vodoteči. Radikálně však narůstá celková pořizovací hodnota a je účelné, když toto čištění můžeme vypustit a substrát používat jako hnojivo.

Blokové schéma strojní linky pro anaerobní fermentaci tekutých organických odpadů je uvedeno v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.3.
Typy reaktorů pro metanizaci jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.4.
Typy reaktorových nádrží pro metanizaci jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.5.
Základní tvary válcových fermentorů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.6.
Fermentory umístěné v lince jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.7.
Způsoby zapojení anaerobních reaktorů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.8.
Způsoby otopu anaerobních reaktorů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.9.
Způsoby míchání anaerobních reaktorů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.10.
Dvoufázový anaerobní proces se dvěma metanogenními bioreaktory je uveden v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.11.

Schéma zařízení na výrobu bioplynu (suchý proces anaerobní fermentace)

V technologiích biozplynování anaerobní fermentací substrátů se sušinou v rozpětí 35–40 % hm. jsou obdobně jako v případě mokré metody fermentace využívány procesy mezofilní, probíhající za teploty 35 – 40 °C nebo termofilní za teploty 55 – 60 °C. Výhodou termofilního procesu je především hygienizace, kterou lze při anaerobní digesci využít pouze při zpracovávání hygienicky závadného materiálu. Termofilní mikroflóra je schopna degradovat více proteinů než mezofilní a je až dvojnásobně tolerantní k volnému amoniaku. Většina autorů se shoduje v tom, že při anaerobní digesci fytomasy nejsou podstatné rozdíly ve výtěžku metanu mezi mezofilním a termofilním procesem a z důvodů nižších tepelných ztrát je možné doporučit pro tento účel procesy mezofilní.

Fermentační jednotky pro suchou fermentaci tuhých materiálů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.12.
Garážové fermentory s plynotěsnými vraty se zabudovaným topením a perkolátním hospodářstvím jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.13.
Popis „suché“ fermentace je uveden v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.14.
Anaerobní biometanizační reaktory na tuhou fázi jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 5, obrázek 5.15.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Otázky ke zkoušce

1. Popište principy a jednotlivé fáze rozkladu organického odpadu.
2. Jaké jsou technologické požadavky na proces kompostování?
3. Jaké jsou fáze rozkladu při kompostování?
4. Jaké jsou základní pochody rozkladu při kompostování?
5. Specifikujte faktory ovlivňující průběh kompostování.
6. Jaké je základní rozdělení kompostovacích technologií?
7. Jaké strojní zařízení se používá na kompostárnách?
8. Specifikujte základní vlastnosti bioplynu.
9. Jaké jsou jednotlivé fáze vzniku bioplynu?
10. Charakterizujte materiál vhodný pro anaerobní fermentaci.
11. Jaké jsou základní parametry procesu anaerobní fermentace?
12. Popište techniku a technologii bioplynových stanic.
13. Popište zařízení na výrobu bioplynu mokrým a suchým procesem anaerobní fermentace.

Použita literatura

1. *ČSN 46 5735: Průmyslové komposty.* 1996. Praha. Český normalizační institut.
2. Integrovaná prevence a omezování znečištění – Shrnutí Referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro průmysl zpracování odpadů. Edificio Expo, c/ Inca Garcilaso s/n. E-41092 Seville – Španělsko. 576 s.
3. JANDA, J. 2000. *Biologické metody. Odpady.* Praha: Economia a.s. roč. X. č. 3. s. 26. ISSN 1210-4922.
4. KALINA, M. 1999. *Kompostování a péče o půdu*. Grada Publishing, Praha. ISBN 80-7169-697-8.
5. MALAŤÁK, J - VACULÍK, P. 2008. *Zpracování biologicky rozložitelných odpadů.* ČZU v Praze, Technická fakulta, tisk. Powerprint Praha 2008, 168 s., ISBN: 978-80-213-1747-5.
6. PASTOREK, Z - KÁRA, J - JEVIČ, P.2004. *Biomasa – obnovitelný zdroj energie.* FCC Public Praha. 284 s. ISBN 80-86534-06-05.
7. PLÍVA, P a kol. 2008. *Strojní vybavení kompostovacích linek*. VÚZT, v.v.i. s. 20. ISBN 978-80-86884-33-2.
8. *Vyhláška č. 341-2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady*
9. *Vyhláška č. 376-2001 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů*
10. ZEMÁNEK, P a kol. 2010. *Biologicky rozložitelný odpad a kompostování.* VÚZT, v.v.i. s. 114. ISBN 978-80-86884-52-3.
11. Kolektiv autorů KTBL. 2009. Faustzahlen Biogas. KTBL Darmstadt. 2. vydání. 235 s., ISBN 978-3-941583-28-3.
12. MALAŤÁK, J - VACULÍK, P.2008. *Zpracování biologicky rozložitelných odpadů.* ČZU v Praze. Technická fakulta. tisk Powerprint Praha. 168 s., ISBN: 978-80-213-1747-5.
13. SEADI, T - RUTZ, D - PRASSL, H - KÖTTNER, M - FINSTERWALDER, T - VOLK, S - JANSSEN, R. 2008. *Biogas.* Published by University of Southern Denmark Esbjerg, Denmark. 126 s. ISBN 978-87-992962-0-0.
14. STRAKA, F. a kol. 2003. *Bioplyn – příručka pro výuku, projekci a provoz bioplynových systémů.* GAS, s. r. o. Říčany. 517 s. ISBN 80-7328-029-9.
15. *Vyhláška č. 341-2008 Sb. o podrobnostech nakládání s biologicky rozložitelnými odpady*
16. *Vyhláška č. 376-2001 Sb. o hodnocení nebezpečných vlastností odpadů*
17. Firemní literatura fy agriKomp
18. Firemní literatura fy BAUER, Rakousko
19. Firemní literatura fy BEKON
20. Firemní literatura fy SCHNELL
21. Firemní literatura fy TEDOM
22. Firemní literatura fy WAELCHLI

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

6 TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ ODPADOVÉHO HOSPODÁŘSTVÍ VE VETERINÁRNÍCH A SANAČNÍCH ÚSTAVECH

Kapitola „Technologická zařízení odpadového hospodářství ve veterinárních a sanačních ústavech“ popisuje danou problematiku od historie asanace a kafilerních závodů v ČR a SR. Student dostane základní informace o asanačním podniku, popis jednotlivých fází a procesních kroků probíhajících v asanačním podniku. Kapitola uvádí klasifikaci živočišných odpadů, techniku a technologii zpracování živočišných odpadů suchým, mokrým a extrakčním systémem. Student obdrží informace i o kafilerní technologii se sušením v diskových sušárnách.

V zemědělské prvovýrobě zaměřené na produkci jatečních zvířat, jakož i ve zpracovatelském průmyslu v podobě maso-zpracujících závodů, vznikají nejrůznější druhy odpadů, z nichž některé označujeme jako konfiskáty živočišného původu. Tyto materiály zahrnují těla uhynulých zvířat nebo jejich části a odpady související se zpracováním a opracováním masa a produkcí surovin a potravin živočišného původu. S ohledem na ochranu zdraví lidí a zvířat je tedy nutné tyto suroviny vhodným způsobem odstranit a zpracovat s cílem jejich ekonomického zhodnocení například jako krmivo hospodářských zvířat nebo surovinu vhodnou pro energetické účely.

Využití živočišních odpadů pro krmné účely je známo dlouhou dobu, k jejich intenzivnějšímu zhodnocení dochází zejména od 50. let 19 století. Souvisí to s rozvojem poznání v oblasti výživy a krmení hospodářských zvířat, veterinární hygieny a prevence, technologií a krmivářského průmyslu. Likvidací a využití konfiskátů jsou pověřeny asanační podniky, které tvoří otevřený systém ve formě samostatných zpracovatelských jednotek. Výhodou tohto systému je možnost zužitkování i surovin vysoce infekčního charakteru. Asanační podniky plní důležitou a nezastupitelnou úlohu v zemědělsko potravinářském komplexu v péči o hygienicky nezávadné prostředí.

Historie asanace

Prvním přístrojem k zužitkování živočišného materiálu byl tzv. kafildesinfektor sestrojený v roce 1884 ředitelem jatek v Antverpách, zvěrolékařem De la Croix. První kafilérie ke zužitkování zvířecích kadaverů (celá uhynulá zvířata) na našem území byla v roce 1899 postavena v Praze na původním pražském popravišti na Pankráci. Tato kafilérie byla v provozu až do roku 1953. Dále byla zřízena kafilérie v Brně, později v Olomouci, Jihlavě, Bohumíně, Nitře a Bratislavě. Tato a další kafilérní zařízení, většinou malé kapacity byla budována zejména při provozech jatek.

Zásadní změnu v technologii zpracování a zužitkování zvířecích těl přinesl rok 1924, kdy bylo v Americe vynalezeno zařízení na destrukci těl zvířat tzv. suchou cestou. První československou kafilérií se suchým způsobem zpracování kadaverů byla v roce 1938 postavená v Žilině. Vedle koncepce suchého způsobu zpracování uhynulých zvířecích těl se jednalo o celou hygienicky propracovanou koncepci sběru, svozu a organizace zpracování uhynulých zvířat a živočišných odpadů.

V období do konce druhé světové války a po ní byly u nás postupně zřizovány další komerční kafilérie: 1943 Podbořany, 1944 Mimoň, 1947 Havlíčkův Brod, 1948 Blatec a Žichlínek, 1950 České Budějovice, Otrokovice, 1953 Tišice, 1958 Nitra, 1963 Drieňov, 1964 Medlov, 1967 Mankovice, 1968 Lieskovec a Mojšova Lúčka, 1969 Brusy a 1974 Biřkov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- 1884 – první kafildesinfektor v Antverpách
- 1899 – obdobné zařízení v Praze – Pankráci
- Začátek veterinární asanace v meziválečném období 20. století
- Průmyslové využití po 2. světové válce
- 1985 – prokázáno onemocnění bovinní spongiformní encephalopatie (BSE) u skotu a ovcí
- 1996 – sjednocení zpracovatelských norem v EU
- 2002 – zpřísnění hygienických pravidel zpracování a využití produktů ze živočišných odpadů

Asanační podnik

Pojem veterinární asanace, asanační podnik a tudíž předmět činnosti asanačního podniku a jeho povinnosti jsou definovány v platné legislativě EU o veterinární péči. Asanačním podnikem se rozumí sběr, svoz, neškodné odstraňování i další zpracovávání konfiskátů živočišného původu. Jedná se o technologii, která termickou sterilizací živočišných odpadů zajišťuje likvidaci původců nákaz a jiných mikroorganizmů a dalším zpracováním, oddělením vody, oddělením tuku a finalizací produktů vznikají výrobky využitelné zejména v zemědělství (živočišná moučka, masokostní moučka, péřová moučka, krevní moučka, krmné tuky a j.) nebo v průmyslu (technické tuky a kůže).

Asanační podnik je dle platné legislativy povinen v určeném obvodě zajistit svoz a sběr konfiskátů živočišného původu. Protože u některých producentů je výskyt konfiskátů pravidelný, uzavírá s největšími pravidelnými producenty smlouvy o způsobu třídění, svozu a ceně svozu. Ostatním menším pravidelným producentům poskytuje služby beze smlouvy ve sjednaných termínech za úhradu podle ceníku. Producenti konfiskátů, u kterých je výskyt nepravidelný, nahlašují potřebu odvozu na dispečink asanace, kde je provoz v pracovní dny od 6-14 hod. Mimo tuto dobu fungují nepřetržitě záznamníky. Na základě takto získaných informací je zajišťován svoz konfiskátů živočišného původu ve smyslu veterinárního zákona.

Svoz provádějí vozidla se speciální nepropustnou, uzavíratelnou a desifikovatelnou karosérií. Zákazníci obdrží od řidiče asanačního podniku (asanátora) zúčtovatelné potvrzení o převzetí jako doklad. Asanační podnik vede podle těchto dokladů předepsanou evidenci a prvotní doklady archivuje po dobu několika let.

V asanačním podniku při příjmu živočišných odpadů se provádí kontrola hmotnosti vážením. Směs živočišných odpadů je podrobena následujícímu povinnému procesu:

- drcení na částice o maximální velikosti 50 mm,
- tepelně tlaková sterilizace při min. 133 °C, za tlaku min. 0,3 MPa po dobu min. 20 min. Údaje o sterilizaci jsou povinně registrovány a archivovány pro účely kontroly,
- vysušení sterilizované masokostní kaše odpařením vody v sušárně na obsah vody cca 4%,
- oddělení tuku lisováním či extrakcí,
- finální zpracování dvou vzniklých produktů: masokostní moučka se mele a prosévá na požadovanou zrnitost, tuk se čistí od bílkovinných a minerálních příměsí na speciální odstředivce,
- skladování a mikrobiologická kontrola vzniklých produktů,
- prodej a odbyt zdravotně nezávadných kafilerních výrobků zákazníkům (např. výrobcům krmných směsí nebo u tuků i zpracovatelům pro technické účely).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Třebaže tepelně tlaková sterilizace ničí bezezbytku veškeré známé původce onemocnění lidí i zvířat, provádí se denní odběr vzorků výrobků pro kontrolu v nezávislé státní veterinární laboratoři. Jako indikátor sterilizace se hledají sporulující mikroorganizmy, kdy při nálezu by byl sterilizační proces považován za nedostatečný. Jako indikátor event. dodatečné kontaminace po sterilizaci se hledají bakterie rodu Salmonella a Escherichia.

Podle veterinárních předpisů je nutno provádět dezinfekci svozových prostředků, technologického zařízení přípravny, případně i dalších výrobních prostorů. Dezinfekční prostředky se připravují rozpuštěním dezinfekčních prostředků v daném poměru ve vodě (např. chloramin, kresol, hydroxid sodný). Chemikálie se rozpustí v nádrži s míchadlem, pak se přepustí do nerezových tlakových zásobníků. Pomocí tlakového vzduchu se dezinfekční prostředky dopravují potrubím k místu aplikace.

Změny ve veterinární asanaci v souvislosti s výskytem bovinní spongiformní encephalopatie (BSE):

a) zákaz zkrmování masokostních mouček přežvýkavcům
b) důsledná kontrola a povinná registrace průběhu používaného sterilizačního režimu
c) pravidelná denní kontrola mikrobiologické kvality kafilérních výrobků, jako ověření účinnosti sterilizace a zabránění následné kontaminace výrobků
d) speciální varovné označení masokostních mouček upozorňující na zákaz zkrmování přežvýkavcům
e) na základě tzv. principu předběžné opatrnosti je v EU i ČR další opatření směřující k eliminaci konfiskátů, u kterých je vyšší nebezpečí výskytu původce BSE tzv. specifikovaného rizikového materiálu (SRM) z krmného řetězce. Jejich zpracování má být oddělené a výsledné produkty spáleny.

Příloha kapitoly 6, tabulka 6.1: Složení konfiskátů a odpadů živočišného původu (v % hm.)

Příloha kapitoly 6, tabulka 6.2: Podíl uhynulých zvířat, který je možno ročně předpokládat v živočišné výrobě

Posláním veterinární asanace je zabezpečení hygienicky nezávadného prostředí formou odstraňování živočišných odpadů z míst jejich vzniku. Tímto způsobem je eliminována možnost vzniku ohnisek a dalšího šíření chorob lidí a zvířat. Veškeré živočišné odpady shromažďované v asanačních podnicích, jsou ve smyslu příslušných legislativních ustanovení a pod odborným dohledem zužitkovány technologií, která musí zajišťovat jak zdravotní nezávadnost, tak i biologickou hodnotu finálních produktů. Získané finální výrobky (živočišné moučky a kafilerní tuk) musí odpovídat příslušným jakostním parametrům, přičemž je posuzována výživná hodnota, smyslové vlastnosti a zdravotní nezávadnost.

Klasifikace živočišných odpadů

Odpady živočišného původu tvoří velice pestrou paletu materiálů, které musí být zvlášť pečlivě sledovány. Zaujímají však samostatnější postavení z hlediska právní úpravy odpadového hospodářství. Působnost zákona o odpadech se sice na ně vztahuje, ale pouze tehdy, pokud zvláštní předpisy - v tomto případě zákon o veterinární péči a vyhláška FVŽP o zabezpečování zdravotní nezávadnosti živočišných produktů - nestanoví jinak. Zařazení odpadu podle katalogu odpadů a stanovení jeho kategorizace je nezbytnou podmínkou pro další nakládání.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Materiály 1. kategorie

- Specifikovaný rizikový materiál (riziko BSE - bovinní spongiformní encephalopatie).
- Produkty pocházející ze zvířat, kterým byly podávány látky zakázané podle směrnice 96/22/ES, a produkty živočišného původu obsahující rezidua látek znečišťujících životní prostředí nebo jiných látek dle zvláštních předpisů.
- Kuchyňský odpad z dopravních prostředků v mezinárodní přepravě.
- Směsi materiálů 1. kategorie s materiály 2. nebo 3. kategorie.

Materiály 2. kategorie

- Uhynulá hospodářská zvířata.
- Hnůj a obsah trávicího traktu.
- Jiné produkty živočišného původu, než jsou materiály 1. kategorie, které jsou dováženy ze třetích zemí a při kontrolách stanovených právními předpisy EU nesplňují veterinární požadavky pro dovoz do EU, pokud nejsou vráceny nebo pokud je jejich dovoz umožněn s omezeními stanovenými právními předpisy EU.
- Jiná zvířata a části jiných zvířat, než jaké jsou v kategorii 1., která byla usmrcena jiným způsobem než porážkou k lidské spotřebě.
- Zvířata utracená v rámci opatření k eradikaci nějaké nákazy zvířat.
- Směsi materiálů 2. kategorie s materiály 3. kategorie.

Materiály 3. kategorie

- Odpady jatečného původu.
- Části poražených zvířat, které jsou v souladu s právními předpisy EU poživatelné, ale z obchodních důvodů nejsou určeny k lidské spotřebě.
- Části poražených zvířat, které jsou vyřazeny jako nepoživatelné, které ale nevykazují žádné známky onemocnění přenosných na lidi nebo na zvířata a pocházejí z jatečně upravených těl, která jsou v souladu s právními předpisy EU poživatelná.
- Kůže, kopyta, paznehty, rohy, prasečí štětiny a peří pocházející ze zvířat poražených na jatkách po prohlídce ante-mortem, na jejímž základě byla v souladu s právními předpisy EU posouzena jako vhodná k porážce k lidské spotřebě.
- Krev získaná z jiných zvířat než z přežvýkavců; zvířata byla poražena na jatkách po prohlídce ante-mortem, na jejímž základě byla v souladu s právními předpisy EU posouzena jako vhodná k porážce k lidské spotřebě.
- Vedlejší živočišné produkty vznikající při výrobě produktů určených k lidské spotřebě, včetně odtučněných kostí a škvarků.
- Zmetkové potraviny živočišného původu nebo zmetkové potraviny obsahující produkty živočišného původu s výjimkou kuchyňského odpadu, které z obchodních důvodů, z důvodů závady při výrobě nebo balení nebo jiné závady nepředstavující nebezpečí pro lidi nebo zvířata již nejsou určeny k lidské spotřebě.
- Syrové mléko zvířat, která nevykazují klinické příznaky žádného onemocnění přenosného tímto produktem na lidi nebo na zvířata.
- Ryby nebo jiní mořští živočichové s výjimkou mořských savců, ulovení ve volném moři za účelem výroby rybí moučky.
- Čerstvé vedlejší produkty z ryb ze závodů vyrábějících rybí produkty k lidské spotřebě.
- Skořápky, vedlejší produkty z líhní a vedlejší produkty z porušených vajec zvířat, která nevykazovala klinické příznaky žádných onemocnění přenosných prostřednictvím vajec na lidi nebo na zvířata.
- Krev, kůže, kopyta, paznehty, peří, vlna, rohy, chlupy a kožešiny pocházející ze zvířat, která nevykazovala klinické příznaky žádných onemocnění přenosných prostřednictvím těchto produktů na lidi nebo na zvířata.
- Jiný kuchyňský odpad (mimo kuchyňský odpad spadající pod kategorii 1.).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nejzávažnějším aktuálním problémem živočišné výroby je problematika bovinní spongiformní encephalopatie (BSE). Do opatření proti možnému šíření této choroby jsou významně zapojeny všechny asanační podniky, které včasným svozem a dokonalou sterilizací živočišných konfiskátů přetínají řetězec možného šíření nákazy. V rámci zásady tzv. předběžné opatrnosti se uvažuje s vyloučením některých konfiskátů živočišného původu z krmného řetězce. Ty by pak byly svezeny do zvlášť určených asanačních podniků, odděleně zpracovány a výsledné produkty spáleny.

Příloha kapitoly 6
Živočišné odpady:

- **obrázek 6.1: Kadavery***
- **obrázek 6.2: Konfiskáty****
- **obrázek 6.3: Drůbeží odpady a uhynulá drůbež**
- **obrázek 6.4: Ostatní odpady,**
- **obrázek 6.5: Rybí odpady a uhynulé ryby**

* Kadavery: uhynulá těla zvířat
** Konfiskáty: veškeré pevné odpady vznikající v masokombinátech a při výrobě masitých potravin

Technika a technologie zpracování živočišných odpadů

Živočišné odpady získané v zemědělské prvovýrobě nebo potravinářském průmyslu mohou být zpracovány dvěma způsoby:

a) ve výrobním potravinářském závodě je umístněna zpracovatelská jednotka, která přímo zakončuje výrobně technologický proces. Tento uzavřený cyklus označovaný jako bezodpadová technologie neumožňuje zpracování konfiskátů z prvovýroby.
b) druhou možností je tzv. otevřený systém ve formě samostatných zpracovatelských jednotek, které jsou situovány do nepotravinářských závodů. Jeho výhodou je možnost zužitkování i surovin vysoce infekčního charakteru. V našich podmínkách je tento systém reprezentován sítí asanačních podniků.

V asanačních podnicích je přijímaná surovina tříděna a upravována těžením cenných surovin, především pro získávání kůží a pro eliminaci nežádoucích kovových součástí (podkovy, nosní kroužky a pod.) a příměsí (např. sklo). Takto upravené suroviny se rozdrtí na menší kusy a pomocí speciálního dopravníku se dopraví do sterilizátoru, kde probíhá zpracování suroviny podle jednotlivích metod:

	Velikost částic	**Sterilizační teplota**	**Tlak při sterilizaci**	**Čas sterilizace**
Pro všechny materiály:				
1. Metoda	< 50 mm	133 °C	0,3 MPa	20 min
Pro vedlejší živočišné produkty:				
2. Metoda	> 150 mm	100 °C	-	125 min
	> 150 mm	110 °C	-	120 min
	> 150 mm	120 °C	-	50 min
Pro vedlejší živočišné produkty				
3. Metoda	< 30 mm	100 °C	-	90 min
	< 30 mm	110 °C	-	55 min
	< 30 mm	120 °C	-	13 min

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

	Velikost částic	Sterilizační teplota	Tlak při sterilizaci	Čas sterilizace
Pro vedlejší živočišné produkty:				
4. Metoda (fritování v tuku)	< 30 mm	100 °C	-	16 min
	< 30 mm	110 °C	-	13 min
	< 30 mm	120 °C	-	8 min
	< 30 mm	130 °C	-	3 min
Pro vedlejší živočišné produkty:				
5. Metoda	> 20 mm	80 °C	-	120 min
	> 20 mm	100 °C	-	60 min
Pro vedlejší živočišné produkty rybího původu				
6. Metoda	-	-	-	-
Jakákoliv jiná metoda schválená příslušným orgánem:				
7. Metoda	-	-	-	-

Suchý systém, kde je základem sterilizátor (předvařák) - ležatá válcová nádoba s dvojitým pláštěm pro vyhřívání vnitřního prostoru párou. Uprostřed nádoby prochází hřídel míchadla, které je horizontálně uloženo a otáčí se v ložiskách. Po naplnění a uzavření se obsah sterilizátoru za stálého míchání a zahřívání párou přivádí do varu. Po dosažení teploty 110 – 130 °C a tlaku 0,1 – 0,3 MPa se tato teplota udržuje asi 20 minut, čímž se dosáhne rozvaření a sterilizace. Pak se vypouští pára, plyny a materiál se vysouší. Po vyrovnání tlaku se otevře vyprazdňovací hrdlo a sterilizátor se vyprázdní. Pak se oddělí tuk pomocí lisu nebo odstředivky a masokostní drť se rozšrotuje na masokostní moučku, přeseje a pytluje.

Mokrý systém je původní způsob zpracování materiálu v prvních aparaturách, přičemž se rozvařoval a sterilizoval přímým přívodem páry. Přiváděné páry zvětšovaly množství vody v destruktoru, tvořily klihové vody, které byly spolu s tukem odváděny do recipientu, v němž se tuk odděloval ustáním od klidových vod. Tento způsob měl řadu nevýhod (vyšší náklady, nižší výtěžnost), a proto se již nepoužívá.

Extrakční systém fungoval za pomocí benzínového extrakčního zařízení, materiál se zpracovává bez uvolňování zapáchajících plynů. Příprava materiálu je v podstatě stejná jako u předcházejících způsobů. Menší kusy živočišných odpadů se rozvařují a vysušují podobně jako u suchého způsobu. Po ukončení sterilizace se rozpracovaný materiál vypustí, výpustním otvorem do extrakčního zařízení. Po jeho naplnění a uzavření se do extraktoru načerpá benzín, který se míchadlem promíchá s materiálem tak, že materiál je promýván benzínem. Tuk obsažený v tomto materiálu se rozpustí v benzínu a jako směs zvaná miscela se přepouští přes miscelový filtr do sběrače. Odtud se přečerpává do destilační kolony. Tam se odpaří benzín a voda, jejich páry se odvádějí do kondenzátoru, kde se zchlazují a zkapalňují.

Benzín se oddělí na základě rozdílu specifických hmotností od vody a odtéká do benzínové nádrže. Poslední zbytky benzínu se odloučí parou. Voda však odtéká do kanalizace. Tuk se přečistí. Odtučněná a benzínu zbavená moučka se vypustí do vozíku nebo dopravníku, vychladí a rozemele (systém Hassel). Například v systému Hartmann byla zkonstruována aparatura na kontinuální extrakci benzínu, která má řadu výhod. Samostatný systém tvoří perchloetylénová extrakce. Od extrakčních systémů se v zahraničí i u nás upouští.

Vedle těchto zmiňovaných technologií existuje celá řada firem dodávajících technologické postupy včetně zařízení. V USA a západní Evropě je tendence přecházet ke kontinuálnímu procesu zpracování kafilerních surovin. USA mají dlouholetou tradici, reprezentanty jsou firmy Anderson a Dupps. Záměr firmy Dupps (Stork - Duke) je kontinuální sterilizace kafilerní

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

suroviny v horkém tuku. Tato technologie se využívá nejen jako koncovka mastného průmyslu, ale i v klasické kafilérii.

Technologie firmy Anderson je založena na zpracování surovin v kapalném stavu v několikanásobné odparce. Další skupinou kontinuálních technologií je koagulace bílkovin v rozvaru při teplotách 80 – 90 °C. Tuto technologii reprezentují např. firmy Alfa – Laval, Atlas z Dánska a Stord – Bartz z Norska. Německá firma Grupp Hamburg využívá kontinuální sušení s využitím tepla brýdových par. Za nejprogresivnější lze v současné době označit Ziwex – Recycling System vyráběný švýcarskou firmou Ziwag.

Předvařáková technologie se sušením v diskové sušárně

Technologie zpracování kafilerní suroviny ve veterinárních asanačních ústavech v ČR a SR je navržena na technicky dokonalejším stupni oproti doposud používané destruktorové technologii. Je navržena předvařáková technologie se sušením v diskové sušárně při využití tepla brýdových par v odparce.

Příjem a příprava suroviny je vybavena strojním zařízením jako na ostatních asanačních ústavech. Surovina je shromažďována v příjmových žlabech se šikmo uloženým šnekem. Šnekovými transportéry je surovina dopravena do drtiček a dále do plnících hrdel předvařáků.

Vlastní drcení odpadů probíhá na drtících strojích. Jedno zařízení je vyčleněno k drcení kadaverů (uhynulých zvířat) a další drtící zařízení slouží k drcení konfiskátů. Všechna surovina musí projít drcením na požadovanou velikost podle použité metody následného zpracování živočišných odpadů. Na přípravu a příjem suroviny navazuje sklad kůží. Zde se provádí úprava kůží na strojním zařízení. Kůže se konzervují solí a podle požadavků odběratele se expedují na paletách.

V asanačních ústavech je nadrcená surovina tepelně zpracována ve sterilizačních nádobách (předvařák). Proces sterilizace je plně automatický, řízen provozním počítačem bez zásahu obsluhy. Sterilizace probíhá postupně při provozním přetlaku 0,4 MPa a max. pracovní teplotě 140 °C. Takto zpracovaná surovina (rozvar) je tlakem přetlačován do mezizásobníků.

Ze spodního mezizásobníku se odděluje část tekutého podílu, který se pak zahušťuje v odparce. Po odpaření vody se zbývající tuk jímá ve vyhřívané nádrži a přečerpává do tukárny k rafinaci nebo je dále využíván v technologickém procesu. Odparka je vytápěna brýdovými párami vznikajícími při odpařování vody v diskové sušárně. Odparka využívá odpadní teplo, které při destruktorové technologii bylo nutné odvést nevyužitelné do ovzduší za vynaložení další energie.

Kondenzační systém odparky je řešen pomocí vzduchem chlazených kondenzátorů, které jsou umístněny na střeše objektu. Vakuum kondenzace je udržováno pomocí vývěvy. Do diskové sušárny je rozvar dávkován z mezizásobníků. Po odpaření vody vychází ze sušárny masokostní kaše, která se na zařízení pro odtučnění zbavuje určitého množství tuku a na magnetickém bubnu feromagnetických příměsí.

Částečně odtučněná kaše je pak šnekovými transportéry dopravena do šnekových lisů, kde dochází ke konečnému odtučnění. Z lisů je tuk čerpán do tukárny k rafinaci a masokostní moučka do moučkárny k dalšímu zpracování.

V moučkárně je technologické zařízení sestaveno do jednotlivých linek, aby bylo možno provádět skladování neupravené moučky v akumulačních žlabech, dále provádět její mletí k dosažení potřebné granulace a prosévání. Takto upravená moučka se pak skladuje v ocelových zásobnících. Expedice se nechá provádět buď v pytlích, ve vakuových kontejnerech nebo se může expedovat moučka volně ložená.

Tuk, který přichází od šnekových lisů se zbavuje mechanických nečistot na vibračním sítě. Předčištěný tuk natéká do zásobních nádrží s míchadly. Odtud je čerpadly dopravován na odstředivku, kde dojde k dokonalému oddělení pevných částic. Vyčištěný tuk je dále přečerpán

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

do stojatých zásobníků, odkud se expeduje. Odstředěné pevné částice jsou vynášeny šnekovým dopravníkem mimo objekt do kontejneru a odváženy jako přídavek do krmiv.

Celý výrobní asanační podnik musí být vybaven vzduchotechnikou. Vyústění vzduchotechniky je do dezodorizace. Technologické zařízení pracuje buď na bázi chemicko-biologické likvidace páchnoucích látek, vznikajících při technologii zpracování odpadu živočišného původu. V současnosti jsou veškeré provozní budovy asanačních podniků odvětrány přes půdní filtr. Půdní filtry sestávají ze dvou betonových nádrží o objemu cca 1090 m^3.

Náplní filtrů je směs kůry a rašeliny, která je ve vrstvě 1,2 m. Veškerá vzdušina od strojů a z prostoru provozních hal je odsávána ventilátorem do pračky vzduchu. Účel pračky vzduchu je dvojí, jednak zvlhčuje vzduch a z větší části voda, kterou je vzduch v pračce zkrápěn, zachytí amoniak. Voda z pračky vzduchu je svedena do čistírny odpadních vod.

Z pračky je vzduch čerpán do půdního filtru. Zvlhčený vzduch je čerpán ke dnu nádrží a prochází náplní filtru. Pachové částice se sorbují do náplně filtru. Tato náplň se časem stane méně průchodnou proto se musí minimálně jednou ročně přeházet, aby vzduch mohl proudit. Po 3 až 4 letech je nutno tuto náplň vyměnit. Účinnost filtru je 80 %. Pravidelně jedenkrát ročně je prováděno měření na pachové jednotky a jedenkrát za 3 roky je prováděno měření emisí autorizovanou laboratoří.

Nezbytným zařízením pro provoz kafilerní technologie je sterilizátor odpadních vod. Veškeré oplachové vody a voda ze suroviny je jímána v podzemní jímce. Na rotačním sítě je zbavena mechanických podílů a přečerpána do mezizásobníků. Odtud je cyklicky čerpána do vlastního sterilizačního zařízení. Sterilizace se provádí ohřevem parou. Působením tepla a tlaku po určitou dobu dojde k likvidaci všech choroboplodných zárodků. Po skončení cyklu se sterilizovaná voda ochlazuje ve výměníku tepla a je odvedena do kanalizace a dále do čistírny odpadních vod.

Příloha kapitoly 6,

obrázek 6.6: Schéma výrobního procesu předvařákové technologie se sušením v diskové sušárně

obrázek 6.7: Příjem suroviny – příjmový žlab

obrázek 6.8: Drcení – hrubé drcení

obrázek 6.9: Sterilizace suroviny

obrázek 6.10: Kontinuální disková sušárna

obrázek 6.11: Šnekové lisy

obrázek 6.12: Zařízení na mletí masokostní moučky – kladívkový mlýn

obrázek 6.13: Oddělení pevných částic v kafilérním tuku – dekantace

obrázek 6.14: Materiálová bilance předvařákové technologie se sušením v diskové sušárně

obrázek 6.15: Průběh teploty a tlaku v průběhu zpracování suroviny na předvařákové technologii se sušením v diskové sušárně

obrázek 6.16: Technologické schéma příjmu a zpracování živočišných odpadů

obrázek 6.17: Technologické schéma zpracování živočišných odpadů - strojovna

obrázek 6.18: Technologické schéma zpracování tuku a moučky

tabulka 6.3: Elementární složení produktů z odpadů z živočišného původu

Otázky ke zkoušce

1. Charakterizujte asanační podnik.
2. Jaké procesní kroky probíhají v asanačním podniku?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

3. Klasifikujte živočišné odpady zpracovávané při asanaci.
4. Jaké jsou možnosti zpracování živočišných odpadů?
5. Popište předvařákovou technologii se sušením v diskové sušárně.

Použita literatúra

1. DOUGLAS, P. A. *Rendering operations, Rendering Smithfield Foods*, Inc an overview of the rendering industry. National Renderers Association.
2. GRUNERTOVÁ, H - BABÍK, I - PREDÁČ, J. 1990. *Analýza súčasného rozvoja kafilerickej technologie vo vyspelých priemyselých štátoch a možnost jej uplatnění a v ČSSR.*
3. KRENÍKOVÁ, V. 2014. *Odpady a druhotné suroviny I.* Univerzita Jana Evangelisty Purkyně. Ústí nad Labem 2014.
4. Likvidace nepoužitelného kafilerního materiálu. 1993.MTM Servis s.r.o.
5. MALAŤÁK, J - DLABAJA, T. 2015. Hydrothermal carbonization of stabilized sludge and meat and bone meal. Research in *Agricultural Engineering*. 61(1). pp. 21-28.
6. MALAŤÁK, J. 2019. *Technologická zařízení odpadového hospodářství ve veterinárních asanačních ústavech*. Učební texty ČZU v Praze. 66 stran.
7. *Patentová rešerše RP 12014 - sušení kafilerních surovin.* TMS Pardubice. 1988.
8. *Referenční dokument o BAT(nejlepších dostupných technikách) u zařízení na zneškodňování nebo zhodnocování zvířecích těl a živočišného odpadu pro potřeby České republiky.*
9. SLABÝ, F. 1984. *Čištění odpadních vod z kafilérií.* ČVUT FSI PRAHA.
10. ŠTYBNAR, A. 1990. *Zpracovatelské technologie pro zpracování živočišných odpadů.* UVAU PRAHA.
11. VAŠKOVÁ, M. 1988. *Fyzikální a chemické vlastnosti kafilerních surovin, meziproduktů a fyzikálních výrobků VAU*. VETAS Dobřejovice.
12. WALTER, J. 1994. *Kontinuální sterilizace kafilerní suroviny* – Patent.
13. Firemní literatura fy http://dupps.com/
14. Firemní literatura fy http://www.ancoeaglin.com/
15. Firemní literatura fy http://www.atlas-stord.dk/
16. Firemní literatura fy http://www.monts.cz/
17. Firemní literatura fy http://www.prokop.cz/
18. Firemní literatura fy http://www.tri-mer.com/
19. Firemní literatura fy http://www.vetascb.cz/

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

7 ZAŘÍZENÍ S PROCESEM ALKOHOLOVÉHO KVAŠENÍ

Tato kapitola je koncipována od principu alkoholového kvašení, přes způsoby odvodňování bioetanolu, technologie výroby bioetanolu, přípravu a výběr suroviny. Student dostane informace o kontinuální fermentaci, destilaci a dehydrataci. Na konci této kapitoly jsou uvedeny principy získávání etanolu ze surovin obsahujících lignocelulózu.

Biomasa je hlavním zdrojem obnovitelných paliv. Používáme-li biomasu jako surovinu pro výrobu kapalných paliv, potom existují tři hlavní způsoby její konverze na kapalné palivo určené pro dopravu a pohon motorů:

- extrakce bio-oleje z olejnin,
- fermentace plodin bohatých na škrob a cukr nebo celulózových produktů s přeměnou na alkohol,
- zplyňování biomasy, čištění a využití získaného plynu, ev. jeho další syntéza.

V případě výroby kapalných paliv přímo z odpadů připadá v úvahu poslední dva způsoby zpracování. Tato kapalná paliva se vyrábí z nepotravinářské a odpadní biomasy jako je lesní biomasa (včetně těžebních zbytků), zemědělský odpad (sláma, seno, kukuřičné, řepkové a jiné zbytky), energetické rostliny (křídlatka, čirok, šťovík apod.). Dále biologický odpad z domácností, použitý fritovací olej, odpadní živočišný tuk a komunální odpad. Technologický proces na zpracování těchto surovin je však mnohem složitější a náročnější než fermentační výroba etanolu či esterifikace olejů. Konverzní poměr se ve většině případů pohybuje v poměru 5 tun biomasy na 1 tunu biopaliva. Biopaliva z odpadních surovin mají až 90 % potenciál snížení emisí CO_2 ve srovnání s fosilními palivy. Dle analýzy LCA tyto biopaliva vykazují významný pozitivní rozdíl v saldu produkce CO_2 během svého životního cyklu.

Mezi biopaliva, vyrobená z uvedených surovin, patří bioetanol z lignocelulosové biomasy, biometanol resp. benzin jako produkt katalytické konverze syntézního plynu, biobutanol z bioetanolu a motorová nafta jako vyrobená hydrogenací nebo transesterifikací nepotravinářských nebo upotřebených kuchyňských olejů. Z pohledu cirkulární ekonomiky se však nejslibněji jeví výroba syntetických paliv vzniklých po pyrolýze odpadních plastů na pyrolýzní olej, nebo konverzí syntézního plynu na produkty Fischer-Tropschovy syntézy.

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.1: Další možnosti zdrojů obnovitelných motorových paliv a jejich způsobů výroby

Alkoholové kvašení

Výroba etanolu ze škrobu a cukru je již dlouho známá a vyzrálá technologie, která se skládá z přípravy suroviny, fermentace, destilace, rektifikace a odvodnění.

Technologie dosáhla velmi vysoké úrovně vývoje a možnosti pro další stěžejní vývoj se jeví jako omezené. Přesto existuje ještě značný optimalizační potenciál v dílčích oblastech produkce bioetanolu. Obzvláště v oblasti fermentace je třeba dalšího výzkumu k vylepšení výtěžnosti, procesní kontroly a rovněž zpracování a upotřebení zde vznikajícího CO_2. Neméně důležitou oblastí je čištění plynu při sušení odpadů.

Pro pochopení procesu alkoholového kvašení je ukázána přeměna sacharózy z cukrové řepy za vzniku jednoduchých cukrů:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

$C_{12}H_{22}O_{11} + H_2O \rightarrow 2\ C_6H_{12}O_6$ (1)
disacharid – sacharóza *monosacharid – fruktóza + glukóza*

Ze škrobnatých surovin, zejména zrnin a brambor, se škrob nejdříve zmazovatí a poté řízeným chemickým procesem za přítomnosti enzymů v souladu s následující rovnicí vzniká glukóza:

$(C_6H_{10}O_5)^n + n\ H_2O \rightarrow n\ C_6H_{12}O_6$ (2)
škrob *glukóza*

Pro výrobu alkoholu z glukózy má majoritní chemická rovnice tvar:

$C_6H_{12}O_6 \rightarrow 2\ CO_2 + 2\ C_2H_5OH$ (3)
glukóza *oxid uhličitý* *etanol*

Ztekucování a zcukřování škrobu se provádí:

- kontinuálně
- šaržově
- a za různých teplotních režimů: do 100 °C i při 105–120 °C.

Etanol se získává destilačním dělením prokvašeného díla, kde se vyskytuje v koncentraci pohybující se v intervalu 6–14 % hm. V prokvašeném díle jsou kromě čistého etanolu ještě obsaženy látky vznikající v průběhu fermentace a to:

- glycerin,
- vyšší alkoholy a jejich oxidační produkty,
- jakož i reakční produkty etanolu:
  - aldehydy,
  - kyseliny a estery.

Celkové množství těchto vedlejších frakcí není vyšší než 1 % obsahu etanolu, problémem však je jejich obtížné oddělení ze směsi, ve které dominuje etanol a voda. Všechny zmíněné látky se z hlediska destilačního dělení odlišují relativní těkavostí (poměr tenze páry dělené látky a tenze páry referenční složky – etanolu) na látky lehčí, střední a těžší a způsob jejich oddělení je dobře znám.

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.2: Blokové schéma technologického procesu výroby etanolu z obilovin

Odvodňování bioetanolu

Metody odvodňování bioetanolu lze v zásadě rozdělit do 5 skupin:

- odvodňování tuhými látkami,
- odvodňování pomocí kapalin,
- odvodňování destilací,
- odvodňování molekulárními síty,
- využití membránových procesů při odvodňování alkoholu.

Odvodňování tuhými látkami

Odvodňování tuhými látkami patří mezi nejstarší odvodňovací metody. Hodí se jen pro výrobu menšího množství. Používá se např. páleného vápna, chloridu vápenatého, sádry, octanu sodno-draselného (metoda HIAG) a jiných látek, které na sebe váží vodu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Odvodňování pomocí kapalin

U odvodňování pomocí kapalin se především jedná o metody azeotropické destilace. Principem metody je vytvoření ternární směsi voda – etanol – třetí složka, která destiluje při teplotě nižší, než je bod varu etanolu. Veškerá voda se váže do ternáru. Etanol zůstane na dně kolony. Ternární soustava se po ochlazení rozdělí na dvě omezeně mísitelné fáze, které se rozdělí a ta fáze, která obsahuje víc třetí složky, se vrací zpět.

Příkladem je klasický způsob s benzenem (systém DDS), trichlorethylenem (systém Draninol), cyklohexanem (proces INVENTA) aj. Obsah vody v bezvodém alkoholu je jen několik desetin %.

Odvodňování destilací

Existuje několik hygroskopických kapalin (vážou vodu), jako je např. glycerol a etylenglykol, které po přidání do destilační kolony naváží vodu a alkohol destiluje při svém bodu varu (78,3 °C). Po oddestilování etanolu se zvýší teplota a destiluje voda a zůstává glycerol. Do této skupiny metod můžeme zařadit i extrakci organickými rozpouštědly. Metoda trpí všemi známými nedostatky, které doprovází extrakce a oddělování rozpouštědla od druhé složky. Benzínem se vyextrahuje část alkoholu bez vody a tato fáze se použije přímo jako palivo. Benzín s vodou jde pak do kolony, kde se oddělí benzín. Při odvodňování destilací se sníží tlak v koloně na 9,3 kPa a tím dochází k posunu ve složení azeotropické směsi až na skoro 100 % etanolu.

Ekonomicky však tento způsob není příliš výhodný. Čím nižší tlak, tím musí být větší průměr kolony, silnější stěny, spotřebuje se hodně elektrické energie a je třeba mít uzavřený obvod chladící vody, aby došlo k ochlazení par o nízké teplotě. Na druhé straně lze však k vytápění využít páru o nižší teplotě.

Odvodňování molekulárními síty

Mezi nejpoužívanější současné metody lze zařadit odvodňování molekulárními síty. Náplň molekulárního síta tvoří vylisovaná tělíska kulatých nebo válcovitých tvarů ze syntetických nebo přirozených materiálů, jako je např. hlinitokřemičitan draselný, tzv. zeolitů. Zeolity adsorbují selektivně molekuly menší, než je určitá hraniční velikost. Typická úroveň použitá při dehydrataci je typ 3Å (1 Å = 10-8 cm). Molekuly vody mají střední průměr menší než 3 Å, zatímco molekula etanolu má střední průměr větší než 3Å. Do pórů zeolitu vstupuje voda, nikoliv bioetanol. Zařízení pracuje v sestavě dvou zeolitových kolon.

Azeotropický etanol (cca 5 % vody) vstupuje do kolony, část alkoholu a veškerá voda zůstane v koloně a po nasycení kolony je nutno přepnout odvodňování na druhou kolonu. První kolona se regeneruje propařováním parou. Po ochlazení se lihová kapalina vrací do výroby. Jeden cyklus na koloně trvá jen několik minut. Zeolity mají životnost kolem 1 roku, ale i více.

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.3: Schéma technologické linky s odvodňováním za pomocí molekulárních sít

Využití membránových procesů při odvodňování alkoholu

K membránovým technologiím patří zejména metoda pervaporace a metoda pertrakce. Je však možno pro oddělení vody užít i metodu reverzní osmózy, ale tlak potřebný k vytlačení vody (membrána je nepropustná pro etanol) je vysoký a naráží na pevnostní limit membrán. Pervaporace spočívá na separačním účinku membrány, která se neustále regeneruje. Polymér membrány nabobtná na straně kapaliny, kdežto na druhé straně, kde je vakuum, je membrána téměř suchá. Membrány musí mít hydrofóbní vlastnosti, selektivita pro vodu je u nich špatná a propouštějí prakticky páry etanolu. Vysokokapacitní jednotky na výrobu bezvodého etanolu se již dodávají. Metoda pertrakční, založená na extrakci přes kapalnou membránu, není zatím používána pro provozní účely.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Technologie výroby bioetanolu

Technologie výroby potravinářského a farmaceutického lihu a bioetanolu se liší uspořádáním procesu:

- destilace,
- rafinace,
- dehydratace,

v tom, že některé skupiny látek se v případě výroby bioetanolu neodstraňují a některé se odstraňují jen proto, aby bylo možné uskutečnit proces dehydratace.

Vzhledem k tomu, že etanol vytváří za normálních podmínek s vodou azeotropickou směs 95,57 % m/m, je nutné získat z prokvašené zápary produkt s obsahem etanolu vyšším, než odpovídá azeotropické směsi. Tento parametr je základním kvalitativním znakem palivového bioetanolu.

Základní strojní proces zpracování na bioetanol zahrnuje:

- přípravu suroviny,
- kontinuální fermentaci,
- destilaci,
- molekulární dehydrataci včetně pomocných provozních souborů.

Zahrnuje jak suchý proces mletí, tak technologický proces zpracování vlhké suroviny.

Příprava suroviny

Ztekucování

Kaše ze zpracovaného materiálu je odměřena společně s předehřátou zřeďovací vodou, tvořenou kondenzovanými řídkými párami a čerstvou užitkovou vodou, do statického míchače. Dávka alfa-amylázy je rovněž přidána do řídké kaše a působí jako katalyzátor při hydrolýze škrobových molekul o vysoké molekulární hmotnosti.

Škrob je souběžně želatinizován vysokou teplotou a zřeďován alfa-amylázou při optimální pH-hodnotě vhodné pro enzymy. Kaše je před ztekucováním čerpána přes záparový ohřívač vody a dále je míchána s parou na řízenou teplotu přibližně 110 °C.

Pařák zajišťuje dostatečnou rezidenční dobu z důvodu zajištění komplexní želatinizace škrobu a pasterizace bakterií, které by mohly vstoupit do procesu se surovinou. Horká zápara potom přetéká do vakuové nádoby, kde teplota klesá na přibližně 89 °C a hlavní dávka alfa-amylázy je přidávána za účelem celkového ztekucení škrobu.

Předsacharifikace

Ve ztekucovacích tancích je upravena pH-hodnota zápary na optimální aktivitu enzymů. Předsacharifikační tank zajišťuje rezidenční dobu pro druhý enzym, amyloglukosidázu (AMG), pro usnadnění další konverze (sacharifikace) dextrinů na glukózu.

AMG umožňuje, aby voda štěpila jednotlivé molekuly glukózy z lineárních i nelineárních sekcí dextrinových molekul. Zápara je chlazená a přečerpávána z předsacharizačních tanků do fermentační sekce. Zápara ještě není v tomto bodě zcela zcukřena, nicméně enzymy AMG pokračují v produkci glukózy pomocí následné fermentace, i když pomaleji z důvodu nižší fermentační teploty.

Fermentace

Tento proces je spolehlivý, dlouhodobě ověřený v mnoha realizovaných provozovnách a je většinou rozdělen na dvě fáze:

- Předfermentace

Předfermentor je používán pro kontinuální nárůst majoritní části kvasinek, požadovaných pro fermentaci. Pro počáteční nastartování nových kvasinek jsou aktivní suché kvasinky hydratovány v teplé vodě ve speciální nádobě pro kvasničný koncentrát.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Po počátečním nárůstu kvasinek je předfermentor naplněn záparou. Tato operace je kontinuální za ustálených podmínek. Průtočné množství zápary a úroveň předfermentoru jsou nastaveny tak, aby zajišťovaly rezidentní dobu, při které je koncentrace konstantní kolem 4,3 – 5 % V/V alkoholu, a aby byla udržována stálá populace kvasinek. Dusík anebo fosforečnan ve formě výživných preparátů jako je močovina, diamoniumfosforečnan a vitamíny jsou přidávány za účelem doplnění nedostatečného stavu výživných preparátů, který může nastat v zápaře.

- Hlavní fermentace

Z předfermentoru je zápara kontinuálně čerpána do fermentoru prvního stupně, a navíc je prováděna kontrola toku zápary z předsacharizační cisterny. Průtočné množství zápary a řízení fermentoru v prvním stupni jsou nastaveny tak, aby dodržely rezidentní dobu zajišťující konstantní koncentraci cca 5,5 až 6,5 % V/V alkoholu a stálou populaci kvasinek. Pro získání dalšího růstu kvasinek ve fermentoru v prvním stupni je prováděna kontrola toku vzduchu.

Jestliže musí být první fermentor vyprázdněn z důvodu údržby nebo z důvodu mechanizovaného čištění CIP (Cleaning in Place) tanku apod., fermentor ve druhém stupni může být také promícháván. Z fermentoru v prvním stupni je zápara čerpána z jednoho stupně do druhého. Na konci fermentace je enzymatická konverze zbytkových cukrů limitujícím faktorem. Když všechny dextriny byly přeměněny na cukry a všechny cukry na alkohol pomocí kvasinek, je konečná alkoholová zápara přečerpána do mezilehlého záparového tanku.

Konečná koncentrace alkoholu závisí na obsahu škrobu v surovině. Úrovně alkoholu jsou relativně vysoké v rámci fermentační sekce, což podněcuje růst přirozeně se vyskytujících mikroorganismů, jako jsou bakterie a ostatní kvasinky. Fermentace cukrů kvasinkami na alkohol a CO_2 je exotermická. Jestliže by se fermentace nechala probíhat tímto způsobem, zvýšila by se teplota zápary a kvasinky by zahynuly. Ohřev při fermentaci se odstraňuje cirkulací zápary ve fermentorech přes externí výměníky tepla. Teplota fermentující zápary je udržována na 31 – 33 °C, která je mírně vyšší než ve fermentoru, kde je udržována na 30 – 31 °C. To je způsobeno různými podmínkami podporujícími růst kvasinek a produkci alkoholu.

Destilace a dehydratace

Alkoholové páry z destilačního provozu jsou přiváděny do párou poháněného ohřívače, kde je teplota zvýšena na přibližně 115 °C. Odtud jsou přehřáté výpary surového alkoholu přiváděny do jednoho z lůžek molekulárních sít A a B. V loži molekulárního síta je voda absorbována v rozsahu alkoholových/vodních par materiálem 3Å-Zeolite. Tyto dehydrované alkoholové páry jsou kondenzovány a přečerpány do skladu produktu po ochlazení. Ihned poté, kdy je lože A nasyceno vodou a mohlo by dojít k jeho protržení, přepne automatické řízení ventily pro napájecí tok do regenerovaného lože B. Zatížené lože A je přepnuto do regeneračního modu. V tomto modu je vrchní část lože A napojena na podtlakový systém, který snižuje tlak v loži na přibližně 0,14 bar. Při tomto nízkém tlaku začíná být voda opět desorbována. Jednotlivá doba cyklu pro adsorpci a regenerační mód je přibližně 5–7 minut. Regenerace obou loží je prováděna přiváděním malého množství proudu par produktů z lože A na dno lože B (nebo obráceně). Tento proud výparů přivádí desorbovanou vodu k promývacímu kondenzátoru. Promytý kondenzát je přečerpán zpět do destilační sekce.

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.4: Schéma molekulárních sít A a B

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Získávání etanolu ze surovin obsahujících lignocelulózu

Biologické odpady je možné z chemického hlediska zařadit v naprosté většině mezi lignocelulózové materiály, kde poměr obou přírodních polymerů i jejich množství je značně proměnlivé. Jak celulóza, tak lignin jsou základními stavebními kameny většiny rostlin, takže znalost zastoupení a vlastností obou přírodních polymerů pomáhá objasňovat i vlastnosti fytomasy významné pro její využití jako bioenergetické suroviny. Zpracování surovin obsahujících lignocelulózu (sláma obilovin, dřeviny, cíleně pěstované stébelniny a např. i starý papír) vyžaduje oproti zpracování surovin obsahujících škrob nebo cukr předřazený procesní krok k rozštěpení řetězců celulózy a rozštěpení na cukr o C6 jako je glukóza.

Příloha kapitoly 7, tabulka 7.1: Podíl ligninu, celulózy a hemicelulózy ve vybraných dřevinách a stébelninách

Na základě velmi pevné vazby uvnitř celulózové molekuly a mezi jednotlivými celulózovými řetězci tento předřazený procesní krok představuje vždy největší technickou obtíž při zpracování těchto odpadů. Rozklad celulózy, případně hydrolýza celulózy, se může dít v podstatě třemi různými cestami:

- rozkladem koncentrovanými kyselinami
- rozkladem zředěnými kyselinami
- enzymatickým rozkladem.

Základní chemické reakce pro získání metanolu jsou:

$$CO + 2\,H_2 \rightarrow CH_3OH \qquad (4)$$

$$CO_2 + 3\,H_2 \rightarrow CH_3OH + H_2O \qquad (5)$$

Rozklad koncentrovanými a zředěnými kyselinami je relativně starý a známý způsob zpracování lignocelulózy v rámci dřevozpracujícího průmyslu. Přitom se používá kyselina sírová nebo solná, zřídka také fluorovodík.

Při hydrolýze koncentrovanými kyselinami je častý dvoufázový postup, při němž se celulóza rozkládá:

- v první fázi koncentrovanou kyselinou sírovou,
- v druhé fázi zředěnou kyselinou.

Kritickým bodem v procesu je přitom oddělení cukru od kyselého matečního louhu a rovněž zpětné získání kyseliny a zvýšení koncentrace recyklované kyseliny. Získané cukry mohou být přeměněny fermentací v etanol.

Hydrolýza celulózy zředěnými kyselinami byla již koncem 19. století používána ve vyspělých zemích k výrobě etanolu z celulózy. Tehdy se dosahovalo výtěžku 7,6 l etanolu na 100 kg dřevního odpadu.

Hydrolýza přitom probíhá v podstatě ve dvou fázích, přičemž v první fázi za mírných podmínek se jako u prvně citovaného postupu rozkládá převážně hemicelulóza, která je již částečně hydrolyzována. V druhé fázi probíhá hydrolýza rezistentnějších celulózových frakcí. Nerozložená celulóza, lignin a nerozpustné zbytkové látky jsou z hydrolýzového reaktoru z produkčního toku odstraněny a spalovány za účelem výroby páry nebo proudu.

V papírenském a dřevozpracujícím průmyslu byl po dlouhá léta intenzivně uplatňován rozklad celulózy zředěnou kyselinou sírovou. V mnoha průmyslových zemích již nejsou tyto postupy používány. Postupům čistého rozkladu kyselinami je společné, že z důvodů vysoké

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

koroze kyseliny jsou kladeny vysoké nároky na materiál a tím velmi narůstají investiční náklady na zpracovatelská zařízení. Dále jsou značné nedostatky v nákladném zpracování odpadní vody.

Novější výzkum proto přechází k enzymatickému rozkladu celulózy. Ovšem až dosud nejsou známy metody s uspokojivými výsledky bez předchozí úpravy kyselinou. Hlavní problém spočívá v tom, že enzymy, nezbytné k rozkladu celulózových řetězců, se samy brzdí svými reakčními produkty. Proto se těžiště výzkumu koncentruje převážně na uvolnění brzdící kinetiky při enzymatickém štěpení celulózy. Ačkoliv již bylo docíleno určitého pokroku, nebylo dosud dosaženo úplného vyřešení tohoto problému. Zlepšení energetické bilance, využití vedlejších produktů a rovněž diversifikace substrátu pro celoroční proces jsou další pracovní oblasti, v níž nyní probíhá výzkum. Další problém jsou velmi vysoké náklady na nezbytné enzymy.

Rozhodující pro úspěch zpracování celulózy na etanol je předběžná úprava suroviny. K tomu jsou zkoušeny různé biologické, chemické a fyzikální metody, aby se optimalizoval přístup k celulóze. Enzymatické štěpení se provádí celulázou. Vedle enzymatické hydrolýzy je jako dříve klíčovou technologií relativně stará technologie rozkladu kyselinou.

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.5: Další možnosti hydrolýzy lignocelulózové suroviny

Směr dalšího bádání je orientován na nové typy mikroorganismů, nebo případné využití genotechnických postupů pro přípravu takových mikroorganismů, které jsou schopny přeměnit celulózu na cukry C5 a C6 a rovněž mikroorganismy, které mohou tento cukr fermentovat na etanol. V oblasti vstupů pro výrobu etanolu je u enzymů a kvasnic stěžejním bodem šlechtění vhodných mikroorganismů, které jsou schopny zpracovat suroviny obsahující lignocelulózu s dostatečnou výtěžností na etanol. Těžištěm je enzymatický rozklad celulózy se zájmem o mikroorganismy, které jsou schopny zkvasit cukr C5 na etanol. Spotřebu vody je nutné minimalizovat recyklací procesních vod.

Otázky ke zkoušce

1. Jaké jsou další možnosti zdrojů obnovitelných motorových paliv a jejich způsoby výroby?
2. Vysvětlete princip alkoholového kvašení.
3. Jaké jsou způsoby odvodňování bioetanolu?
4. Popište technologii výroby bioetanolu.
5. Jakým způsobem se může získat etanol ze surovin obsahujících lignocelulózu?

Použitá literatúra

1. BOCKEY, D. 2003. *Perspektive and challenges for the market introduction of Biodiesel.* In. 4th European Motor BioFuels Forum, 24 – 26 November, 2003, Berlin, s. 8.
2. CAHILL, G. F - BELOT, G - COSTES, B. 2002. *Biofuels for the Automobile The PSA Peugeot Citroën Point of View.* In. World Biofuels, Seville, 23. – 24. April 2002, s. 10.
3. DIVIŠ, J. *Bioethanolový program v České republice.* In. Biopaliva, methylestery a směsná paliva. VÚZT Praha, 2004, s. 9 – 16
4. EN 14214: Automotive fuels – Fatty acid methyl esters (FAME) for diesel engines - Requirements and test methods, CEN, Management Centre, 2003. Brussels, s. 13.
5. EXNER, P et al. *Lihovarnická příručka.* Agrospoj, Praha, 1998, s. 217.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

6. GÄRTNER, S. O - REINHARDT, A. 2003. *Life Cycle Assessment of Biodiesel: Update and New Aspects.* IFEU – Institute for Energy and Environmental Research Heidelberg GmbH, May 2003, s. 20.
7. HENNIGES, O - ZEDDIES, J. 2004. *Competitiveness of Brazilian bioethanol in the EU*. F.O.Lichts - World Ethanol and Biofuels Report. Ratzeburg – Germany. Vol. 2, No. 20, June 22, 2004, s. 373 – 378
8. KÁRA, J et al. 1996 *Výroba a využití ethanolu ze zemědělských plodin – užití, ekonomika a legislativa.* Zpráva VÚZT Z-2305, Praha 1996, s. 73.
9. PASTOREK, Z - KÁRA, J - JEVIČ, P. 2004, *Biomasa – obnovitelný zdroj energie*. FCC Public Praha. 284 s. ISBN 80-86534-06-05.
10. TŘEBICKÝ, V. 2004. *Zkoušení kvality pohonných hmot, směsných paliv a biopaliv.* In. Biopaliva, methylestery a směsná paliva. VÚZT, Praha, 2004, s. 98 – 102.
11. WEILAND, P. *Notwendigkeit der Biogasaufbereitung, Ansprüche einzelner Nutzungsrouten und Stand der Technik*. In. Workshop Aufbereitung von Biogas. FAL Braunschweig, 17./18. Juni 2003, s. 7 – 23

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

8 PRODUKCIA ODPADU V HUTNÍCKOM PRIEMYSLE

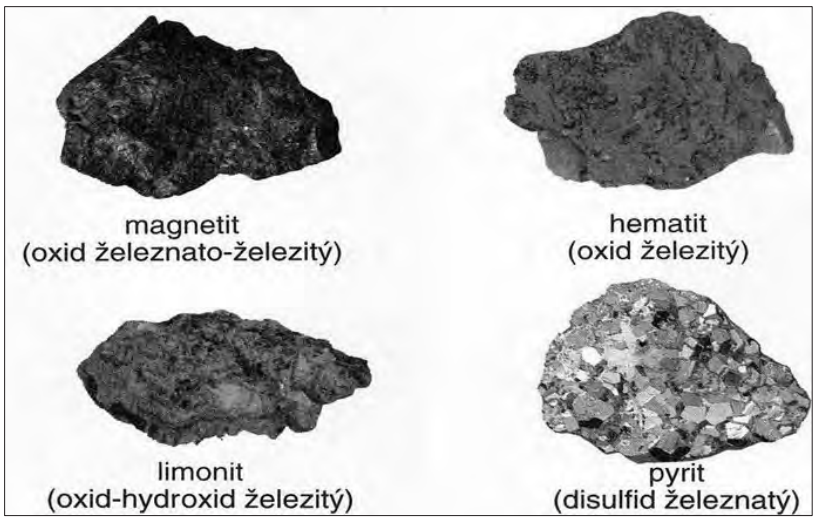
Cieľom nasledovnej kapitoly je oboznámiť čitateľa, ako vlastne vzniká odpad v hutníckom priemysle. Aké sú príčiny vzniku odpadu a aké sú následky produkcie odpadu. Je možné využitie odpadu z hutníckej výroby? Ako je to s recykláciou materiálov v hutníctve? Na tieto otázky nájdeme základné odpovede v tejto kapitole.

Hutníctvo alebo metalurgia

Z gréckeho metallourgos (metallon, kov + ergon, práca) patrí k základným odvetviam ťažkého priemyslu, v ktorom sa z rúd a iného materiálu vyrábajú kovy, ich zliatiny, rôzne hutnícke polotovary a výrobky. Hutnícky priemysel je možné rozdeliť na **hutníctvo železa a ocele** (tzv. čierna metalurgia), ktorá produkuje asi 95 % objemu hutníckej výroby na celom svete. Surové železo sa vyrába vo vysokých peciach. Železo sa ďalej spracováva na oceľ, čo je zliatina železa (Fe), uhlíka (C) a malého percenta ďalších prvkov, ako sú hliník (Al), mangán (Mn), kremík (Si), chróm (Cr), alebo nikel (Ni) (tzv. legujúce prímesi), ktoré vylepšujú fyzikálno-chemické vlastnosti ocele. K výrobe ocele sa používa aj železný šrot, čiže odpad.

Výroba aglomerátu

Aglomerát, ako produkt aglomeračného spracovania materiálov obsahujúcich železo (obrázok 8.1), predstavuje hlavnú časť vsádzky do vysokých pecí. Najzávažnejšími environmentálnymi problémami sú emisie odpadového plynu z aglomeračného pásu, ktorý obsahuje celý rad znečisťujúcich látok, ako tuhé znečisťujúce látky (TZL), ťažké kovy, SO_2 (oxid siričitý), HC1 (chlorovodík), HF (fluorovodík), PAH (polycyclic aromatic hydrocarbon) a organochlórové zlúčeniny PCB (polychlórované bifenyly), PCDF (polychlórované dibenzofurány) a PCDD (dibenzo-p-dioxíny).



Obrázok 8.1 Horniny obsahujúce železo (Fröhlichová et al. 2004)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výroba peliet

Peletizácia je ďalší proces na aglomeráciu materiálov obsahujúcich železo. Zatiaľ čo aglomeráty sa prakticky vždy vyrábajú v oceliarňach pre rôzne účely, pelety sa vyrábajú hlavne v blízkostí baní alebo expedičného prístavu. Preto je v EÚ iba jedno peletizačné zariadenie, ktoré je súčasťou integrovanej oceliarne a štyri samostatné závody. Aj v prípade týchto závodov medzi environmentálnymi problémami dominujú emisie uvoľňované do ovzdušia.

Výroba koksu

Koks sa používa ako primárne redukčné činidlo vo vysokých peciach. Aj v prípade koksovní sú najzávažnejším problémom emisie uvoľňované do ovzdušia. Často prevládajú fugitívne emisie z rôznych zdrojov, ako úniky z krytov, z dverí pecí a dverí vyrovnávačov, zo stúpacích potrubí a emisie z určitých operácií, ako nakladanie uhlia, vytláčanie koksu a hasenie koksu. Okrem toho, prchavé emisie vznikajú v úpravni koksárenského plynu. Hlavným bodovým zdrojom emisií uvoľňovaných do ovzdušia je odpadový plyn zo systémov nedostatočného vypálenia. Dôraz sa kladie na plynulú a nerušenú prevádzku, ako aj na údržbu koksovacích pecí, ktorá sa javí ako dôležitá.

Desulfurizácia koksárenského plynu je opatrenie s vysokou prioritou na minimalizovanie emisií SO_2, nielen v samotných koksovniach, ale tiež v iných zariadeniach, kde sa používa koksárenský plyn ako palivo.

Zneškodňovanie odpadovej vody je ďalším dôležitým problémom, ktorý musia koksovne riešiť.

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.2: Vysoká pec

Príloha kapitoly 8, video 8.1:
Blast furnace
https://www.youtube.com/watch?v=9N6uXQ8KRYc

Príloha kapitoly 8, video 8.2:
Forging ahead: exploring the steelmaking process
https://www.youtube.com/watch?v=PDmj4EpAPLk

Príloha kapitoly 8, video 8.3:
Making Steel
https://www.youtube.com/watch?v=9AMbKpeJRoU

Vplyv hutníctva na životné prostredie

Výrobu surového železa a ocele považujeme za jeden z najvýznamnejších znečisťovateľov životného prostredia. V hierarchii pôsobenia na jednotlivé zložky životného prostredia na prvé miesto patrí znečistenie ovzdušia a produkcia veľkého množstva odpadov. Emisie hutníckych podnikov sú tvorené najmä tradičnými znečisťujúcimi látkami: TZL, SO_2, NO_x a CO. V súčasnej dobe sa pozornosť obracia na znečistenie ťažkými a ostatnými kovmi ako arzén, ortuť, olovo, chróm a kadmium, ktoré kontaminujú okolie hutníckych podnikov, hlavne však

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

pôdny fond. Hutnícke podniky patria medzi najväčších spotrebiteľov energie (10 – 13 % celoštátnej spotreby). Vzhľadom na to, že výroba elektrickej energie je taktiež spojená s veľkým množstvom emisií, často hodnotíme hutnícky priemysel z pohľadu celkového množstva emisií. Komplexná palivovo-energetická náročnosť výroby sa zvyčajne vyjadruje tonách merného paliva (tmp) na jednotku výroby s následným vyčíslením vyvolaných emisií v energetike. Platí to aj pri vyvolaných emisiách pri úprave, príprave a doprave veľkého množstva použitých surovín (milióny ton ročne). Z toho pohľadu sú vyvolané emisie väčšie než vykazované emisie hutníckeho podniku. Veľký význam z hľadiska životného prostredia má produkcia značného množstva odpadov rôzneho chemického a fyzikálneho zloženia. V minulosti bola väčšina odpadov ukladaná na odvaly v bezprostrednej blízkosti hutníckych prevádzok bez ohľadu na ich charakter a zloženie ako aj bez možnosti ich budúceho selektívneho využitia. V súčasnosti je väčšina hutníckych odpadov recyklovaná alebo využitá v rámci iných priemyselných odvetví (stavebné hmoty, cement, hnojivá apod.). Aj napriek tomu ostáva celý rad odpadov problémových a ťažko využiteľných. Vo všeobecnosti delíme odpady z hutníckeho priemyslu na:

- veľkoobjemové odpady s využiteľnou železnou substanciou (oceliarenské trosky, okovy, oprašky a kaly bez nebezpečných látok),
- veľkoobjemové nemetalické odpady (vysokopecná troska, žiaruvzdorné materiály, zlievárenské piesky apod.),
- odpady z podnikovej energetiky (popolček, škvara, troska).

Medzi zvlášť nebezpečné odpady zaraďujeme tie, ktoré obsahujú toxické látky. Do tejto skupiny odpadov patria:

- **vysokopecné a oceliarenské oprašky a kaly,**
- **zaolejované okovové kaly,**
- **kaly z koncových čistiarní odpadových vôd,**
- **odpady z morenia a povrchových úprav.**

K vyššiemu stupňu využitia odpadov v hutníckom priemysle vedie ekonomická motivácia (využitie metalickej časti) ale aj legislatíva, ktorá obmedzuje ďalšie rozširovanie úložných plôch. V minulosti bola hutnícka výroba závislá na množstve odoberanej vody z povrchových zdrojov. Veľké požiadavky na množstvo vody a nedostatočná kapacita vody v recipientoch viedli hutnícke podniky k vyššiemu využívaniu vody v cirkulačných obehoch. V súčasnosti majú hutnícke podniky uzavretý cirkulačný obehový systém vodného hospodárstva. Z hľadiska životného prostredia nie je rozhodujúce množstvo odpadových vôd hutníckeho podniku, ale vypúšťané množstvo týchto vôd do recipientu a profily hodnotenia ukazovateľov znečistenia. Problémom z hľadiska využitia resp. recyklácie sú kaly z koncových čistiarní odpadových vôd v hutníckych podnikoch. Tieto kaly obsahujú celý rad cudzorodých látok, najmä ťažkých kovov. Často sú využívané v poľnohospodárstve. Pri ich aplikácii ako hnojiva je nutná podrobná znalosť cudzorodých látok a ich dlhodobé sledovanie z hľadiska možného znečisťovania vodných zdrojov a potravinového reťazca. Hutnícke podniky sú zdrojmi veľkej hlučnosti, obzvlášť v rámci hutníckej prevádzky. Na svoje okolie pôsobia len obmedzene, bez väčšieho významu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Emisie oxidu uhličitého z výroby železa a ocele

Medzi odvetvia, ktoré sa výrazným spôsobom podieľajú na produkcii oxidu uhličitého patrí aj hutníctvo. Preto jeho podiel na znižovaní oxidu uhličitého na základe Kjótskeho protokolu ako doplnku „Rámcového dohovoru OSN o zmene klímy" nie je zanedbateľný.

I keď niektoré súčasné odhady naznačujú, že aj keby sa emisie CO_2 podľa Kjótskeho protokolu znížili, toto zníženie emisií by zredukovalo zvýšenie globálnej priemernej teploty v rozpätí približne medzi 0,02 °C až 0,28 °C do roku 2050 (zdroj: Nature, október 2003), v porovnaní s predpokladaným zvýšením teploty v rozpätí medzi 1,4 °C a 5,8 °C od roku 1990 do roku 2100 predpovedaným IPCC (Medzinárodný panel pre klimatické zmeny-International Panel for Climate Change). Mnohé kritiky a otázky environmentalistov hovoria, že požadované hodnoty Kjótskeho protokolu nedokážu výraznejšie znížiť emisie v budúcnosti.

Železiarsky a oceliarsky priemysel sú priemyselné odvetvia s vysokou spotrebou materiálov a energií. Viac ako polovica materiálového vstupu sa stáva výstupom vo forme odpadových plynov a tuhých odpadov-vedľajších produktov. Najzávažnejšími emisiami sú znečisťujúce látky uvoľňované do ovzdušia, pričom prevládajú emisie z aglomeračných úpravní. Napriek značnému úsiliu znížiť emisie, podiel tohto sektora na celkových emisiách uvoľňovaných do ovzdušia je v EÚ značný pri veľkom počte znečisťujúcich látok, hlavne v prípade niektorých ťažkých kovov a PCDD/F. Podiel opätovne používaných a recyklovaných tuhých odpadov-vedľajších produktov sa výrazne zvýšil, ale značné množstvá sa naďalej ukladajú na skládkach odpadov.

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.3: Technologická schéma výroby železa
https://slideplayer.cz/slide/3768604/

Tabulka 8.1 Produkty vysokej pece [https//slideplayer.cz/slide/3768604/]

Chemické zloženie				
CO_2	**CO**	**H_2**	**CH_4**	**N_2**
8-14%	**23-32%**	**1-4%**	**0,2-0,4%**	**55-60%**

- úlety (3-30 $g.m^{-3}$)
- 3800 – 4000 m^3 plynu na 1 t koksu
- výhrevnosť 3700 – 4200 $kJ.m^{-3}$
- ohrev vzduchu (30-40 %)

Využitie odpadu z vysokých pecí
Trosky

- **výroba dlaždíc,**
- **zmiešaných cementov,**
- **troskotvorných tehiel.**

Vysokopecného plynu (150 – 300 °C)

- **vyhrievanie vzduchu pre vysokú pec,**
- **pohon plynových motorov,**
- **vykurovanie.**

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výroba neželezných kovov

Druhou skupinou je hutníctvo neželezných kovov, kam patrí výroba hliníka (Al), cínu (Sn), olova (Pb), niklu (Ni) alebo ortuti (Hg). Objemom síce zanedbateľné, avšak významom rozhodne nie je odvetvie zamerané na získavanie a spracovanie vzácnych kovov: zlata (Au), striebra (Ag) a platiny (Pt).

V EÚ sa vyrába najmenej 42 neželezných kovov plus ferozliatiny, uhlík a grafit sa používajú na rôzne účely v metalurgickom, chemickom, stavebnom, dopravnom priemysle, ako aj v priemysle výroby a rozvodu elektrickej energie. Napr. vysoko čistá meď je neodmysliteľná vo výrobe a distribúcii elektrickej energie a malé množstvo niklu alebo kovov taviteľných pri vysokej teplote zlepšuje odolnosť proti korózii, alebo zlepšuje vlastnosti ocele. Tieto kovy sa tiež používajú v mnohých vysoko špičkových technologických zariadeniach, hlavne v rezorte obrany, počítačových, elektronických a telekomunikačných odvetviach. Neželezné kovy sa vyrábajú z rozmanitých primárnych a druhotných surovín. Primárne suroviny sa získavajú z rúd, ktoré sa ťažia a ďalej upravujú predtým, než sa spracujú metalurgicky za účelom výroby surového kovu. Úprava rúd zvyčajne prebieha blízko baní. Medzi druhotné suroviny patrí pôvodný šrot a zvyšky môžu byť tiež podrobené určitej predúprave za účelom odstránenia povlakových materiálov. Ložiská rúd s obsahom kovov v prijateľnej koncentrácii sa v Európe postupne vyčerpávajú a ostáva len málo pôvodných zdrojov. Preto je väčšina rúd z rôznych zdrojov z celého sveta.

Recyklovanie sa stáva dôležitým prvkom zásob surovín mnohých kovov. Meď, hliník, olovo, zinok, vzácne kovy a kovy taviteľné pri vysokej teplote sa môžu, okrem iného regenerovať zo svojich produktov alebo zo zvyškov a môžu sa vrátiť do výrobného procesu bez straty kvality pri recyklovaní. Druhotné suroviny majú celkovo veľký podiel na výrobe, čím dochádza k zníženiu spotreby surovín a energie. Niektoré kovy sú neodmysliteľné ako stopové prvky, ale pri vyšších koncentráciách sú charakterizované toxicitou kovu, iónu alebo zlúčenín a mnohé sa nachádzajú na rôznych zoznamoch toxických materiálov. Olovo, kadmium a ortuť sú najviac obávané kovy.

Hlavné environmentálne problémy spojené s výrobou neželezných kovov

Hlavnými environmentálnymi problémami v oblasti výroby väčšiny neželezných kovov z primárnych surovín sú potenciálne emisie prachu, kovov, resp. zlúčenín kovov a oxidu siričitého, ktoré sú uvoľňované do vzduchu pri pražení a tavení rúd s obsahom síry, alebo v dôsledku používania palív alebo iných materiálov s obsahom síry. Zachytávanie síry a jej premena alebo odstránenie je preto dôležitým faktorom vo výrobe neželezných kovov. Pyrometalurgické procesy sú potenciálnymi zdrojmi prachu a kovov z pecí, reaktorov a prepravy roztaveného kovu. Hlavné environmentálne problémy spojené s výrobou neželezných kovov z druhotných surovín súvisia s odpadovými plynmi z rôznych pecí a transportov, ktoré obsahujú prach, kovy a v niektorých výrobných krokoch aj kyslé plyny. Existuje tiež potenciálne riziko tvorby dioxínov v dôsledku prítomnosti malého množstva chlóru v druhotných surovinách. Rozklad a zachytenie dioxínov a VOC (prchavé organické zlúčeniny) predstavujú problém, ktorému je potrebné venovať pozornosť.

Hlavnými environmentálnymi problémami v prípade primárneho hliníka sú produkcia polyfluórovaných uhľovodíkov a fluoridov počas elektrolýzy, tvorba tuhých odpadov z elektrolyzérov a tvorba tuhých odpadov počas výroby hliníka. Produkcia tuhých odpadov je tiež problémom pri výrobe zinku a iných kovov, ktoré vznikajú v jednotlivých štádiách pri odstraňovaní železa. Niektoré procesy často používajú nebezpečné reagencie ako HC1 (kyselina chlórovodíková), $HN0_3$ (kyselina dusičná), Cl_2 (chlór) a organické rozpúšťadlá na

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

lúhovanie a čistenie. Progresívne spracovateľské techniky sú schopné pracovať s týmito materiálmi a súčasne ich regenerovať a opakovane používať. Z tohto hľadiska je utesnenie reaktora dôležitým faktorom.

Vo väčšine prípadov sa prevádzkové plyny čistia v tkaninových filtroch a tým sa znižujú emisie TZL a zlúčenín kovov, akým je olovo.

Tkaninové filtre

Mnoho technologických procesov vyžaduje použitie efektívnej a veľmi účinnej metódy čistenia vznikajúcich plynov, spalín či zaprášeného vzduchu. V palete rôznorodých filtrov sa presahuje účinnosť filtrácie 99,9 %. Treba si však uvedomiť, že požadovaného efektu v podobe vysokej účinnosti filtrácie je možné dosiahnuť len v prípade, kedy budú splnené požiadavky technických podmienok týkajúcich sa prevádzky filtra. Prvou etapou výberu filtra optimálneho pre konkrétne účely by malo byť, spracovanie predpokladov charakterizujúcich zdroj a druh nečistôt, množstvo čisteného plynu prestupujúceho filtrom, jeho teplotu, chemické zloženie, vlhkosť atď. Tieto údaje sú základom pre správnu voľbu filtračného materiálu, vhodnú konštrukciu filtra a stanovenie princípu jeho fungovania.

Spôsoby regenerácie filtrov

Počas prevádzky filtra prechádza znečistený plyn priepustným textilom. Pri prechádzaní plynu textilom sú častice zachytávané a formujú na povrchu vrstvu prachu. Po uplynutí istého času naakumulovaný prach vedie k redukcií priepustnosti textilu a zvýšeniu tlakovej straty. Následne musí byť textília vo vhodných intervaloch regenerovaná, aby sa tlaková strata znížila na prijateľnú úroveň. Prach sa potom opäť hromadí a filter pokračuje cyklami akumulácie a regenerácie.

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.4: Regenerácia filtra [www.neundorfer.com/wp-content/uploads/2016/05/Baghouse-KnowledgeBase-02-Fabric-Filter-Bag-Cleaning.pdf]

Mokré čistenie

Čistenie plynov pomocou mokrých práčok (skrúbrov) a mokrých elektrostatických odlučovačov je zvlášť účinné pre prevádzkové plyny, ktoré sa podrobujú procesu regenerácie síry v zariadení na výrobu kyseliny sírovej. V niektorých prípadoch, keď je prach abrazívny alebo je ťažké ho odfiltrovať, je tiež účinné používať mokré skrúbre.

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.5: Vybrané typy odlučovačov na vypieranie [http://envirozataze.enviroportal.sk/AtlasSanMetod/Jar/default.htm?turl=WordDocuments%2Fvypieranieaabsorpcia.htm]

Utesnenie pece a zakrytý transport a skladovanie sú dôležité pri prevencii úniku fugitívnych emisií. Keď to zhrnieme, hlavnými environmentálnymi problémami pri výrobných procesoch v jednotlivých neželezných kovov sú:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výroba medi:

SO_2, prach, zlúčeniny kovov, organické zlúčeniny, odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky, ako výmurovka pece, kaly, odfiltrovaný prach a troska. Tvorba dioxínu počas úpravy druhotných medených materiálov je tiež závažným problémom.

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.6: Escondida najväčšia baňa na ťažbu medi sa nachádza na severe Chile

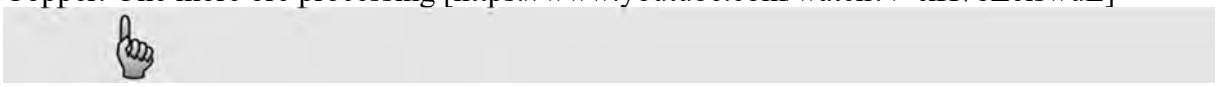
www.bhp.com/-/media/images/2017/171113_escondida_hq.jpg

Príloha kapitoly 8, video 8.4:

Extraction of Copper

https://www.youtube.com/watch?v=KBPv2p7T1wo

Copper. One more ore processing [https://www.youtube.com/watch?v=xH7oZelswuE]



Výroba hliníka:

fluoridy (vrátane HF), prach, zlúčeniny kovov, $S0_2$, COS (Carbonyl sulpide), PAH (Polyaromatické uhlovodíky), VOC (volatile organic compounds - nestále organické zlúčeniny), skleníkové plyny (PFC a CO_2), dioxíny (sekundárne), chloridy a HC1. Zvyšky ako zvyšky bauxitu, použitá výmurovka tavnej komory, odfiltrovaný prach, soľná troska a odpadové vody (olej a amoniak).

Príloha kapitoly 8, video 8.5:

Aluminium recycling - How it works by Norsk Hydro

https://www.youtube.com/watch?v=chIFt2A9MRI

Výroba olova, zinku a kadmia:

prach, zlúčeniny kovov, VOC (vrátane dioxínov), zápachy, SO_2, iné kyslé plyny, odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky ako kaly, zvyšky bohaté na železo, odfiltrovaný prach a troska.

Výroba vzácnych kovov:

VOC, prach, zlúčeniny kovov, dioxíny, zápachy, NOx, iné kyslé plyny ako chlór a SO_2. Zvyšky, ako kaly, odfiltrovaný prach, troska a odpadové vody (zlúčeniny kovov a organické zlúčeniny).

Výroba ortuti:

výpary ortuti, prach, zlúčeniny kovov, zápachy, SO_2, iné kyslé plyny odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky, ako kaly, odfiltrovaný prach a troska.

Výroba kovov s vysokou taviacou teplotou, práškových spekaných karbidov a karbidov kovov:

prach, pevný spekaný karbid a zlúčeniny kovov, odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky, ako odfiltrovaný prach, kaly a troska. Prevádzkové chemikálie, ako fluorovodík (HF), sa používajú pri spracovaní tantalu, nióbu a sú vysoko toxické. Túto skutočnosť je potrebné brať do úvahy pri manipulácii a skladovaní týchto materiálov.

Výroba ferozliatin:

prach, zlúčeniny kovov, CO, CO_2, SO_2, regenerácia energie, odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky, ako odfiltrovaný prach, kaly a troska.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Výroba alkalických kovov a kovov alkalických zemín:

chlór, HC1, dioxín, S, F, prach, zlúčeniny kovov, CO_2, SO_2, odpadové vody (zlúčeniny kovov), zvyšky, ako kaly, hlinitany, odfiltrovaný prach a troska.

Výroba niklu a kobaltu:

VOC, CO, prach, zlúčeniny kovov, zápachy, SO_2, chlór a iné kyslé plyny, odpadové vody (zlúčeniny kovov a organické zlúčeniny), zvyšky, ako kaly, odfiltrovaný prach a troska.

Výroba uhlíka a grafitu:

PAH, uhľovodíky, prach, zápachy, SO_2, prevencia odpadových vôd, zvyšky, ako odfiltrovaný prach.

Možnosti znižovania negatívnych vplyvov výroby neželezných kovov

Množstvo emisií vypúšťaných do životného prostredia pri výrobe neželezných kovov závisí od používaného systému ich zachytávania alebo znižovania. Prevádzkové plyny sa zachytávajú a potom čistia v tkaninových filtroch, aby sa znížili emisie prachu a zlúčenín kovov, napr. zlúčeniny olova. Moderné filtračné tkaniny prinášajú podstatné zlepšenie výkonu, spoľahlivosti a životnosti. Zariadenia na dohorievanie a uhlíkovú adsorpciu sa používajú na odstránenie dioxínov a prchavých organických zlúčenín. Nezachytené plyny alebo fugitívne emisie sa však nespracúvajú. Emisie prachu sa tiež objavujú pri skladovaní, manipulácii a predúprave surovín, keď fugitívne emisie prachu tiež zohrávajú významnú úlohu. To platí pre primárnu, aj sekundárnu výrobu, keďže ich význam môže byť oveľa väčší, než význam zachytených a znížených emisií. Tam, kde fugitívne emisie zohrávajú významnú úlohu, tam je potrebná dôkladná konštrukcia zariadenia a prevádzkové operácie na zachytenie a spracovanie prevádzkových plynov. Mnoho procesov využíva systémy utesneného chladenia a prevádzkovej vody, ale stále ostáva priestor na vypúšťanie ťažkých kovov do vody. Produkcia zvyškov je tiež významným faktorom v tomto priemyselnom odvetví, ale zvyšky často predstavujú regenerovateľné množstvá kovov a je bežnou praxou využívať zvyšky priamo na mieste alebo v iných zariadeniach na regeneráciu kovov. Veľká časť vyprodukovanej trosky je inertná, nelúhovateľná troska a používa sa pri mnohých stavebných prácach. Iná troska, ako soľná troska, sa môže upravovať za účelom regenerácie iných zložiek, ktoré sa použijú v iných priemyselných odvetviach, ale priemyselné odvetvie musí zabezpečiť, že tieto regeneračné operácie budú prebiehať s rešpektovaním vysoko environmentálnych štandardov. Manažérstvo procesu, dohľad nad procesom a jeho kontrola a systémy na zníženie emisií sú veľmi významnými faktormi. Dobré školiace metódy, predpisy pre obsluhu a motivácia personálu sú tiež dôležité, hlavne pri prevencii znečistenia životného prostredia. Dobré techniky pre manipuláciu so surovinami môžu zabrániť tvorbe fugitívnych emisií. Ďalšími dôležitými technikami sú:

- zváženie environmentálnych dopadov nového procesu alebo suroviny v rannom štádiu projektu s kontrolou v pravidelných intervaloch,
- návrh procesu na prijatie očakávaného spektra surovín. Vážne problémy môžu nastať, napr. ak sú objemy plynu príliš vysoké, alebo ak energetické využitie materiálu je vyššie, než sa očakávalo. Štádium prípravy návrhu je z hľadiska nákladov najúčinnejší čas na zavedenie zlepšení v ochrane životného prostredia,
- revízia návrhu a rozhodovacieho procesu za účelom ukázať, ako boli rôzne procesy a možnosti zníženia emisií zvažované,
- plánovanie spúšťacích postupov v prípade nových alebo upravovaných zariadení.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Emisie uvoľňované do ovzdušia pri výrobe neželezných kovov

Emisie uvoľňované do ovzdušia vznikajú pri skladovaní, manipulácii, predúprave a počas pyrometalurgického a hydrometalurgického štádia. Transport materiálov je obzvlášť dôležitý. Význam fugitívnych emisií je v mnohých procesoch vysoký a fugitívne emisie môžu byť dôležitejšie ako emisie zachytené. V takýchto prípadoch je možné znížiť environmentálny dopad na životné prostredie dodržiavaním hierarchie techník pre zachytávanie plynu pochádzajúceho zo skladovania a manipulácie s materiálmi, reaktorov alebo pecí a z bodov transportu materiálov. S potenciálnymi fugitívnymi emisiami je nutné počítať vo všetkých štádiách návrhu a rozpracovania procesu. Pri chemickej úprave roztokov kovov alebo v rôznych metalurgických procesoch sa používa niekoľko špecifických činidiel.

Emisie uvoľňované do vody

Emisie uvoľňované do vody vznikajú z rôznych zdrojov a je možné využiť celý rad možností na ich minimalizovanie a úpravu v závislosti od ich zdroja a prítomných zložiek. Odpadové vody zvyčajne obsahujú rozpustné a nerozpustné zlúčeniny kovov, olej a organický materiál. Systémy na úpravu odpadových vôd môžu maximalizovať odstraňovanie kovov pomocou sedimentácie a eventuálne filtrácie. Na vyzrážanie možno použiť reakčné činidlá, ako hydroxid, sulfidy alebo kombináciu oboch, v závislosti od zmesi prítomných kovov. V mnohých prípadoch je tiež vhodné opätovne využívať upravenú vodu.

Zvyšky z výrobného procesu

Zvyšky z výrobného procesu sa tvoria v rôznych štádiách procesu a značne závisia od zložiek suroviny. Rudy a koncentráty obsahujú aj množstvo iných kovov, ktoré nie sú hlavnými cieľovými kovmi. Výrobné postupy sú navrhnuté tak, aby sa získal čistý cieľový kov a aby sa tiež regenerovali ostatné využiteľné, napr. ušľachtilé kovy. Tieto ostatné kovy majú tendenciu koncentrovať sa vo zvyškoch z procesu a tieto zvyšky predstavujú surovinu pre ďalšie procesy opätovného získavania kovov.

Príloha kapitoly 8, video 8.6:

Slag Crushing

https://www.youtube.com/watch?v=22z-mub5zZg

Otázky ku skúške

1. Vymenujte horniny ktoré obsahujú železo.
2. Vymenujte hlavné časti vysokej pece.
3. Delenie odpadu z hutníckeho priemyslu.
4. Vymenujte plynné produkty vysokej pece.
5. Využitie trosky.
6. Popíšte vplyv hutníctva na životné prostredie.
7. Popíšte hlavné environmentálne problémy spojené s výrobou neželezných kovov.
8. Tkanivové filtre – úloha a význam, spôsob regenerácie.
9. Popíšte mokré čistenie plynov.
10. Aké sú možnosti znižovania negatívnych vplyvov výroby neželezných kovov?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitá literatúra

1. Aluminium recycling - How it works by Norsk Hydro 2015. In *Norsk Hydro.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=chIFt2A9M>.
2. Base metal production by type. [online]. [cit. 2019-07-10]. Dostupné na: <http://www.statista.com/statistics/241004/base-metal-production-by-type/(apríl, 2016)>.
3. Blast furnace. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=9N6uXQ8KRYc>.
4. Copper. One more ore processing. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=xH7oZelswuE>.
5. DEMO, M – HRONEC, O – TÓTHOVÁ, M. a kol. 2006. *Udržateľný rozvoj –život v medziach únosnej kapacity biosféry.* SPU Nitra, 2006, ISBN 978-80-8069-826-3.
6. Environmentálne aspekty procesov a technológií. In *Hutnícky priemysel.* <https://pulib.sk/web/kniznica/elpub/dokument/Chovancova5/subor/3.pdf>.
7. Escondida najväčšia baňa na ťažbu medi sa nachádza na severe Chile. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://bhp.com/-/media/images/2017/171113_escondida_hq.jpg>.
8. European Commission, 2014. Metallurgy made in and for Europe. Edited by Achilleas Stalios. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2014. ISBN ISBN 978-92-79-43310-8. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://ec.europa.eu/research/industrial_technologies/pdf/metallurgy-made-in-and-for-europe_en.pdf(apríl, 2016)>.
9. Extraction of Copper In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=KBPv2p7T1wo>.
10. FAZEKAŠOVÁ, D - BARANČÍKOVÁ, G - TORMA, S - IVANOVÁ, M - MANKO, P. 2014. *Chemické a environmentálne aspekty zložiek životného prostredia a krajiny.* Prešov : Prešovská univerzita v Prešove. 257 s. ISBN 978-80-8165-081-9.
11. FAZEKAŠOVÁ, D a kol. 2015. The impact of mining and mineral processing industry on flora biodiversity and soil ecosystems in metallic burdened region of central Spiš (Slovakia). Ecology and safety [elektronický zdroj] : journal of international scientific publications. Vol. 9 (2015), online, s. 86-95. ISSN1313-2563
12. Forging ahead: exploring the steelmaking process. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=PDmj4EpAPLk>.
13. FRANKOVSKÁ, J - KORDÍK, J - SLANINKA, I - JURKOVIČ, Ľ - GREIF, V - ŠOTTNÍK, P - DANANAJ, I - MIKITA, S - DERCOVÁ K - JÁNOVÁ, V. 2010. *Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží.* Štátny geologický ústav Dionýza Štúra Bratislava 2010, ISBN 978-80-89343-39-3. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <http://envirozataze.enviroportal.sk/AtlasSanMetod/Jar/default.htm?turl=WordDocuments%2Fvypieranieaabsorpcia.htm>.
14. FRÖHLICHOVÁ, M - LEGEMZA, J - KUCKOVÁ, A - MAJERCÁK, Š - FINDORÁK, Róbert - BUĽKO, B. 2014. *Hutníctvo železa a ocele* 1. vyd - Košice : Technická univerzita. 182 s.. - ISBN 978-80-553-1643-7.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

15. MAJERČÁKOVÁ, A. *Výroba oceli v elektrických pecích.* In *Brož, L. et al.: Hutnictví železa.* Praha: SNTL, 1988, s. 326 -372.
16. Making Steel. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-07]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=9AMbKpeJRoU>.
17. PŘÍHODA, M - HAŠEK P. 1983. *Hutnické pece.* VŠB-TU Ostrava, 1. vydání, 367 s.
18. SEETHARAMAN, S. 2005. *Fundamentals of metallurgy*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2005. ISBN 978-1-84569-094-6.
19. Slag Crushing. In *youtube.* [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=22z-mub5zZg>.
20. *Technológie 1*. In *tuke.sk.* [online]. [cit. 2019-07-06]. Dostupné na: <https://sjf.tuke.sk/kstam/images/E_materialy/Prednky-Technologia-1.pdf>.
21. Technologická schéma výroby železa. In *Prezentace na téma: "Výroba surového železa"*. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <https://slideplayer.cz/slide/3768604/>.
22. Tkanivová filtračná linka. In *Bag cleaning.* [online]. [cit. 2019-07-06]. Dostupné na: <https://neundorfer.com/wp-content/uploads/2016/05/Baghouse-KnowledgeBase-02-Fabric-Filter-Bag-Cleaning.pdf>.
23. UNEP. 2013. Environmental Risks and Challenges of Anthropogenic Metals Flows and Cycles. ISBN: 978-92-807-3266-5. [online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: http://unep.org/resourcepanel/Portals/24102/PDFs/Environmental_Challenges_Metals-Full%20Report.pdf (apríl, 2016)
24. FRANKOVSKÁ, J - KORDÍK,J - SLANINKA, I - JURKOVIČ, Ľ - GREIF, V - ŠOTTNÍK, P - DANANAJ, I - MIKITA, S – DERCOVÁ, K - JÁNOVÁ, V. 2010. *Vybrané typy odlučovačov na vypieranie.* ©2010 Atlas sanačných metód environmentálnych záťaží. Štátny geologický ústav Dionýza Štúra, Bratislava 2010, 360 s. ISBN 978-80-89343-39-3
[online]. [cit. 2019-07-05]. Dostupné na: <http://envirozataze.enviroportal.sk/AtlasSanMetod/Jar/default.htm?turl=WordDocuments%2Fvypieranieaabsorpcia.htm>.
25. Výroba železa. [online]. [cit. 2019-07-07]. Dostupné na: Dostupné na: <http://zschemie.euweb.cz/zelezo/zelezo3.html>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

9 TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ PROVOZU NA SPRACOVANÍ VRAKŮ AUTOMOBILŮ

Kapitola technologická zařízení provozu na zpracování vraků automobilů se zabývá problematikou produkce a nakládání s autovraky. Z hlediska vzniku odpadů je kapitola zaměřena na kvantitu, vlastnosti a klasifikaci odpadů z autovraků a s tím souvisejícími způsoby nakládání. Z hlediska zpracování a využití odpadů z automobilů jsou v kapitole řešeny technologie demontáže, recyklace a způsobu likvidace vzniklých odpadů, s ohledem na principy koncepce příslušných technologických strojních linek.

Závazné požadavky na zařízení pro nakládání s autovraky jsou stanoveny v příslušných právních předpisech

(vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky, příloha 1, kapitoly 9).

Místa určená k přejímání, skladování a zpracování autovraků, místa k shromažďování odpadů a skladování materiálů a součástí k opětovnému použití musí být zřetelně označena a musí umožňovat:

- příjem autovraků, zjištění jejich hmotnosti, provádění příslušných záznamů a vedení evidence,
- skladování autovraků a jejich části zbavených škodlivin,
- odčerpání provozních náplní a vyjmutí dalších nebezpečných částí autovraků,
- skladování autovraků bez materiálů a součástí obsahujících škodliviny,
- demontáž,
- skladování částí vozidel, které lze opětovně použít a které neobsahují žádné kapaliny i těch částí, které kapaliny obsahují,
- skladování odpadů určených k dalšímu využití nebo k odstranění,
- skladování zbytkových karoserií určených k odvozu nebo dalšímu zpracování.

Zařízení určená pro zpracování autovraků musí být vybavena především:

- vodohospodářsky zabezpečenou plochou zamezující ohrožení (znečištění) povrchových nebo podzemních vod,
- pomůckami pro úklid, sorbenty na uniklé provozní náplně, zařízením pro odstranění uniklých kapalin a shromažďovacími prostředky, které odpovídají vznikajícím odpadům, materiálům a částem k opětovnému využití a případně i dalšími zařízeními k úpravě odpadů,
- zařízením k jímání nebo čištění odpadních vod včetně vod srážkových v souladu s požadavky zákona č. 254/2001 Sb. o vodách ve zn. pozd. předp.,
- skladovacími prostory pro použité pneumatiky a pro jednotlivé demontované části autovraků, včetně částí znečištěných olejem nebo jinými ropnými produkty,
- příslušnými shromažďovacím prostředky pro oddělené shromažďování vyjmutých materiálů a částí, provozních náplní a ostatních kapalin obsažených v autovraku.

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.1: Příklad autovraku

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pokud by mělo být specifikováno typické vybavení zařízení pro nakládání a zpracování autovraků, pak obvykle obsahuje tyto objekty:

Mostní váha

Zjištění hmotnosti autovraků je jednou z prvotních technologických operací při jejich zpracování. K tomuto účelu se nejčastěji používá mostní váha dnes. S využitím mostní váhy rovněž stanovujeme také hmotnost železného šrotu a ostatních materiálů. Mostní váha se obvykle skládá z ocelového nebo betonového mostu š. 3 m a délce až 21 m. Rozsah hmotností, které je zařízení schopno zvážit je 30 až 60 000 kg. Z hlediska provedení mohou být mostní váhy zapuštěné do úrovně vozovky nebo nadúrovňové s nájezdem. Váhy jsou vybaveny snímači, které jsou propojeny s měřící a vyhodnocovací jednotkou, případně i stanicí PC, na které je možné pomocí softwarové aplikace zaznamenávat zjištěné údaje.

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.2: Příklad mostní váhy

Manipulační technika

Mechanizace pro manipulaci s autovraky a materiály je nezbytnou součástí vybavení provozoven pro zpracování autovraků. Nejčastěji se využívá mobilních strojních prostředků pro manipulaci, jakými jsou vysokozdvižné vozíky. K pohonu vozíku i hydraulicky ovládané nástavby bývá využíváno spalovacího motoru, u kterého se jako palivo používá benzín. Lze se setkat i s vozíky vybavenými motory na zkapalněný uhlovodíkový plyn (LPG) nebo elektropohon na AKU baterie. Přídavným zařízením vysokozdvižných vozíků jsou prodloužené nosné vidlice, zajišťující snadnou manipulaci s autovraky. Stacionárním manipulačním prostředkem, který se v těchto provozech využívá pro transport autovraků do šrédrů, je mostový jeřáb s drapákem. Drapák je vhodný i k manipulaci s jiným železným šrotem. Pro transport autovraků z míst mimo dosah mostového jeřábu jsou využívány i mobilní jeřáby s drapákem. Vedle drapáků lze alternativně využít i elektromagnetů.

Příloha kapitoly 9, obrázek 9.3: Příklad manipulační techniky – vyskokozdvižný vozík, mostní jeřáb s drapákem

Nosné rámy, zdvihací plošiny, zdvihací vidlice

Z důvodu snadnější přístupnosti pracovníků při odčerpávání provozních náplní je autovrak obvykle umístěn na nosnou rámovou konstrukci, případně zdvihací plošinu nebo zdvihací vidlice. Nosná rámová konstrukce je trvale přikotvena k betonovým základovým konstrukcím a je umístěna ve výšce cca 1,8 m. Zdvihací plošiny nebo vidlice je možné nastavit dle potřeby do libovolné výšky. Některá zdvihací zařízení jsou uzpůsobena i k naklonění autovraku, což usnadňuje navrtání nádrže v nejnižším bodě, čímž se docílí efektivnějšího vypuštění paliva.

Zařízení pro odsávání provozních náplní

Důležitou technologickou operací při zpracování autovraků je odstranění provozních náplní. Tato zařízení může být v stacionárním (trvale umístěné v areálu zařízení pro zpracování autovraků) i mobilním provedení (využívané např. i při dopravních nehodách) a musí usnadnit účinné odsávání provozních náplní, včetně navrtání nádrží. Obvykle se jedná o zařízení zajišťující navrtání nádrží a odsávací zařízení (např. vývěva) s napojením na

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

nádobu pro uskladnění těchto kapalin (a plynu). Mezi provozní kapaliny patří brzdová kapalina, nemrznoucí chladicí kapalina, kapalina z ostřikovačů, benzín, nafta a oleje (motorové, převodové, hydraulické). Specifickou náplní je plyn z klimatizačního zařízení. Jednotlivé odsáté náplně musí být skladovány odděleně ve speciálních nádobách ve vyhrazených skladovacích prostorách.

Mezi nejmodernější vybavení zařízení pro zpracování autovraků řadíme stacionární komplexní odsávací stanice (výrobce např. SEDA, Austria). Cena komplexní centrální odsávací stanice se pohybuje okolo 22 000 EUR.

Sorbenty

Sorbenty jsou speciální látky, určené pro sorpci uniklých provozních náplní. Používané sorbenty jsou obvykle v tuhém skupenství ve formě sypkého materiálu nebo textilních pásů. Sorbenty jsou schopny na sebe fyzikálně-chemicky navázat uniklou provozní kapalinu, pohlcovat ji nebo s ní reagovat a tím zabránit jejímu dalšímu šíření do okolního životního prostředí.

Dílenské vybavení pro demontáž

Pro demontážní práce je nutné mít v zařízení k dispozici i běžné dílenské vybavení, jako např. šroubováky, sady gola klíčů, kleště, hasáky, kladiva a ostatní ruční nářadí. Dále je nutná i kotoučová úhlová bruska, pneumatické nůžky, autogenní souprava apod.

Zařízení pro lisování

Zařízení pro lisování zajišťují snížení objemu kovového odpadu. Jedná se obvykle o stacionární nebo semimobilní zařízení, která mohou být přepravována pomocí mobilních prostředků. U některých zařízení jsou využívány lisovací stroje, které jsou schopny slisovat celou karoserii vozu, u jiných musí být autovrak nejdříve rozstříhán na menší části. Lisovací zařízení pracují na hydraulickém principu a jejich produktem je balík (paket) o stanovených rozměrech.

Zařízení pro drcení

Na zařízeních pro zpracování autovraků je pro drcení využíváno drtících zařízení v podobě kladivových drtičů (tzv. šrédry) a mlýny. Při zpracování autovraků se nejčastěji využívá modifikovaných kladivových drtičů. Šrédry rozlišujeme podle jejich velikosti a určení. Mini šrédry mají příkon do 250 kW a jsou určeny pro drcení jednotlivých dílů. Střední šrédry mají příkon 250 až 750 kW a jsou určeny pro drcení celých autovraků bez motorů. Velké šrédry mají příkon 750 až 2200 kW a jsou určeny pro drcení kompletních autovraků. Velmi velké šrédry mají příkon nad 2200 kW a jsou určeny pro drcení ostatních zvláště rozměrných materiálů.

Zařízení pro zpracování alternátorů a elektromotorů

Tato technologická linka je určena ke zpracování elektromotorů a alternátorů vyjmutých z vozidel. Elektromotor či alternátor je pásovým dopravníkem veden do kladivového mlýna, kde je dezintegrován na drobné částice. Takto dezintegrovaný materiál je dalším dopravníkem přepravován na určené místo. Nad dopravníkem je umístěn magnetický separátor, který odstraňuje z materiálu magnetické kovy.

Separační zařízení – roštové třídiče

Rošty (respektive roštové třídiče) jsou určeny pro hrubé roztřídění kusových částic zpracovávaných materiálů. Rošty se skládají z pevných, posuvných, pohyblivých nebo kotoučových roštnic. Rošty bývají součástí komplexních technologických linek pro zpracování autovraků.

Separační zařízení – sítové třídiče

Síta (respektive sítové třídiče) lze rozdělit dle funkčnosti na desková a drátěná. Podle konstrukčního řešení rozlišujeme síta na bubnová a vibrační. Pro roztřídění nemagnetické frakce z drcení autovraků se používají především rotační bubnová síta.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Separační zařízení – odlučovače prachu

Ze směsi zpracovaného materiálu se pomocí odlučovačů prachu odstraňují jemné prachové částice. Odlučovače jsou nejčastěji pneumatické (např. cyklony) a často bývají doplněny i záchytným filtračním zařízením pro snížení emisí prachu uvolňovaného při oddělování.

Magnetické separační zařízení

Magnetické separátory jsou zařízení určené k oddělení kovových částic různých velikostí od nekovových materiálů. Dle konstrukce rozlišujeme magnetické separátory s permanentním magnetem a separátory z elektromagnetu napájené elektrickou energií. Separační rampy s permanentním magnetem jsou nejčastěji využívány k oddělení magnetické a nemagnetické frakce materiálu, vzniklé drcením autovraků a vedené na pásovém dopravníku. Základem je magnet, kolem něhož obíhá pás, na který je pomocí magnetických sil přitahován feromagnetický materiál. Tento materiál je pomocí pásu odváděn na určené místo. Magnetická separační rampa se většinou umísťuje nad dopravník s vodorovným pootočením o 90°. Kvalita separace závisí na rychlosti pásu a zrnitosti materiálu.

Příklad technického řešení drtící a separační linky PWH 2500

PWH 2 500 je drtící a separační linka na úpravu autovraků a lehkého kovového odpadu, která je využívána např. společností Metalšrot Tlumačov a.s. Toto drtící a separační zařízení je schopno zpracovat až 70 000 autovraků za rok. Zařízení zpracovává osobní i dodávkové automobily v původním nebo předlisovaném stavu. Dále se také využívá k drcení vyřazených elektrospotřebičů a lehkého ocelového odpadu do tloušťky stěny 4 mm. Při momentálním přetížení je drtič schopen zpracovat i silnější materiály. Součástí linky je i separační zařízení, takže odpad, který vstupuje do zařízení, může být promíchán s neželeznými kovy a znečištěn nekovovými povlaky. Drtící linka je soustavou několika samostatných technologických celků, které jsou navzájem propojeny dopravníkovou soustavou. Příkon celé linky je 2 350 kW. Základní činností je drcení materiálu, které je prováděno v uzavřeném rotačním kladivovém drtiči. Hlavní motor drtiče pracuje pod napětím 6 000 V a jeho příkon je 1 850 kW. Motor dosahuje 740 otáček za minutu, při momentálním přetížení, které je způsobeno drcením silnějších částí dosahuje drtič cca 450 otáček za minutu. Výkon linky se liší podle vstupního materiálu a pohybuje se v rozmezí od 20 000 kg do 70 000 kg kovových materiálů za hodinu. Spotřeba elektrické energie je 25 kWh na 1 000 kg drceného materiálu. Maximální vstupní rozměry materiálu jsou: výška 1 500 mm, šířka 2 400 mm a délka až 5000 mm. Vstupující karoserie autovraků mohou být kompletní, včetně motoru, čalounění, skel, pneumatik apod. Nesmí ovšem obsahovat zbytky provozních kapalin, autobaterie a jiné nebezpečné součásti. Mimo zařízení v Tlumačově se obdobná linka nachází také v Kladně a Kovošrot Group CZ a.s. provozuje podobnou linku Shredder v České Lípě.

Příklad technického řešení drtící a separační linky HAMMEL

Toto kompaktní zařízení reprezentuje drtící a separační linku, kterou je možno převézt na místo použití. Základním strojním zařízením je primární drtič HAMMEL VB 950 DK, další součástí linky je vibrační síto HAMMEL MMS 150 a excentrický dodrcovač HAMMEL HEM 1 250. HAMMEL VB 950 K je výkonný vysokootáčkový kladivový drtič, který je schopen dezintegrovat kompletní vraky osobních automobilů zbavené provozních kapalin a nebezpečných součástí. Drtící zařízení je vybaveno dieselovým agregátem, jehož kladiva podrtí vložený materiál na částice o maximální velikosti 300 mm. Zařízení je schopno podrtit až 60 000 kg autovraků za hodinu. Hmotnost celého zařízení se pohybuje okolo 46 000 kg. Součástí zařízení je elektromagnet, který roztřídí podrcený materiál na 2 frakce (magnetickou a nemagnetickou). Jednotlivé frakce jsou odděleně vedeny pásovými dopravníky k dalším zařízením, kde probíhá jejich separace. Magnetická frakce postupuje do vibračního síta HAMMEL MMS 150 s velikostí ok 150 mm. Jemná frakce (menší než 150 mm) propadá skrz vibrační síto do vibračního žlabu a je vedena k elektromagnetickému bubnu, kde jsou

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

odděleny zbytky neželezných kovů a prach. Částice větší než 150 mm putují do dalšího zařízení. Výkonnost tohoto zařízení je až 40 000 kg za hodinu a zařízení má hmotnost kolem 18 000 kg. Výkon dieselového agregátu je 62 000 W. Excentrický drtič HAMMEL HEM 1 250 je určen k dodrcování částic větších než 150 mm, ale je schopen i drcení částí autovraků. Dále může být využíván k drcení bloků motorů a hliníkových materiálů. Zařízení je také poháněno dieselovým motorem a jeho hmotnost se pohybuje okolo 49 000 kg. Materiály produkované zařízením se dále třídí a neželezné kovy jsou oddělovány od ostatních materiálů. Tato linka je vyráběna německou společností Hammel Recyclingtechnik. Cena celé sestavy se pohybuje od 1 400 000 EUR. K tomuto zařízení můžou být připojeny další stroje na separaci neželezných kovů.

Technologický proces zpracování autovraků

Jednotlivé kroky technologického postupu vychází z podmínek stanovených právními předpisy. Musí být zajištěno technicky, ekonomicky a environmentálně příznivá koncepce technologického procesu. Ve světě se lze setkat s uplatňováním několika různých technologických koncepcí zpracování autovraků. Jednotlivé koncepce a možnosti jejich využití se liší podle zpracovatelské výkonnosti (množství zpracovaných autovraků), vlivu na životní prostředí i technické a ekonomické vyspělosti daného státu. Rozlišujeme čtyři základní technologické koncepce zpracování autovraku. První koncepce je drcení, tzv. šrédrování (tj. americký způsob). V tomto případě je celý autovrak rozdrcen a jednotlivé materiály jsou následně separovány. Druhá koncepce je úplná demontáž (tj. německý způsob), kdy je uplatňován přístup recyklace maxima materiálů. Třetí koncepcí je tzv. selektivní demontáž (tj. francouzský způsob), kdy je upřednostňováno znovupoužití nepoškozených dílů. Poslední koncepcí je tzv. repase, kdy se vychází z modernizace a obnovy vozidla. Tento přístup je ze všech nejméně využívaný. Technologické linky pro zpracování autovraků jsou v České republice koncipovány jako průnik prvních tří technologických koncepcí.

Přijetí vozidla do zařízení

První krokem při nakládání s autovrakem je jeho přijetí zařízením oprávněného pro jeho zpracování. Obsluha zařízení musí v úvodu ověřit soulad technického průkazu s parametry přivezeného autovraku. Obvykle se kontroluje VIN na karoserii a motoru vozidla s číslem uvedeným v technickém průkazu. Dále se ověřuje hmotnost vozidla, úplnost vozidla a případný nežádoucí obsah nepůvodních odpadů ve vozidle. Z vozidla jsou odstraněny registrační značky a vozidlo je následně zaevidováno do informačního systému MA ISOH. Pokud přebíranému vozidlu nechybí podstatné části, je bezúplatně vystaven dokument „potvrzení o převzetí autovraku“. Pokud vozidlu některé podstatné části chybí, může provozovatel zařízení vyžadovat po majiteli vozu náhradu ušlého zisku.

Technické podmínky skladování

Vyřazené vozidlo není obvykle zpracováno ihned po přijetí do zařízení ke zpracování autovraků a to z důvodu omezené zpracovatelské výkonnosti zařízení. Autovraky musí být tedy skladovány. Pro skladování autovraků jsou právními předpisy stanoveny podmínky, které musí být splněny (konkrétně jsou uvedeny v příloze č. 2 vyhlášky o podrobnostech nakládání s autovraky). Místa, kde dochází k přejímání, skladování, soustřeďování a zpracování autovraků musí být vybavena plochou zajišťující, aby nedošlo k ohrožení ani ke znečištění povrchových nebo podzemních vod. V místě musí být k dispozici pomůcky pro úklid, látky pro vsakování uniklých provozních kapalin, zařízení pro odstranění případných uniklých kapalin a shromažďovací prostředky pro vznikající odpady. Autovraky při skladování nesmí být vršeny na sebe, pokud nejsou umístěny ve stojanech. Nesmějí se také skladovat v poloze na boku nebo na střeše. Při nakládání s autovraky nesmí dojít k úniku provozních kapalin.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Přípravné práce

Vlastní zpracování autovraku začíná dopravou skladovaného autovraku na místo určeného pro demontáž. Doprava a manipulace s vozidly probíhá obvykle pomocí vysokozdvižných vozíků či manipulátorů. Autovrak je manipulační technikou obvykle umístěn na nosný rám, který může být buď v pevně stanovené výšce, nebo ve formě zvedáku. V rámci přípravných prací, je nejprve odpojena a vyjmuta baterie. Pokud byl automobil poháněn zkapalněným nebo stlačeným plynem, je primárně odstraňována nádoba na plynné palivo. Pokud je palivem benzín či nafta, pak je nejprve odšroubováno víčko palivové nádrže pro urychlení odtékání pohonných hmot v dalším kroku, kterým je odstraňování všech provozních náplní z vozidla.

Odstraňování provozních náplní

Mezi provozní náplně v automobilu patří palivo, motorový a převodový olej, oleje z rozvodovky, oleje z hydrauliky, chladicí kapaliny, nemrznoucí směsi, brzdové kapaliny, náplně klimatizačního systému a jakékoliv další kapaliny obsažené v autovraku. Při odstraňování kapalin ze všech systémů autovraku musí být dosaženo stavu, kdy nedochází k odkapávání kapaliny. Pro odstraňování provozních náplní se používají různé postupy. V následujícím textu je popsán postup odstraňování provozních náplní dle technologie společnosti SEDA z Kössenu v Rakousku, která patří mezi nejvýznamnější producenty technologických zařízení pro odstraňování provozních náplní z autovraků.

Po vyjmutí baterie a odšroubování víčka palivové nádrže je autovrak pomocí manipulační techniky (vysokozdvižného vozíku) umístěn na ocelovou konstrukci a to tak, aby pod ním byla zajištěna možnost pohybu. Následně je k vozidlu přivezena plošina, která zajišťuje přístup i k motorové části. Jako první je odsáta chladicí kapalina a kapalina z ostřikovačů. Při odstraňování chladicí kapaliny je napíchnuta gumová hadička, která vede z chladiče a následně je natlakován celý chladicí systém tak, aby bylo dosáhnuto úplného odsátí kapaliny. Následně se pracovník přesune pod vozidlo a provede odsávání chladicí kapaliny z okruhu topení a odsátí brzdové kapaliny přes odvzdušňovací šroub a pomocí kleští na trubičky a hadičky (zásobník brzdové kapaliny je rovněž natlakován). Následuje vypouštění oleje do výlevek, které jsou pomocí pneumatického systému nastaveny do potřebné výšky. Po vypuštění oleje je odšroubován olejový filtr. Dále je navrtána převodovka a odsát převodový olej. Poté pracovník nakloní vozidlo pro optimální odběr pohonných hmot a navrtá palivovou nádrž. Odsávané palivo jde přes filtr kontrolující jeho kvalitu. Dále je odsát olej z tlumičů. Pokud je vozidlo vybaveno klimatizaci, pak musí být odčerpána i náplň z klimatizace. Všechny náplně je nutno umístit do oddělených speciálních nádob, určených pro skladování těchto materiálů. Proces odsávání provozních náplní trvá cca 10 minut. Zbytky provozních kapalin je možné nechat nasáknout do k tomu určených sorbentů. Veškeré navrtané otvory a otvor po olejovém filtru je nutné opatřit zátkami.

Příloha kapitoly 9, obrázek 9.4: Příklad technického řešení zařízení pro odstraňování provozních náplní

Odstranění nebezpečných součástí

Pokud není možné provést deaktivaci součástí s nebezpečím výbuchu (např. airbagy), pak je nutné je z autovraku přednostně odstranit. Dále se odstraňují také všechny součásti obsahující rtuť (v případě, že to je technicky proveditelné).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Demontáž autovraků

Jedná se o přístup, kdy u vozidel s ukončenou životností (po vyjmutí baterie, odčerpání provozních náplní a zbavení nebezpečných součástí) je provedena ruční demontáž s roztříděním jednotlivých demontovaných součástí na materiálové skupiny a jejich následná recyklace. Tento způsob zpracování se vyznačuje vysokou čistotou produkovaných materiálů (vyseparovaných ruční demontáží). Způsob demontáž jednotlivých součástí je individuální, v závislosti na stáří vozidla a zejména na tom, co jednotlivá demontážní pracoviště považují za hodnotný díl. Rozebrání vozidla je rovněž limitováno technickým vybavením daného pracoviště, jeho zpracovatelskou výkonností, popřípadě specializací na určitý typ a značku vozidla. Po primárních technologických operacích probíhá rozebrání a roztřídění dílů dle materiálů. Demontáž autovraků je velice nákladnou záležitostí, a to především z důvodu vysoké časové náročnosti jednotlivých operací a vysokému podílu manuální práce.

Proces drcení (tzv. šrédrování)

Technologicky odlišným způsobem zpracování vyřazených vozidel je drcení neboli tzv. šrédrování. Pokud nelze při drcení oddělit části a součásti k opětovnému použití a účinně využit jako materiály, musí být z autovraku přednostně odstraněny (do této skupiny patří katalyzátor; pneumatiky; velké části plastů jako např. nárazník, přístrojová deska, kryty kol; kovové části obsahující měď, hliník, hořčík; sklo. Drcení autovraků může probíhat až po odčerpání provozních kapalin a odstranění nebezpečných součástí. V následujícím textu je proveden popis drcení autovraků na drtící lince PWH 2 500. Fyzikálně je zde využit princip drcení, obdobný jako u jiných obdobných strojních zařízení pro drcení. Materiál (autovraky) a je pomocí stacionárního mostového nebo mobilního jeřábu pokládán na deskový dopravník s regulovatelnou rychlostí posunu. Protože proces drcení je vysoce energeticky náročný, tak je nutné, aby byl zajištěn plynulý přísun materiálu určeného k drcení. Dopravník vede zpracovávaný materiál ke dvěma hydraulicky ovládatelným podávacím válcům, ve kterých dochází k jeho částečné deformaci, zhutnění a vtláčení do rotačního kladivového drtiče. Podávací válce jsou reverzní, čehož se využívá v případě chybného odhadu nebo podávání nevhodného materiálu. V prostoru drtiče je zhutněný materiál postupně odsekáván rotujícími volně uloženými kladivy ze speciální vysokopevnostní oceli. Podrcený materiál propadává oky roštu na vibrační žlab. Velikost ok tohoto roštu je neměnná a určuje maximální zrnitost produkovaného podrceného materiálu. Při drcení materiálu dochází k uvolňování prachu, otloukání rzi a dalších nečistot. Jemné prachové částice jsou přímo v samotném drtiči odsávány radiálním ventilátorem (podtlak až 60 kPa) do mokrého odlučovače, kde jsou smáčeny vodou, a vzniklý kal je vynášen speciálním dopravníkem do kontejneru. Hrubá frakce je odsávána do suchého odlučovače (cyklonu) a odtud putuje ke smísení s kalem a obě frakce jsou následně ukládány do kontejneru. Z pohledu bezpečnosti je celá odsávací soustava jištěna proti přetlaku gumovými klapkami a provoz je možný, pokud okolní teplota neklesne pod -7 °C. Další technologický prvek, který je umístěn přímo za rotačním kladivovým drtičem je cyklón (typu „cik-cak“). Do tohoto zařízení padá veškerý podrcený materiál a jsou v něm na základě odstředivé síly oddělovány hrubší lehké nečistoty a další prachové částice. Proti materiálu působí při pádu protiproud vzduchu a lehké nekovové části jsou odsávány do stejného suchého odlučovače, jako obdobný materiál přímo z drtiče.

Příloha kapitoly 9, obrázek 9.5: Schéma drtícího zařízení (tzv. šrédru)
Příloha kapitoly 9, obrázek 9.6: Příklad drtícího zařízení (tzv. šrédru)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Podrcený materiál, který je zbaven prachu a lehkých nečistot, je následně dopravníkem přiváděn k magnetickému separátoru. Toto zařízení pracuje automaticky na základě přitažlivosti železného kovu a oceli k magnetu. Materiál je tříděn na magnetický (železné kovy) a nemagnetický (neželezné kovy a těžké nečistoty). Odseparovaná magnetická frakce je dále dopravníkem transportována k třídícímu úseku. Na tomto pracovišti jsou obvykle dva zaměstnanci, kteří provádí zrakovou kontrolu a zajišťují tak kvalitu odseparované železné frakce. Probíhá zde ruční vytřiďování kusů podrceného materiálu, ve kterých je vidět neželezný kov. Tyto kusy podrceného materiálu jsou umísťovány do předem připravených kontejnerů. Magnetická frakce je dále vedena přes pásovou váhu, kde je prováděno průběžné vážení a obsluha je průběžně informována o výkonnostních charakteristikách zařízení a produkovaném množství železné složky za hodinu.

Příloha kapitoly 9, obrázek 9.7: Schéma magnetitického separátoru

Zkontrolovaný a zvážený materiál je následně veden k rotačnímu třídícímu bubnu, který slouží k dalšímu třídění produkovaného materiálu. Na základě rozdílné velikosti ok v sítu můžeme získat dvě frakce, a to o průměru 40 mm a 80 mm. Dle požadavků odběratele lze případně třídění pomocí bubnového třídiče vyloučit. Produkovaný materiál je otočným dopravníkem ukládán na haldu pod jeřábovou drahou a je připraven k expedici.

Zbývající nemagnetická složka zpracovaného materiálu prošlým magnetickým separátorem je pásovým dopravníkem vedena k rotačním třídícímu bubnu. Síto bubnu tento materiál roztřídí dle velikosti částic na tři frakce, a to jemná frakce (velikost částic do 15 mm) obsahující sklo, dřevo, umělé hmoty apod., střední frakce (velikost částic 15 až 50 mm) obsahuje neželezné kovy atd., hrubá frakce (velikost částic nad 50 mm) obsahuje barevné kovy, plasty atd. Jemná a střední frakce jsou ukládány do zásobníků. Jemná frakce je nejčastěji ukládána na skládky nebo je po další úpravě spalována. Střední frakce je zpracovávána dochází na jiném zařízení. Hrubá frakce je dopravována k ručnímu třídění a jsou z ní separovány neželezné kovy, následně je lisována do balíků a dopravována k dalšímu hutnímu zpracování. Procesem drcení (šrédrování) vzniká podrcený kusový kovový odpad obsahující částice železných kovů, vytříděné částice neželezných kovů z ručních pracovišť, nevytříděná frakce obsahující neželezné kovy určená k dalšímu zpracování a zbytkový odpad. Průměrná procentuální výtěžnost zpracovaných autovraků technologií šrédrování je 71 % železných kovů, 2,7 % neželezných kovů a 26 % směsi ostatních materiálů.

Ostatní pracovní operace při zpracování autovraků

Mezi další využívané pracovní operace patří lisování a stříhání, které jsou vhodné pro úpravy autovraků zbavených provozních kapalin a nebezpečných součástí. Hlavním důvodem zavedení lisování bylo snížení objemu materiálu, což vedlo k úspoře prostoru při přepravě i skladování a zhutnění materiálů. Zhutnění má velký význam při vsázení do ocelářských pecí. V posledních letech se rozšiřuje proces stříhání kovů, protože poptávka na trhu po stříhaném kovu roste.

Příloha kapitoly 9, obrázek 9.8: Další pracovní operace - lisování a stříhání

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zneškodňování provozních náplní

Brzdová kapalina

Brzdové kapaliny jsou provozní tekutiny různého chemického složení. Recyklace brzdových kapalin je z hlediska sběru, třídění, ale i vlastního procesu recyklace v současné době ekonomicky i environmentálně neefektivní. Brzdové kapaliny nesmějí být z důvodu bezpečnosti provozu znovu využity jako provozní náplň. Z těchto důvodů se brzdové kapaliny ve většině případů zneškodňují termicky ve speciálních spalovacích zařízeních nebo rotačních cementářských pecích.

Oleje

U odpadních motorových a převodových olejů se uvažuje se spotřebou 3,5 litru na občana za rok. Odpadní oleje lze v dnešní době efektivně chemickým postupem vyčistit (regenerovat). Současné nároky na kvalitu nových mazacích olejů jsou však vysoké a regenerované odpadní oleje lze použít většinou pouze ke spalování. Odstranění olejů se provádí spálením v uzavřené kontrolované peci jako palivo nebo jej termicky odstraňujeme pod dohledem ve spalovně průmyslových odpadů spalováním při velmi vysoké teplotě, aby se zabránilo tvorbě nežádoucích škodlivin. Spalování odpadních olejů je v malých energetických zdrojích do 200 kW od roku 2004 zakázáno.

Náplně z chladicích zařízení a nemrznoucí směsi

Médium pro odvádění tepla z motoru a chránící ho před poškozením korozí a mrazem je obvykle směs obsahující monoethylenglykol (MEG), vodu a další přísady. Při odstraňování těchto kapalin přichází v úvahu několik možností. Nemrznoucí směsi lze zpracovat různými způsoby regenerace, například filtrací se sorbentem a aktivním uhlí nebo je možno nemrznoucí směs nechat nasát do hořlavého materiálu a spálit v průmyslových spalovnách odpadů. Ve většině případů se využívá spalování, které je ekonomicky výhodnější.

Zbytky paliv

Zbytky paliv (benzín, nafta), odsáté při přípravných pracích, může být znovu využito (pokud splňuje kvalitativní požadavky). Silně znečištěné palivo se spaluje.

Katalyzátory

Příloha č. 2 vyhlášky o podrobnostech nakládání s autovraky stanovuje, že katalyzátor musí být jakožto součástka k opětovnému využití, z autovraku odstraněn přednostně. Automobilové katalyzátory obsahují významné množství drahých kovů jako je například platina, palladium a rhodium. Platiny je v katalyzátoru množství zhruba za dva tisíce korun, ale běžnou chemickou cestou se z něj získává obtížně, protože je natažena na keramickém nosiči ve velmi tenké vrstvě. Katalyzátory patří, z hlediska zatřídění dle Katalogu odpadů, mezi nebezpečné odpady. K získávání drahých kovů z katalyzátorů se využívá ionizovaného plynu ve formě plazmového oblouku. Tato technologie pracuje v redukčním prostředí, při teplotě v reaktoru okolo 1600 °C. Teplota samotného plazmového oblouku se pohybuje kolem 10 000 °C. Použité katalyzátory se musí nejdříve podrtit na menší částice a následně jsou taveny. Vzniká směs taveniny, ve které se odděluje těžší kovový podíl od drahých kovů. Touto technologií v České republice zatím disponuje pouze společnost Safina, a.s. sídlící ve Vestci nedaleko Prahy. Roční kapacita tohoto zařízení využívající plazmových procesů je 1 000 000 kg zpracovaných vstupních surovin. Dalším podnikem je společnost Nippon PGN v průmyslové zóně v Liberci.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Olověné akumulátory

Akumulátory jsou galvanické články určené pro opakované uchovávání elektrické energie. Používají pro startování motorů automobilů a funkci elektrozařízení. Jsou koncipovány pro opětovné nabíjení (omezená životnost akumulátoru). U automobilů se nejčastěji používá olověný akumulátor s olověnými elektrodami, přičemž elektrolyt tvoří zředěná kyselina sírová. Na výrobu těchto akumulátorů se spotřebovává 66 % světové produkce olova. Při zpracování autovraků je akumulátor po vyjmutí z vozidla umístěn do speciálního dvouplášťového boxu a převezen k dalšímu zpracování. Dalším druhem používaných akumulátorů je nikl-kadmiový akumulátor, ve kterém je elektrolytem hydroxid draselný. Tento druh je oblíben pro svou delší životnost a vyšší odolnost vůči nepříznivým podmínkám. Podrobneji je tato problematika zpracována v kapitole 11.

Pneumatiky

Průměrná hmotnost jedné pneumatiky pro osobní automobil je cca 7 kg. Přibližně 80 % celkové hmotnosti tvoří směs pryže z vulkanizovaných přírodních a syntetických kaučuků, sazí a dalších minoritních přísad. Zbytek pneumatiky tvoří ocelové výztuže a textil, popřípadě jiné materiály. Pneumatika je díky svému materiálovému složení a energetickým vlastnostem významným zdrojem materiálu, energie a potenciálně také surovin. Skládkování pneumatik je zakázáno, a proto jsou uplatňovány následující možnosti nakládání:

- opětovné použití výrobku díky protektorování,
- opětovné použití materiálu jako např. ochranné bariéry pro automobilová závodiště nebo technický materiál k zabezpečení skládek odpadů,
- materiálové zhodnocení recyklací nebo regenerací,
- pyrolýza a energetické zhodnocení.

Podrobneji je tato problematika zpracována v kapitole 12.

Kabely elektroinstalace

Každý vyřazený automobil obsahuje asi 10 až 20 kg elektrických kabelů, převážně měděných drátů obalených izolačním pláštěm z PVC nebo pryže. U modernějších automobilů je rozsah elektroinstalace větší, což má za následek i větší počet kabelů. Z důvodu problematické separace jednotlivých komponent je recyklace kabelů poměrně obtížná. Podrobneji je tato problematika zpracována v kapitole 11.

Autoskla

Ve vozidle s ukončenou životností se vyskytuje okolo 30 kg skla. Většina tohoto skla je lepená s bezpečnostní folií uvnitř. Recyklace autoskel je možná. Autosklo se nejprve podrtí a zbytky folie se odstraňují pomocí soustavy optických čidel. Tento způsob nakládání s autoskly ovšem není ekonomicky výhodný. Z toho důvodu je většina autoskla ukládána na skládky. Při zpracování autovraku pomocí drtičů (šrédrů) je autosklo součástí nemagnetické frakce.

Olejové filtry

Olejové filtry jsou v České republice zpracovávány na technologické lince provozované společností Kovohutě Mníšek a.s. Technologie zpracování je založena na rozdrcení filtrů a následném oddělení kapalné fáze a pevného podílu pomocí odstředivých sil. Pevný podíl je poté pomocí magnetického separátoru roztříděn na magnetický a nemagnetický. Z 1000 kg olejových filtrů se získá asi 600 kg železné drtě, která je využita jako vsázka v ocelářském průmyslu, 200 litrů oleje s minimálním obsahem nečistot a 200 kg nemagnetického podílu (plast, pryž, papír), který je vhodný k energetickému využití.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Otázky ke zkoušce

1. Pokuste se definovat autovrak.
2. Výjmenujte jednotlivé operace probíhající při zpracování autovraků v recyklačním zařízení.
3. Jaké strojní vybavení se používá při manipulaci s autovraky v recyklačním zařízení?
4. Uveďte které provozní náplně a jakým způsobem se z autovraků odstraňují a jakým způsobem se zneškodňují.
5. Uveďte druhotné suroviny, které získáváme při recyklaci autovraků a jak je s nimi dále nakládáno (jak jsou využívány).

Použita literatúra

FILIP, J. 2002. *Odpadové hospodářství.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 118 s. ISBN 80-7157-608-5.

FILIP, J - BOŽEK, F - KOTOVICOVÁ, J. 2003. *Komunální odpad a skládkování.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 128 s. ISBN 80-7157-712-X.

JUNGA, P - VÍTĚZ, T - TRÁVNÍČEK, P. 2015. *Technika pro zpracování odpadů I.* 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 142 s. ISBN 978-80-7509-207-6.

KURAŠ, M - DIRNER, V - SLIVKA, V - BŘEZINA, M. 2008. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: vodní zdroje Ekomonitor. ISBN 978-80-86832-34-0.

VOŠTOVÁ, J. 2006. *Zpracování pevných odpadů II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 95 s. ISBN 80-01-03488-7.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

10 TŘÍDĚNÍ A ZPRACOVÁNÍ KOVOVÝCH ODPADŮ

Kapitola pojednává o recyklaci kovového a kovonosného odpadu, postupu zpracování kovového odpadu, rozdělení kovových odpadů podle druhu a základních metodách používaných při zpracování kovového odpadu. Student získá znalosti o technologii a technice používané pro zpracování autovraků. V kapitole je podrobně uveden popis technologické linky na zpracování kovového odpadu, principy magnetické separace, rozdělení magnetické separace podle separačního prostředí a rozdělení magnetických separátorů podle konstrukce.

Nedestruktivní zpracování kovového odpadu:

- ruční třídění kovového odpadu
- strojní třídění kovového odpadu

Destruktivní zpracování kovového odpadu:

Mechanické:

- stříhání,
- lámání,
- briketování,
- roztloukání,
- lisování,
- drcení a mletí,
- granulování.

Termické:

- pálení,
- řezání.

Zařízení na destruktivní zpracování kovového odpadu rozdělujeme na:

- stacionární – lisy, briketovací stroje, nůžky, drtiče,
- mobilní – lisy, nůžky.

Recyklace kovového a kovonosného odpadu je v dnešní době pro metalurgický průmysl nepostradatelná, bez kovového odpadu nelze vyrobit ocel a jiné kovy či slitiny. Kovonosný odpad, obsahující kovy ve formě sloučenin, je také hodnotnou druhotnou surovinou. Zde je možné získat čisté kovy s podstatně menšími energetickými nároky na jejich výrobu. Zejména v hutním průmyslu se z něj vyrábí ocel, litina, měď či hliníkové slitiny, používané hlavně v automobilovém a leteckém průmyslu.

Podle zvolené technologie zpracování je možné využít až 100 % kovového odpadu k získání vysoce kvalitních kovů. Zpracování kovového odpadu, ať už se jedná o železo, hliník, měď nebo jiné kovy, pomáhá šetřit omezené přírodní zdroje nerostných surovin. Energie vynaložená při tavení kovového odpadu je až o 60 % nižší než energie nezbytná k výrobě kovů při prvotním zpracování. Kovový odpad představuje zdroj nerostných surovin i významnou úsporu energie, přesto se na tuto důležitou surovinu pohlíží jako na odpad, i když je to standardní výrobní materiál.

Kovové a kovonosné odpady jsou významné svým množstvím v celkovém objemu druhotných surovin. Například Česká republika dlouhodobě vyprodukuje více kovového odpadu, než dokáže zpracovat. Jedná se zejména o ocel, železo a měď. Hutních podniků, které zpracovávají tento druh materiálu je na trhu velmi málo, a v případě zpracování barevných kovů je nutné také pořízení velmi drahých technologií. Pro zpracování ocelového a litinového odpadu platí norma ČSN 42 0030, pro zpracování odpadů neželezných kovů a jejich slitin pak norma

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

ČSN 42 1331. Obě normy určují všeobecné zásady pro nákup, třídění, skladování, dodávání, evidenci, kontrolu, dopravu, vzorkování, zkoušení a prověřování odpadů železných a neželezných kovů a jejich slitin podle chemického složení, tvarů a rozměrů.

Místo pro prvotní zpracováním kovového odpadu a barevných kovů se nazývá šrotiště. Slouží ke sběru a úpravě železných a neželezných kovů pro jejich další využití v hutích a nové výrobě barevných kovů ve zpracovatelských závodech. Převažujícími technologickými operacemi je třídění podle délek a druhu kovového odpadu, jeho pálení, stříhaní a lisování. Efektivní zpracování a zpětné využití suroviny je cestou, jak ochránit životní prostředí a zajistit dostatečné surovinové zdroje pro průmysl.

Kovový odpad se zbaví nečistot ve formě nekovových složek jako je sklo, guma, plasty, které jsou skutečným odpadem, bez dalšího využití. Následně se z odpadu vytřídí využitelné složky barevných kovů jako měď, bronz, mosaz, hliník, které se předávají k sekundárnímu využití nebo jsou dále zpracovány.

Úpravou kovového odpadu zvýšíme sypnou hmotnost a odstraníme škodlivé nečistoty. Toho může být dosaženo zdrobňováním s následnou úpravou na třídících a separačních linkách. Úprava litinových odpadů se provádí zdrobňováním, které se nejčastěji provádí na tzv. tlučkách litiny. V případě zpracování litinových odpadů s obsahem ocelí, neželezných kovů a nekovových podílů se zařazuje do technologického procesu ještě ruční přebírání a eventuálně magnetické rozdružování. K částečnému odstranění nemagnetických podílů dochází rovněž při manipulaci s litinovým odpadem pomocí elektromagnetů.

Zpracování větších kusů kovového odpadu se provádí rozpalováním nebo stříháním na předepsané délky. Pro manipulaci se využívají hydraulické nakladače, které jsou vybaveny hydraulickými nůžkami, drapáky nebo elektromagnetem.

Hydraulické nůžky slouží ke stříhání kovového odpadu na požadovanou velikost dle technologických podmínek jednotlivých odběratelů. Hydraulický drapák se používá pro vykládku, nakládku kovového odpadu a jeho třídění. Může být vidlicového nebo klasického tvaru. Klasický tvar drapáku slouží pro manipulaci s materiálem, který nesmí být poškozen, nebo pro nakládku, vykládku např. pelet. Vidlicový tvar drapáku se používá pro manipulaci s nastříhaným materiálem různých rozměrů.

Elektromagnet pak slouží k oddělení nekovových částí odpadů nebo k vyložení drobného šrotu, který nelze pojmout do drapáku, a také k dočistění přepravních prostředků. Hydraulický drapák je schopen dle konstrukce přepravit kovový odpad o maximální hmotnosti 6 t. Pro vykládku kovového odpadu vyšší hmotnosti se využívá jeřáb (například mostový).
Lisováním v elektrohydraulických či jiných paketovacích lisech se zpracovává hlavně lehčí, drobnější kovový odpad sestávající se z volně ložených plechů, trubek, drátů, lan, tyčí, tvarových plechů a profilovaných dílů do tloušťky stěny 4 mm.

Elektromotory a alternátory se zpracovávají na třídící lince s kladivovým mlýnem. Rozdrcené části alternátorů a elektromotorů jsou dopravovány pásovým dopravníkem k magnetickému separátoru, kde jsou odstraněny magnetické kovy.

K odstranění pryžových, plastových, papírových plášťů kabelů slouží zařízení pro zpracování elektrických kabelů a loupačky kabelů, kdy výstupním materiálem je čistý kov. Drcení kabelů se provádí buď suchou, nebo mokrou cestou. Suchý způsob separace probíhá za pomocí vzduchu a vibračního stolu, na základě rozdílných měrných hmotností, nebo pomocí vodního paprsku a vibračního stolu u mokrého způsobu separace. Kabely jsou zpracovávány na granulační lince s rotačními noži, kde jsou rozdrceny na jemnou výstupní frakci. Takto

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

zpracované suroviny jsou pomocí vibračního separačního stolu a filtrační jednotky roztříděny na plastové části a kov (měď či hliník v podobě granulátu).
Cílem jakékoli úpravy kovového a kovonosného odpadu je získat materiál, který má vhodné fyzikální vlastnosti a umožňuje hutnické zpracování. Jedná se o dosažení vhodného složení co do granulometrického složení (kusovosti) a s tím související sypné hmotnosti. Tohoto cíle je možné dosáhnout zařazením zdrobňovacích procesů (drcení, stříhání na hydraulických nůžkách a pálení plamenem) eventuálně použitím zhutňování (lisování a paketování).

Rozdělení kovových odpadů podle druhu

Pod pojmem kovový odpad rozumíme obvykle ty druhy odpadu, ve kterých jsou kovové prvky převážně ve své ryzí metalické formě. A to může být jak ve formě slitin nebo i samostatně. Kovový odpad členíme na odpad ocelový a litinový a na odpad z neželezných kovů. Kovový odpad je ve většině případů složitým konglomerátem železných, neželezných, drahých kovů s eventuálním zastoupením nekovových podílů.
Využití kovového odpadu v ocelárenských provozech je podmíněno vhodnou rozměrovou úpravou, jeho roztříděním a vyčištěním. Výběr optimální předúpravy zásadně ovlivňuje další zpracovatelnost. Vhodná metoda závisí zejména na jeho velikosti, tvaru, chemickém složení, množství a dostupnosti využitelných složek, stupni znečištění odpadu atd.

Podle zdrojů se ocelový a litinový odpad dělí do tří skupin:

1) **výrobní (vratný) odpad** – vzniká v hutním cyklu výroby, v ocelárnách, slévárnách, blokovnách a u sochorových a hotovních válcovacích tratí. Jedná se převážně o zbytky surovin, vzniklé při výrobním procesu (např. při výrobě oceli, ve slévárnách, válcovnách, kovárnách, lisovnách apod.), které ztratily svou původní kvalitu a neodpovídají technickým normám. Tento druh odpadu tvoří odstřižky konců bram, cáglů a sochorů, konce velkých trub, okraje rozválených plechů a pásů, zmetkové profily, rozvalky, odřezky, ingoty, tlakové hlavy, vtoky a výtoky, odpady při volném kování, zbytky surového železa z pánví, hutnické třísky a odštěpky, okuje, části strusky nad 20 % Fe a jiné, technologií hutnického procesu vynucené zbytky oceli.

Tento druh odpadu je nutné co nejvíce minimalizovat, hlavně z důvodů ekonomických, neboť neprochází trhem a převážně se zpracovává opětovným přetavením v hutích. Celkový podíl vznikajícího výrobního odpadu připadajícího na jednotlivé druhy hutních výrobků.

Příloha 10, obrázek: 10.1. Celkový podíl vznikajícího výrobního odpadu připadajícího na jednotlivé druhy hutních výrobků

2) **zpracovatelský odpad** – vzniká v odvětvích, která zpracovávají hutní výrobky a výrobky strojírenské metalurgie, tedy při vlastní výrobě strojů, nářadí a jiného kovového zboží. Jedná se o procesy kování, lisování, obrábění, vypalování a dalšího zpracování hutních polotovarů (profilů, plechů, odlitků, výkovků). Tento druh odpadu tvoří zbytky materiálů, jako jsou třísky, piliny, odřezky, odstřižky, neshodné výrobky (zmetky), okuje apod.

I zde je snaha odpad co nejvíce minimalizovat ze stejných důvodů jako u výrobního odpadu, použitím moderních technologií a konstrukcí, a také využitím slitin neželezných kovů

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

nahrazující ocel a litinu. Celkový podíl vznikajícího množství zpracovatelského odpadu v jednotlivých výrobních odvětvích.

Příloha 10, obrázek: 10.2. Celkový podíl vznikajícího množství zpracovatelského odpadu v jednotlivých výrobních odvětvích

3) amortizační odpad (spotřebitelský) – vzniká likvidací a vyřazováním majetku, strojů a zařízení z evidence podniků a provozu domácností. Tento druh odpadu zahrnuje vyřazené stroje a jejich části, likvidované zařízení průmyslových závodů a domácností, vysloužilé dopravní prostředky, kovové obaly, ocelové konstrukce a jiné staré kovové výrobky, které se vracejí na šrotiště ke sešrotování, nutné úpravě a vytřídění, aby mohly být odeslány do hutí k opětovnému využití.

Podle původu se nejčastěji rozděluje na:

- železniční šrot – pochází z rekonstrukcí železničního svršku a obnovy vozového parku (kolejnice, výhybky, točny, mostní konstrukce, stožáry, signální zařízení a kolejová vozidla – vagóny, lokomotivy, drezíny, cisterny, jeřáby, apod.),
- lodní šrot - charakterem obdobný železničnímu, vyřazené lodě a lodní pomůcky,
- kovový odpad z automobilů a letadel – představuje poměrně cenný zdroj, ale jeho zpracování je poměrně drahé, jeho podíl na celkové skladbě amortizačního šrotu závisí na stupni technické vyspělosti a motorizace,
- kovový odpad ze strojů a zařízení – se skládá z vyřazených nepotřebných strojů, zařízení a materiálů, jedná se například části nákladních automobilů, autobusů, jeřábů, cisteren, dále strojírenské zařízení, zemědělské stroje, průmyslový odpad, ocelové konstrukce, kotle apod. Tento druh kovového odpadu tvoří cca 60 – 80 % z celkového množství amortizačního šrotu,
- kovový odpad z domácností – pochází z vyřazených domácích spotřebičů (např. pračky, ledničky, sporáky, radiátory, malé elektro spotřebiče, kovové nádoby a obaly). Oproti ostatnímu odpadu tvoří malou část, ale jeho podíl prudce stoupá se zvyšováním životní úrovně a počtu obyvatelstva.

Kovové odpady v původním stavu většinou nevyhovují požadavkům hutnickému průmyslu na nízké tavící časy, nízký propal, vyhovující vsázecí rychlosti. Proto je nutné vykupovaný kovový odpad upravit mechanickými nebo termickými procesy. Úprava kovového odpadu může obecně spočívat v mechanických, pyrometalurgických i hydrometalurgických postupech. Zvolený proces úpravy je podle rozsahu znečištění, fyzikálních vlastností odpadní suroviny a požadavků hutí.

Spotřeba energie pro výrobu 1 t kovu z rudy a z odpadu je uvedena v příloze kapitoly 10, tabulka: 10.1.

Základní metody zpracování kovového odpadu:

- **nedestruktivní**
- **destruktivní**

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nedestruktivní zpracování kovového odpadu:

- **Ruční třídění kovového odpadu**

Lze použít při třídění kusů o menších hmotnostech (cca do 10 kg). Takto je možné třídit kusově a materiálově identifikovatelné odpady (barevné kovy od ocelových materiálů, drobnější kusy litiny, jinak pomíchaný materiál určité šarže). Ruční třídění provádí pracovníci většinou u pojízdného pásu, na který je materiál nakládán nakladačem. Roztříděné kusy pracovníci vhazují do připravených nádob.

- **Strojní třídění kovového odpadu**

Stroje, které manipulují s kovovým odpadem zároveň provádí třídění odpadu. Jde o mobilní nakladače (např. značky Fuchs) a mostové jeřáby. Mobilní jeřáby pomáhají ve speciálních případech manipulovat s kusy o vyšší hmotnosti. Například železniční vagóny se nejsnáze vykládají mobilními nakladači, které se využívají i při navážení kovového odpadu do jednotlivých druhů lisovacích zařízení.

Destruktivní zpracování kovového odpadu:

Mechanické:

- stříhání,
- lámání,
- briketování,
- roztloukání,
- lisování,
- drcení a mletí,
- granulování.

Termické:

- pálení,
- řezání.

Zařízení na destruktivní zpracování kovového odpadu rozdělujeme na:

- stacionární – lisy, briketovací stroje, nůžky, drtiče,
- mobilní – lisy, nůžky.

Procesem destruktivního zpracování se rozumí mechanické přetvoření kovového odpadu na vhodný rozměr, jeho roztřídění a vyčištění. Ruční úprava kovového odpadu je minimalizována. Mezi destruktivní zpracovatelské technologie patří pálení, stříhání, lámání, briketování, lisování, drcení, granulování.

Při volbě vhodné technologie zpracování je vždy nutné posouzení z hlediska technologického i ekonomického. Pro zpracování železného a ocelového odpadu je vhodné lisování, mletí, lámání (železniční, tramvajové a důlní kolejnice), briketování, stříhání, drcení. V případě litinového odpadu se jedná primárně o drcení, pro dělení se používá pálení a ve výjimečných případech dělení pomocí pyrotechniky. Třísky jednotlivých kovových odpadů se mohou briketovat. Kovové odpady na bázi neželezných kovů se převážně ručně třídí, dále lisují anebo dělí pomocí stříhání. Kabely a vodiče jsou většinou granulovány.

Mechanické zpracování kovového odpadu

- **Stříhání kovového odpadu**

Stříhání kovového odpadu lze použít pro zdrobňování všech druhů lehkého, středního a těžkého ocelového (amortizačního) odpadu a vratného odpadu z hutí. Tento druh odpadu lze upravovat v závislosti na výkonnosti (střižné síle). U stříhaného kovového odpadu je možné snadno odstranit nežádoucí přísady. Stříhání se provádí na mechanických nůžkách (méně

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

využívané vzhledem k jejich nízké výkonnosti, vhodné pro menší druhy dopadu) a hydraulických nůžkách (vyšší výkonnost, pro všechny druhy kovového odpadu).

Význam stříhání stoupl se zavedením výkonných hydraulických nůžek, u kterých je kovový odpad před střihem stlačován v několika směrech. Nejsilnější nůžky dokážou stříhat L-profily do 300 mm, kulatinu do průměru 90 mm. Stříhání se provádí na hydraulických nůžkách buď stacionárních, pro větší množství kovového odpadu, nebo menších nůžkách mobilních, které jsou z důvodu mobility a přepravy tvořeny z kontejnerových celků. Mobilní (kontejnerové) nůžky jsou snadno přemístitelné, nezávislé na chodu elektrické energie a slouží pro úpravu odpadu přímo v místě výskytu kovového odpadu.

Mechanické „Aligátorové“ nůžky – pohyb nože do střihu zajišťuje kývavý mechanizmus poháněný buď klikovým ústrojím nebo hydraulickým válcem. Části nůžek jsou uchyceny v jednoduchém masivním rámu, takže stroj tvoří kompaktní a mobilní celek.

Mechanické „Gilotinové“ nůžky – mají obdobný pohon jako mechanické lisy. Smýkadlo je opatřeno šikmým nebo vodorovným nožem, spodní pevný nůž je v místě stolu. Oproti aligátorovým nůžkám mají gilotinové nůžky větší zdvih a tuhost stojanu a vyvíjejí stejnou střižnou sílu po celé délce zdvihu.

Hydraulické nůžky znamenají změnu ve fragmentaci kovového odpadu po stránce zvýšení produktivity, hospodárnosti, rozšíření stříhaného sortimentu, zkvalitnění úpravy kovového odpadu a zlepšení hygieny a bezpečnosti práce zaznamenaly speciální hydraulicky poháněné šrotovací nůžky.

Zpracování železných a ocelových odpadů ovlivňují změny v hutnictví a požadavky oceláren, o velké pakety není v současnosti v hutích zájem, roste spíše poptávka po stříhaném kovovém odpadu.

Lámání kovového odpadu

Lámání je jeden z netradičních způsobů zmenšování velikosti kusů kovového odpadu. Pro dělení tvrdých profilů, tyčí ale hlavně železničních kolejnic se využívají tzv. lamače kolejnic. Toto zařízení je většinou jednoduché.

Příloha 10, obrázek: 10.3 Aligátorové nůžky (Schaffer)
Příloha 10, obrázek: 10.4 Gilotinové nůžky
Příloha 10, obrázek: 10.5 Základní schéma hydraulických nůžek

Stroj má 3 hydraulické, za sebou řazené válce s diferenciálními písty, opatřené různě tvarovanými razníky. Do stroje jsou kolejnice přiváděny válečkovým dopravníkem. Po zasunutí kolejnice do stroje sjede píst prvního válce dolů a pevně ji přidrží. Potom se posune dolů píst druhého válce (4), jehož razník je opatřen osekávacím nožem, který vytvoří na povrchu upnuté kolejnice poměrně mělký vrub. Další, zpravidla největší válec (5) pak kolejnici v místě vrubu odlomí. Až do rozlámání celé kolejnice se celý postup automaticky opakuje. Lamače vyvíjí při lámání sílu 750 až 1 500 kN a při lámání běžné železniční kolejnice mají výkon 5 až 7 $t.h^{-1}$.

Briketování kovového odpadu

Brikety jsou převážně válcového tvaru. Briketováním se zpracovávají ocelové a litinové třísky. Třísky jsou drceny, zbaveny zbytků olejů a emulzí a jsou slisovány do briket. Kovový materiál zpracovaný touto technologií se recykluje zpracováním v tavících pecích. Při obrábění kovových materiálů (soustružení, frézování, vrtání, řezání) vznikají třísky a kovový odpad vhodný pro briketování. Briketování mobilními briketovacími lisy v dnešní době používají především samotní producenti kovového odpadu (např. v automobilovém průmyslu). Zvláště z důvodu logistických, manipulační jednoduchosti a v neposlední řadě vyšší prodejní ceny.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Roztloukání kovového odpadu

Roztloukání je metoda používaná zejména pro litinové odpady. Oceli, nízkouhlíkaté se obtížně zpracovávají roztloukáním, protože se pouze deformují, nárazem se nedrobí a nepraskají. Roztloukání kovového odpadu se provádí řadou úderů ocelového beranu na tzv. tlučkách litiny.

Příloha 10, obrázek: 10.6 Schéma stříhacího a paketovacího lisu
Příloha 10, obrázek: 10.7 Lamač kolejnic
Příloha 10, obrázek: 10.8. Věžová tlučka

Tlučky litiny je možno podle nárazové energie beranu rozdělit na:

- tlučky s nízkou nárazovou energií ($0,5 – 2.10^5$ J)
- tlučky se střední nárazovou energií ($2 – 10.10^5$ J)
- tlučky s vysokou nárazovou energií (nad 10^6 J)

Fragmentují se tak na drobnější úlomky velké vyřazené odlitky ze šedé litiny a z křehké oceli s obsahem nad 0,7 % C, např.: setrvačníky, řemenice, ozubená kola s průměry nad 600 mm, různé litinové rámy, stojany, bloky velkých motorů, vany, nádrže a kokily.

Obtížněji se roztloukají odlitky nízkouhlíkové oceli, protože se nárazem beranu jen deformují a nedrobí.

Lisování kovového odpadu

Jedná se o nejrozšířenější technologii zpracování kovového odpadu. Používají se paketovací lisy stacionární nebo mobilní. Paketováním šrotu vznikají podstatné úspory na dopravném a při použití v hutích (zlepšení sázení do pecí, snížení propalu, lepší využití pecního prostoru).
Touto formou upravujeme měkké, čisté, vytříděné kovy. Pakety mají tvar většinou krychle nebo kvádr. Důležitá je hustota a rozměr. Pro slévárny obvykle 30 x 30 x 30 cm, nebo 40 x 40 x 30 cm. Pro hutě je rozměr paketů obvykle daný velikostí vsázky schopného materiálu, např. 150 x 50 x 50 cm. Vše se řídí požadavky odběratele.

Lisy vytvářejí pakety s hustotou 2,5 až 3,5 $t.m^{-3}$. Pohony lisů jsou vždy hydraulické, výkonnost zpracování se pohybuje v rozmezí 80 - 100 $t.h^{-1}$. Tento způsob zpracování se používá pro materiály, které jsou homogenní, nesmíchané a čisté. Kovový odpad lze zpracovat do tloušťky až 12 mm. Ocelárny od velkých balíků dnes upouštějí z důvodů nižší čistoty dodávaného materiálu. Mnohokrát došlo v ocelárnách k znehodnocení taveb z důvodu natavení nežádoucích prvků v oceli, především Cu a Sn. Je to tím, že velké balíky nejsou homogenní a tím není známo složení.

Lisy jsou stacionární nebo mobilní. Paketovací lisy se liší maximální lisovací silou, rozměrem lisovací skříně, výkonem, rozměrem násypky, vhodnosti pro dané tloušťky materiálu.

Drcení a mletí kovového odpadu

Stoupající požadavky na průběžné odstraňování neustále přibývajících vyřazených vozidel (autovraků) a podobného lehkého materiálu (lednice, sporáky, pračky, aj.), vesměs polymetalického šrotu si vynutily postupné zavedení produktivní metody schopné nejen zvládnout prostou likvidaci obtížného materiálu, ale současně jej i upravit tak, aby tento zdroj jakostních surovin mohl být znovu využit. Tyto požadavky splňuje za dnešního stavu techniky s dostatečnou produktivitou a efektivností třídění v podstatě jen drcení.

Drcení kovových odpadů se využívá především pro zdrobňování relativně tenkostěnných kovových odpadů. Od 80. let dvacátého století jsou používány pro zdrobňování kovového

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

odpadu kladivové drtiče, v literatuře označované jako „šrédr“. Drcením a mletím se zpracovává převážně amortizační kovový odpad (např. autovraky). Používají se drtící linky a mlýny.

Drtiče s horizontálním rotorem a spodním roštem jsou odvozeny z klasických kladivových drtičů. Šrot vstupuje do drtiče násypkou pomocí posuvného mechanismu do pracovního prostoru rotoru. Společným působením rotoru s kladivy a tzv. kovadliny dochází k drcení odpadu. Vynášení nadrceného odpadu se děje přes rošt, umístěný ve spodní části pracovní skříně. Kusy šrotu, které zůstaly v drtícím prostoru, jsou vrhány proti pancéřovému vyložení, přitom jsou částečně deformovány a drceny. Aby nedošlo k poškození drtiče nedrtitelnými kusy odpadu, je drtič opatřen vyhazovacím zařízením – obvykle hydraulicky ovládanou klapkou.
Drtiče s horizontálním rotorem a vrchním roštem se od předcházejícího typu odlišují pouze umístěním vynášecího roštu. Hladká spodní část drtiče s vrchním roštem zabraňuje vzpříčení částic šrotu mezi kladivy a roštem.

Drtiče s vertikálním rotorem jsou často označované také jako šrotovací mlýny. Využívány jsou pro zdrobňování nastřihaného nebo předem drceného lehkého ocelového odpadu.

Příloha 10, obrázek: 10.9 Je zobrazeno schéma šrédru s vertikálním rotorem.

Pracovní prostor je tvořen skříní (1) tvaru dutého mnohostranného úhelníku se třemi řadami výměnných mlecích desek. Tyto desky jsou opatřeny symetricky umístěnými mlecími hranami. Rotor (3), který je tvořen hřídelí (otáčky cca 4 000 min^{-1}) opatřenou několika řadami volně otočných kladiv, je poháněn elektromotorem (2). V horní řadě jsou dvě hranolovitá kladiva (4), v ostatních řadách jsou kladiva kotoučová (5). Kladiva jsou rozmístěna jako planety v osazeních hřídele. Šrot vstupuje do drtiče násypkou (6) a vstupuje vynášecím otvorem (7). K vlastnímu zdrobňování pak dochází mezi rotujícími kladivy a vyložením skříně. Při drcení se vyvíjí teplota 150 – 180 °C a dochází přitom k odtavování některých plastických hmot, barev a laků. Vlivem směrem dolů se zužující mezery mezi kladivy a vyložením skříně jsou hrany vytvořených částic šrotu stáčeny dovnitř, takže dochází ke vzniku kompaktnějších kusů se sypnou hmotností 1,2 – 1,8 $t.m^{-3}$.
Drtiče jsou osazeny 12 – 32 kladivy. U všech typů kladivových drtičů závisí výsledek zdrobňování odpadu na tvaru a hmotnosti kladiv. Hmotnosti kladiv se pohybují v rozmezí 50 – 125 kg. Symetricky umístěná kladiva jsou vyrobena z oceli s vysokým obsahem Mn a C a jsou opatřena vrstvou otěruvzdorné legované oceli (Cr, Mg, Ni a Si). Výkony drtičů se mění v závislosti na typu zařízení a druhu zpracovávaného odpadu.

Granulování kovového odpadu

Vyřazené vodiče a kabely se pomocí granulování rozdělují na kov (podle typu vodiče Al nebo Cu) a na odpad (obal, který je převážně složen z PVC nebo gumy). Linku tvoří soubor strojů jako je granulátor, dopravníkové pásy, separátory, chladící a odsávací zařízení. Výkony linek se pohybují se od 300 kg do 1000 $kg.h^{-1}$ čistého kovu.

Mezi zvláštní způsoby zdrobňování zejména amortizačních kovových odpadů lze zařadit rovněž tzv. kryogenní drcení. Drcený odpad je nejprve hluboce podchlazen na teplotu -100°C až -170°C a poté teprve drcen. Využívá se rozdílných účinků nízkých teplot na fyzikální vlastnosti, zejména krystalickou strukturu a soudržnost hmoty oceli a doprovodných látek. Nejlépe je možno získat potřebnou teplotu pomocí kapalného dusíku. Podchlazené materiály potřebují k dokonalému tříštění drtiče s přibližně polovičním příkonem než při drcení klasickém. Výsledná sypná hmotnost takto drceného materiálu je zhruba o 100 % větší než u materiálu drceného klasicky. Výhody kryogenního drcení kovového odpadu provází poměrně vysoké náklady na vyvinutí potřebné nízké teploty.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Termické zpracování kovového odpadu

Pálení (rozpalování) kovového odpadu plamenem

Rozpalování kovového odpadu plamenem je velmi nákladné a ekonomicky zatěžuje samotné zpracování. Význam má tam, kde nelze použít jiné metody zdrobňování kovových materiálů. Jako řezací plyny se používají směsi plynů např. acetylén, vodík, propan-butan, metan, svítiplyn, zemní plyn, koksový plyn, popřípadě i petrolejové a benzínové páry. Do nedávné doby se používala směs výhradně acetylenu s kyslíkem. V současné době se preferuje směs propan-butanu a kyslíku.

Řezání kovového odpadu

Při řezání práškem, což je daleko produktivnější způsob dělení než klasické pálení, se do plamene se přivádí jemnozrnný prášek (nejčastěji feromangan), který se v předehřívacím plameni ohřívá a v proudu kyslíku velmi rychle shoří. Přitom se uvolňuje velké množství tepla, takže oxidy se snadno taví a odtékají rychle z řezné spáry. Metodu řezání práškem lze použít na všechny kovy (šedá litina, ocel apod.).

Dalším způsobem je řezání elektrickým obloukem viz. Tavná lázeň vzniká hořením elektrického oblouku mezi elektrodou a materiálem. Tato metoda je ale velice energeticky a ekonomicky náročná. K výhodám patří možnost dělení všech druhů litin, ocelí i elektricky vodivých neželezných kovů.

Posledním způsobem dělení je řezání plazmou. Plazmový oblouk je vytvářen ionizováním směsi inertního plynu (argon) v elektrickém oblouku mezi neodtavující se wolframovou elektrodou a řezaným elektricky vodivým materiálem. Z hořáku vystupuje plazma jako oslňující paprsek. Tato metoda je oproti ostatním velice produktivní (až o 500 % vyšší rychlost řezu než řezání kyslíko-acetylenovým hořákem), ale je značně energeticky náročná. Při řezání se dosahuje až 30 000 °C.

Technologie a technika pro zpracování autovraků

Automobily, drážní vozidla nebo bílou techniku lze v zásadě ekologicky zneškodnit dvěma způsoby a to demontáží a drcením. Přičemž v první fázi obou těchto metod musí dojít nejprve k odstranění provozních kapalin a odejmutí nebezpečných částí.

První společná fáze – odčerpání provozních kapalin a odnětí nebezpečných částí

Odčerpání provozních kapalin a odnětí dalších nebezpečných částí autovraků je postaveno na odděleném (selektivním) shromažďování všech kapalin a náplní, a to co nejdříve po převzetí autovraku; součástky obsahující nebezpečné látky jsou demontovány následně pokud části, ve kterých jsou obsaženy, nelze opětovně použít.

Při odčerpávání provozních kapalin se provádějí následující operace:

- vypouštění chladících prostředků klimatizace pomocí uzavřeného systému,
- vypouštění brzdového systému (z nádržky, z vedení a brzdových válců včetně přetlakového nebo podtlakového systému),
- vypuštění motorového a převodového oleje,
- vypuštění palivové nádrže, přičemž je nutné zabránit styku s pokožkou obsluhy přímým odsáváním z nádrže nebo použitím vypouštěcího systému zabraňujícímu rozstřikování,
- vypuštění diferenciálu případně mechanismu rozdělovače,
- vypuštění oleje z řízení/servořízení,
- vypuštění hydraulických olejů ze systému tlumení pérování (např. kol),
- vypuštění paliva z palivového systému včetně vstřikovačů a kapaliny z ostřikovačů.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Při vypouštění kapalin ze všech systémů autovraku se musí dosáhnout stavu, kdy kapalina již neodkapává a všechny otvory, ze kterých by ještě mohly unikat kapaliny, se musí následně utěsnit.

Při odnětí nebezpečných částí autovraků se provádějí následující operace:

- vyjmutí baterií,
- odnětí olejového filtru,
- odnětí palivového filtru,
- odnětí případných nádrží na zkapalněný plyn podle návodu výrobce,
- odnětí pyrotechnických částí airbagů/bezpečnostních pásů a předání do příslušných zařízení k jejich odstranění nebo je uvést do činnosti v zabudovaném stavu.

Stupeň demontáže a výběr metod závisí na vývoji trhů, mj. na ceně součástek a možnostech nalézt odbytiště pro části, součástky, materiály a suroviny k opětovnému použití, snadnosti demontáže, vývoji a produktivitě technologií demontáže a na materiálovém využití, označování součástek, standardizaci materiálů, pokynech daných výrobcem (konstruktéry) v příručkách pro demontáž, nebo dalších vnějších faktorech v dané provozovně.

Části a materiály autovraků, které musí být z autovraků demontovány před konečným drcením nebo slisováním zbytku autovraků:

- tlumiče chvění, jestliže z nich nebyla vypuštěna kapalina,
- části obsahující rtuť, jako např. žárovky a osvětlení přístrojů a dále spínače, jestliže je to proveditelné,
- části a materiály obsahující hliník (v ráfcích kol, součástech motoru a pákách spouštěcích oken, vyvažovací závažíčka),
- části a materiály, které nebyly součástí vozidla,
- katalyzátory,
- čelní sklo, okenní skla, včetně skla střešního,
- pneumatiky a velké části z plastu, jako např. nárazníky, kryty kol a mřížky chladiče, jestliže jejich materiály není možno oddělit při drcení,
- kovové díly obsahující měď, hliník a hořčík, jestliže uvedené materiály není možno oddělit při drcení.

Drcení a lisování zbytku autovraku:

Po demontáži všech využitelných částí, součástek a kapalin mohou být zbytky autovraků za účelem zmenšení objemu drceny nebo lisovány v zařízení k tomu určenému (např. paketovací lis, šrotovací nůžky, šrédr).

Z každého autovraku (dle hmotnosti) se při drcení získá v průměru 700 kg kovu, jehož využití je bezproblémové. Vedle toho je tu však okolo 300 kg dalších materiálů, které jsou nazývány odvalem. Je to směs pryže, plastů, textilu, skla, atd., kontaminovaná olejem, šmírem a nečistotami. V budoucích letech se u vozidel sníží průměrná hmotnost o cca 250 kg, klesne produkce odpadu při výrobě z dnešních 500 kg o 30 %, dokonalejší výrobou a efektivnějšími materiály poklesne odpad během provozu automobilu z dnešních 500 kg také o cca 30 %.

Dále se naopak zvýší využití materiálu po recyklaci z 73 % na 90 % v následujících letech díky kvalitnější konstrukci, vhodnější pro strojovou demontáž, snížením podílu nerecyklovatelných materiálů atd.

Příloha 10, obrázek: 10.10 Drtící linka Becker
Příloha 10, obrázek: 10.11. Schéma drtiče

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Popis technologické linky na zpracování kovového odpadu

Základem je drcení ocelového odpadu, které je prováděno v uzavřeném kladivovém drtiči. Materiál je plynule zavážen mostovým jeřábem na deskový dopravník a potom je do drtiče vtlačen podávacími válci. Odpad je postupně odsekáván rotujícími kladivy ze speciální otěruvzdorné oceli. Odseknuté kusy velikosti 150 – 200 mm propadávají oky spodního roštu na vibrační žlab. Velikost ok roštu je neměnná a jejich rozměry určují největší zrnitost drceného šrotu.

Při této činnosti vzniká prach, je otloukána rez, rozbíjeno dřevo, sklo a další nečistoty, které jsou odsávány již v samotném drtiči radiálním ventilátorem. Jemné prachové frakce se sají potrubím do mokrého odlučovače, kde je prach smáčen vodou a vzniklý kal je dopravníkem vynášen do kontejneru. Hrubší prachová frakce je odsávána do suchého odlučovače a rovněž je vynášena do kontejneru. Celá soustava odsávání pracuje s podtlakem 0,06 MPa a je jištěn proti přetlaku, způsobenému výbuchem benzínových par v drtiči, gumovými klapkami.

Dalším zařízením, ve kterém jsou oddělovány hrubší lehké nečistoty, je zařízení umístěné za drtičem. Je to cyklon soustavy, kterým veškerý drcený materiál padá z výšky 8 m dopravený gumovým pásovým dopravníkem. Proti němu působí vzduch, odnášející prach k odlučovači. Lehký podíl (nekovový) je odsáván do téhož suchého odlučovače jako podobný podíl z drtiče. Tímto způsobem je podrcená ocel zbavena prachu a lehkých nečistot jako jsou části gumy, dřeva, plastických hmot.

Příloha10, obrázek: 10.12 Princip vzduchových třídičů

Výhodou vzduchových třídičů je především jejich konstrukční jednoduchost (žádné pohyblivé části), dále nízké náklady na instalaci, zanedbatelná údržba, tlaková ztráta je asi 50 % ve srovnání s dynamickými třídiči, vhodný pro vysoké výkony využívající zatížení materiálem až 4 $kg.m^{-3}$, tříděný materiál lze účinně sušit a chladit, vhodný pro abrazivní materiály, opotřebitelné součástí jsou účinně chráněny proti abrazi a jsou snadno vyměnitelné.

Prachu zbavený materiál je dopravníkem přiváděn k magnetické separaci. Jde o rotační magnet, který na sebe váže železné (feromagnetické) částice od nemagnetického podílu.

Příloha 10, obrázek: 10.13. Princip funkce bubnového magnetického separátoru
Příloha 10, obrázek: 10.14. Princip funkce pásového magnetického separátoru

Magnetický podíl se odvádí na dopravník k ručnímu dotřídění od Al a Cu drátů a plechů, které se zachytily na železném sbalku. Vytříděný magnetický odpad je veden přes pásovou váhu, kde je průběžně vážen, k rotačnímu třídícímu bubnu umístěnému na konci zařízení a sloužící k dalšímu třídění již hotového podílu.

Z magnetického třídění vzniká druhá frakce, která obsahuje neželezné kovy, dřevo, gumu, sklo apod.

Příloha 10, obrázek: 10.15 Rotační třídící buben

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tato frakce je vedena k rotačnímu třídícímu bubnu, kde je materiál dle velikosti ok v sítu tříděn na tři části (do 15 mm, 15 – 80 mm a nad 80 mm) a ukládán do přistavených kontejnerů. Pouze podíl nad 80 mm je veden dopravníkem k ručnímu dotřídění, kde jsou oddělovány neželezné kovy.

Vibrační třídič se používá pro třídění nelepivých zrnitých materiálů – zvláště je vhodný pro finální třídění kusových zrnitých materiálů s horší tvarovou hodnotou zrn se s klonem ke klínování i pro recyklace. Materiál nesmí být lepivý a nesmí obsahovat lepivé příměsi.

Funkce třídiče:

- kontrolní,
- produkční.

Typ třídící plochy:

- drátěná síta,
- štěrbinová síta,
- polyuretanová síta,
- děrované plechy,
- roštové plochy,
- pryžová síta,
- prstová síta.

Tvar kmitu:

- přímočarý,
- kruhový,
- eliptický,
- složený.

Tvar třídící plochy:

- obdélníkový,
- kruhový.

Upínání sít:

- podélné,
- příčné,
- lišty a klíny,
- systémy ADAPT a podobné,
- do skříně třídiče,
- vypínání v rámech.

Příloha10, obrázek: 10.16 Třídění na principu prosévání směsi na skloněných rovinných sítových plochách uspořádaných nad sebou.

Výsledkem třídění obvykle bývají tři velikostní frakce. Tříděný materiál vynáší pásový dopravník na sítovou plochu s největšími rozměry otvoru síta. Prvním produktem je nadsítná frakce tohoto síta. Podsítná frakce propadává na druhou sítovou plochu, kde dojde k rozdělení na zbylé dvě velikostní frakce (nadsítná a podsítná).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Magnetická separace

Technické řešení magnetické separace je obvykle velice jednoduché a vzhledem ke konstrukci často i bezporuchové. Nevýhodou konstrukčního řešení magnetických separátorů je fakt, že po instalaci zvoleného typu je jeho modifikace značně obtížná a tím pádem i neefektivní. Pokud se tedy často mění druhy odpadních materiálů na jedné zpracovatelské lince, které se liší vlastnostmi (velikost částic, množství nebo sypnost), je nutné s těmito aspekty počítat a začlenit je do projektu již při plánování výstavby zpracovatelské linky na kovový odpad.

Dalším negativním hlediskem je úzká profilace separátorů vzhledem k velikosti částic. Pokud například potřebujeme vyseparovat z odpadu veškerý kovový materiál, nevyhneme se nutnosti nasazení více různých separátorů za sebou. Nejprve jsou vyseparovány větší částice a podle materiálových vlastností dochází k selekci menších fragmentů. Důležité je v neposlední řadě počítat i s dimenzací separátoru vzhledem k plánovanému objemu zpracování linky. V případě, že by došlo k zahlcení separátoru byla by snížena jeho účinnost a došlo by k možnému poškození linky.

Rozdělení magnetické separace podle separačního prostředí

Magnetické separátory se dle separačního prostředí primárně rozdělují na dva typy:

- kapalinová separace
- separace probíhající na vzduchu

V prvním případě se jedná o separaci v tekutém prostředí, kdy materiál před separací tvoří se separovaným materiálem tekutou suspenzi. Druhým způsobem je separace probíhající na vzduchu, kdy médium, skrze které částice zachytáváme, je vzduch.

Separace v tekutém prostředí

U malých částic, například nanočástic, kdy by její velikost a odporové síly značně zamezovaly dobré separaci, používáme tekuté suspenze. Materiál je v takové suspenzi maximálně rozmíchán, aby se směs stala co nejvíce homogenní. Následně se suspenze přečerpává čerpadlem okolo magnetického prvku (separátoru), kde dochází k záchytu magnetických částic v suspenzi.

Na základě zvolené instalace takto zachycené částice označujeme jako parazitní v případě, že výsledná čistá suspenze jde k dalšímu zpracování. Toto se děje například u olejů či v čističích a recyklačních procesech. V případě, že hledaným produktem jsou zachycené částice, odpadním produktem je suspenze.

V obou případech se kapalina vrací na začátek separace několikrát, aby bylo docíleno vyšší účinnosti samotné separace. Nevýhodou tohoto druhu separace je skutečnost, že může v některých případech docházet ke srocování částic u separátoru a tím jeho ucpávání, potažmo snižování účinnosti. Z toho důvodu se užívají doplňková zařízení zabraňující tomuto jevu. Například se používá čištění za pomoci ultrazvuku.

Separace na vzduchu

Druhou a v praxi více využívanou metodou je separace magnetických částic na vzduchu. Tímto druhem separace se oddělují zpravidla větší částice než v tekutém prostředí. Díky většímu objemu jsou částice schopné překonat větší odporové síly. Díky tomu lze nejen účinně separovat kovové vzorky které se k separátoru přiblíží, ale i ty, které se schovávají v matriálu na dopravníkovém pásu. Separace v tomto případě nijak nezbrzďuje tok materiálu a tím ani celou výrobní linku. V případě samočistících separátorů se pak obsluha soustřeďuje jen na vynášení zásobníku s vyseparovaným kovovým odpadem.

Rozdělení magnetických separátorů podle konstrukce

Přesné rozdělení magnetických separátorů dle konstrukce není úplně možné, jelikož právě jejich rozmanitost jak do velikosti, tak hlavě do typu a vhodnosti použití dává možnost lépe

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

přizpůsobit celou separační část linky. Často jsou konstrukčně separátory spojené či umístěné bezprostředně za sebou.

Použitá konstrukce je vždy více či méně odvozena od výše zmiňovaného prostředí, v němž magnetická separace probíhá. Konstrukce je také přizpůsobena požadovanou kvalitou separace, neboť například u elektrárny na štěpku nevadí běžné hřebíky o velikosti 70 mm, ale naopak v mlýnu by takovýto fragment mohl mít nedozírné následky.

S tím je ale i spojený očekávaný tok materiálu a konstrukční možnosti v okolí separátoru. V neposlední řadě tyto požadavky výrazně ovlivňují i cenu na samotnou instalaci a následný provoz. Většina separátorů však vychází z již ozkoušených konstrukčních návrhů, které se dle instalace upravují. Základním prvkem všech magnetických separátorů je vlastní magnet, který tvoří magnetické pole. Na jeho vlastnostech a síle je výrazně závislá samotná účinnost separace a dle něj se určují i funkční parametry.

Deskové magnety

Deskový magnet je nejjednodušším zařízením pro separaci. Sestává se z magnetické desky (permanentní či elektromagnet) umístěné nad pásovým dopravníkem **(obrázek 10.14)**. Slouží k separaci větších feromagnetických částí ze zpravidla sypkých směsí. Výhodou deskových magnetů je prakticky nulová poruchovost a údržba. Na magnet bývá nanesena vrstva odolného materiálu, například oceli, aby nedocházelo z přílišnému opotřebení.

Magnetické separátory pro sypké materiály

Při volbě tohoto separátoru je kladen důraz na zachycení malých částic v toku materiálu. Díky předem známé sypnosti, která podléhá kontrole, nejsou odporové síly natolik velké, aby zabránily magnetickým fragmentům utrhnutí se s materiálem. Typickým použitím jsou mlýny na mouku. Nejčastěji se využívají magnetické rošty, které jsou tvořeny rovnoběžně uloženými tyčemi vsunutými na dopravník s materiálovým tokem, potrubních systémů či skluzů.

Skluzové separátory

Skluzové separátory mají vekou výhodu v aplikacích, kde jsou zhoršené hygienické podmínky v materiálu a hrozí jejich znehodnocení. Typickou instalací jsou lepkavé či olejnaté směsi. I díky své vzduchotěsnosti nedochází ke kontaminaci se vzduchem a tudíž jejich použití nevyžaduje přílišné úpravy potrubí. Vzhledem k vysoké přítažné síle, která musí překonávat větší odpor, se tyto separátory používají pro separaci větších feromagnetických částic. Nevýhodou je klesající účinnost se zmenšujícími se částicemi.

Konstrukce separátoru je vyřešena dvěma protilehlými magnety umístěnými na potrubí, kterým materiál protéká. Magnety jsou permanentní, takže odpadá nutnost přívodu elektrického proudu. Odsazení magnetů od toku materiálu zajišťuje jejich menší opotřebení.

Trubkové separátory

Tento druh separátoru je určen do již existujících potrubních instalací, kdy je možnost umístění na konci potrubí či do jeho střední části. Hlavním rozdílem oproti skluzovému separátoru je skutečnost, že permanentní magnet je umístěn uvnitř potrubí a separovaný materiál jej obtéká. Tím je zaručena vyšší účinnost, neboť dochází k přímému styku s materiálem.

Vzhledem k obtížnějšímu čištění je jeho instalace tam, kde je nutná vysoká spolehlivost separace, ale kde se zároveň neočekává větší míra znečištění feromagnetickými prvky. Typickou instalací je tudíž potravinářský průmysl či předúprava cementu.

Kaskádové separátory

Materiál je separován opakovaně při brzdění proudu materiálu v kaskádách nebo je instalováno několik separátorů za sebou pro zvýšení účinnosti separace. Materiál zpravidla gravitačně či s přidáním vibrací propadává skrze kaskádovitě seřazené permanentní magnety a tím dochází jak k jeho promísení, tak lapení feromagnetických částic na vlastní magnety. Čím

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

více kaskád, neboli magnetů, je zapojeno, tím se zvyšuje pravděpodobnost zachycení a tím i samotná účinnost separátoru. Výhodou je bezesporu kapacita separátoru, tak i promísení materiálu a tedy samotná účinnost.

Bubnové magnetické separátory

Buben separátoru nahradí stávající hnací buben pásového dopravníku a díky magnetickým vlastnostem pozdrží zmagnetizované částice o něco déle na pásu, dokud se nedostanou z jeho dosahu. Na základě toho padají vyseparované částice do zásobníku a ostatní putují dále v procesu linky. Výhodou je praktická bezúdržbovost celého procesu, avšak je nutnou podmínkou nízká vrstva materiálu na dopravníku při vstupu pro dodržení účinnosti separace.

Pásové dopravníkové separátory

Posledním významným zástupcem jsou pásové dopravníkové separátory. Jejich instalace vůbec nezasahuje do stávající linky, neboť vlastní separátor je umístěn nad pásový dopravník. Vlastní separátor je tvořen permanentním magnetem či elektromagnetem, na kterém obíhá pás rozdělený na pole V případě, kdy se na pásu s tokem materiálu objeví feromagnetická částice a dostane se do dosahu separátoru je přitažena na dopravník separátoru a odvedena vně. Tím je zajištěno samočištění a údržba se tak smrskává na občasné promazání ložisek.

Otázky ke zkoušce

1. Jakými metody se uskutečňuje recyklace kovového a kovonosného odpadu?
2. Popište postup zpracování kovového odpadu.
3. Jak se dělí ocelový a litinový odpad podle zdrojů vzniku?
4. Jak se dělí ocelový a litinový odpad podle původu vzniku?
5. Popište nedestruktivní metody zpracování kovového odpadu.
6. Popište destruktivní metody zpracování kovového odpadu.
7. Popište technologii a techniku pro zpracování autovraků.
8. Popište technologickou linku na zpracování kovového odpadu.
9. Vysvětlete magnetickou separaci podle separačního prostředí.
10. Rozdělte magnetické separátory podle konstrukce.

Použita literatúra

1. BOTULA, J. 2004. *Recyklace odpadů kovových a kovonosných*. Ediční středisko VŠB-TUO. ISBN 80-248-0495-6.
2. BROŽEK, M. *Zpracování kovového odpadu,* [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné na: <http://etext.czu.cz/img/skripta/64/tf_42-1.pdf>.
3. BUREŠ V. 2016. *Kovový šrot není jen odpad*. http://euro.e15.cz/ [online]. Dostupné z: <http://euro.e15.cz/profit/vladimir-bures-kovovy-srot-neni-jen-odpad-860501>.
4. ČSN 42 0030. *Ocelový a litinový odpad*. Český normalizační institut, Praha , 1993, MDT 669.13/.14.004.8.
5. ČSN 42 1300. *Těžké neželezné kovy a jejich slitiny*. Český normalizační institut. Praha: TECHNOKOR, 2005.
6. JOHN, M - KSANDR, J. 1983. *Zpracování ocelového amortizačního šrotu*. vyd., Praha, SNTL. 416 s.
7. KURAŠ, M. 1994. *Odpady, jejich využití a zneškodňování*. 6. vyd. Praha, skripta VŠCHT Praha. 248 s.
8. KURAŠ, M. a kol. 2008. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: Ekomonitor spol. s r. o. ISBN 978-80-86832-34-0.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

9. MILEROVÁ, J. 1986. *Využití kovových odpadů.* SIVO 2131. Praha. ÚVTEI/ÚTEIN.
10. MICHÁLEK, M. 2009. *Mechanická úprava kovového odpadu*. Bakalářská práce. VŠB-TUO. Signatura: 200902663, [online]. [cit. 2018-04-12]. Dostupné na: <http://hdl.handle.net/10084/74674>.
11. PICHTEL, J. 2014.*Waste management practices:municipal, hazardous, and industrial.* Second edition. Boca Raton: CRC Press, Taylor & Francis Group. ISBN 9781466585188
12. RUBEŠ, L a kol. 1978. *Technologie oprav I*. Praha. Státní zemědělské nakladatelství. 329 s.
13. SIGL, F. 1992. *Zpracovatelské stroje*. Praha. SNTL. 384s.
14. SÝKORA, O. 2003. *Kovový odpad*. *Stroje a zařízení na nakládání s kovovým odpadem*. Odpadové fórum. 04/2003
15. VOŠTOVÁ V. 2003. *Zpracování pevných odpadů*, Praha. ČVUT. 157 s.
16. TVRZSKÝ, J - BEZEMEK, J - BRÜCKNER, M - SMETÍK, K. 1975. *Stroje v kamenoprůmyslu.* Praha: SNTL. 316 s.
17. JASÁŇ, VINCENT, LEMESÁNY. 1984. *Úpravnické stroje I.* Košice: Edičné stredisko VŠT. 184 s.
18. BLAŠTÍK, F. a kol. 1988. *Technológia tvárnenia, zlievarenstva a zvárania.* SNTL Praha.
19. Schuler Company. 1996. *Handbuch der Umformtechni.* Springer Berlin.
20. NOVÁ, I. – LENFELD, P. – GABRIEL, V.2001 *Základy strojírenské výroby*. ŠkodaAuto, Mladá Boleslav. (skripta).
21. DAVIS, J. R.1988. *Metals Handbook.* Vol. 14. Forming and Forging. ASM Handbook.
22. HLUCHÝ, M. a kol. 1979. *Strojírenská technologie 2.* SNTL Praha.
23. CHARKOV, V. A. 1995. *Theory and Practice of Deep Drawing.* MEP London.
24. POHLAND, K. 1989. *Materials Testing for the Metal Forming Industry*. Springer Verlag Berlin.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

11 MATERIÁLOVÉ ZHODNOTENIE ELEKTROODPADU

V kapitole materiálového zhodnotenia elektroodpadu si popíšeme základné vybrané prvky elektrotechnického priemyslu. Pri triedení a spracovaní sa používajú obdobné spôsoby ako aj v iných odvetviach. Jedná sa o triedenie na fáze fyzikálnych vlastností, chemických reakcií a podobne. Následné drvenie sa vykonáva na obdobných typoch drvičov, ako sa používajú aj v iných odvetviach spracovania odpadov. Z tejto kapitoly je zrejmé, že elektroodpad je aj z dôvodu množstva vzácnych kovov zaujímavá druhotná surovina a naopak, v elektroodpade sa nachádza množstvo ťažkých kovov ktoré sú nebezpečné pre životné prostredie.

Elektrické a elektronické zariadenia

Z názvu vyplýva, že ide o zariadenia, ktoré pre svoju funkciu využívajú elektrickú energiu zo siete alebo z batérií. Aj v tomto prípade ide o zariadenia, ktoré patria medzi nebezpečný odpad a preto, keď sa stanú odpadom, je dôležité s nimi správne nakladať. Obsahujú nebezpečné materiály, ktoré po rozklade v prírode, alebo na skládke komunálneho odpadu poškodzujú jednotlivé zložky životného prostredia. Existujú možnosti, ako správne nakladať s týmito komoditami.

Obrázok 11.1 Elektro odpad
http://separujodpad.sk

Spracovanie elektroodpadu

Samotné spracovanie elektroodpadu je často krát náročnejšie ako jeho výroba. Vyzbieraný elektroodpad sa rozdeľuje do troch recyklačných kategórií:

- linka na spracovanie vyčleneného elektroodpadu (televízory, tlačiarne, skenery, vysávače, elektrické sporáky...),
- linka na recykláciu chladiacich a mraziacich zariadení,
- linka na zhodnotenie svetelných zdrojov a ostatného elektroodpadu s obsahom ortuti.

Zo systémového hľadiska sa všetok elektroodpad recykluje rovnakým postupom, pričom sa využíva technológia riadenej deštrukcie v kontrolovaných podmienkach zachytávania nebezpečných látok. Tento postup je známy ako Schrederova metóda s následným využitím rôznych fyzikálnych metód triedenia a separovania jednotlivých surovín. Rozdiel medzi recykláciou rôznych druhov elektroodpadu je len v prístupe zachytenia nebezpečných látok pri recyklácii.

V prvej fáze recyklácie prechádza tento odpad ručnou demontážou, aby sa vyčlenili časti obsahujúce nebezpečné látky napríklad kondenzátory, súčiastky s ortuťou, batérie, dosky plošných spojov, tonerové kazety, azbestové súčiastky, katódové trubice, chladivá, plynové výbojky, obrazovky s tekutými kryštálmi, poškodené transformátory či súčiastky s obsahom rádioaktívnych látok.

Takto vyčistený odpad sa naváža do zásobníka odkiaľ sa pomocou pásového dopravníka dopraví na vibračný žľab, ktorý zabezpečuje kontinuálne dávkovanie do drviča. V ňom sa elektroodpad rozdrví rotáciou kladív na drobné kusy. Po rozdrvení odpadu sa tento ešte ručne pretriedi. Následne pokračuje na magnetický pásový separátor, kde sa zachytí hrubé železo. Ostatný materiál sa drví na kladivkovom mlyne a ďalej sa separuje a triedi do nasledovných skupín:

- neželezný kovový odpad,
- zmes kovov a plastov ktoré sa budú opakovane separovať,
- plasty, ktoré sú odpadom na ďalšie spracovanie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Recyklácia chladničiek a mrazničiek

Chladničky a mrazničky, podobne ako iné domáce spotrebiče obsahujú približne 60 % kovov. Chladničky a mrazničky sa odlišujú od iných domácich spotrebičov tým, že obsahujú látky nazývané freóny CFC, ktoré sa využívajú na chladenie vzduchu vo vnútri týchto zariadení a v izolačnej pene. Ak sa takéto zariadenia vyhodia na skládku odpadu, chemické látky sa uvoľnia do ovzdušia a poškodzujú ozónovú vrstvu, čo následne vyvoláva klimatické zmeny. Európske zákony zakázali výrobcom používať freóny v nových chladničkách a mrazničkách, avšak škodlivé látky, ktoré staré spotrebiče obsahujú, sa môžu pri poškodení alebo neodbornej manipulácii uvoľňovať do prostredia.

Samotná recyklácia chladničky a mrazničky prebieha v zariadení na spracovanie odpadov v niekoľkých krokoch:

1. Po prehliadke spotrebiča sa odstránia pripojovacie káble, poličky, priehradky, časti ktoré nie sú kovové.
2. Spotrebič sa naklonený uloží na dopravný pás.
3. Následne spotrebič spracuje špeciálny stroj, ktorý vo vákuu navŕta kompresor a odsaje chladiacu kvapalinu, ktorá obsahuje freóny, a kompresorový olej.
4. Odsaté kvapaliny sa ďalej separujú a oddelene sa plnia do špeciálnych nádrží, alebo do tlakových nádob. Väčšinou sa vozia do spaľovne nebezpečných odpadov, kde sa spaľujú v rotačných peciach.
5. Hydraulickými nožnicami sa oddelí chladiaci agregát.
6. Zvyšok spotrebiča sa odvezie do spaľovne nebezpečných odpadov, kde sa v zapuzdrenom dezintegrátore (kvôli freónom v tesniacej pene) rozdrví napríklad čeľusťovým drvičom.
7. Nasleduje mletie – menšie frakcie putujú do sušiacich skrutkových dopravníkov. Pôsobením tepla sa tu vyparuje voda i nebezpečné látky, ktoré sa nachádzajú v izolácii spotrebičov, freóny a pentán (náhrada freónov).
8. V preosievacom zariadení oddelia pevné frakcie od podrvenej polyuretánovej (PUR) izolačnej peny. Od nej sa opakovane oddeľujú zvyšky freónov.
9. Ostatný odpad čaká už známy cyklus v mlyne. Zo zvyškov možno pomocou magnetického odlučovača oddeliť kovovú frakciu.
10. Na záver je potrebné oddeliť freóny a iné použité plyny, olejové výpary od dusíka. To sa robí pomocou kryokondenzačnej jednotky. Výstupom recyklačného procesu sú granule (železné, neželezné a plastové), ale aj oleje a plyny.

Celý proces spracovania spotrebičov po oddelení kompresora a chladiaceho agregátu sa vykonáva v dusíkovej atmosfére, ktorá má zabezpečiť bezpečnú likvidáciu rôznych plynov a zároveň chrániť životné prostredie pred ich prípadným únikom.

Obrazovky televízorov a monitorov

Podľa Katalógu odpadov tento typ elektrozariadení patrí do 20 skupiny odpadov. Tieto zariadenia sú nebezpečné tým, že obsahujú tzv. luminofóry (v nich sa nachádzajú oxidy ťažkých kovov Cu, Mn, Ni, Co, Pb, Zn, Cd, Sn, Sb, Hg, Bi). Luminofóry sú látky, ktoré majú schopnosť pohlcovať žiarenie určitých vlnových dĺžok a v dôsledku toho sa stať zdrojom viditeľného žiarenia. Ako luminofóry sa používajú kremičitany, volframany, sulfidy alebo oxidy niektorých kovov. Do týchto látok sa pridáva malé množstvo aktivátorov (1%) zlato, striebro, bizmut.
V súčasnosti sa obrazovky rozdeľujú na tri základné typy:

1. CRT obrazovka sa používa v klasických televízoroch a v starších typoch monitorov osobných počítačov. CRT obrazovky obsahujú toxický flôrescenčný prach (sulfit kademnatý), preto CRT obrazovky nemôžu byť rozomleté spolu s ostatným odpadom. Toxický prach sa odstraňuje špeciálnym sacím zariadením.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

2. LCD obrazovka je tenká vrstva tekutých kryštálov, ktorá je umiestnená medzi dvoma vrstvami polarizovaného skla. Hrúbka skleneného substrátu je 0,4 – 1,1 mm. LCD displeje vďaka princípu polarizácie zobrazujú obraz na základe blokovania prechodu svetla. Svetlo prejde cez tenkú vrstvu kryštálov, ktoré podľa svojich vlastností zabránia, umožnia alebo čiastočne umožnia prechod svetla.
3. PDP – plazmové panely sa skladajú z poľa miniatúrnych sklenených buniek obsahujúcich plyn, elektródy a farebný luminofór. Pásy červených, zelených a modrých kanálikov sa ťahajú zhora nadol od jedného okraja po druhý. Popod ne sa ťahajú aj riadiace elektródy pre vertikálny smer. Po privedení príslušného napätia medzi elektródy sa dajú do pohybu elektróny. Tie spôsobujú ionizáciu plynu.

Elektronické zariadenia vo všeobecnosti a zvlášť obrazovky patria k výrobkom, ktoré sú ťažko recyklovateľné. Dôvody tohto stavu sú:

4. Použitie ťažko recyklovateľných materiálov.
5. Konštrukcia a dizajn výrobku – jednotlivé časti sú navrhnuté tak, že je veľmi zložité ich vzájomne oddeliť. Napriek zložitej recyklácii sú obrazovky veľmi zaujímavým artiklom pre spracovateľov, pretože obsahujú zložky, ktoré za predpokladu ich odseparovania od zbytku obrazovky je možné ďalej využívať.

V súčasnosti sa CRT obrazovky spracovávajú ručne. Pri demontáži sa obrazovka zavzdušní, rozreže, luminofóry sa odsajú, oddelia sa dva druhy skiel obrazovky a následne sa separujú ostatné materiály z ktorých je obrazovka zložená. Samotné odstránenie luminofóru sa prevádza dvomi spôsobmi a to suchou alebo mokrou cestou. Luminiscenčná vrstva patrí k najtoxickejším súčastiam CRT obrazovky. LCD obrazovky sú príkladom vývoja účelného spotrebiča, avšak dizajnéri pri navrhovaní LCD obrazovky nebrali do úvahy potrebu recyklácie týchto výrobkov. Oddelenie osvetľovacej časti od zbytku obrazovky je v prípade LCD obrazoviek omnoho zložitejší proces ako v prípade CRT obrazoviek.

Batérie a akumulátory

Batérie a akumulátory zabezpečujú dodávku elektrickej energie pre mobilné zariadenia, medzi ktoré patria napr. ručné svietidlá, mobilné telefóny ale aj automobily. Svojím zložením a použitými materiálmi patria medzi nebezpečný odpad. Obsahujú olovo a používatelia sú informovaný o tom, že takéto výrobky nepatria do zbernej nádoby a je možné ich ekologicky spracovať.

Obrázok 11.2 Batérie a akumulátory
http://separujodpad.sk

K distribúcii elektrickej energie na požadované miesto do konkrétneho spotrebiča sa používajú elektrické vodiče. K rozvodu elektrickej energie sa používajú vodiče na báze medi (Cu). V klasickom automobile sa nachádza nezávislí elektrický okruh ktorého zdrojom je akumulátor. V železničnej doprave sa používajú NiCd akumulátory, kde sa používa alkalický elektrolit, ktorého kladný článok obsahuje ako elektroaktívnu látku oxidy niklu a záporný článok zmes kadmia a železa.

Ďalšie možnosti použitia monočlánkov a akumulátorov: v podstate každý elektromobil, mobil, notebook, tablety, hodinky, ovládače, bezdrôtové klávesnice, myši, autonómne senzory, záložné a núdzové zdroje, vysávače, e-bicykle, kolobežky, vŕtačky, mixéry, kardiostimulátory,… tu všade sa nachádzajú akumulátory, konkrétne lítiové akumulátory.

Aký je rozdiel medzi monočlánkom typu AAA a akumulátorom typu AAA? Rozdiel je taký, že monočlánok nie je nabíjateľný, kým lítiové akumulátory typu AAA sú nabíjateľné.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Elektro odpad patrí medzi dobre recyklovateľný. Z hľadiska chemických prvkov v elektroodpade sa nachádzajú predovšetkým Kovy: Fe, Cu, Al, Pb, Sn, Cd, Co, Zn, Ni, Li, Hg, vzácne kovy: Ag, Au, W, polokovy Si, nekovy: C, S.
Fe sa vyskytuje hlavne ako hriadele a ložiská elektromotorov, transformátorové plechy a podobne.
Cu predovšetkým ako vodiče.
Al ako vodiče, chladiče a pod.
Pb sa používa predovšetkým v akumulátoroch.
Sn sa používa ako mäkká spájka v elektrotechnickom priemysle.
Cd, Zn, Ni, Co, Li ako elektróda v elektro- chemických článkoch.
Hg v úsporných žiarivkách ako spínač.
Vzácne kovy: Ag, Au, v elektrotechnickom priemysle, **W** v žiarovkách.
Nekovy: C sa používa ako kladná elektróda v monočlánkoch, síra **S** ako kyselina sírová H_2SO_4 v podobe elektrolitu v akumulátoroch.

Elektro vodiče

Elektrovodná meď, obsahuje 99,95% čistej medi, vyrába sa elektrolytickou rafináciou. Z dôvodu jej vysokej elektrickej a tepelnej vodivosti má široké využitie. Vďaka nízkemu odporu môže byť vodič spletený z viacerých tenkých prameňov do jedného vodiča (tzv. flexibilný). Drôtové prevedenie, kde sa nachádza jeden drôt o danom priemere. Elektro vodiče, kde meď je vysokej čistoty je dobre recyklovateľná. Vodiče obalené PVC izolantom sa pri malých priemeroch posekajú na drobné kúsky a následne sa pomocou pneumatického triediča vytriedia jednotlivé komponenty. U hrubších vodičov sa izolácia ošúpe na špeciálnom stroji.

Príloha kapitoly 11, video 11.1:
Electric motors treatment (input 10/15 kg)
[www.youtube.com/watch?v=23dag-5zEjU]

Izolanty

Vodič je obalený spravidla plastovým obalom, tzv. dielektrikom nevodivým obalom izolantom. Tento izolant sa vyrába na báze Polyvinylchloridu (PVC), Nízkotlakého polyetylénu (LDPE), Vysokotlakého polyetylénu (HDPE), Polyuretán (PUR), Polyamid (PA), Polybutylén – tetraftalát (PBTP), Polytetrafluóretylén (PTFE), Tetrafluoretylén – Hexafluorpropylén kopolymér (FEP), Etylén -tetrafluoretylén (ETFE), Perfluoralkoxypolymér (PFA), Chloroprén kaučukový (CR), Silikón kaučukový (SI), Etylenvinylacetát (EVA), Etylénpropylénový kaučuk (EPM/EPDM), Termoplastický polyolefín elastomér (TPE-O), Termoplastický polyester elastomér (TPE-E), Kopolymér styrénu (TPE-S). Tieto izolanty sa vyznačujú okrem dielektrika tým, že sú zápalné, ťažko zápalné, nezápalné, samozhášavé a nehorľavé. Možný spôsob odstraňovania izolácie z vodičov je uvedený v priloženom videu.

Príloha kapitoly 11, video 11.2:
Super Strip Cable Stripper

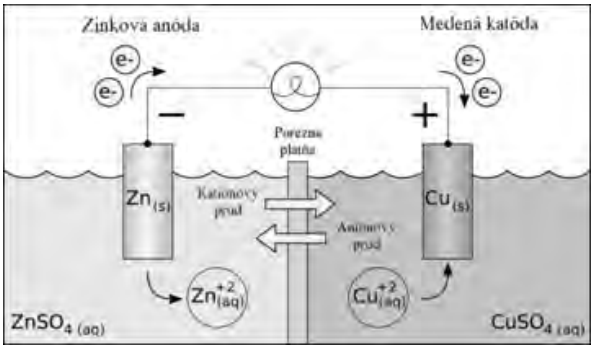
[https://www.youtube.com/watch?v=VOglvebvEa4]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obalové materiály vodičov o ktorých sme písali v predchádzajúcich riadkoch sú ťažko recyklovateľné, najmä tie na báze PVC.

Pri spaľovaní vzniká mnoho jedovatých zlúčenín!

Batérie



Obrázok 11.3 Z čoho sa skladá a ako funguje klasický monočlánok [https://sk.wikipedia.org/wiki/Elektrochemick%C3%BD %C4%8Dl%C

Základné rozdelenie batérií je znázornené v tabuľke 11.1.

Tabuľka 11.1 Nabíjacie články

Názov článku	Použitý materiál elektród	Elektrolyt
Voltov článok	Meď a zinok	Kyselina sírová
Suchý článok	Burel a zinok	Salmiak
Alkalický článok	Burel a zinok	Hydroxid draselný
Zinkovo-strieborný článok	Striebro a zinok	Hydroxid draselný
Lítiový článok	Burel a lítium	Hydroxid draselný
Olovený akumulátor	Oxid olovnatá a olovo	Kyselina sírová
Niklovo-oceľový akumulátor	Nikel a oceľ	Hydroxid draselný
Niklovo - kadmiový alkalický akumulátor	Nikel a kadmium	Hydroxid draselný
Niklovo-vodíkový alkalický akumulátor	Nikel a vodík	Hydroxid draselný

[http://separujodpad.sk/index.php/obcan/ako-separovat/baterie-a-akumulatory.html]

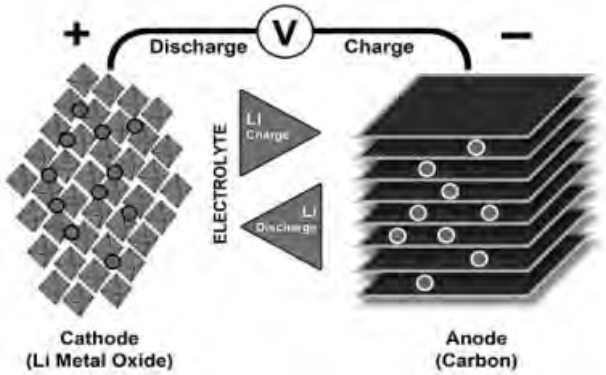
Platná legislatíva, (Nakladanie a spracovanie batérií v Európskej únii sa riadi smernicou Európskeho parlamentu a rady číslo 2006/66/EU) ktorá nariaďuje, že od roku 2020 minimálne 65 % všetkých batérií musí byť vyzbieraných na recykláciu.

Lítiové batérie

V súčasnosti vďaka elektromobilom, kolobežkám, elektrobicyklom, mobilom, laptopom podiel lítiových batérií sa vo svete rapídne zväčšuje. Lítiové akumulátory (obrázok 11.4) pozostávajú z ťažkých kovov, organických chemikálií a plastov v zastúpení 5-20 % Co, 5-10 % Ni, 5 – 7 % Li, 15 % organických chemikálií a 7 % plastov. Kvantitatívna extrakcia elektrolytu z lítium-iónových batérií (LIB) je veľmi zaujímavý recyklačný proces. V súlade so

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

všeobecne platnými právnymi predpismi EÚ o recyklácii batérií musí sa izolovať 50 % hm. LIB článku, ktorý sa nedá dosiahnuť bez elektrolytu; tým, elektrolyt predstavuje cieľovú zložku na recykláciu LIB. Ďalej fluorid alebo fluórované zlúčeniny, ktoré sú nevyhnutne prítomné v LIB elektrolytoch, môžu brzdiť alebo dokonca poškodiť recyklačné procesy v priemysle a musia sa tiež odstrániť z pevných častí LIB. A konečne, extrakcia je nevyhnutným nástrojom na analýzu starnutia elektrolytov LIB.



Obrázok 11.4 Zloženie a činnosť lítium-iónových batérií
[https://klavesnica.sk/blog/bateria-litium-ionova-vsetko-co-potrebujete-vediet--/]

Postup pri recyklácii Lítium-ionnovej batérie je uvedený v prílohe kapitoly 11, obrázok: 11.5

Príloha kapitoly 11, video 11.3:
Eco-friendly method of recycling EV batteries
[https://www.youtube.com/watch?v=wxCFDWMPu38]

Príloha kapitoly 11, video 11.4:
Taisen Advanced Lithium-ion Battery Recycling Technology
[https://www.youtube.com/watch?v=1kOciqGJDTY]

Jednou z kľúčových úloh pri recyklácii monočlánkov je ich vytriedenie. Je nemožné triediť nepoužiteľné monočlánky pracovníkmi pri páse. Preto na separovanie jednotlivých typov monočlánkov sa používa triediaca linka ktorá dokáže farebne označené monočlánky vytriediť, avšak takáto linka si vyžaduje vysoké investičné náklady. Aby bola návratnosť finančných prostriedkov zabezpečená, je potrebné spracovať veľké množstvá.

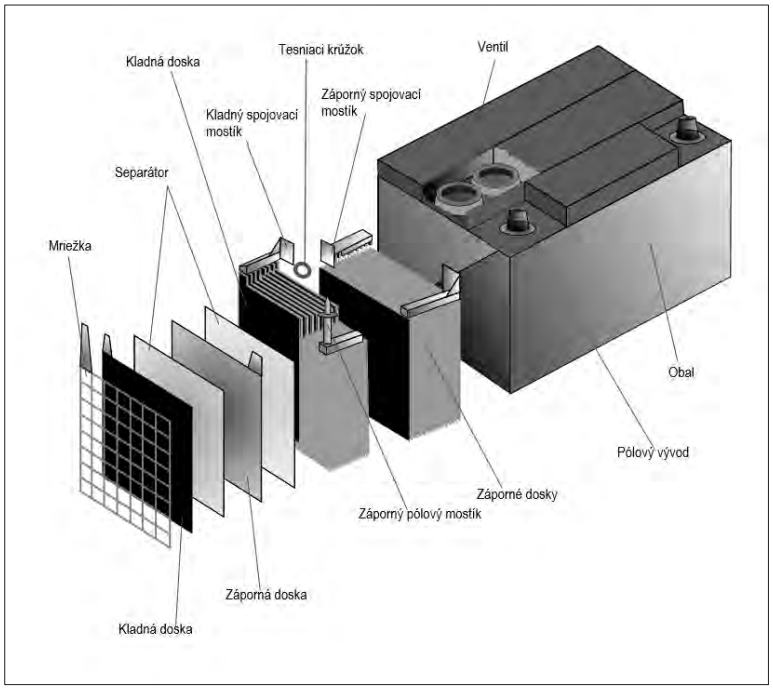
Po vytriedení senzorickými snímačmi (viď video v prílohe) sa monočlánky drvia a na separátoch sa oddeľujú jednotlivé zložky, ako je plastový obal, kov, destiláciou sa oddelí elektrolit, grafit a zlúčeniny kovov. Podrobnejšie samotné separovanie a spracovanie batérií je zrejmé z priloženého videa:

Príloha kapitoly 11, video 11.5:
The OBS 500, 3rd gen battery sorter from Refind
[https://www.youtube.com/watch?time_continue=69&v=EQMLzAIdJbM&feature=emb_title]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Recyklácia olovených akumulátorov

Spravidla sa jedná o 12V akumulátor (**obrázok 11.6**), kde elektrolit tvorí kyselina sírová (H_2SO_4). V nabitom stave aktívnu hmotu zápornej elektródy tvorí porézne olovo, u kladnej elektródy je to oxid olovičitý (PbO_2). Tento roztok môže byť z technických dôvodov nasiaknutý do vaty zo sklených vláken (AGM), alebo stužený do formy gélu. Vybíjaním sa aktívna hmota zápornej aj kladnej elektródy mení na síran olovnatý ($PbSO_4$) a elektrolyt je ochudobňovaný o kyselinu sírovou a obohacovaný o vodu. Pri vybíjaní teda klesá koncentrácia elektrolytu a naopak pri nabíjaní jeho koncentrácia stúpa. Princíp činnosti akumulátora je uvedený v priloženom videu.



Obrázok 11.6 Konštrukcia oloveného akumulátora
[Spracoval Boďo, podľa:
https://doitpoms.ac.uk/tlplib/batteries/batteries_lead_acid.php]

Príloha kapitoly 11, video 11.6:
The Chemical Process Inside A Bosch Battery
[https://www.youtube.com/watch?v=nd3Q5QV6GjQ]

Olovené akumulátory sú dobre recyklovateľné a dosahuje sa až 99 % účinnosť! Po odovzdaní do zberu v spracovateľskom závode sa vytriedia, rozdrvia na štandardných drvičoch, aké sa používajú aj v iných odvetviach, oddelí sa zložka olova od plastových obalov, elektrolit sa regeneruje olovená zložka sa vytaví do ingotov na opätovnú výrobu do nových akumulátorov. Plasty po recyklácii sa opätovne použijú na výrobu obalov batérií, ako je to vidno aj z priloženého videa.

Príloha kapitoly 11, video 11.7:

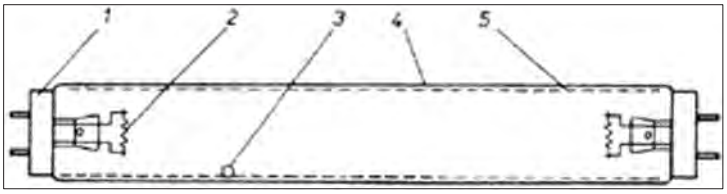
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

3Lead Battery Recycling Process
[https://www.youtube.com/watch?v=eO-X8Gw2nXY]

Recyklácia žiariviek

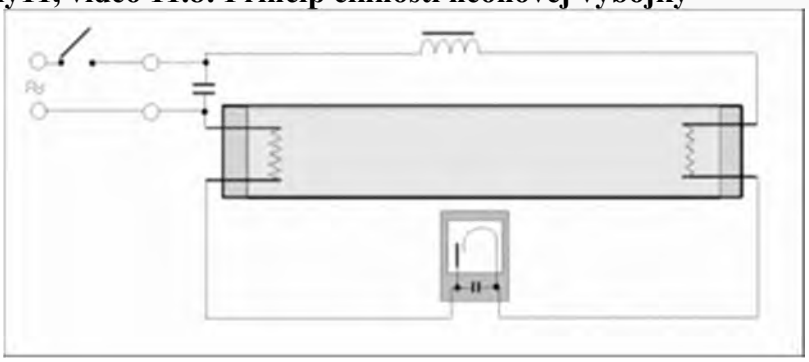
Žiarovka je druh elektrického svetelného zdroja, v ktorom sa na premenu elektrickej energie na svetelnú energiu využívajú tepelné účinky elektrického prúdu pri prechode tuhým telesom a žiarivé vlastnosti tohto telesa (obrázok 11.7).

Žiarivka vyžaduje na zapálenie a udržanie výboja pomocnú elektroniku. Samotný výboj vyžaruje neviditeľné ultrafialové žiarenie, ktorým je ožarovaná tenká vrstva vhodného luminoforu, nanesená na vnútornej strane banky žiarivky. Žiarenie excituje molekuly luminoforu, ktoré následne pri návrate do pôvodného stavu emitujú fotóny viditeľného svetla. Tento jav sa nazýva fluorescencia (odtiaľ je odvodený aj anglický názov žiarivky - fluorescent lamp). Poznáme lineárne a kompaktné žiarivky, ktoré sa používajú v domácnostiach, kanceláriách, spoločenských priestoroch a pod. Lineárne žiarivky sa niekedy nazývajú aj neónové trubice, čo nie je správne, pretože žiarivka neobsahuje neón. Svetelné zdroje, ktoré sú založené na princípe tlejivého výboja v riedkom neóne sú napríklad tlejivka, alebo neónová výbojka.



Obrázok 11.7 Schéma nízkotlakovej lineárnej žiarivky dvojkolíkovej
1 pätica, 2. elektróda, 3. ortuť, 4. trubica, 5. luminiscenčný povlak.
[http://www.separujodpad.sk/index.php/obcan/ako-separovat/ziarivky.html]

Príloha kapitoly11, video 11.8: Princíp činnosti neónovej výbojky



[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Fluorescent_lamp-function.gif]

Otázky ku skúške

1. Čo sú to elektrické a elektronické zariadenia?
2. Aká je úloha izolantu?
3. Aký je rozdiel medzi batériou a akumulátorom?
4. Z čoho pozostávajú lítiové akumulátory?
5. Napíšte z čoho sa skladá olovený akumulátor?
6. Aká je účinnosť pri recyklácii olovených akumulátorov?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitá literatúra

1. Lead Battery Recycling Process. 2017.In *Battery Council International-BCI* [online].[cit.2018-6-14]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=eO-X8Gw2nXY>.
2. Batérie a akumulátory. 2008. In *Separuj odpad* [online]. © 2008 [cit.2018-6-14]. Dostupné na: <http://separujodpad.sk/index.php/obcan/ako-separovat/baterie-a-akumulatory.html>.
3. SELDON, H. 2007. Činnosť nízkotlakovej lineárnej žiarivky dvojkolíkovej. In *Wikipedia.org* [online]. [cit.2018-3-11]. Dostupné na: <https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/f/f6/Fluorescent_lamp-function.gif>.
4. Eco-friendly method of recycling EV batteries. In *Drehmoment* [online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=wxCFDWMPu38>.
5. Elektrické a elektronické zariadenia, Batérie a akumulátory.2008 . In *Separuj odpad* [online]. © 2008 [cit.2018-6-14]. Dostupné na: <http://separujodpad.sk/index.php/obcan/komodity.html>.
6. WILEY, J. & SONS 2016. sc CO2 : supercritical carbon dioxide [online], Dostupné na: <https://researchgate.net/publication/314243271>.
7. NOWAK, S - WINTER, M. 2017. The Role of Sub- and Supercritical CO2 as "Processing Solvent" for the Recycling and Sample Preparation of Lithium Ion Battery Electrolytes. In *Molecules* [online]. 2017, 22, 403. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://researchgate.net/publication/314243271_The_Role_of_Sub-_and_Supercritical_CO2_as_Processing_Solvent_for_the_Recycling_and_Sample_Preparation_of_Lithium_Ion_Battery_Electrolytes>.
8. Princíp činnosti akumulátora. [Online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=nd3Q5QV6GjQ>.
9. SMERNICA EURÓPSKEHO PARLAMENTU A RADY2006/66/ES zo 6. septembra 2006 o batériách a akumulátoroch a použitých batériácha akumulátoroch, ktorou sa zrušuje smernica 91/157/EHS.
10. Taisen Advanced Lithium-ion Battery Recycling Technology. [Online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=1kOciqGJDTY>.
11. The OBS 500, 3rd gen battery sorter from Refind. [Online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?time_continue=69&v=EQMLzAIdJbM&feature=emb_title>.
12. Technické tabuľky. Vlastnosti izolačních materiálů a plášťů kabelů a vodičů. [Online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <https://t3.lappcdn.com/fileadmin/catalog/2016_cz_pdf/T15_Vlastnosti%20izola%C4%8Dn%C3%ADch%20materi%C3%A1l%C5%AF%20a%20pl%C3%A1%C5%A1%C5%A5%C5%AF%20kabel%C5%AF%20a%20vodi%C4%8D%C5%AF.pdf >.
13. Tesla Model S & X battery pack explained Monday, July 4, 2016. [Online]. [cit.2018-6-15]. Dostupné na: <http://teslaupdates.co/2016/07/tesla-model-s-x-battery-pack-explained.html>.
14. VELGOSOVÁ, O. 2011. *Spracovanie nebezpečných odpadov***.** Katedra neželezných kovov a spracovania odpadov HF TU v Košiciach. Vydavateľstvo: United Partners, s.r.o. 174s. ISBN 978-80-970235-2-2.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

12 MATERIÁLOVÉ ZHODNOTENIE OPOTREBOVANÝCH PNEUMATÍK

V tejto kapitole sa zameriame na možné spôsoby využitia opotrebovaných pneumatík. Dozvieme sa o konštrukcii pneumatiky, z čoho sa skladá. Možnostiach opätovného použitia, ako aj o možnostiach recyklácie nepoužiteľných pneumatík. Na záver sa dozvieme o spracovateľských technológiách, ako aj o výrobkoch z recyklovanej pneumatiky.

Každý rok a následne sa na celom svete predá asi 1,4 miliardy pneumatík, toľko nakoniec spadá do kategórie pneumatík po dobe životnosti (ELT end of life tyres). Okrem toho množstvo ELT v Európe, USA a Japonsku sa budú zvyšovať kvôli predpokladanému rastúcemu počtu vozidiel a zvýšeniu celosvetovej premávky. Pneumatiky patria medzi najväčšie a najproblematickejšie zdroje odpadu, a to kvôli veľkým vyrobeným objemom a ich trvanlivosť. Ochrana životného prostredia v USA agentúra (EPA, 2007) uvádza, že v roku 2003 bolo vyrobených 290 miliónov pneumatík. Z 290 miliónov, 45 miliónov pneumatík sa použilo na výrobu protektorovaných pneumatík pre automobily a nákladné vozidlá. V Európe sa ročne vyrobí 355 miliónov pneumatík v 90 závodoch, čo predstavuje 24 % svetovej produkcie. Okrem toho EÚ má milióny použitých pneumatík, ktoré boli nelegálne vyradené alebo zásoby. Nedostatočná likvidácia pneumatík môže v niektorých prípadoch predstavovať potenciálne nebezpečenstvo pre ľudské zdravie (riziko požiaru, útočisko pre hlodavce) alebo iných škodcov (ako sú komáre) a potenciálne zhoršujú životné prostredie.

Väčšina krajín v Európe a na celom svete sa spoliehalo na uskladňovanie nepoužiteľných pneumatík na nevyužívanej pôde, ale obmedzený priestor a ich potenciál opätovného použitia viedol mnoho krajín k zavedeniu zákazu tejto praxe. Aktuálny odhad týchto historických zásob v celej EÚ predstavuje 5,5 milióna ton (čo predstavuje 1,73 násobok ročnej produkcie pneumatík v roku 2009) a odhadované ročné náklady na správu ELT sa odhaduje na 600 miliónov EUR. Znižovanie akceptácie skládok celých pneumatík, zdravotné a environmentálne riziká zo skladovania pneumatík, podnietilo vytvoriť nové odvetvie pre recyklovanie pneumatík. Aby sa tento problém v Európe vyriešil, boli v roku 1989 použité pneumatiky opätovne spracované skupinou zloženou z odborníkov hlavných výrobcov pneumatík.

Pneumatika je zhotovená zo zmesí materiálov rôznych vlastností, ktorých zhotovenie si vyžaduje dokonalú presnosť. Počas svojej životnosti slúži na prenos výkonu motora vozidla na vozovku (zabezpečenie adhéznych vlastnosti) a smerovej stability.

Opotrebovaná pneumatika je pneumatika, ktorej parametre nevyhovujú požiadavkám, ktoré stanovuje „Zákon o cestnej premávke“. Držiteľom opotrebovaných pneumatík je každá fyzická alebo právnická osoba, ktorá uvedenú pneumatiku vlastní.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obrázok 12. 1 Značenie dátumu výroby [pneumatiky [znalci.sk]

Problematika veku a stavu pneumatiky je závislá od viacerých faktorov. V EÚ neexistuje jednotné nariadenie, kedy je možné považovať pneumatiku za novú. Existuje norma BS AU 50 platná vo Veľkej Británii, ktorá považuje pneumatiky za nové, ak boli vyrobené maximálne 6 rokov pred predajom. Nemecká asociácia gumárenského priemyslu prezentuje názor, že pneumatiku je možné považovať za novú, ak bola vyrobená maximálne 5 rokov pred predajom. Najdôležitejšie je však skladovanie nových pneumatík, ich ochrana pred vysokými teplotami, veľkým výkyvom teplôt, vlhkosťou, ozónom, UV žiarením, kontaktom s tukmi, olejom a chemikáliami, ako aj ochrana pred mechanickým poškodením.

DOT – je označenie dátumu výroby pneumatiky (obrázok 12.1). Je vo formáte štyroch čísel. Prvé dve čísla znamenajú číslo týždňa výroby pneumatiky a druhé dve rok výroby. DOT 1707 teda znamená výrobu v 17-tom týždni roku 2007.

Materiálové zloženie pneumatík z osobných automobilov (obrázok 12.2)

- olej 10 %
- sadze 28 %
- ostatné zložky 3 %
- oceľový kord 10 %
- organické vlákna 4 %
- prírodný kaučuk 14 %
- syntetický kaučuk 27 %
- ostatné petrochemické produkty 4 %

1. **Kaučuková vrstva,** ktorá je úplne vzduchotesná. Táto vrstva sa nachádza vo vnútri pneumatiky a vytvára vzduchovú komoru.

2. **Kostra pneumatiky** (textilné vlákna) - táto kostra sa skladá z tenkých textilných vlákien, ktoré sú prilepené ku kaučuku. Tieto vlákna predstavujú kľúčový stavebný prvok pneumatiky a zaisťujú jej odolnosť proti tlaku. V kostre osobnej pneumatiky nájdeme približne 1400 vlákien, ktoré môžu odolať sile až 15 kg.

Obrázok 12.2 Zloženie pneumatiky [http://autorubik.sk]

3. **Pätka a ochranná vrstva pätky** - jej úlohou je prenášať točivý moment motora a brzdenia z disku pneumatiky až na styčnú plochu pneumatiky s vozovkou.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

4. Pätkové lano – pätka je vystužená oceľovým lankom, ku ktorému sú ukotvené jednotlivé vložky kostry. Unesie až 1800 kg bez rizika pretrhnutia.
5. Bočnice – bočnice sú z ohybnej gumy a chránia pneumatiku pred nárazmi, ktoré by mohli poškodiť jej kostru, ako sú napríklad nárazy o chodník. Miesto, kde sa pneumatika dotýka disku, je spevnené tvrdou gumou.
6. Oceľové nárazníky – sú tvorené veľmi tenkými, ale pevnými oceľovými vláknami. Oceľové vlákna krížia tkaninu a tvoria s ňou výstužné trojuholníky. Táto metóda, ktorá sa nazýva triangulácia, prispieva k pevnosti koruny.
7. Nulový nárazník – nulový nárazník umožňuje pneumatike zachovávať jej profil bez ohľadu na rýchlosť jazdy a minimalizovať jej zahrievanie. Väčšinou sa skladá z nylonových vlákien umiestnených po celom obvode pneumatiky zvisle na jej kostru, aby nebol deformovaný odstredivou silou.
8. Behúň – behúň sa nachádza na kostre pneumatiky. Táto časť pneumatiky je v kontakte s vozovkou a disponuje konkrétnym dezénom. Na mieste kontaktu s vozovkou musí byť behúň schopný odolávať značným tlakom. Zmes behúňa musí byť priľnavá ku všetkým typom povrchu, musí odolávať opotrebovaniu a mala by sa čo najmenej zahrievať.

Zber a zvoz opotrebovaných pneumatík

- Všetky pneuservisy, ako aj predajcovia pneumatík sú zo zákona povinný prevziať bezodplatne ojazdenú, alebo poškodenú pneumatiku ľubovoľného rozmeru.
- Zvoz si zabezpečujú spracovatelia podľa dohody s predajcami.

Hlavné zložky pneumatík:

- ***rozvláknený textilný kord pneumatiky,***
- ***granulát z pneumatík,***
- ***oceľový kord z pneumatík.***

Spracovanie opotrebovaných pneumatík

Pri spracovaní opotrebovaných pneumatík vznikajú druhotné suroviny:
Gumový granulát – je výstupom z technológie na spracovanie opotrebovaných pneumatík a má široké využitie v stavebníctve (izolačné materiály, protihlukové bariéry, povrchy športovísk a pod.).
Textilná zložka – hlavnými odberateľmi tejto zložky sú spaľovne, ktoré z nej získavajú energiu.
Kovová zložka – je to druhotná surovina určená na recykláciu kovu alebo do kovošrotu.
Cudzie telesá v pneumatikách – produkt, ktorý už nie je určený pre ďalšie spracovanie a stáva sa odpadom.

Druhy zhodnocovania pneumatík

Protektorovanie (nie je v pravom slova zmysle recyklácia ale renovácia),

- mechanické zhodnocovanie pneumatík,
- pyrolytická technológia spracovania pneumatík,
- spaľovanie (spaľovanie sa nepovažuje za recykláciu ale sa jedná o energetické zhodnotenie pneumatík),
- iné procesy.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Protektorovanie pneumatík

Protektorovanie pneumatík má veľký národohospodársky význam, pretože umožňuje predlžovať životnosť pneumatík, čím sa šetria náklady na ich prevádzku a znižuje sa výskyt odpadov, čím sa šetrí životné prostredie. V súčasnosti sa používajú dva spôsoby protektorovania pneumatík:

1. **Protektorovanie pneumatík studenou vulkanizáciou**
2. **Protektorovanie pneumatík teplou vulkanizáciou**

Výhody tzv. ***studenej vulkanizácie*** oproti klasickej teplej vulkanizácii sú nasledovné:

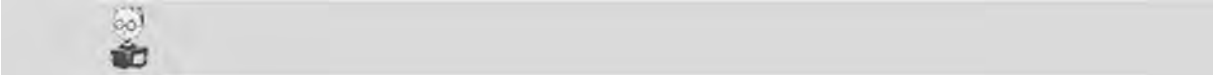
Vulkanizačný proces prebieha pri teplote len okolo 100°C, čo je významný pokles oproti cca. 145 °C používaných pri teplej vulkanizácii. Tým je kostra pneumatiky menej namáhaná a v prevádzke vydrží dlhšie, resp. bude možná ešte ďalšia obnova protektorovaním. Behúň takto protektorovanej pneumatiky je vyrobený vopred a na pripravenú pneumatiku sa navulkanizuje. Na jeho výrobu sa používajú špeciálne gumárenské zmesi a je lisovaný pod extrémne vysokým tlakom, čo nie je možné dosiahnuť ani pri výrobe nových pneumatík vzhľadom na kostru. Tento postup zabezpečuje veľkú oderuvzdornosť a kilometrové výkony porovnateľné s obdobnými novými pneumatikami. Keďže nie je potrebné používať lisovacie formy, je k dispozícii veľký výber vzorov dezénov behúňov a je možné obnovovať širokú škálu rozmerov pneumatík. Úžitkové vlastnosti pneumatík protektorovaných studenou vulkanizáciou sú porovnateľné s obdobnými novými pneumatikami, pričom ich cena je nižšia.

Pri porovnaní nákladov na ubehnutý kilometer u nových pneumatík, pneumatík protektorovaných teplou a studenou vulkanizáciou jednoznačne najvýhodnejšie vychádza používanie pneumatík protektorovaných *studenou vulkanizáciou*.

Pre zabezpečenie vysokej spoľahlivosti protektorovaných pneumatík je nutné ojazdené pneumatiky pred protektorovaním skontrolovať tlakovou skúškou a ultrazvukovým prístrojom.

Protektorovanie pneumatík teplou vulkanizáciou je technológia, ktorou sa aj v súčastnosti ešte protektorujú **nákladné** a **traktorové pneumatiky**. Na rozdiel od studenej vulkanizácie sa v procese teplej vulkanizácie na vopred upravený povrch ojazdenej **pneumatiky** nanesie vrstva surovej gumovej zmesi a príslušný vzor behúňa sa vylisuje a zvulkanizuje v lisovacích formách v lisoch pri teplote okolo 145 °C. Nový behúň je lisovaný z klasického protektorovacieho materiálu pri relatívne nízkom lisovacom tlaku, takže kilometrické výkony sú výrazne nižšie, než pri studenej vulkanizácii. Kvalita kostry pneumatiky utrpí použitím vyššej vulkanizačnej teploty. Vzhľadom na primerane nižšiu cenu sa však takéto **protektory** s výhodou využívajú v menej náročných prevádzkových podmienkach (krátke trasy, nižšie rýchlosti), alebo naopak vo veľmi ťažkých podmienkach, kde je vyššie riziko zničenia pneumatiky ešte pred dojazdením behúňa (bane, kameňolomy, lesy, poľnohospodárstvo, odpadové hospodárstvo a pod.).

Príloha kapitoly 12, video 12.1:
Car tire retreading process - Marix by Marangoni
https://youtube.com/watch?v=wmjT_XFNkuU



Mechanické zhodnocovanie opotrebovaných pneumatík

- Princípom je postupným drvením a separovaním (odstránením kovových a textilných častí) a následným granulovaním získať gumový prášok alebo granulát.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- Gumový granulát má množstvo špecifických termomechanických a fyzikálno-chemických vlastností, má nízku objemovú hmotnosť a je trvanlivý. Z hľadiska bezpečnosti je tento materiál netoxický a inertný. Gumový granulát z odpadových pneumatík má vďaka týmto svojím vlastnostiam široké uplatnenie.
- Na redukciu veľkosti frakcii môžu byť aplikované rôzne technológie, aby sa získala drvina s veľkosťou zrna až do 600 mikrónov. Veľkosť zŕn závisí od použitia materiálu a naopak, od požadovanej veľkosti granúl sa odvíja cena materiálu. Najjemnejšie granule majú veľkosť zŕn do 0,2 mm, pre výrobu asfaltových chodníkov sa najčastejšie používa frakcia od 2,0 mm do 0,5 mm.

Výroba gumového granulátu

Gumový granulát sa získava kombináciou alebo aplikáciou niekoľkých technológii na redukciu veľkosti. Tieto technológie môžu byť rozdelené do troch hlavných kategórii:

- mechanické drvenie,
- kryogénna redukcia,
- spracovanie pomocou ozónu O_3.

Príloha kapitoly 12, video 12.2:
Tire recycling
https://youtube.com/watch?v=wge9TqGZg_M

Mechanické drvenie pneumatík

Drvenie pneumatík pomocou dvojrotorového drviča sa používa na zmenšenie objemu pneumatík a následnému uloženiu na skládke, alebo k drveniu pneumatík pre ďalšie spracovanie.

Príloha kapitoly 12, video 12.3:
Tire shredder in simple recycling plant. https://youtube.com/watch?v=VNPWB5So20I

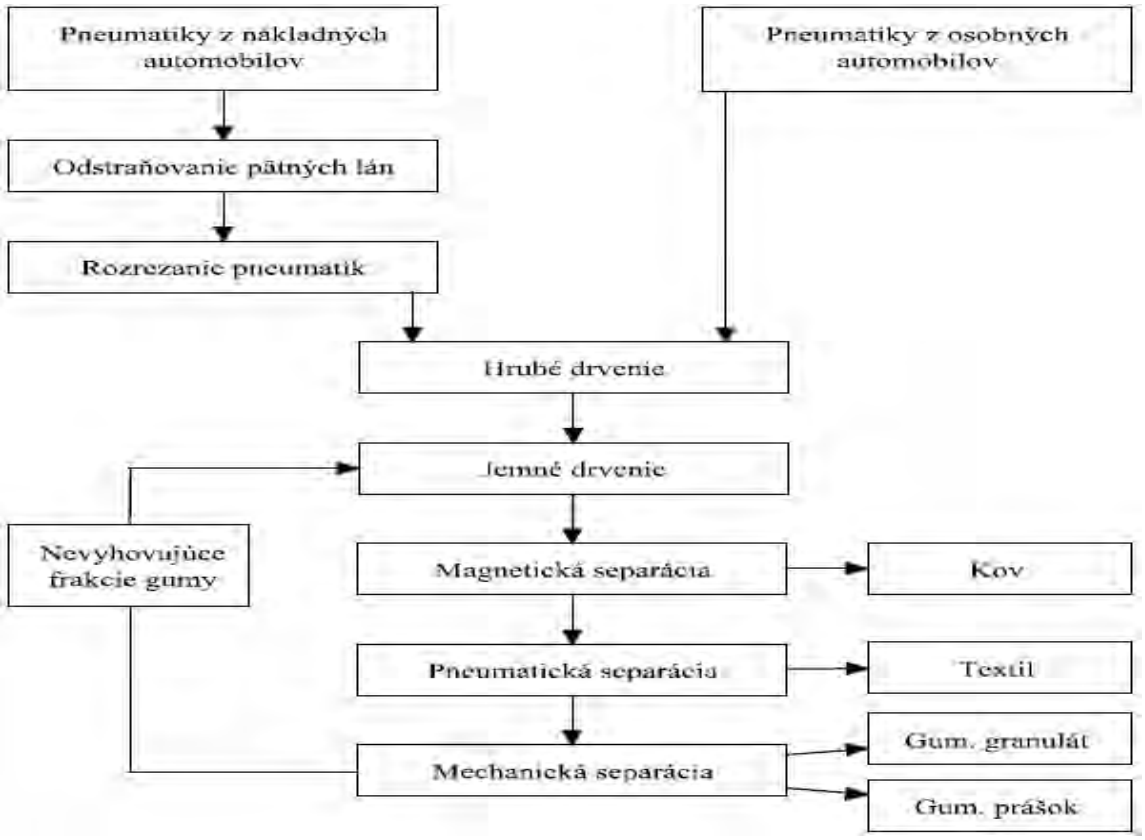
Príloha kapitoly 12, video 12.4:
Линия по переработке шин РДК 650. Принцип работы с комментариями. https://youtube.com/watch?v=nm-kdHLGgpw

Mechanické drvenie pre ďalšie spracovanie

Mechanické drvenie je najčastejšie používaný proces. Metóda je založená na mechanickom rozrušovaní pneumatík na malé častice prostredníctvom rôznych techník drvenia, ako napr. granulátormi, drvičmi a pod. Oceľové súčasti sa následne oddelia magnetickými separátormi. Schéma drvenia je na obrázku 12.3.

Mechanický spôsob drvenia pneumatík

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 12.3 Schéma drvenia pneumatiky [Spracoval: Boďo podľa Zajac et al.]

Kryogénna redukcia

Kryogénny proces je založený na zmrazení drviny na extrémne nízku teplotu. Dusík (N) obsahuje 78 % zemskej atmosféry. Komerčne dostupný kvapalný dusík (N_2) sa vyrába vo veľkých kryogénnych separačkách vzduchu, kde sa čistí atmosférický vzduch, stlačený a chladený expanziou, ktorý sa následne rozdelí frakčnou destiláciou pri kryogénnych teplotách. Kvapalný dusík je skladovaný a prepravený v špeciálnych vákuovo izolovaných nádržiach cisterny a pri teplote v rozmedzí -196 ° C až -155 ° C pri zodpovedajúcom tlaku v rozmedzí od atmosférického tlaku do 20 barov čo je 2 MPa. Kryogénny užívatelia majú nízkotlakové nádoby (0,5 MPa).

Postup:

Pneumatika sa rozreže po obvode aby sa znej odstránili nečistoty prípadne voda. Následne sa uloží na dopravný pás, ktorý pneumatiku dopraví do kryogénnej komory. Tu sa pri teplote -87 až -196 °C pneumatika zmrazí, čím sa stane krehkou ako sklo. Takto upravený materiál sa veľmi ľahko triešti na drobné častice. Následne v drviči sa rozdrví na jemný prášok až frakcie o veľkosti 4mm. Jemný gumený prášok sa na site odseparuje. Vlákna a oceľ sa z drviny odstránia podobným spôsobom ako pri mechanickom drvení. Textilné vlákna sa odsávajú pomocou podtlaku a zachytávajú v odlučovači. Kovové častice kordu sa odstránia magnetom. Výhodou takéhoto spôsobu získavania granulátu je rýchlejšie a čistejšie získavanie veľmi jemnej frakcie podľa požiadaviek zákazníka. Naopak, nevýhodou sú zvýšené náklady na chladiaci proces (používa sa napr. tekutý dusík).

Spracovanie pomocou ozónu

Pracuje na princípe vysokej koncentrácie ozónu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Opotrebované plášte pneumatík sa pomaly posúvajú v ozónovej atmosfére. Prebieha rozklad vplyvom vysokých koncentrácií ozónu oveľa rýchlejšie, ako za bežných podmienok. Na plášti pneumatiky dochádza k deštrukcii gumy, ktorá vypadáva mimo linky vo forme kúskov alebo drviny. Po niekoľkých desiatkach minút vychádza na konci linky kovová kostra pneumatiky.

Ozón pre linku sa vyrába vo vlastnom ozónovom hospodárstve z kvapalného kyslíka. Drvina odpadávajúca z plášťov pneumatík sa ďalej triedi na sitách. Značný podiel drviny, až 40 %, má zrnitosť 0 – 1 mm. Táto sa dá využiť ako absorbent pri vzniku ropných havárií.

Pyrolytická technológia spracovania pneumatík

Pyrolýzne spracovanie pneumatík - pomocou tepelnej degradácie prebiehajúcej bez prítomnosti kyslíka. Prínosom tejto technológie - premena odpadových pneumatík na druhotné suroviny, ako sú olefíny alebo povrchovo aktívne uhlie.

Nedostatky pri využívaní pyrolýzy - vysoké ekonomické náklady a technologická náročnosť. Kapitálové náklady sú príliš vysoké v porovnaní s hodnotou výstupných produktov pyrolýzy.

Veľkým plusom sú nízke hodnoty emisií a tým minimálny negatívny vplyv na životne prostredie.

Hlbokové termické štiepenie - termicka depolymerizácia

Spoločnosť DRON Industries bola založená v roku 2001 s cieľom vývoja environmentálnej a ekonomicky rentabilnej technológie. Táto technológia zhodnocuje odpadové pneumatiky, ktorá funguje v prevádzkových podmienkach. Táto inovatívna technológia získala v roku 2011 ocenenie „Zlatý mravec“ v kategórii inovatívne riešenie.

Proces hĺbkového termického štiepenia – termická depolymerizácia sa používa na spracovanie (recykláciu) ojazdených pneumatík. Jedná sa o materiálové zhodnotenie (materiálovú recykláciu), pri ktorom sa získavajú produkty so 100 %-nou výťažnosťou. Termické štiepenie – termická depolymerizacia je založené na princípe prietočného reaktora uloženého v peci, do ktorého sa rozdrvené (posekané na veľkosť približne 15-25 cm) ojazdené pneumatiky dávkujú kontinuálne.

Unikátnosť zariadenia spočíva v kontinuálnom chemickom procese, ktorý pracuje nepretržite a výsledkom, ktorého sú výstupné produkty stabilne rovnakej vysokej kvality. Na ohrievanie reaktora sa používa vlastný recyklovaný plyn z procesu spaľujúci sa v plynových horákoch nainštalovaných v peci. Proces hĺbkového termického štiepenia prebieha v inertnej (uhľovodíkovej) atmosfére bez prítomnosti kyslíka, teda nejedná sa o spaľovanie materiálu. Bežne sa pracuje pri teplote do 700 °C. Po termickom štiepení opúšťajú tuhé zvyšky vo forme koksu a oceľových drôtov reaktor v jednej časti. Rozkladné produkty vo forme pár a plynov reaktor opúšťajú v druhej časti. Pary prechádzajú dvojstupňovým kondenzačným systémom, kde sa skondenzujú na olej. Získaný plyn sa spaľuje regulovaným spôsobom a nahrádza počas prevádzky externé plynné palivo (bežne zemný plyn alebo LPG).

Prínosom tohoto procesu je neporovnateľne nižšia energetická náročnosť oproti existujúcim konvenčným procesom. Technologický proces hlbokého termického štiepenia má zlomkový energetický nárok. V súčasnosti je výťažnosť zhruba na 45 % kvapalných produktov, 40 % tuhej frakcie–koksu, 6 % plynnej frakcie, 9 % oceľových drôtov.

Najväčším prínosom tejto koncipovanej, technologicky realizovanej a priemyselne využívanej recyklačnej technológie spracovania odpadov je splnenie podmienok BAT (Best Available Technology). Získané produkty je možné využívať v chemickej technológii, petrochémii, uhlíkových technológiách, nanotechnológiách, či dokonca v kozmetickom priemysle, alebo pri výrobe detergentov. Týmito možnosťami využitia napĺňajú podmienky obehového hospodárstva.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Jednotlivé produkty zo spracovaných pneumatík pomocou termickej depolymerizácie:

Kvapalné frakcie

Obrázok 12.4 Tekuté palivo [dron.sk]

Kvapalný uhľovodíkový podiel obsahuje široké spektrum uhľovodíkov obrázok 12.4. Kvapalné produkty sa môžu použiť, buď priamo ako palivá, alebo dodávať do rafinérie ropy ako cenné petrochemické suroviny. Spaľovacie teplo pyrokvapaliny má hodnotu 40 – 43 $MJ.kg^{-1}$.

Obrázok12. 5 Tuhá frakcia [dron.sk]

Tuhá frakcia - koks

Jedná sa o tuhý materiál (pyrouhlík, sadze, koks) obrázok 12.5. Získaný koks má spaľovacie teplo 28 – 30 $MJ.kg^{-1}$. Môže sa použiť v energetike ako výborné tuhé palivo. Po valorizácií je možné použiť ako Carbon Black do gumárenských výrobkov.

Plyn

Plyny sa skladajú hlavne z vodíka, ľahkých uhľovodíkov (C_1-C_5). Spaľovacie teplo plynu z ojazdených pneumatík sa pohybuje od 35 do 42 $MJ.m^{-3}$ a vďaka vysokej kalorickej hodnote sa úspešne využíva na ohrev reaktora obrázok 12.6. Získaný prebytok plynu sa využije pre ohrev ďalších procesov pri spracovaní produktov (sušenie, filtrácia, destilácia a pod.).

Obrázok 12.6 Plynná frakcia [dron.sk]

Obrázok 12.7 Oceľové kordy [dron.sk]

Oceľové kordy

Oceľové kordy (obrázok 12. 7) majú neporovnateľne lepšie vlastnosti ako z tradičného mechanického spracovanie opotrebovaných pneumatík. Nedochádza k vláskovaniu, má vyššiu sypnú hmotnosť, výborne sa lisujú a v konečnom dôsledku neobsahujú zvyšky gumy.

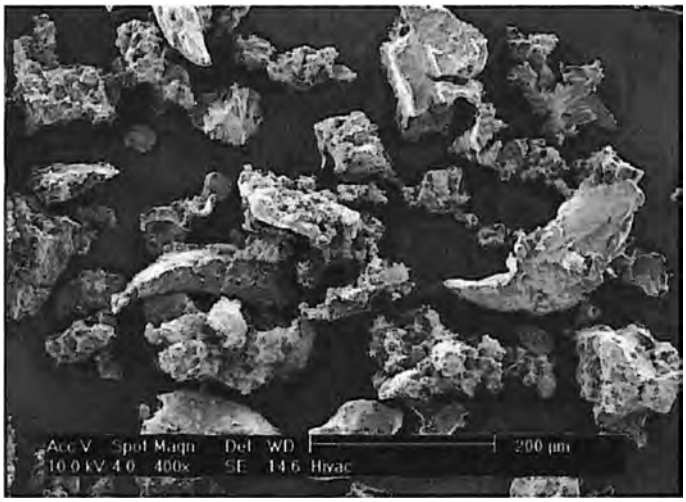
Príloha kapitoly 12, video12. 5:
Beston Fully Continuous Waste Tyre to Oil Machine 3D Video
https://youtube.com/watch?v=C3cZo8smzqc

Príloha kapitoly 12, video 12.6:
Latest design fully continuous waste plastic and tyre recycling to fuel oil plant 3D video
https://youtube.com/watch?v=hHSmsorx5RU

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Iné procesy

Okrem konvenčných techník mletia v prostredí a kryogénny proces, existujú aj iné menej bežné spracovateľské procesy. V súčasnosti sa používa na zníženie RTR (Recycled Tyre Rubber) v podobe drviny, alebo jemný prášok ako CRM (Crumb Rubber Modifier): ***Mletie za mokra*** je patentovaný proces mletia, pri ktorom sa získava drobná guma častice sa ďalej redukujú mletím na kvapalné médium, zvyčajne voda. Mletie sa uskutočňuje medzi dvomi pevne rozmiestnenými brúsnymi kotúčmi. Získaný RTR s jemným zrnom sa používa ako modifikátor bitúmenu.



Obrázok 12.8 Mikroskopická analýza drviny [Lo Presti, 2013]

Drvenie pomocou vodného lúča je technika spracovania RTR do jemnejších častíc pomocou tlakovej vody (obrázok 12.8). Trysky sa otáčajú, voda s veľmi vysokým prevádzkovým tlakom 55 000 psi (379,212MPa) vo vysokorýchlostných poliach vyrábajúcich čistú drvinu bez drôtov. Spôsob procesu je však relatívne nový a stále neznámy pre väčšinu v priemysle. Napriek tomu vysoká úroveň drsnosti výsledných gumových drvín robí tento produkt veľmi atraktívnym pre modifikáciu bitúmenu. Obrázok 12.8 ukazuje príklad získanej mikroskopickej analýzy drvín patentovaným procesom redukcie veľkosti vodného lúča.

Aplikácia gumového granulátu

Gumový granulát ako produkt z recyklovaných plášťov pneumatík a gumy je možné použiť na viacero aplikácií a v rôznych oblastiach. Príklady využitia granulátu:

- modifikované asfalty – gumovou drvinou,
- výplň betónov,
- akustické protihlukové bariéry pri vozovkách,
- podkladové vrstvy vozoviek,
- koľajové prejazdy,
- parkoviská,
- nátery, farby,
- podrážky topánok,
- gumené dlaždice na detské ihriská,
- strešné šindle,
- gumou modifikované asfalty,
- absorbéry pri rázovom namáhaní,
- podklady a výplne pre umelé trávniky,
- bežecké dráhy nezávislé od počasia
- tenisové kurty,
- fitnes centrá.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Z dôvodu, že pneumatiky nie sú biodegradovateľné, je potrebné ich všetky recyklovať. Vašou úlohou je stanoviť poradie vhodnosti recyklácie pneumatík:

- spaľovanie pneumatík v cementárňach ako energetická zložka a prímes do cementu,
- spaľovanie ako energetický zdroj tepla,
- termická depolymerizácia,
- regenerácia gumy na opätovné použitie pri výrobe produktov na báze gumy,
- drvenie a použitie ako modifikované asfalty – gumovou drvinou,
- uskladnenie na skládkach,
- protektorovanie.

Stanovenie poradia vhodnosti recyklácie pneumatík:

1. Regenerácia gumy na opätovné použitie pri výrobe produktov na báze gumy.
2. Termická depolymerizácia.
3. Drvenie a použitie ako modifikované asfalty – gumovou drvinou.
4. Spaľovanie pneumatík v cementárňach ako energetická zložka a prímes do cementu.
5. Spaľovanie ako energetický zdroj tepla.

Uskladňovanie na skládkach nie je recyklácia.

Protektorovanie sa považuje za renováciu.

Otázky ku skúške

1. Definujte opotrebovanú pneumatiku.
2. Kto je držiteľom opotrebovanej pneumatiky?
3. Vymenujte päť hlavných zložiek pneumatiky.
4. Popíšte konštrukciu pneumatiky.
5. Vymenujte druhy zhodnotenia pneumatiky.
6. Popíšte postup spracovania pneumatík pomocou kryogénnej redukcie.
7. Popíšte postup spracovania pneumatík pomocou ozónu.
8. Popíšte iné postupy spracovania pneumatík.
9. Sú pneumatiky biodegradovateľné?

Zaujímavosti zo sveta pneumatík

Použitá literatúra

1. Beston Fully Continuous Waste Tyre to Oil Machine 3D Video[online]. [cit. 2019-03-24]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=C3cZo8smzqc>.
2. Car tire retreading process - Marix by Marangoni In *marangoni.com.* [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=wmjT_XFNkuU>.
3. Tire shredder in simple recycling plant. [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=VNPWB5So20I>.
4. Hlbokové termické štiepenie - termicka depolymerizacia **(**DRON Industries s.r.o., v Dunajskej Strede. [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné na: **<**https://dron.sk/sk/predstavenie-technologie>.
5. Koľko rokov majú vaše pneumatiky? In *znalci.sk* [online]. [cit. 2019-03-20]. Dostupné na: <https://znalci.sk/pneumatiky-a-vek/>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

6. Latest design fully continuous waste plastic and tyre recycling to fuel oil plant 3D video[online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=hHSmsorx5RU>.
7. Линия по переработке шин РДК 650. Принцип работы с комментариями. [online]. [cit. 2019-03-23]. Dostupné na:<https://youtube.com/watch?v=nm-kdHLGgpw>.
8. LO PRESTI, D. 2013, Recycled Tyre Rubber Modified Bitumens for road asphalt mixtures: In *Elsevier com*. A literature review, Nottingham Transportation Engineering Centre, University of Nottingham, Nottingham, UK, Construction and Building Materials 49. 863–881 p. [online]. [cit. 2019-03-25]. Dostupné na: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0950061813008477?token=79D8F84A6F0FD6C6B3470576432B1FAAC431D0FDB9653571619D779F34CA0EE61BD83B91E9510F73530E00BB77E3C66E>.
9. Protektorovanie pneumatík. In *Protektory.eu* [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné na: <https://protektory.eu/protektorovanie-pneumatik-c34>.
10. Tire recycling In *CONsultingTECHnology*. [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=wge9TqGZg_M>.
11. ZAJAC, J - SMETANKA, L - PAŠKO, J - HATALA, M - HRIN, Ľ. *Systém dezintegrácie pneumatík.* Technická univerzita Košice. In *Doprava a logistika.* ISSN 1451-107X. [online]. [cit. 2019-03-21]. Dostupné na: <http://ulpad.fberg.tuke.sk/transportlogistics/wp-content/uploads/08_zajac.pdf>.
12. Zloženie pneumatiky. [online]. [cit. 2019-03-26]. Dostupné na: <http://autorubik.sk/clanky/ake-informacie-by-ste-mali-vediet-o-vasich-pneumatikach/>.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

13 TECHNOLOGICKÁ ZAŘÍZENÍ A PROVOZY NA ZPRACOVÁNÍ STAVEBNÍHO ODPADU

Kapitola technologická zařízení a provozy na zpracování stavebního odpadu se zabývá problematikou produkce a nakládání se stavebními a demoličními odpady (SDO). Z hlediska vzniku odpadů je kapitola zaměřena na kvantitu, vlastnosti a klasifikaci SDO a s tím souvisejícími způsoby nakládání. Z hlediska zpracování a využití stavebních a demoličních odpadů je v kapitole řešena typická skladba technologických strojních linek pro zpracování SDO, technologie výroby stavebních recyklátů, jejich vlastnosti a možnosti využití ve stavebnictví. Dále se kapitola zabývá i způsoby provádění bouracích a demoličních prací ve vztahu k recyklaci SDO.

SDO jsou významnou kategorií odpadů a představují podíl cca 25 % z celkové produkce odpadů v ČR a SR. SDO jsou rovněž významným potenciálním zdrojem druhotných surovin, a proto je základním principem nakládání s těmito odpady přednostní recyklace (tam kde je to možné) a omezování skládkování těchto odpadů. Mezi nejdůležitější právní předpisy související se stavebními a demoličními odpady a jejich recyklací patří Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech, ve znění Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 2018/851 ze dne 30. května 2018.

Rozdělení stavebního a demoličního odpadů z hlediska časového horizontu vzniku

Stavební a demoliční odpady vznikají z hlediska časového v různých úsecích, ato nejen na konci životnosti stavby při jejím odstraňování (demolici), ale i při vpřípravě výstavby aa vlastní realizaci stavby. Na základě této skutečnosti lze rozlišit:

- odpady ze stavebních objektů zařízení staveniště podmiňujícího výstavbu;
- odpady vznikající při realizaci vlastních stavebních procesů na stavbě;
- odpady vznikající při přípravných pracích a dopravě materiálu na stavbu;
- odpady vznikající při odstraňování staveb (demolice staveb).

Složení stavebního a demoličního odpadu a formy SDO dle původu

Skladba SDO je různorodá a závisí především na druhu, konstrukčním řešení a stáří stavby. Kvalita SDO je ovlivněna vlastnostmi surovin (primárních stavebních materiálů), ze kterých jsou konstrukce provedeny, způsobem zpracování SDO a způsobem a podmínkami skladování a čistotou SDO (ochrana před nežádoucím znečištěním např. ropnými látkami). Mezi hlavní složky SDO řadíme:

- stavební kamenivo (drobné – písky, štěrky i hrubé),
- cihly a cihlářská keramika,
- ostatní keramické materiály,
- betony,
- omítky,
- asfalt, dehty,
- dřevo a materiály na bázi dřeva,
- plasty,
- kovy (železné i neželezné),
- papír,

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- barvy, laky,
- lepidla, tmely.

Stavební suť

Jedná se o směs stavebních odpadů, vznikajících při demolici především pozemních staveb. Složení směsi je ovlivněno zejména druhem, konstrukčním řešením, stářím staveb a technologií provádění demoličních prací. Směs může obsahovat cihelné zdivo, beton a železobeton, zeminu, keramickou nebo kamennou dlažbu, vápenopískové materiály, maltoviny, sádru, ostatní keramické materiály, dřevo a materiály na bázi dřeva, ocel, písek, štěrk, plasty, kovy, papír, asfalt, dehet, tmely, barvy, lepidla. Recyklací této směsi je získávána především cihelná a betonová drť, použitelná jako přísada do betonových směsí (v případě vyhovujících vlastností recyklátu). Předpokladem použití recyklátu do betonových směsí je roztřídění drti podle druhu (betonová zrna, cihelná zrna) a odstranění nežádoucích příměsí z drti (asfalt, sádra, dřevo, plasty apod.). Cihelná drť má nízkou pevnost v tlaku, a proto se obvykle používá pro méně náročné stavební hmoty (např. jako plnivo do cihlobetonu) nebo častěji jako násypový materiál. Jemná cihlová drť lze využít pro povrchy sportovišť jako antuka. Dřevo a materiály na bázi dřeva oddělené ze směsné suti lze využít buďto přímo na staveništi nebo častěji odvézt a využít obvykle jako palivo. Oddělená stavební a betonářská je využita buďto přímo na stavbě nebo častěji jako železný šrot. Další nakládání s oddělenými plasty a dalšími příměsemi je obvykle skládkování nebo spalování.

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.1: Stavební suť

Stavební odpady ze stavební výroby

Jedná se o všechny odpady, které vznikají v důsledku provádění stavebních prací při novostavbách i rekonstrukcích staveb. Tyto odpady obvykle obsahují zbytky minerálních stavebních materiálů, dřevo a materiály na bázi dřeva, železné i neželezné kovy, plasty, papír a lepenku, organické materiály, sklo a další odpady (např. zbytky barev, tmelů apod.). Největší podíl z těchto odpadů (>50 %) tvoří inertní materiály (např. písek, kamenivo, beton, cihly, zemina). Dále jsou významně (cca 30 %) zastoupeny spalitelné látky (dřevo a materiály na bázi dřeva, lepenka, papír apod.) a zbytek připadá především na plasty.

Demoliční odpad z konstrukcí silnic a komunikací

Tyto odpady jsou obvykle tvořeny materiály na bázi asfaltů, dehtů a hydraulických pojiv (silniční cement). Řadíme sem asfaltové kry, kusy cementobetonových krytů vozovek, obrubníky, dlažební kostky, písek, štěrk, zemina atd. Tyto materiály lze využít především jako násypový materiál, a to buďto na nenáročné objekty (např. protihlukové valy) nebo do konstrukčních vrstev komunikací. Nejvýhodnější zpracování odpadů s obsahem asfaltu je opětovné zapracování do nových stavebních hmot s asfaltovým pojivem (kryty vozovek).

Zeminy a horniny ze zemních prací

Objemově se jedná o převažující složku stavebních odpadů. Jedná se o materiály s inertními vlastnostmi. Tyto materiály jsou, v závislosti na geotechnických charakteristikách, využitelné především pro zemní stavební konstrukce u dopravních a dalších inženýrských staveb (násypy terénních valů, zásypy výkopů a terénních prohlubní). S výhodou se využívají přímo na staveništi k dosažení vyrovnané bilance zemních prací (výkopů a násypů).

Nebezpečné složky ve stavebním a demoličním odpadu

Stavební a demoliční odpad může obsahovat i některé z nebezpečných složek. SDO je hodnocen jako nebezpečný, pokud je překročeno alespoň jedno z kritérií nebezpečnosti

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

(výbušnost, oxidační schopnost, hořlavost, dráždivost, škodlivost zdraví, toxicita, karcinogenita, žíravost, infekčnost, teratogenita-poruchy reprodukce, mutagenita-dědičné genetické vady, schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí pří nebo po jejich odstranění, ekotoxicita). Mezi nebezpečné složky SDO patří např.:

- stavební materiály s obsahem azbestu (střešní krytiny, potrubí instalací, zvukové a protipožární izolace atd.);
- nátěrové hmoty, lepidla, tmely (sloučeniny rtuti, cínu, olova; mohou obsahovat např. i PCB);
- zářivky a výbojky;
- dehet, dehtové hydroizolační lepenky, dehtem impregnované dřevo (pražce), PAU z dehtu v usazeninách v komínech;
- topné a mazací oleje (často s obsahem PCB; nasáklé do materiálů podlah, omítek, stěn nádrží, příček atd.);
- olovo a olověné materiály (staré instalace potrubí vodovodu, klempířské prvky atd.);
- neinertní složky (plasty, pryž, sádra, podlahové krytiny, elektroodpad atd.).

Nebezpečné složky SDO musí být oddělovány přímo v místě vzniku (na staveništi). Dále je nutné, aby byly odděleně shromažďovány v určených nádobách (kontejnery) a na vyhrazeném prostoru. Nebezpečné SDO jsou evidovány a následně předány specializované oprávněné společnosti k využití nebo odstranění.

Druhy recyklátů, jejich vlastnosti a možnosti využití

Cihelný recyklát

Tento druh recyklátu je obvykle produkován ve třech zrnitostních frakcích, a to f 0 až 16 mm, f 16 až 32 mm a f 32 až 80 mm. Cihelný recyklát má nízkou pevnost v tlaku a relativně vysokou nasákavost, a proto se běžně používá především pro násypy a zásypy. Kvalitní cihelné recykláty lze použít jako lehké plnivo pro výrobu monolitického cihlobetonu (lze použít pro lehčené, výplňové, nenosné části konstrukcí stěn i stropů). Drobnější frakce tohoto recyklátu (zrna ≤4 mm) lze použít i pro výrobu maltovin – stavebních směsí (pojivem jsou vzdušná nebo hydraulická vápna a cement; pevnost takových maltovin se pohybuje v rozmezí 1 až 10 MPa), kde tvoří cihelný recyklát plnivo, které zlepšuje tepelně izolační schopnosti materiálu. Další možností je výroba prefabrikovaných výrobků, a to vibrolisovaných tvárnic, stěnových dílců a také nepálených lisovaných cihel plných (rozměry 300/150/100 mm; ze směsi cihelného recyklátu f 0 až 16 mm a cihlářské hlíny, případně i s 10% příměsí portlandského cementu; dosahovaná pevnost v tlaku až 8 MPa) pro méně náročné stavební konstrukce.

Betonový recyklát

Tento druh recyklátu má většinou podstatně lepší fyzikální vlastnosti než cihelný recyklát, a proto má širší využití, a to i v rámci materiálů pro nosné konstrukce. Betonový recyklát se používá především jako součást plniva do betonů. Svými dobrými fyzikálními vlastnostmi je plnohodnotnou náhradou přírodního kameniva. Z hlediska konstrukcí se betonový recyklát dnes používá především pro podkladní vrstvy vozovek stmelených cementem, ochranných vrstev silničních komunikací a pražcového podloží železničních komunikací (jako mechanicky zpevněná vrstva). Betonový recyklát lze s výhodou použít do živičných (asfaltobetonových) směsí při výstavbě a opravách vozovek, za předpokladu dodržení technologických postupů předepsaných příslušnými technickými normami (např. ČSN 73 6121 Hutněné asfaltové vrstvy).

Asfaltový recyklát

Asfaltové recykláty jsou vhodné pro opravy i nové vrstvy silničních komunikací. Aplikují se buďto bez přidání nového pojiva (v případě málo zatížených vozovek, pro spodní

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

podkladní vrstvy a pro zpevnění štěrkopískových podsypných vrstev) nebo v rámci technologie výroby za studena (s použitím vhodných emulzí) nebo s přidáním hydraulického pojiva (nejčastěji silničního cementu případně hydraulického vápna). Další možností je kombinace emulze a hydraulického pojiva pro provádění nových stmelených podkladních vrstev, jejichž výsledné technické vlastnosti jsou plně srovnatelné s výslednými vlastnostmi jako u směsí typu obalovaného kameniva aplikovaných technologií s tepelnou úpravou (za horka).

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.2: Druhy reckylátů – cihelný, betonový, asfaltový

Způsoby hodnocení vlastností recyklátů vyrobených z SDO

Z hlediska hodnocení vlastností recyklátů je nutné vycházet z podmínek stanovených právními předpisy. Vlastnosti těchto materiálů mohou být hodnoceny:

- jako upravený odpad (zde je nutnost s takovým materiálem dále nakládat jako s odpadem a ČR se z tohoto důvodu nepoužívá),
- jako nestanoveného výrobku, dle zákona č. 102/2001 Sb. o obecné bezpečnosti výrobků. V tomto případě je možné deklarovat stavebně technické vlastnosti výrobku, např. dle ČSN pro kamenivo, které určují vlastnosti kameniva získaného úpravou přírodního, umělého nebo recyklovaného materiálu a směsí těchto kameniv. Patří sem zejména tyto normy – ČSN EN 12620 Kamenivo do betonu, ČSN EN 13043 Kamenivo pro asfaltové směsi a povrchové vrstvy pozemních komunikací, ČSN EN 13242. Kamenivo pro nestmelené směsi a směsi stmelené hydraulickými pojivy pro inženýrské stavby a pozemní komunikace, ČSN EN 13450 Kamenivo pro kolejové lože. V uvedených normách je kamenivo definováno jako „zrnitý materiál používaný ve stavebnictví; kamenivo může být přírodní, umělé nebo recyklované“. Recyklované kamenivo je zde definováno jako „kamenivo získané zpracováním anorganického materiálu dříve použitého v konstrukci“.

Posuzování kvality recyklátů pomocí obecně závazných norem a předpisů má zásadní vliv na reálné využití recyklátů ve stavební výrobě. Důsledkem provádění hodnocení kvality recyklátů je jednak jejich širší využívání již ve fázi návrhu stavby, ale rovněž jejich cenové přibližování k cenám přírodních nerostných surovin srovnatelných vlastností. Nárůst cen recyklátů pak vede, jak se již v podmínkách ČR ukázalo, k poklesu cen pro původce stavebních odpadů a tím i k dalšímu snížení jejich snahy, zbavit se stavebního odpadu pololegálním či ilegálním způsobem. V podmínkách ČR dosud nejsou zavedeny (na rozdíl od některých zemí EU) obecně platné technické normy pro jakost recyklátů. Výjimku tvoří pouze některé normy pro stavbu komunikací a OTP pro stavbu železničního svršku a spodku. Konkrétně se jedná o:

- ČSN 73 6121 Hutněné asfaltové vrstvy;
- ČSN 73 6122 Lité asfalty;
- ČSN 73 6123 Cementobetonové kryty vozovek;
- ČSN 73 6124 Kamenivo stmelené hydraulickým pojivem;
- ČSN 73 6125 Stabilizované podklady;
- ČSN 73 6126 Nestmelené vrstvy;
- OTP ČD Kamenivo pro kolejové lože (platnost od 1. 1. 1996);
- OTP ARSM 01/2001 Recykláty pro výstavbu pozemních komunikací.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Všechny výše uvedené předpisy umožňují použít recykláty v některých fázích stavební výroby, musí však být splněny podmínky, že vyhoví kritériím stanoveným pro přírodní nerostné suroviny.

Technologie provádění bouracích a demoličních prací s ohledem na možnost recyklace stavební sutě

Obecně lze konstatovat, že kvalita recyklátů a efektivnost celého procesu recyklace je přímo úměrná způsobu a kvalitě prováděných demoličních prací (důležitá je především úroveň třídění přímo v místě vzniku odpadů). Při přípravě bouracích a demoličních prací je vhodné zvolit takový postup, který umožňuje efektivní a důsledné třídění a v případě dobrých technických vlastností i využití celých stavebních prvků a dílců. Způsob provádění bouracích a demoličních prací do značné míry ovlivňuje možnosti recyklace SDO a jeho další využití, a proto je třeba dodržovat některé zásady, a to především:

- oddělení kontaminovaných materiálů od nekontaminovaných (nesmí docházet k mísení);
- oddělení cizorodých materiálů od minerálních stavebních sutí určených pro recyklaci. Oddělují se především organické materiály - dřevo a materiály na bázi dřeva; sádrokartony; minerální látky – maltoviny, kamenivo; plasty; kovy; další zejména nebezpečné odpady – azbestové stavební materiály, lepenky a materiály s obsahem dehtu, materiály opatřené nebezpečnými nátěrovými hmotami atd.);
- roztřídění inertní minerální stavební sutě alespoň na základní druhy (cihelná suť, betonová suť, živičné sutě - kry, výkopová zemina).

Při přípravě bouracích a demoličních prací je častým faktem neexistence původní projektové dokumentace, ze které by byl přímo a jednoduše zjistitelný výskyt nebezpečných stavebních odpadů nebo míst s pravděpodobnou kontaminací stavebního materiálu. Z tohoto důvodu je nutné provádět stavební průzkum se zdokumentováním a zatříděním stavebních materiálů, které se na konkrétní stavbě nacházejí. U některých objektů (zejména pokud měly v minulosti funkci zdravotnického zařízení, průmyslové výroby či skladů) je nutné odebírat i vzorky pro následně chemické analýzy ověřující výskyt nebezpečných látek.

Postupná ruční demontáž stavebních objektů a konstrukcí

Tato technologie provádění se uplatňuje například při postupném odstraňování staré panelové výstavby. Po odstranění střešních a stropních konstrukcí se vnitřní i obvodové panely odstraňují postupně po jednotlivých sekcích. V místech stykování panelů (spojení) se stěny narušují diamantovými řezacími kotouči nebo vrtáky, případně elektropneumatickými kladivy. Speciální mechanizací - hydraulickou soupravou, se panely od sebe oddělí a poté se jeřábem přemístí na místo dočasného uložení, odkud se obvykle převáží na místo dalšího zpracování či využití. Tento způsob demontáže je vhodný v případě předpokládaného dalšího využití nepoškozených panelů. Panely lze využít např. ke zpevňování krytu hlavních polních cest nebo u dočasných účelových cest pro dopravní zpřístupnění staveniště či dočasné komunikace na skládkách odpadů, dále pro výstavbu jednoduchých, účelových stavebních objektů jako např. silážní jámy, garáže apod. Nevhodné panely (poškozené, degradované) se z místa dočasného uložení odváží k dalšímu zpracování pro výrobu recyklátů.

Postupné ruční bourání jednotlivých stavebních konstrukcí

Jedná se o metodu srovnatelnou s předchozí, ale oproti ní je pracnější a nákladnější, a to především díky vyššímu podílu ruční práce. Pracovními nástroji jsou bourací ruční kladiva, opatřená vyměnitelnými nástroji, kterými se konstrukce rozděluje na drobnější části. Používají se ruční pneumatická kladiva, kladiva poháněná hydraulickým olejem, kladiva se spalovacím motorem nebo elektropneumatická kladiva.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Strojní mechanické bourání a dělení stavebních konstrukcí

V rámci strojního mechanického bourání a dělení se využívá různých technologií provádění, a to zejména:

- *ramenové demoliční výložníky*, což je těžké pásové rypadlo, které je vybaveno dlouhým výložníkem s násadou. Násada je opatřena hydraulicky ovládaným pracovním nástrojem umožňujícím pracovat ve výškách až 36 m. Demoliční výložník umožňuje velký dosah provádění bouracích prací a tím i zajištění bezpečné vzdálenosti od bouraného objektu,
- *gravitační metoda*, kdy na příhradovém výložníku (obvyklé délky 15 až 35 m) je na laně zavěšena těžká bourací litinová koule. Koule švihem naráží na bouranou konstrukci, čímž dochází k silnému dynamickému zatížení a rozrušování konstrukce,
- *strhávací hák*, který je pevně nebo otočně uchycen na konci dlouhého výložníku s násadou a je používán k postupnému strhávání stavebních konstrukcí. Jedná se o postup vyžadující vyšší nároky z hlediska bezpečnosti práce, kdy rypadlo musí být v dostatečné vzdálenosti od demolovaného objektu,
- *bourací a štípací kleště*, které jsou určeny pro bourání a dělení betonových a železobetonových konstrukcí a zdiva obsahujícího ocelové pruty, ocelové nosníky nebo ocelová potrubí,
- *vylamovací a drticí čelisti*, které se používají pro vylamování betonových nebo železobetonových konstrukcí. Jedná se např. o betonové kryty komunikací, železobetonové průmyslové podlahy, železobetonové nosníky a zdivo. Toto zařízení lze použít i k drcení rozměrných betonových nebo cihelných kusů před jejich dalším zpracováním,
- *stříhací nůžkové čelisti*, které jsou určeny pro dělení především kovových a dřevěných částí konstrukcí přímo na místě demolice. Rozlišujeme nůžkové čelisti uzpůsobené pro stříhání kovových materiálů a nůžkové čelisti na dřevěné materiály,
- *nesená hydraulická bourací kladiva*, která jsou tvořena pracovním zařízením zavěšeným na násadě hydraulického rypadla. Pohon zařízení je prostřednictvím hydraulické tlakové kapaliny z rypadla, která uděluje pohyblivému vnitřnímu pístu dynamickou sílu, vytvářející na nástroji velkou nárazovou energii, díky níž je nástroj schopen rozrušit i nejtvrdší stavební materiály. Výkonnost tohoto zařízení musí být vždy v souladu s odpovídající hmotností rypadla (statické vlastnosti) a jeho schopností dodávat potřebné množství vysokotlaké kapaliny pro pohon. Nejmodernější kladiva mají sníženou úroveň hlučnosti, automatické mazání a utěsnění kladiva proti průniku prachu a nečistot,
- *rozpínací soupravy* pro hydraulické dělení velkých a hmotných celků se skládají z pojízdného nebo přenosného vysokotlakého hydrogenerátoru a rozpínacího přístroje, obsahujícího klínový rozpínací trn. Zařízení se používá tak, že se nejprve do bouraného kusu vyvrtají otvory (ø 21 až 50 mm a hloubka 95 až 320 mm). Do předvrtaných otvorů se vloží přístroj s tlakovou objímkou s vysouvatelným klínem, ovládaným pístem. Působením tlakového oleje z hydrogenerátoru zasouvá píst klín do objímky, která se následně velkou silou v předvrtaném otvoru rozpíná. Tímto procesem dochází k tvorbě silného namáhání stěn bouraného bloku, který se roztrhne a vytvoří lomovou štěrbinu. Lze použít i několik současně pracujících souprav.

Technologie pro úpravu a recyklaci stavebních a demoličních odpadů

Stavební a demoliční odpady je třeba před jejich dalším použitím nejprve vytřídit a upravit. Třídící zařízení musí oddělit materiál vhodný k dalšímu použití od nevhodných materiálů. Pro vhodný způsob třídění jsou rozhodujícími kritérii především hustota látek, chování při odvalování a magnetické vlastnosti. Stavební odpad by měl být pokud možno tříděn již

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

v místě vzniku, protože je to technologicky jednodušší a výrazně zvyšující kvalitu recyklátu. Primárně by měly být odděleny kontaminované materiály od nekontaminovaných. Dále by měly být odděleny cizorodé složky (především dřevo a materiály na bázi dřeva, papír, sádrokarton, asfaltové lepenky, plasty, kovy) od minerální sutě. Minerální suť by měla být oddělena na jednotlivé složky (beton a železobeton; cihelné zdivo; keramika – pokud zůstává součástí cihelného zdiva, tak snižuje kvalitu produkovaného recyklátu; asfaltové úlomky; zemina a kamenivo; ostatní stavební odpad nevhodný k recyklaci). Dále jsou z přiváženého SDO pomocí rypadla odstraňovány rozměrné kusy, které jsou následně rozdrceny na velikost přípustnou pro zpracování v recyklačních soupravách.

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.3: Příklad technologického toku typického zařízení pro recyklaci stavebního odpadu

Technologické recyklační soupravy na SDO

Jedná se o sestavu strojů a strojního zařízení, určenou pro úpravu a částečné roztřídění stavebního a demoličního odpadu pro následné přímé použití, případně pro další zpracování. Základní funkční uspořádání soupravy – přejímací násypka na odpad, odkud je materiál veden přes sítový rošt, kde dojde k propadu jemných částic (písek, hlína) na příčný pásový dopravník, kterým je tento materiál dopraven mimo soupravu na skladovací plochu. Velkozrnný materiál postupuje do drtiče (rotační, odrazový, kuželový nebo čelisťový), kde je podrcen a následně je přemístěn dopravníkem přes magnetický odlučovač kovů na haldovací dopravník. V současné době převažují mobilní soupravy, které dále rozdělujeme na:

- *recyklační soupravy na pásovém podvozku*, u kterých prochází materiál z násypné jímky přes hřeblový podavač, ze kterého propadají jemné podsítné frakce (písek, hlína) na příčný dopravník. Hrubozrnný materiál je veden do čelisťového drtiče s regulovatelným výstupem zrn na haldovací dopravník. Tyto soupravy jsou samohybné, všechny funkční části jsou integrovány, pohon celé soupravy zajišťuje spalovací motor, hodinová zpracovatelská výkonnost souprav se pohybuje v rozmezí cca 50 až 150 t,
- *recyklační soupravy na semimobilním kolovém podvozku*, obsahující z důvodu velké výšky zásobníku na materiál šikmý podavač, který z nízkého pomocného zásobníku plní hlavní zásobník soupravy. Hlavní strojní částí soupravy je drtič (čelisťový nebo odrazový), jehož technické parametry definují výkonnost a použitelnost soupravy. Čelisťové drtiče jsou vhodné pro drcení měkkých a středně tvrdých hornin a je u nich riziko ucpávání měkkými zrny. Odrazové drtiče jsou univerzálnější a jsou určeny pro drcení měkkých i tvrdých materiálů všeho druhu. Výhodou odrazového drtiče je, že nedochází k ucpávání měkkými zrny. Sledovanými technickými parametry je výkon hnacího motoru, velikost ústí drtiče a světlost otvoru, kterým materiál prochází do drtiče. Výkonnost drtiče se udává v množství rozdrceného materiálu [$t.h^{-1}$]. Výkonnost u tohoto druhu souprav se pohybuje v rozmezí cca >70 až 250 $t.h^{-1}$. Pohon soupravy zajišťuje buďto vznětový motor nebo elektromotor s převodovkou, který současně pohání alternátor nebo hydrogenerátor, zajišťující pohon a ovládání vibračních podavačů, třídičů, dopravníků nebo magnetických odlučovačů oceli,
- *recyklační soupravy na kolovém podvozku s kuželovým drtičem*, které jsou určeny především velmi tvrdých, abrazivních nelepivých materiálů a hornin, jako např. žula nebo čedič. Souprava obsahuje kuželový drtič, poháněný vznětovým motorem o výkonu 136 kW, který zároveň pohání generátor elektrického proudu o výkonu 60 kW. Souprava bývá vybavena automatickým systémem řízení a kontroly, který

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

obsluhu informuje o aktuálních provozních charakteristikách zařízení. Celková hmotnost soupravy je 22,2 t, maximální velikost zpracovávaného zrna u těchto souprav je 120 mm, objem násypného zásobníku je 6,1 m3, velikost výstupní štěrbiny drtiče je v rozmezí 6 až 35 mm, výkonnost soupravy je 32 až 175 $t.h^{-1}$.

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.4: Příklad uspořádání mobilních recyklačních souprav

Obecnou charakteristikou mobilních a semimobilních strojních souprav je, že drtiče a třídiče tvoří samostatné provozní jednotky a do technologické linky se sestavují až na místě nasazení. Mobilní soupravy jsou určeny pro nasazení přímo na místě stavby a používají se zejména při stavbě dopravních komunikací a objektů, při odstraňování starých průmyslových komplexů apod. Jednotlivé technologické části soupravy jsou mobilní a umístění soupravy je velmi variabilní (s ohledem na optimální dostupnost pro mechanizaci i dopad na životní prostředí). Výhodou mobilních souprav je především jejich pohyblivost, operativnost a nezávislost na přísunu zpracovávaného materiálu ze zájmového území. Tyto soupravy lze po komunikacích přepravovat i na značné vzdálenosti do území s aktuální potřebou takového zařízení. Nevýhodou mobilních souprav jsou vyšší provozní náklady (doprava soupravy na místo, montáž apod.), omezený sortiment produkovaných materiálů (frakcí recyklátů), ztížená kontrola zpracovávaného SDO, časté problémy s ohledem na emise hluku, prachu a exhalátů do okolního životního prostředí. Rentabilita provozu mobilních souprav je do značné míry ovlivněna mírou jejich provozního vytížení.

Dalším druhem technologických linek pro zpracování SDO jsou stacionární soupravy (v podmínkách ČR a SR výjimečně). Tato technologická zařízení lze rozdělit na:

- *stacionární recyklační soupravy o výkonnosti >100 až 400 $t.h^{-1}$*, což jsou komplexní strojní zařízení, jejichž technické uspořádání je individuální a závisí na druhu zpracovávaného materiálu, technologii třídění případně i čištění (praní) materiálu a požadovaných vlastnostech (kvalitě) recyklátu. U této skupiny recyklačních souprav dále rozlišujeme jednoduché stacionární recyklační soupravy, které se skládají z primárního drtiče, který materiál drtí nahrubo. Poté je magnetem oddělena ocel a nadsítná frakce zpracovávaného materiálu postupuje do sekundárního drtiče, který materiál nadrtí na výsledné velikostní frakce. Podsítné frakce z třídiče jsou dopravníkem transportovány na haldu,
- *stacionární recyklační soupravy o výkonnosti >100 až 400 $t.h^{-1}$* - se suchým způsobem recyklace a tříděním na několik frakcí. Z hlediska rentability je nutné, aby tento typ soupravy zpracoval cca 70 000 až 100 000 t materiálu za rok. Tyto soupravy produkují obvykle tři frakce recyklátu (f 0 až 45 mm pro výrobu betonu, f 0 až 63 mm pro stabilizační vrstvy dopravních staveb, 0 až 150 mm pro podkladní vrstvy liniových staveb). Funkční uspořádání soupravy o výkonnosti 50 až 300 $t.h^{-1}$ se skládá z přejímacího zásobníku materiálu, pod nímž je umístěn rošt pro oddělení podsítných frakcí (hlína, písek). Z roštu je materiál veden do diskového třídiče, kde je materiál rozdělen na dva proudy. Materiál o velikosti zrno do 45 mm propadá třídičem a následně je veden přes magnetický separátor na síto. Jemná zrna o velikosti 0 až 5 mm propadávají sítem a dostávají se na dopravník separátoru, kde dochází k oddělení nevhodných látek (zejména částice dřeva, papíru a plastů), které jsou plněny do kontejneru. Materiál zbavený příměsí postupuje na dopravní pás a je transportován na haldu. Jemný materiál se zrny o velikosti do 5 mm tvoří buďto samostatnou frakci nebo je součástí frakce se zrny do velikosti 45 mm. Druhý proud z třídiče tvoří hrubý materiál se zrny o velikosti nad 45 mm, který obsahuje větší množství nežádoucích

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

příměsí, a proto je veden na třídicí pásový dopravník délky cca 8 m, umístěný v krytém prostoru pro pracovníky (4 pracovníci z každé strany pásu). Pracovníci odstraňují z pásu ručně nevhodné materiály do kontejneru. Po vytřídění postupuje materiál do odrazového drtiče, ze kterého je veden dopravníkem pod magnetickým separátorem, na kterém jsou odděleny poslední zbytky příměsí kovových materiálů. Pokud je produkována frakce hrubého recyklátu se zrny o velikosti do 150 mm, pak je materiál za magnetickým separátorem vyveden dopravníkem na haldu. Pokud má být produkován recyklát frakce 0 až 63 mm, pak je materiál za magnetickým separátorem veden na síto, odkud je podsítná frakce transportována dopravníkem na haldu a nadsítná frakce se zrny o velikosti nad 63 mm se vrací zpět do drtiče k dalším drcení,

- *stacionární recyklační soupravy o výkonnosti >100 až 400 t.h^{-1}* – kombinované pro suché a mokré třídění. Používají se v případech, kdy jsou vysoké nároky na čistotu a přesnost třídění recyklátu (zejména u nejjemnějších frakcí). Tyto soupravy zajišťují drcení, třídění, praní materiálu a produkují frakce 0 až 2 mm, 2 až 8 mm, 8 až 16 mm a 16 až 32 mm. Souprava obsahuje přejímací zásobník materiálu, odkud materiál prochází podavačem na předsíto, na kterém jsou odděleny nežádoucí jemné složky (hlína, písek), dále dopravník a síto, kde je oddělena nevhodná podsítná frakce a nadsítná frakce se dopravníkem vrací do procesu drcení. Primární drcení nadsítné frakce probíhá v čelisťovém drtiči, odkud je materiál veden pod magnetický separátor, který oddělí kovové materiály do kontejneru. Magneticky separovaný materiál dále propadá do sítového třídiče, ze kterého podsítná frakce propadá na dopravník a nadsítná frakce je vedena do sekundárního odrazového drtiče. Odtud materiál postupuje do dalšího sítového třídiče a nadsítný materiál jde do mokrého pracího zařízení, kde dojde proudem vody k proprání materiálu a vyplavení všech přimísených nežádoucích látek (např. částice papíru, dřeva, plastů apod.). Po vyprání je materiál veden na další síta, kde je provedeno roztřídění na finální frakce.

Příloha kapitoly 13, obrázek 13. 5: Schéma uspořádání stacionární recyklační soupravy

Stacionární recyklační soupravy jsou trvalá technologická zařízení, umístěná ve vhodných lokalitách (např. uzavřené lomy, těžební jámy zrušených cihelen apod.), ve kterých se zajištěn nižší negativní dopad na životní prostředí. Oproti mobilním nebo semimobilním soupravám mají výhodu ve vyšší zpracovatelské výkonnosti, díky které jsou tyto linky schopny zpracovat větší množství SDO, zajistit nižší úroveň nežádoucích příměsí a tím i vysokou kvalitu produkovaných recyklátů. Z hlediska rentability provozu stacionárních zařízení je nutné zajistit dostatečný a trvalý přísun zpracovávaných stavebních a demoličních odpadů, včetně dostatečných skladovacích ploch pro zásobu přiváženého materiálu. Vysoká cena dopravy SDO na stacionární technologické linky i distribuci recyklátu z linky značně zvyšuje provozní náklady těchto zařízení, z tohoto důvodu se tato zařízení budují obvykle pouze v rámci velkých aglomerací. Z hlediska ochrany životního prostředí jsou tato zařízení vybavována filtry prachových částic, tlumiči hluku zakrytováním a prováděním zvukově izolačních konstrukcí i protihlukových valů. Vzhledem k tomu, že technologie čištění je obvykle mokrou cestou a také z důvodu snížení prašnosti je nutné materiál i komunikace průběžně zvlhčovat (zkrápění materiálu na dočasných deponiích, v zásobníku drtiče i mlžení dopravních komunikací s pojezdem mechanizace), tak musí být zajištěn i dostatečně vydatný zdroj podzemní či povrchové užitkové vody. U zařízení s mokrým procesem je technologická voda recyklována a vrací se zpět do technologického procesu. S ohledem na šíření emisí do okolí je, při umisťování těchto zařízení, nutné zohlednit i směr převládajících větrů, vzdálenost od

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

obytné zástavby, terénní podmínky a zeleň v okolí. Stacionární technologické soupravy musí obsahovat i objekty (prostory nebo plochy) a zařízení pro uskladnění - kovů a dalších příměsí, nerecyklovatelných odpadů, nebezpečných odpadů. Dále jsou nutné zařízení a nádrže (sedimentační, cirkulační, skladovací) pro recyklaci technologické vody a zpracování a skladování kalů z čištění vod. Nezbytné je i zařízení k zajištění podmínek hygieny a bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (sociální zařízení, šatny, umývárny apod.).

Hlavní pracovní operace a části strojních zařízení pro stavební a demoliční odpad

Mezi hlavní technologické procesy úpravy a recyklace SDO patří drcení a třídění. Strojní zařízení pro tyto technologické operace jsou obvykle sestaveny v rámci jedné technologické linky, použití samostatných drtičů nebo třídičů je výjimečné. Drtiče patří mezi investičně i provozně (opotřebení) nejnáročnější zařízení technologické linky, čímž do značné míry ovlivňují rentabilitu provozu celé linky.

Drcení a drtiče

Drcení je patří mezí nejdůležitější úkony úpravy SDO. Drcení lze definovat jako převedení látky do stavu požadované zrnitosti. Volbu vhodného drtícího zařízení ovlivňují zejména fyzikální vlastnosti drceného materiálu, účel použití produkovaného recyklátu a jeho požadované vlastnosti. Drtiče tvoří jádro recyklačních souprav, zásadním způsobem ovlivňují kvalitu produkovaného recyklátu a na jejich výkonnosti závisí výkonnost celé soupravy. Technologické linky jsou nejčastěji vybaveny buďto čelisťovým drtičem (statickým) nebo odrazovým drtičem (dynamickým).

Drtiče rozlišujeme dle konstrukce rotoru na:

- horizontální;
- vertikální.

Drtiče rozlišujeme dle umístění na:

- mobilní;
- stacionární.

Drtiče rozlišujeme dle druhu na:

- *čelisťové drtiče* (podle uspořádání mohou být jednovzpěrné a dvouzpěrné). Funkce tohoto typu drtiče spočívá v drcení materiálu pomocí dvou čelistí (z tvrdé, manganové oceli, opatřeny rýhováním). Jedna čelist je pevná, druhá se cyklicky přibližuje a oddaluje. Čelisťové drtiče jsou vhodné k hrubému drcení nelepivých, tvrdých materiálů s pevností v tlaku do 400 MPa. Pokud je v tomto drtiči drcen lepivý materiál (např. asfaltové kry v letním období), pak dochází k poruchám (ucpávání). Jejich výhodou je optimální tvar vstupního otvoru, umožňující zpracovávat i poměrně velké kusy materiálu;

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.6: Schéma uspořádání čelisťového drtiče

- *odrazové drtiče* mají na rotoru upevněny tuhé odrazové lišty, které při otáčení (obvodová rychlost 25 až 70 m.s) vrhají materiál na nárazové desky. Opakujícími se nárazy zrn o desky i sebe sama se materiál drtí a prochází nastavitelnou štěrbinou, umístěnou mezi lištami rotoru a výstupní nárazovou deskou. Změnou otáček rotoru a počtu a polohy odrazových desek lze drtič přizpůsobit vlastnostem drceného materiálu. Odrazový drtič je oproti čelisťovému výhodnější z hlediska možnosti dobré regulace míry podrcení materiálu a podrcená zrna mají vyšší kvalitu (produkt je

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

stejnorodý, s minimálním výskytem nedostatečně rozdrcených zrn a malým podílem jemných frakcí). Při tomto způsobu drcení dochází k rozdrobení materiálu působením menší síly. Tyto drtiče jsou vhodné pro drcení středně tvrdých materiálů. Nevýhodou odrazových drtičů bývá vyšší hlučnost, prašnost a provozní náklady;

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.7: Schéma uspořádání odrazového drtiče

- *kuželové drtiče*, drtící prostor se nachází mezi plášti dvou kuželů (vnější plášť má svislou osu, vnitřní plášť má osu skloněnou o 2 až 5° od svislice). Mohou být v provedení se závěsným kuželem – tzv. ostroúhlé (produkují drcená tvarově ostrohranná zrna méně vhodná do betonů) nebo s podepřeným kuželem – tzv. tupoúhlé (typ Symons, která produkují drcená tvarově vhodná zrna do betonů);

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.8: Schéma uspořádání kuželového drtiče

- *kladivové drtiče*, které mají na vodorovném rotoru výkyvně upevněná kladiva, která při otáčení drtí kusy materiálu ležícího na povrchu válcové dutiny skříně. Drcení je intenzifikováno vrháním částic odstředivou silou na pancéřové desky skříně a narážení částic do sebe. Drcení probíhá tak dlouho, dokud zrna nepropadnou roštem na dně drtiče.

Pokud je využito dvoustupňové drcení odpadu s předdrcením, pak dochází ke snížení opotřebení drtiče, zařízení vyrábí přesnější rozsah zrnitosti recyklátů a obvykle je dosahováno i vyšší zpracovatelské výkonnosti zařízení. Součástí drtiče je obvykle systém řízení s dálkovým ovládáním, magnetický separátor, skrápěcí zařízení atd. Z hlediska mobility drtičů je v průběhu času patrný postupný příklon ke konstrukčnímu řešení s pásovými podvozky, zastoupení ostatních typů (např. návěsy, kolové přívěsy) je méně časté. Průměrná hodnota čisté pracovní doby mezi přesuny mobilní linky z jednoho stanoviště na druhé je cca 80 až 200 hodin.

Třídění a třídiče

Dalším pracovní operací zpracování SDO je třídění. Jedná se o rozdělení látky o různé velikosti zrna na požadované zrnitostní třídy (frakce). Třídiče jsou určeny k třídění materiálu ze zrnitostně různorodé směsi na skupiny velikostně normalizovaných zrn – tzv. frakce. Technologické linky bývají nejčastěji vybaveny vibračním třídičem.

Podle způsobu třídění rozlišujeme:

- třídění na nepohyblivém roštu nebo sítu (suché nebo mokré);
- třídění na pohyblivém roštu nebo sítu (suché nebo mokré);
- třídění hydraulické (tzv. vodní, bezsítové - kdy k oddělování částic dochází ve vodním prostředí, a to na základě různých pádových rychlostí jednotlivých zrn o velikosti do 1 mm);
- třídění pneumatické (tzv. vzdušné, bezsítové – kdy k oddělování částic dochází působením proudu vzduchu, a to na základě, opět na základě různých pádových rychlostí zrn o velikosti do 0,5 mm).

Podle velikosti zrn finálního produktu třídění rozlišujeme:

- kusové třídění (oddělování zrn o velikosti 80 až 200 mm);
- hrubé třídění (oddělování zrn o velikosti 25 až 80 mm);

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- jemné třídění (oddělování zrn o velikosti 10 až 25 mm);
- jemné prosévání (oddělování zrn o velikosti 1 až 10 mm);
- velmi jemné třídění (oddělování zrn o velikosti 0 až 1 mm).

Podle zařazení v strojní technologické lince rozlišujeme:

- třídění před drcením;
- třídění mezi drcením a po drcení;
- třídění před mletím a při mletí;
- třídění po mletí a konečné třídění.

Podle provedení třídičů rozlišujeme:

- třídiče mechanické pevné;
- třídiče mechanické pohyblivé;
- třídiče hydraulické;
- třídiče pneumatické.

Mechanické třídiče lze dále rozdělit podle velikosti tříděného materiálu na:

- roštové třídiče (určené pro velmi hrubé až hrubé třídění);
- sítové třídiče (určené pro střední, jemné a velmi jemné třídění a prosévání),

a dle druhu a konstrukčního uspořádání rozlišujeme mechanické třídiče:

- roštové třídiče pevné a pohyblivé,
- rotační třídiče;
- plošné třídiče.

Třídící systémy lze dle mechanismu třídění rozdělit na:

- třídění na pohyblivých roštech (velmi hrubé a hrubé třídění);
- třídění rotací (velmi hrubé až střední třídění);
- třídění vrhem (nejčastěji používaný způsob pro hrubé až jemné třídění i prosévání, s otvory sít o velikosti 0,5 až 200 mm);
- třídění plošným pohybem (jemné až velmi jemné třídění a prosévání. Pohyb probíhá harmonickými kmity v rovině síta. Třídí se zrna do velikosti 0,5 mm, nejčastěji za mokra).

Třídící plochy lze rozdělit na:

- roštnice (nejčastěji tyčové),
- síta (plechová, pryžová nebo drátěná – svařovaná, lisovaná, pletená, harfová).

Vibrační třídiče

Jedná se o nejčastější způsob konstrukčního řešení třídiče, kdy má třídící plocha vložený dynamický budič a výsledkem jeho působení je vynucený pohyb (kruhový nebo eliptický) a vibrace pletiva samotného síta, což zvyšuje účinnost třídění a umožňuje kratší délku sítové plochy. Při třídění podrceného SDO se nejčastěji využívá vibračních třídičů s paralelním uspořádáním sít. Jedná se o ocelové sítové skříně, které jsou uložené nebo zavěšené na pružinách a vybavené budičem vibrací. Budič působící na sítovou skříň je obvykle excentr, nerovnoměrné rozložení hmot setrvačníku nebo elektromagnet. Síta vibračních třídičů umožňují variabilní nastavení jejich sklonu, a to v rozmezí 30 až 40°.

Separátory nežádoucích příměsí

Jedná se o strojní zařízení, které bývá zařazeno v technologických recyklačních linkách SDO z důvodu zajištěný vyšší kvality vyráběného recyklátu. Proces separace může probíhat suchým způsobem nebo mokrým způsobem. Suchý způsob separace se vyskytuje častěji především z důvodů nižších provozních nákladů (není třeba řešit zajištění vodního zdroje, vodní a kalové hospodářství). V technologických linkách se dnes uplatňuje především vzduchový protiproudý separátor. Třídícím médiem je zde vzduch, který unáší částice nežádoucích příměsí mimo proud recyklátu. Mokrý způsob separace je reprezentován

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

technologiemi jako např. aquamator, bubnový separátor, šnekový separátor, sedimentační separátor. U mokrého způsobu separace je třídícím médiem voda a je často uplatňován princi, kdy jsou částice nežádoucích příměsí o nižší hustotě než voda vynášeny na hladinu. Výhodou mokrého způsobu separace je snížení prašnosti, vysoká účinnost odstranění nežádoucích příměsí lehkých materiálů (až 100 %) a dosahování vyšší kvality produkovaného recyklátu (odplavení prachových částic).

Typické řešení technologické linky pro úpravu a recyklaci SDO

Typická koncepce uspořádání technologické linky lze popsat následně:

- jednostupňový drtič s předtřídičem;
- dvousítný nebo třísítný vibrační třídič;
- mobilní provedení soupravy, nejčastěji na pásovém podvozku.

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.9: Příklad typického uspořádání jednoduché recyklační soupravy pro zpracování stavebního odpadu

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.10: Příklad mobilní pásové recyklační soupravy KOMATSU pro zpracování stavebního odpadu

Otázky ke skoušce

1. Rozdělte stavební odpad dle místa vzniku a dle jeho vlastností.
2. Popište typické způsoby provádění demoličních prací.
3. Popište technologické zařízení pro recyklaci stavebního odpadu.
4. Charakterizujte metody drcení a třídění používané na recyklačních zařízeních pro stavební odpad.
5. Výjmenujte druhy produkovaných stavebních recyklátů a uveďte jejich charakteristické vlastnosti a možnosti využití.

Použita literatúra

1. FILIP, J. 2002.*Odpadové hospodářství.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 118 s. ISBN 80-7157-608-5.
2. FILIP, J - BOŽEK, F - KOTOVICOVÁ, J**.** *Komunální odpad a skládkování.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 128 s. ISBN 80-7157-712-X.
3. JUNGA, P - VÍTĚZ, T - TRÁVNÍČEK, P. *Technika pro zpracování odpadů I.* 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 142 s. ISBN 978-80-7509-207-6.
4. KURAŠ, M - DIRNER, V - SLIVKA, V - BŘEZINA, M. *Odpadové hospodářství.* Chrudim: vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.
5. VANĚK. A. *Strojní zařízení pro stavební práce*. Praha: Sobotáles, 1999. ISBN 80-85920-61-1.
6. VOŠTOVÁ, J. *Zpracování pevných odpadů II*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 95 s. ISBN 80-01-03488-7.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

14 ZPÚSOBY ZNEŠKODŇOVÁNÍ ODPADŮ SKLÁDKOVÁNÍ

Kapitola způsoby zneškodňování odpadů skládkováním se zabývá problematikou produkce komunálních odpadů a jejich skládkováním. Z hlediska technického řešení skládek odpadů jsou v kapitole specifikovány dílčí oblasti jako rozdělení a popis jednotlivých funkčních částí a objektů skládek odpadů. Dále informace z oblasti technologie skládkování, používané mechanizace a jednotlivými provozními úseky skládky, způsobech uzavírání a rekultivací. Další část kapitoly je věnována biologickému zpracování komunálních odpadů – kompostování, včetně rozdělení a popisu procesu kompostování a jednotlivých funkčních částí a objektů komunální kompostárny.

Skládkování odpadů

Skládkování patří mezi nejstarší způsob odstraňování odpadů (první odpadové jámy se používaly již v době neolitu, tj. asi 10 000 let př. n. l.). Z ekonomických důvodů se v současnosti jedná o nejčastější způsob odstraňování odpadů, a to nejen v České republice, ale i v ostatních vyspělých zemích. Výhodou skládkování je vedle ekonomické výhodnosti i to, že se jedná o nejznámější a nejbezpečnější vyzkoušenou technologii. Mezi nevýhody patří dlouhá aktivita odpadu po uložení do skládky, nejedná se o konečné nakládání (problém je ponechán dalším generacím), nedochází k využití druhotných surovin obsažených v odpadu, dochází k produkci skleníkových plynů a dochází k záboru krajinného prostoru a snížení hodnoty území. V posledních 25 letech je znatelný sílící tlak na snižování množství odpadu ukládaného na skládky, jelikož se jedná o nejméně příznivý způsob nakládání s odpadem. Na skládkách by v budoucnu měl končit pouze odpad, který se nedá jinak využít (materiálově nebo energeticky). Právními předpisy (Evropskými i národními) jsou stanoveny závazné cíle a cílové hodnoty redukce množství skládkovaných odpadů, kterých musí být v jednotlivých letech dosahováno ve srovnání s rokem 1995. Obecně lze konstatovat, že produkce odpadů je hlavním limitujícím faktorem trvalé ekonomické i environmentální udržitelnosti. Míra produkce odpadů souvisí s hospodářskou vyspělostí dané země (ukazatelem bývá obvykle výše HDP). Množství produkovaných odpadů ve vyspělých zemích světa meziročně vzrůstá o 1 až 2 % (v rozvojových zemích o 4 až 5 %). Skládky slouží pro ukládání jak nebezpečných odpadů (NO), tak i ostatních odpadů (OO). Povolování nových skládek je omezováno a v horizontu 5 až 10 let dojde k ukončení skládkování na cca 60 % skládek. Z hlediska počtu skládek a ukládaného množství odpadů mají největší význam skládky komunálního odpadu (KO). Celková roční produkce odpadů v České republice pohybuje okolo 400 kg na jednoho obyvatele (SR 427 kg na jednoho obyvatele). Celková roční produkce komunálního odpadu v ČR se pohybuje okolo 3 000 000 t, SR 2 140 000 t. Z tohoto množství je cca 76 % domovního odpadu, 16 % odpadu podobnému komunálnímu a asi 8 % odpadů ostatních kategorií. Nezanedbatelný podíl komunálního odpadu tvoří biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO), jehož podíl v komunálním odpadu je závislý na ročním období a svozovém území a může dosahovat i 30 až 40 %. V posledním období je snaha o eliminaci biologického odpadu, který se dostává na skládky, a to především díky separovanému sběru. Obsah biologicky rozložitelného odpadu ve skládkovaném v komunálním odpadu ukládaném na skládky je nežádoucí. Negativní vliv spočívá především v biologických rozkladných procesech, v jejichž důsledku je ve skládkovém tělese uvolňován skládkový plyn (patřící do kategorie skleníkových plynů) a voda (vyluhování nebezpečných složek odpadů) a rovněž dochází ke značným objemovým změnám. Objemové změny vedou následně k mechanickým poruchám skládkového tělesa (sedání), v jehož důsledku může dojít i k porušení těsnících vrstev.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Z hlediska zákona č. 183/2006 sb. (stavební zákon) ve zn. Pozd. Předp. Je skládka stavbou, která je určena pro odstranění odpadu. Do skládky je možné ukládat příslušné druhy odpadů (dle kategorie skládky), za stanovených technických a provozních podmínek, při zajištění průběžného monitoringu vlivu skládky na životní prostředí. Skládkovat by se měly pouze odpady, které nelze jinak využít, tedy tzv. Zbytkový odpad. Velmi důležité je, aby byl v svozové oblasti zaveden systém separovaného sběru odpadů. Technické požadavky na skládky odpadů včetně podmínek pro jejich umístění, technické zabezpečení provozu skládek, těsnění, monitorování a podmínek jejich uzavření a rekultivace jsou stanoveny technickými normami ČSN 83 8030 (STN 838102) skládkování odpadů - základní podmínky pro navrhování a výstavbu skládek, ČSN 83 8032 (STN 83 8101) skládkování odpadů - těsnění skládek, ČSN 83 8033 (STN 83 8107) skládkování odpadů - nakládání s průsakovými vodami ze skládek, ČSN 83 8034 (STN 83 8108) skládkování odpadů - odplynění skládek, ČSN 83 8035 (STN 83 8104) skládkování odpadů - uzavírání a rekultivace skládek a ČSN 83 8036 (STN 83 8103) skládkování odpadů - monitorování skládek. Skládky odpadů rozlišujeme z hlediska *zabezpečení a provozování* na:

- zabezpečené (řízené),
- nezabezpečené (neřízené, nelegální, často reliktní);

Podle *umístění skládky vzhledem k terénu* rozlišujeme skládky:

- podúrovňové,
- nadúrovňové,
- podzemní,
- svahové,
- násypové,
- kombinované;

Z hlediska *zajištění ochrany před srážkami* rozlišujeme skládky:

- otevřené,
- zastřešené;

Z hlediska *způsobu uložení odpadů* ve skládce rozlišujeme:

- skládky jednodruhové,
- skládky vícedruhové,
- skládky sdružené (např. ve skládce pro komunální odpady jsou kazety pro ukládání průmyslových odpadů);

Z *časového* hlediska rozlišujeme:

- skládky připravované,
- skládky provozované,
- skládky s přerušenou či ukončenou činností;

Z hlediska *ekonomické bilance* skládky se hodnotí zisky, mezi které patří:

- poplatky za ukládání odpadu,
- produkce energie (využití skládkového plynu v kogeneraci) a produkce surovin (recyklované materiály, kompost apod.);

Na druhé straně ekonomické bilance skládky jsou náklady, mezi které patří:

- investiční náklady na výstavbu a provoz skládky,
- vytváření finanční rezervy pro uzavření a rekultivaci skládky,
- monitoring skládky (min. 5 let po uzavření),
- skládkové vodní hospodářství (zejména čištění skládkových odpadních vod),
- případné kompenzace za „snížení atraktivity území“.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.1: Příklady umístění skládek (svahové a násypové)
Příloha kapitoly 14, obrázek 14.2: Příklad situování skladky komunálních odpadů v krajině
Příloha kapitoly 14, obrázek 14.3: Znázornění nejdůležitějších objektů skladky komunálních odpadů na leteckém snímku

Právní předpisy stanovují podmínky provozu a požadované zabezpečení skládky dle vlastností skládkovaných odpadů (hodnotícím kritériem je třída vyluhovatelnosti odpadů, základní ukazatele – org. C, fenol. index, chloridy, sírany, fluoridy, As, Ba, Cd, Cr celk., Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Zn, Mo, RL, pH).
Dle stupně technického zabezpečení rozlišujeme tyto skupiny skládek:

- *skládky inertních odpadů (S-IO).* Ukládané odpady musí vyhovět limitům II. tř. vyluhovatelnosti a limitní hodnoty obsahu organických škodlivin v sušině. V tomto případě není nutná technická bariéra (podloží min 1 m zeminy s k „součinitel filtrace“ < 10.7 $m.s^{-1}$, případně uměle doplněná vrstva min 0,5 m s k < 10^{-7} $m.s^{-1}$);
- *skládky ostatních odpadů (S-OO).* Obsahují dvě podskupiny S-OO1 (pro odpady s nízkým obsahem BRO) a SOO3 (pro odpady s podstatným obsahem BRO a pro odpady nehodnotitelné na základě jejich vodného výluhu). Ukládané odpady musí vyhovět limitům III. tř. vyluhovatelnosti nebo odpady nehodnotitelné podle vyluhovatelnosti (KO, směsný stavební odpad), pro nebezpečný odpad < III tř. vyluhovatelnosti a pro NO v kontejnerech. Tyto skládky musí mít předepsanou geologickou i technickou bariéru. Parametry geologické bariéry – podloží min 1 m zeminy s k < 1.10^{-9} $m.s^{-1}$, pokud není splněno, pak je nutné doplnit až k dosažení hodnot teoretického průtoku na $1m^2$ plochy max 3.10^{-9} $m3.s^{-1}$;
- *skládky nebezpečných odpadů (S-NO).* Ukládané odpady nevyhovují limitům vyluhovatelnosti III. tř. (překračují je) a nesplňují tak podmínky pro uložení na skládky S-OO. Tato skupina skládek musí mít minimálně dvě bariéry (kombinované těsnění), a to geologickou a technickou. Parametry geologické bariéry – podloží min 5 m s k < 1.10^{-9} $m.s^{-1}$, pokud není splněno, pak je nutno doplnit až k dosažení hodnot teoretického průtoku na 1m2 plochy max. 2.10^{-9} $m^3.s^{-1}$.

Kritéria pro výběr vhodné lokality pro skládku

Pro výběr vhodné lokality a návrh technického řešení skládky se vychází ze základních hodnotících kritérií, mezi které patří zejména:

- základní údaje o druhu a množství odpadu, který má být na skládce ukládán,
- výsledky hydrogeologického a inženýrsko-geologického průzkumu zájmového území (vlastnosti geologického podloží, dostupnost vhodné zeminy, hladina podzemních vod v hloubce min. 1 m pod nejnižším bodem těsnící vrstvy atd.),
- dopravní řešení s ohledem na svozové území a místo skládky (délka dopravních tras, hustota dopravy, technické vlastnosti dopravních komunikací apod.),
- klimatické a hydrologické údaje ze zájmového území (směr převládajících větrů, průměrný roční úhrn srážek apod.),
- mapové a geodetické podklady zájmového území (územní plány, katastrální mapy, účelové mapy zájmového území, polohopisné a výškopisné zaměření dotčených pozemků apod.),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- údaje o hygienických ochranných pásmech (ochranná pásma vodních zdrojů OPVZ – povrchové i podzemní přírodní, léčivé a minerální vody; pásma hygienické ochrany PHO – vzdálenost nejbližší zástavby min. 500 m),
- údaje o sítích technické a dopravní infrastruktury a jejich ochranných pásmech (vedení elektro, plynovody, telekomunikační vedení, dopravní komunikace apod.),
- údaje o zvláště chráněných územích a kulturních památkách (NP, CHKO, ÚSES apod.).

Vhodnou lokalitu pro skládku vždy vybíráme z více variant možností. Varianty posuzujeme dle výše uvedených kritérií a posuzované lokality pak mohou být vhodné (doporučené), podmíněně vhodné (přípustné) nebo nevhodné (nedoporučené). Skládky nemají být zřizovány v územích, která mají tyto charakteristiky:

- záplavová území,
- území, v kterých není s možností skládkování uvažováno v územním plánu,
- území s nevhodnými vlastnostmi geologického podloží (vysoká propustnost, nízká únosnost, poddolovaná území, území se sklony k erozi atd.),
- zvláště chráněná území (CHKO, NP atd.) a území v oblasti PHO,
- území v ochranných pásmech letišť a s výskytem inženýrských sítí, jejichž přeložka je nemožná z technických nebo ekonomických důvodů.

Technické řešení zabezpečené skládky

Každá skládka musí mít takové řešení, které odpovídá požadované míře zabezpečení dle skupiny skládek, a které zajistí její efektivní a bezpečný provoz a ochranu životního prostředí. Mezi základní části technického řešení patří:

- těsnící systém,
- odvodňovací systém,
- odplyňovací systém,
- provozně technická zařízení,
- zařízení pro monitoring.

Těsnící systém skládek

Vzhledem k poměrně značnému obsahu vody v odpadu, vznikajícímu výluhu z odpadů, vlastnostem odpadů ukládaných do skládek, zatékání dešťových vod a ohrožení především podzemních vod je nutné skládky zabezpečit hydroizolačním těsnícím systémem (technickou bariérou). Hydroizolační těsnění se tedy provádí na dně skládek i na jejím povrchu. Těsnící systém se skládá ze soustavy vrstev různých těsnících materiálů (přírodního nebo umělého původu) a vrstev chránících izolační vrstvy před mechanickým poškozením. Skladba a provedení těsnícího systému závisí především na druhu ukládaného odpadu, přírodních (zejména geologických) podmínkách v místě skládky a uspořádání skládky. Rozlišujeme těsnění jednoduché:

- minerální těsnění v tl. 0,6 až 1,0 m,
- bentonitové rohože v tl. 5 až 10 mm,
- těsnící fólie (geomembrány) v tl. 1,5 až 2,5 mm,
- nebo těsnění vícenásobné (kombinované), kde je využíváno spolupůsobení těsnící fólie (bránící průniku vody) a vrstvy minerálního těsnění, které zabraňují chemické difúzi, ale umožňují průnik plynů.

Těsnění skládek je provedeno jako ochrana plošná (plášťová – typická pro nově budované skládky) nebo ochrana svislá (typická při sanacích nezabezpečených skládek). Plošné těsnící systémy jsou realizovány z:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- přírodní nebo upravené zeminy (jíly nebo směsi zemin s obsahem jílů),
- plastové fólie (geomembrány),
- speciální druhy těsnění (geosyntetické bentonitové rohože, asfalt, asfaltobeton, cementový beton atd.).

Svislá těsnící ochrana je realizována z:

- hloubených či vrtaných podzemních těsnících stěn (vyplněných jílem, směsí jílu a cementu, cementovým betonem atd.),
- těsnící stěny vytvořené injektáží emulzí.

Minerální těsnění

Pokud je jako těsnící bariéra použito minerální těsnění, pak musí svými vlastnostmi i technologií provádění odpovídat ČSN 83 8032 (STN 83 8101). Zemina použitá jako stavební materiál musí mít certifikát o provedených zkouškách a jejich výsledcích. Zkoušení materiálu probíhá jednak v laboratorních podmínkách a dále přímo v terénu. Mezi hlavní sledované geotechnické vlastnosti patří:

- hodnota součinitele filtrace materiálu „k“ $\leq 1.10^{-9}$ respektive 1.10^{-7} $m.s^{-1}$,
- podíl organických látek < 5 %,
- velikost zrn musí být ≤ ½ tloušťky vrstvy po zhutnění (nebo 100 mm),
- index plasticity > 15 (respektive 17) %,
- mez tekutosti ≤ 50 %.

Při provádění minerálního těsnění nesmí dojít k jeho promrznutí, proto při provádění zemních prací v zimním období musí být těsnění zakrýváno. Vrstvy těsnění není možné provádět za deště, vlhkost zeminy se musí pohybovat v rozmezí od -2 do +3 % od optimální vlhkosti. Zhutnění materiálu musí být provedeno na 95 % dle Proctor Standard.

Geosyntetické bentonitové rohože

Rohože se vyrábí v tloušťkách od 5 do 10 mm s plošnou hmotností od 4 do 5 $kg.m^{-2}$. Základní surovinou je bentonit, což je jílový minerál (ze skupiny montmorillonitu). Vlastností tohoto minerálu je, že při kontaktu s vodou zvětšuje svůj objem (Ca bentonit 3x až 4x, běžnější Na bentonit 2x až 3x). Změna objemu je způsobena průnikem molekul vody do mezer mezi jílovitými vrstvami. Dlouhodobá funkčnost izolační bariéry z bentonitových rohoží závisí především na správné technologii provádění, ochraně před mechanickým poškozením při dopravě i pokládce, zamezení opakovanému promrznutí, zamezení rozbřednutí při pokládce za nevhodných klimatických podmínek, zamezení poškození prorůstáním kořenového systému dřevin.

Geomembrány (plastové fólie)

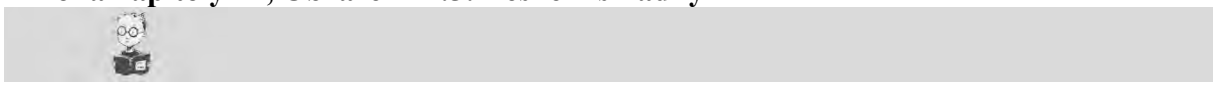
Nejčastěji se využívají fólie vyrobené z polyetylénu (HDPE nebo VLDPE) a PVC, v tloušťkách od 1,5 do 2,5 mm. Fólie mohou mít hladký nebo jednostranně či oboustranně zdrsněný povrch. Životnost (funkčnost) fólií je 30 let. Fólie musí mít fotostálost, dostatečnou teplotní odolnost (teplo uvolňované při biochemických reakcích), odolnost vůči mikrobiálnímu působení, odolnost vůči chemickým látkám (obsažených ve výluhových vodách), dostatečná odolnost vůči mechanickému porušení (statická zátěž i dynamické namáhání z pojezdu mechanizace). Fóliové těsnění je nutné pokládat a svařovat za vhodných povětrnostních podmínek (negativně působí mráz a déšť). Šířka jednotlivých svařovaných polí může být až 6 m. Fólie se ukládá na hladký podklad bez ostrých výčnělků, na který je rozprostřena ochranná geotextílie. Pro spojování fólií se používá svařování (metoda horkého klínu, případně méně častá extruzní metoda).

Geotextílie má v konstrukcích skládek řadu důležitých funkcí, a to ochrannou (ochrana těsnících fólií před mechanickým poškozením), drenážní (odvodňovací), filtrační (ochrana drénů před zanesením), separační (oddělení vrstev různých materiálů), zpevňovací (rovnoměrnější distribuce zatížení). Materiál geotextilie musí být dostatečně odolný vůči

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

fyzikálním i chemickým vlivům. Geotextílie je specifikována tloušťkou a plošnou hmotností (od cca 150 do 3600 $g.m^{-2}$). Geotextílie jsou vyráběny jako tkané (z PP, PE, doplněno zpevňovací mřížkou) nebo netkané (z PP, PES, PE, ve formě střiže, nekonečného vlákna).

Příloha kapitoly 14, Obrázek 14.4: Těsnění skládky 1
Příloha kapitoly 14, Obrázek 14.5: Těsnění skládky 2



Odvodňovací systém skládek

Těleso skládky je nutné chránit před působením vnějších (mimo skládku) i vnitřních (uvnitř skládky) vod. Nekontaminované vnější vody jsou od skládky odváděny systémem odvodňovacích příkopů do vodotečí. Kontaminované průsakové vnitřní vody a vnější vody ze svrchního pláště skládky jsou shromažďovány v záchytné nádrži a v průběhu skládkování recirkulovány na skládce (závlaha naváženého materiálu urychlující rozkladné procesy). Velikost jímky je navrhována s ohledem na návrhovou srážku t = 15 min a dále také množství vody odtékající z plochy skládky za dobu 3 měsíců (cca 45 m^3 z 1 ha plochy skládky). Případný přebytek průsakových vod je odveden na nejbližší ČOV schopnou vyčistit tento typ odpadních vod, ve výjimečných případech je na skládce vybudována samostatná ČOV. Vliv vnějších vod závisí na hydrologických, hydrogeologických a klimatických podmínkách v místě skládky. Před vnějšími vodami se skládka chrání vybudováním sítě záchytných příkopů (návrhový průtok Q100) a svrchním drenážním systémem na povrchu skládky. Vnitřní vody (výluhové) jsou tvořeny vodou obsaženou v odpadu, uvolněnou při biochemických reakcích a částečně i srážkovými vodami. Odvodňovací systém se skládá z:

- *plošné drenáže*;
- *trubní drenáže*;
- *akumulační nádrže průsakových a dešťových vod*;
- *technologická zařízení* na využití (recirkulaci) nebo zneškodnění průsakových vod.

Plošná drenáž je tvořena vrstvou přírodního (obvykle štěrk f 16 až 32 mm) nebo umělého (syntetická kompozitní drenážní rohož), zrnitého materiálu. Syntetické drenážní rohože jsou používány ve formě tzv. geomřížky (mají vyšší pevnost) a geotkaniny (nižší pevnost, ale lepší drenážní vlastnosti). Použití drenážních rohoží má omezení a je nutné ho předem ověřit zkouškami. Tato vrstva překrývá celou plochu, která má být chráněna. Minimální tloušťka je 300 mm a hodnota koeficientu filtrace minimálně „k“ 10^{-4} $m.s^{-1}$.

Trubní drenáž soustřeďuje a odvádí skládkové vody přitékající z plošné drenáže. Počet i dimenze trubních vedení musí být navrhovány s bezpečnostní přirážkou, která počítá s rizikem ucpání některých trubních drénů. Před zanesením (zakolmatováním) trubní drenáže je nutné ji chránit obalením geotextilií a obsypem štěrkem. Trubní drenáže se provádí nejčastěji z plastového potrubí (PE nebo PVC) s perforací po obvodu trubky (provedená na 2/3 až 3/4 obvodu pomocí kruhových otvorů ø 12 mm nebo obdélníkových otvorů 5/25 mm). Potrubí má ø 200 až 300 mm (hlavní svodný drén má ø ≥ 300 mm). Pro zvýšení efektivity odvodňovací funkce jsou trubní drény uloženy v nejnižších místech vrstvy plošného drénu. Potrubí jsou ukládána ve spádu 2 až 3 %, ve vzájemné rozteči jednotlivých drénů 30 až 50 m v maximální délce přímých úseků potrubí 200 m (v místě změny směru nebo u delších vedení se osazují šachtice).

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.6: Odvodnění skládky

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Odplyňovací systém skládky

Odpad ukládaný na skládky je reaktivním materiálem. V průběhu času dochází k biochemickým reakcím, v jejichž důsledku je uvolňován skládkový plyn, obsahující především oxid uhličitý, metan, oxidy síry a oxidy dusíku. Vznik skládkového plynu je negativním jevem, jednak ohrožuje bezpečnost skládky (riziko výbuchu a vzniku požáru – výbušný ve směsi se vzduchem 5 až 25 %) a dále ohrožuje životní prostředí (pachová zátěž okolí, ovlivnění klimatu, možnost udušení – je těžší než vzduch). Z těchto důvodů je účinný odplyňovací systém a zařízení pro jeho využití, respektive zneškodnění, velmi důležitou částí skládek. Množství a kvalita produkovaného skládkového plynu se v průběhu času mění a je závislá na délce provozu skládky, rychlosti rozkladných procesů ve skládce, tvaru skládky a množství organických materiálů obsažených v ukládaném odpadu. Celkovou produkci lze uvažovat v rozsahu cca 180 až 370 l skládkového plynu z 1 kg odpadu, což odpovídá 3 až 14 $l.kg^{-1}$ odpadu (meziroční pokles produkce cca 2,5 %). Odplyňovací systém se skládá z:

- *svislé (vertikální) prvky*, kterými mohou být vrty nebo jímací studny,
- *vodorovné (horizontální) prvky*, kterými mohou být drény nebo horizontální vrty,
- *kombinované prvky*, kterými mohou být svislé, vodorovné nebo šikmé drény a vrty.

Odplyňovací systém je často propojen s odvodňovacím systémem. Pro vytváření drenážních potrubí se používá jednak perforovaných plastových potrubí (PE), dále technologie zdvihaných studen (ocelová výpažnice, vyplněná štěrkem), posunovaná do výšky v závislosti na tloušťce vrstvy naváženého odpadu, případně vrtané studny (vrty). Odvod plynu ze skládky probíhá buďto pasivně (přetlakem) nebo aktivně (podtlakové čerpání je až 5x účinnější než pasivní odvod).

Skládkový plyn jímaný ze skládkového tělesa musí být před využitím v kogenerační jednotce (kombinovaná produkce tepla a elektrické energie) čištěn, protože v surovém stavu obsahuje značný podíl balastních látek, které by mohly kogenerační jednotku poškodit nebo významně snížit její technickou životnost (zejména H_2S, H2O ve formě vodní páry, CO_2, prach). Pokud kvalita a množství produkovaného skládkového plynu neumožňuje jeho energetické využití (případně při odstávce kogenerační jednotky), pak je nutné skládkový plyn zneškodnit spálením na spalovacím zařízení – pochodni (tzv. fléra).

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.7: Systém odplynění skládky

Provozně technická zařízení

Skládka musí být vybavena trvalou dopravní účelovou komunikací, která umožňuje příjezd vozidel do areálu skládky od nejbližší silnice a dočasnými účelovými komunikacemi, které se budují v jednotlivých sekcích skládky v závislosti na intenzitě dopravy v dané sekci (navážení odpadu, navážení rekultivačních vrstev apod.). Dopravní komunikace se budují nejčastěji jako obousměrné, méně často jednosměrné s výhybnami, případně okružní. Dopravní řešení musí zohledňovat prašnost vznikající z provozu, zatížení vyvozované dopravními prostředky a mechanizací, maximální návrhovou rychlost a příčný i podélný sklon. Trvalé účelové komunikace mají charakter zpevněných komunikací s živičným krytem, dočasné účelové komunikace bývají zpevněné, montované ze silničních panelů. Areál skládky by měl být vybaven zařízením umožňující očistu vozidel (mycí rampa). Provozní objekty skládky musí mít zajištěno napojení na potřebné sítě technické infrastruktury (především elektrorozvod, vodovod).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Areál skládky musí být zabezpečený. U hlavního vjezdu-výjezdu je umístěna provozní budova, v které je sociální (šatny, WC, sprchy) a technické (kancelář, místnost monitoringu) zázemí pro provoz skládky, dále prostor vrátnice s dobrým výhledem na vjezd a mostní váhu (kontrola a evidence vozidel přijíždějících na skládku a jejich hmotnosti). U vjezdu by měl být rovněž umístěn detekční rám pro zjišťování radioaktivních odpadů a plocha pro kontrolu odpadů (ověření, zda přivážený odpad odpovídá odpadu deklarovanému). Pokud je prokázán rozdíl s deklarovaným odpadem, pak je nutno provést zkoušky a zatřídění odpadu (na náklady dopravce odpadu). Kontrolní plocha musí být vodohospodářsky zabezpečená, odkanalizovaná do sběrné jímky. Pokud odpad odpovídá deklarovanému, pak je odpadní voda po kontrole přečerpána do záchytné nádrže skládky, pokud je odpad odlišný, pak se odpadní voda převáží na čistírnu průmyslových odpadních vod. Z dalších provozních objektů se na skládkách vyskytují přístřešky či lehké haly pro garážování a údržbu mechanizace a sklad pohonných hmot (s dostatečným bezpečnostním odstupem od ostatních objektů). Celá skládka je opatřena oplocením a hlavní i vedlejší vjezdy jsou opatřeny uzamykatelnými bránami. V místě návětrné strany je oplocení skládky doplněno zařízení (stožáry s nataženými záchytnými sítěmi) pro zachytávání lehkých odpadů, které jsou unášeny větrem. Oplocení má zabraňovat i nelegálnímu navážení odpadu a vstupu nepovolaným osobám (např. nebezpečí pádu a udušení v šachticích a studnách odplyňovacího systému).

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.8: Zabezpečení - oplocení skládky

Po přivezení odpadu na skládku probíhá ověření skutečností nutných pro evidenci, tzn. identifikace původce odpadu, doklad o zatřídění odpadu dle katalogu odpadů. Při pochybnostech o odpadu proběhne kontrola odpadu na kontrolní ploše se stanovením předpokládaného množství, charakteru odpadu a odběr vzorků pro chemické analýzy vlastností odpadu (zejména s ohledem na nebezpečné vlastnosti) a následné zatřídění odpadu. Odpad ukládaný na skládku musí splňovat požadované parametry třídy vyluhovatelnosti, v závislosti na skupině skládky. Každý rok je nutné provést certifikaci odpadu na skládce, kdy akreditovaná laboratoř namátkově odebere ze skládky vzorky a podrobí je analýze. Provoz skládky se řídí Provozní řádem skládky. Obsah a provedení provozního řádu skládky vychází z TNO 83 8039 (STN 83 8103) Skládkování odpadů – provozní řád skládek a dále také z ustanovení příslušných právních předpisů. Například *provozní řád* skupiny A obsahuje tyto části:

- základní údaje o zařízení;
- charakter a účel zařízení;
- technologie a obsluha zařízení;
- monitorování provozu zařízení;
- organizační zajištění provozu zařízení;
- vedení evidence odpadů přijímaných do zařízení i v zařízení produkovaných odpadů;
- opatření k omezení negativních vlivů zařízení a opatření pro případ havárie;
- bezpečnost provozu a ochrana životního prostředí a zdraví lidí.

Dle *provozního řádu skládky* je nutné vést provozní deník, do kterého se zaznamenává zejména:

- jména pracovníků vykonávajících obsluhu;
- spotřeba el. energie, paliva, vody;
- evidence přijatých odpadů (doklady o přijatých odpadech se uchovávají min. 5 let);

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- teplota v skládkovém tělese, klimatické podmínky (síla a směr větru, teplota a vlhkost vzduchu, srážky);
- výsledky monitoringu skládky (záznamy denní, měsíční);
- záznamy o školení pracovníků (v oblasti odpadového hospodářství, BOZP, PO apod.);
- záznam o postupu ohlášení krajskému orgánu ŽP, nebyl-li odpad přijat.

Rovněž jsou stanovena opatření pro případ havarijního stavu vytvořením Havarijního řádu, řešícího zejména pak případy:

- požáru,
- přívalových srážek,
- úniku ropných látek,
- nálezu nebezpečných odpadů,
- nálezu munice,
- dlouhého výpadku elektrické energie.

Zařízení pro monitoring

Monitoring skládky a jejího okolí se provádí z důvodu zjišťování, zda nedochází k negativnímu vlivu skládky na životní prostředí (vodu, půdu, ovzduší, biotu…). Zásady monitorování skládky vychází z TNO 83 8039 (STN 83 8103) a jsou stanoveny v provozním řádu skládky. Monitoring území skládky probíhá již před jejím vlastním vybudováním v době přípravy (vytvoření srovnávacího pozadí) a dále i při provozu a po uzavření (min. 15 let po uzavření u skládek s NO a KO). Při monitoringu se sledují zejména vlastnosti podzemních i povrchových vod v okolí skládky, produkce a složení skládkového plynu, spolehlivost technických systémů odvodnění a odplynění, změny (polohopisné, výškopisné) a případné poruchy na skládkovém tělese, prašnost apod.

Ukládání odpadů do skládkového tělesa a mechanizace na skládce

Z důvodu efektivního budování skládkového tělesa i provozu celé skládky se zde využívá řada druhů mechanizace. Obvykle se zde vyskytuje kombinace těchto mechanizačních prostředků:

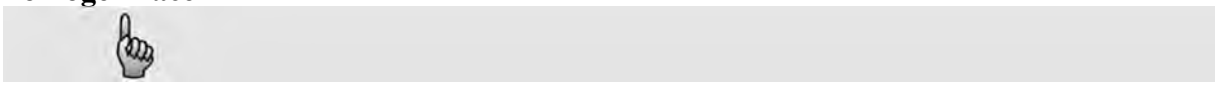
- kompaktor (jeden či více),
- dozer,
- traktorové rypadlo,
- žací stroj (údržba travních porostů), křovinořez,
- kontejnerový jeřáb,
- zametací a kropící vozidlo,
- cisternové vozidlo pro dopravu skládkových vod,
- strojní vybavení skládkové kompostárny (pokud se na skládce vyskytuje).

Velmi důležitou pracovní operací při ukládání odpadu je jeho zhutňování. Zhutňováním je dosahováno zvýšení objemové hmotnosti odpadu (o 30 až 50 %). Díky zhutnění je možno na skládku uložit větší množství odpadu, zároveň je dosaženo vyšší soudržnosti odpadu a snižuje se riziko pozdějšího sedání tělesa skládky spojeného s porušením izolačních vrstev. Dalším efektem zhutnění je snížení propustnosti odpadu (snížená mezerovitost), zvýšení vlhkosti odpadu, intenzifikace rozkladných procesů a snížení množství lehkých odpadů odnášených větrem. Pro zhutňování se používá nejčastěji kompaktorů o hmotnosti 30 až 40 tun, které jsou schopny díky speciálně upraveným kolům s ocelovými hroty velmi intenzivně zhutňovat odpad, dalším používaným mechanizačním prostředkem bývá dozer na pásovém podvozku. Méně často využívaným způsobem zhutňování je tzv. dynamická konsolidace, spočívající v dusání odpadu s využitím závaží. Po přivezení odpadu svozovým vozidlem je odpad vyskladněn z vozidla a následně kompaktorem rozprostřen a zhutněn. Tímto způsobem se v průběhu navážení odpadu postupně vytváří zhutněná vrstva odpadu v max. tl. 2 m. Následně

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

je nutné provést mezivrstvu z inertních materiálů. Tato vrstva má min. tl. 0,3 m a vytváří se zejména z důvodu zvýšení pevnosti celého skládkového tělesa a omezení šíření zápachu z ukládaného odpadu. Vrstvy odpadu by měly být zavlažovány, a to především v letním období. Zvlhčování probíhá postřikem skládkovými vodami ze záchytné jímky. Důvodem závlahy je udržování vhodné vlhkosti pro optimální průběh rozkladných procesů, prevence vzniku požáru a snížení prašnosti a odnosu lehkých odpadů. Takto se postupuje až do dosažení maximálních úrovní ukládání odpadu. Při ukládání se zároveň provádí modelování požadovaného tvaru skládkového tělesa. Svahy skládky jsou vytvářeny ve sklonu 1:2 až 1:3, pokud má být svah pojížděn mechanizací tak ve sklonu 1:4. Svahy se z důvodu protierozní ochrany budují v maximální délce 30 m, pokud jsou delší, pak se rozdělí lavičkou š. 3 m (ve spádu max. 2 %).

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.9: Ukládání a hutnění odpadu kompaktorem – homogenizace



Uzavírání a rekultivace skládek

Jedná se o kontinuální závěrečný proces, který má zajistit ukončení provozu skládky (respektive části skládky), finální zabezpečení a zkulturnění území skládky. Uzavření a rekultivace by měla být provedena co nejdříve po ukončení skládkování v dané sekci. Základním předpisem, kterým se tento proces řídí je TNO 83 8035 (STN 83 8104) Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek. Uzavírání a rekultivace probíhá obvykle po jednotlivých sekcích skládky, které postupně dosahují maximální kapacity naváženého odpadu. Pokud by tato činnost neprobíhala kontinuálně, pak hrozí intenzivní vyluhování kontaminantů, eroze svahů skládky, porušení vrstev skládkového tělesa a velmi vysoká produkce skládkových průsakových vod. Rekultivaci lze definovat jako zkulturnění znehodnoceného území a jeho opětovné začlenění do krajiny. Cílem rekultivace je vytvoření přírodě blízkých ploch lesní nebo zemědělské půdy pro hospodářské, případně jiné využití. Vlastní řešení rekultivace je přímo závislé na způsobu využití skládky po jejím uzavření (s ohledem na podmínky územního plánování v řešeném území) a musí být navrženo již v projektové dokumentaci skládky. Proces rekultivace se člení na technickou rekultivaci a biologickou rekultivaci (zemědělskou nebo lesnickou). Uzavření a rekultivace probíhá v několika etapách:

- úprava tvaru skládkového tělesa,
- svrchní těsnění (izolace odpadu),
- ochrana izolačních vrstev,
- zapojení skládky do okolního prostředí.

Uzavírací konstrukce skládek odpadů se skládá z několika vrstev, a to:

- *ochranná a rekultivační vrstva* (svrchní ochrana skládky před negativními meteorologickými a biologickými vlivy; vrstva je vytvářena z písčitých a písčitohlinitých zemin, kalů z ČOV, rybničního bahna a kompostů nesplňujících parametry pro použití na zemědělských půdách; tloušťka vrstvy min. 1 m a z toho 300 mm ornice v případě zemědělských rekultivací; sklon povrchu modelován na min. 3 %),
- *drenážní a filtrační vrstva*, která slouží pro odvod vnějších srážkových vod z těsnící vrstvy (vrstva je vytvářena ze středně a hrubozrnného kameniva),
- *těsnící vrstva*, zabraňující průniku vnějších srážkových vod do skládkového tělesa a úniku skládkového plynu mimo těleso (vrstva je vytvářena kombinací přírodního jílového těsnění, plastových těsnících fólií a ochranných geotextílií),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- *porézní vrstva* pro vedení skládkového plynu (vrstva je vytvářena ze středně a hrubozrnného kameniva),
- *vyrovnávací vrstva* pro sjednocení nerovností povrchu skládky, modelaci sklonu a zabránění porušení izolačních vrstev ze spodní strany (vrstva je vytvářena z jemnozrnného kameniva v min. tl. 250 mm).

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.10: Uzavírání a rekultivace skládek

Otázky ke zkoušce

1. Výjmenujte druhy skládek dle druhu ukládaných odpadů.
2. Jaké jsou základní funkční části skládky komunálního odpadu?
3. Výjmenujte technické prvky těsnění a odvodnění skládky.
4. Co to je kompaktor a k jakým účelům se na skládce odpadů používá?
5. Jak probíhá uzavírání a rekultivace skládky?

Použita literatúra

1. FILIP, J. *Odpadové hospodářství.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2002. 118 s. ISBN 80-7157-608-5.
2. FILIP, J - BOŽEK, F - KOTOVICOVÁ, J. 2003. *Komunální odpad a skládkování.* Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2003. 128 s. ISBN 80-7157-712-X.
3. JUNGA, P - VÍTĚZ, T - TRÁVNÍČEK, P.2015. *Technika pro zpracování odpadů I.* 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně, 2015. 142 s. ISBN 978-80-7509-207-6.
4. JUNGA, P - VÍTĚZ, T - VÍTĚZOVÁ, M - GERŠL, M. 2015.*Technika pro zpracování odpadů II*. 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 2015. 154 s. ISBN 978-80-7509-208-3.
5. KURAŠ, M - DIRNER, V - SLIVKA, V - BŘEZINA, M. 2008. *Odpadové hospodářství*. Chrudim: vodní zdroje Ekomonitor, 2008. ISBN 978-80-86832-34-0.
6. MALAŤÁK, J - VACULÍK, P. 2008. *Technologická zařízení staveb odpadového hospodářství – zpracování biologicky rozložitelných odpadů.* Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2008. 178 s. ISBN 978-80-213-1747-5.
7. Zoznam vybraných noriem https://sutn.sk/eshop/public/standard_class.aspx?id=2058&p=true
8. VÁŇA, J. - HANČ, A. - HABART, J. 2009. *Pevné odpady*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. 190 s. ISBN 978-80-213-1992-9.
9. VOŠTOVÁ, J**.** 2006. Zpracování pevných odpadů II. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. 95 s. ISBN 80-01-03488-7.
10. ZEMÁNEK, P. - BURG, P. - KOLLÁROVÁ, M. - PLÍVA, P. 2010. Biologicky rozložitelný odpad a kompostování. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2010. 113 s. ISBN 978-80-86884-52.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

15 MATERIÁLOVÉ ZHODNOTENIE PAPIERA, SKLA A PLASTOV

V tejto kapitole si popíšeme spracovanie odpadového materiálu, ktorý sa vo veľkom množstve produkuje v domácnostiach ako aj vo výrobe. Postupne si popíšeme recykláciu papiera, skla a plastov.

Papier

Triedením papiera šetríme nielen naše lesy, ale tiež vodné zdroje a energie. Papier vhadzujeme do modrého kontajnera. Patria sem noviny, časopisy, kancelársky papier, zošity, knihy, reklamné letáky, kartón, lepenka a papierové obaly (napr. papierové vrecká). Zloženie všetkých uvedených druhov papiera sa líši, a preto na triediacej linke dochádza k ďalšiemu triedeniu na jednotlivé druhy. Vytriedený papier sa následne lisuje do balíkov a odváža do recyklačného zariadenia, ktorým sú papierne. Z vytriedeného papiera sa ďalej vyrába novinový papier, zošity, lepenkové krabice, toaletný papier, obaly na vajíčka a podobne. Viete, že papier je možné recyklovať až sedemkrát? Z hľadiska využitia druhotných surovín má odpadový papier najdlhšiu tradíciu. Organizovaný výkup na Slovensku začal v roku 1948. Jedna tona zberového papiera v porovnaní s výrobou čerstvej vlákniny znamená úsporu 1400 kWh a nahradí 2,5m^3 dreva, 110 ton zberového papiera ušetrí 1ha storočného lesa.

Druhy zberového papiera

Papiere a lepenky pred použitím výslednými konzumentmi, tzv. Pre-consumer zber, je to priemyselný zber ako napríklad: odpadový papier zo spracovania papiera a lepenky (odrezky z tlačiarní, odpad z výroby kartónov).
Papiere a lepenky po použití výslednými konzumentmi, tzv. Post-consumer zber, je to papier a lepenky z domácností, ale aj použité obaly z obchodu, kancelársky odpad a iné.

Vymedzenie skupiny produktov

Osobitné podmienky sa vzťahujú na baliace papiere a vlnitú lepenku. Medzi baliace papiere patria bielený a nebielený baliaci papier, vrecový papier, papiere na zvlnenú vrstvu a rovné vrstvy vlnitej lepenky. Medzi vlnitú lepenku patrí samotná vlnitá lepenka a produkty z vlnitej lepenky, ako sú prepravné škatule, debny, baliace a fixačné pomôcky, vložky, archívne boxy na dokumenty. Do skupiny produktov nepatria produkty z vlnitej lepenky obsahujúce plastové a kovové časti.

Definície pojmov

Na účely tohto Oznámenia platia nasledujúce definície:

Baliaci papier je všeobecný názov pre papier rôzneho vláknínového zloženia, určený na chránenie alebo dekoratívnu prezentáciu výrobku.

Papier na zvlnenú vrstvu je papier rôzneho vláknínového zloženia s vlastnosťami zaručujúcimi požadovanú odolnosť proti plošnému zošuvereniu, resp. požadovanú pevnosť vlny, určený pre výrobu zvlnenej vrstvy vlnitej lepenky.

Vlnitá lepenka je vyrobená zlepením jednej alebo niekoľkých zvlnených vrstiev papiera a z jednej alebo niekoľkých vrstiev plochého papiera alebo kartónu.
Podľa počtu vrstiev sa rozlišuje:
a) dvojvrstvová vlnitá lepenka,

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

b) trojvrstvová vlnitá lepenka,
c) päťvrstvová vlnitá lepenka,
d) sedemvrstvová vlnitá lepenka.

Buničina je vláknina vyrobená chemicky z rastlinných surovín, obsahujúca okrem celulózy ešte zvyšky inkrustačných látok.

Primárna vláknina je vláknina získaná z iných zdrojov, než sú recyklované papierenské a textilné materiály.

Zberový papier je odpadový a použitý papier, ktorý sa po vytriedení znovu spracúva v papierenskom priemysle. Zberový papier sa zaraďuje podľa STN EN 643: 2014 Papier a lepenka. Európsky zoznam normalizovaných druhov zberového papiera a lepenky (50 1990) do piatich hlavných skupín:

1. skupina: druhy nižšej kvality (A0 – A12) zmiešaný zberový papier, použité krabice, hárky, obaly, ilustrované periodiká a časopisy, roztrhaný kancelársky papier,

2. skupina: stredné druhy (B1 – B15) noviny, remitenda, odrezky lepenky, knihárske odrezky, knihy, priamoprepisové papiere, drevité kancelárske papiere,

3. skupina: vysokokvalitné druhy (C1 – C19) biele dokumenty, biely magazínový a novinový papier a odrezky biele, nenatierané,

4. skupina: druhy obsahujúce sulfátový papier (D0 – D6) hnedá vlnitá lepenka, kricie vrstvy z kraftlineru alebo testlineru, vrecia zo sulfátového papiera, použité a nové,

5. skupina: špeciálne druhy.

Zanáška je súhrn vstupných surovín udávaných v percentách.

Zanáška vláknitých surovín je pomer jednotlivých vláknitých komponentov použitých pri produkcii papiera.

Funkčná spôsobilosť je schopnosť produktu spoľahlivo plniť účel použitia, na ktorý bol určený, ak je používaný predpísaným spôsobom.

Baliaci papier a vlnitá lepenka

Na obrázku15.1 máme znázornené piktogramy a v tabuľke 15.1 je uvedený popis a označenie jednotlivých druhov papiera.

Tabuľka 15.1 Druhy papiera [https://sazp.sk]

Papier	Číselné označenie
vlnitá lepenka	20
hladká lepenka	21
papier	22

Obrázok 15.1 Piktogramy [https://sazp.sk]

Ďalej sa stretávame s papierovými obalmi z viacerých materiálov, ktoré je možné od seba oddeliť a nazývajú sa kompozity tabuľka 15.2. Označujú sa písomným znakom **C** a skratkou materiálu, ktorý na obale prevláda.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pri označovaní obalov z papiera s viacerými materiálmi sa používajú:

Tabuľka 15.2 Kompozity [https://sazp.sk]

Kompozity „C“	
Materiál	Číselné označenie
Papier a lepenka / rôzne kovy	80
Papier a lepenka / plasty	81
Papier a lepenka / hliník	82
Papier a lepenka / cínový plech	83
Papier a lepenka / plasty/hliník	84
Papier a lepenka / plasty/hliník / cínový plech	86

Okrem týchto informačných symbolov sa na obaloch nachádza aj panáčik s košom, ktorý upovedomuje o tom, že po použití je potrebné dať obal do zbernej nádoby, obrázok 15.2. Kombinácia papiera a iného materiálu je používaná pri viacvrstvových kombinovaných materiálov VKM označovaných ako TetraPak obaly, ktoré sa používajú na ochranu nápojov ako je mlieko, víno, džúsy. Na obrázku 15.3 je znázornený TetraPak obal z mlieka, so zobrazeným informačným údajom.

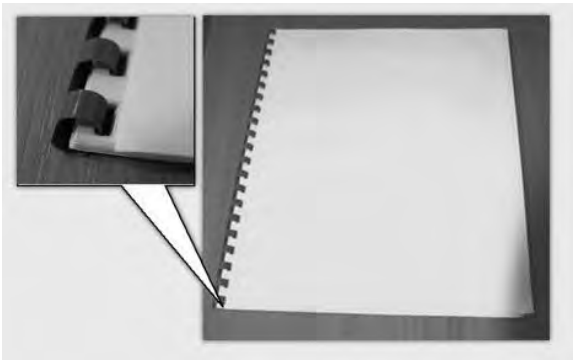
Obrázok 15.2 Symbol recyklácie papiera [https://sturovo.sk]

Obrázok 15.3 TetraPak obal z mlieka [https://sturovo.sk]

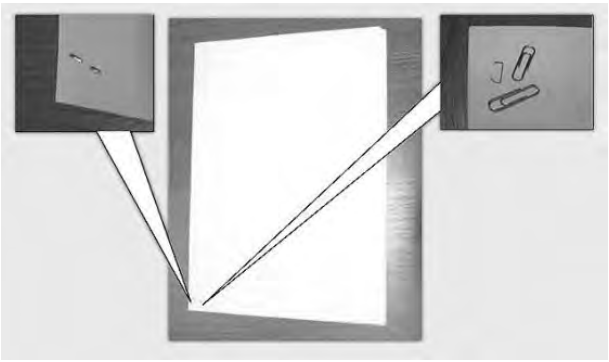
Pokiaľ to použitý obal dovoľuje, je potrebné zmenšovať rozmery obalov. Predtým než zmenšíme objem obalu, odstránime zbytky potravín, ktoré sa v obale nachádzajú. Jednoducho obal vypláchneme teplou vodou. Prvýkrát použijeme 1 – 2 dcl, čím odstránime hrubšie zbytky a druhýkrát postačuje 1 dcl na čistejšie odstránenie zbytkov potravín. Pri TetraPak obaloch je možné zmenšenie obalu (a tým aj objemu) rozložením obalu.

Pri separácii papiera je dôležité odstrániť všetok materiál, ktorý je iného charakteru ako papier. Oddelenie obalov z rôznych materiálov nie je v niektorých prípadoch komplikované. Po skonzumovaní potravín (syr), vonkajší obalový materiál je z papiera. To znamená, že vonkajší obal patrí do zbernej nádoby na papier. Vnútorný obal, ktorý je v priamom styku s potravinou je z obalu obsahujúceho hliník. To znamená, že obal vnútorný patrí do zbernej nádoby na kovy. V nasledujúcom príklade, kde sa stretávame s kombinovanými materiálmi je potrebné použiť pomôcky na oddelenie materiálov. S kombináciou papier a plasty, prípadne kov sa stretávame v kanceláriách, kde sú zopnuté listy papiera, buď plastovou lištou (obrázok 15.3), alebo zopnuté kovovou spinkou (obrázok 15.4).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 15.4 Papier skombinovaný s plastovou väzbou [https://sturovo.sk]



Obrázok 15.5 Papier skombinovaný s kovovou spinkou, zopnutý a oddelený [https://sturovo.sk]

Technológiu postupu spracovania zberového papiera a výrobu recyklovaného papiera máme vloženú v prílohe kapitoly15, video 15.1.

Príloha kapitoly 15, video 15.1: Ako prebieha recyklácia papiera?
Príloha kapitoly 15 obrázok 15.6: Životný kolobeh triedeného papiera

Nápojový kartón je cenný materiál, ktorý obsahuje priemerne 70 percent papiera. Papierové krabice, tašky, časopisy a ďalšie produkty, sú vyrábané z buničiny, ktorá sa líši podľa kvality prichádzajúceho odpadového papiera a požiadaviek na konečný produkt. Účinné triedenie nápojových kartónov a následná recyklácia všetkých vrstiev nápojového kartónu zabezpečí čistú buničinu pre ďalšie výrobky z papiera, čistý polymér a hliník pre ďalšie výrobky. Schéma je uvedená v prílohe kapitoly 15, obrázok 15.6 a 15.7.

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.7: Schéma recyklácie viacvrstvového kartónového obalu

Výrobca určuje technické a materiálové požiadavky, čím vie ovplyvniť, čo sa bude diať s výrobkom na konci jeho životného cyklu. Toto je východisko konceptu rozšírenej zodpovednosti výrobcov (RZV), ktorý sa od konca osemdesiatych rokov začal uvádzať do praxe. RZV prenáša náklady po ukončení životného cyklu výrobku na výrobcu a dnes pod ňu spadajú elektrozariadenia, batérie a akumulátory, vozidlá, pneumatiky či obaly. Výrobcovia obalov a neobalových výrobkov zodpovedajú za fungovanie a financovanie triedeného zberu. Aby boli poplatky pre výrobcov spravodlivé a viedli k predchádzaniu vzniku odpadu, je treba: znevýhodniť ťažšie recyklovateľné materiály vyššími poplatkami. Poplatky, ktoré platia výrobcovia za uvedené obaly a neobalové výrobky, sa v závislosti od materiálu zásadne nelíšia a nezodpovedajú nákladom na ich spracovanie. Environmentálne prijateľnejšie materiály tak dnes dotujú tie škodlivejšie.

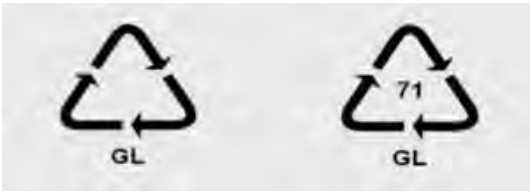
Príloha kapitoly 15, obrázok 15.8: Podiel jednotlivých materiálov z recyklácie viacvrstvového materiálu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Sklo

Sklo vhadzujeme do zeleného kontajnera. Je to jeden z materiálov, ktoré ľudstvo používa najdlhšie. Už počas neolitu rozpoznali ľudia praktické vlastnosti skla z prírodných sklených hornín, ktoré používali ako nástroje. V Mezopotámii v 3. tisícročí pred naším letopočtom vynašli majstri techniku na jeho výrobu. Inšpirovali sa zrejme v prírode, kde sa z kremičitého piesku môže vytvoriť napríklad po údere blesku či sopečnej erupcii.

Najstarší recept na výrobu skla pochádza z roku 658 pred naším letopočtom z knižnice asýrskeho kráľa: „Vezmi 60 dielov piesku, 180 dielov popola z morských rastlín a 5 dielov kriedy.“ Tento recept dodnes nebol prekonaný – sklo sa stále vyrába z kremičitého piesku, uhličitanu draselného a vápenca.



Obrázok 15.9 Recyklačné symboly [https://spisskabela.sk]

Tabuľka 15.3 Rozdelenie farebného skla [https://spisskabela.sk]

Sklo		
70	GL	bezfarebné sklo
71	GL	zelené sklo
72	GL	hnedé sklo

Skúste si povedať, čo je to sklo. Odpoveď vás prekvapí: „Sklo je kvapalina, ktorá má takú viskozitu, že sa navonok javí ako pevná látka.“

Na rozdiel od kryštalických látok mu chýba pravidelná kryštalická mriežka. Sklo je veľmi stabilná látka a na rozbitie jeho štruktúry je potrebné veľké množstvo energie – preto sa musí taviť pri veľmi vysokej teplote. V štruktúre skla sú medzery, cez ktoré môže prechádzať svetlo, vďaka čomu je priesvitné. V medzerách štruktúry sa môžu nachádzať atómy rôznych prvkov, ktoré určujú vlastnosti alebo farbu daného typu skla. Nie je totiž sklo ako sklo – úplne iné je sklo varné, sklo laboratórne, či sklo obalové.

Práve atómová štruktúra skla umožňuje, že ho môžete hocikoľko krát recyklovať bez pridania nových surovín. Sklo je jediný materiál, ktorý môžete donekonečna recyklovať bez straty akýchkoľvek chemických, fyzikálnych, hygienických alebo kvalitatívnych zmien. V tomto je jeho obrovská výhoda oproti plastovým obalom. Jednoducho ho roztavíte a po vytvarovaní znova schladíte.

Štatistiky ukazujú, že sklo tvorí v priemere 10 % zmesového komunálneho odpadu a problémom takisto je, že sa časť vytriedeného skla vyváža do zahraničia.

Do bezfarebného skla sa pridáva okolo 40-45 % črepov, do farebného približne 75 % črepov. Zvýšeniu podielu recyklovaného bieleho skla zabraňuje jeho nedostatok. Buď je to tým, že sa pomieša medzi farebné sklo, alebo ho jednoducho ľudia toľko nekupujú. Na Slovensku sa vo väčšine obcí zbiera sklo všetkých farieb do jednej nádoby a črepy sa tak pomiešajú (obrázok 15.9). Od seba ich oddeľuje optická linka, ktorá dokáže spomedzi farebných vytriediť približne 70 % bielych črepov. Čím viac črepov z odpadu sa na výrobu nového skla použije, tým je ekologickejší celý proces výroby. Prítomnosť recyklovaných črepov vo vsádzke na výrobu nového skla znižuje emisie oxidov dusíka, oxidov síry, CO_2 a spotrebu energie na tavenie skla. Usporí sa teda materiál a teplota v peci nemusí byť taká vysoká –

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

opätovné roztavenie skla si vyžaduje o 2-3 % menej energie na každých 10 % črepov vo vsádzke, ako jeho výroba len z prírodných materiálov. Drobné nečistoty a etikety zhoria pri tavení.

Problémom je takisto čistota materiálu. Všetok odpad vytriedia spomedzi skla triediaci pracovníci na linke. Samotné etikety či zvyšky horčice sklu pri recyklácii nevadia. Kovy sa od skla oddelia a nálepky a malé nečistoty pri teplote tavenia 1600°C zhoria.

Problém pri recyklácii robí skôr to, čo sa podobá na bežné sklo, no má iné vlastnosti – porcelán, bezpečnostné lepené sklo, autosklo, keramika, či sklo z klasických TV obrazoviek. Optická triedička presvecuje vytriedené črepy a všetko, cez čo dokonale neprejde svetelný lúč, vyhodí von. Následne triedi sklo na farebné a biele. Celý proces sa zopakuje dvakrát, pričom nič nevyjde navnivoč. Drobné nečistoty sa pomelú na milimetrový prach a pridajú sa do zmesi na sklo. V peci sa pri tavení trocha nečistoty stratí. Keby jej tam však bolo viac, sklo by mohlo nebezpečne praskať.

Na skládke skončí viac slovenského skla ako v Nemšovej, kde sa sklo spracováva.

- Na Slovensku sa v zmesovom odpade nachádza v priemere 5 % skla.
- To predstavuje 13,39 kilogramov na obyvateľa za rok.
- Na skládkach odpadu tak skončí 72 779,2 ton skla ročne, čo je viac ako 50 až 57-tisíc ton slovenského skla, ktoré ročne zrecyklujú v Nemšovej.

Úplne najekologickejšie je používať vratné sklo. To má životnosť v priemere 30 cyklov naplnení predtým, ako ho pošlú na recykláciu, v rámci ktorej sa z neho vyrobí opäť nová fľaša.

Recyklácia skla

- Recykláciou jednej fľaše ušetríte energiu rovnú spotrebe práčky počas 10 minút prania.
- Opätovné roztavenie už vyrobeného skla si vyžaduje o 40 % menej energie ako jeho výroba z prírodných surovín.
- Sklo je jediný jednovrstvový obal, ktorý na ochranu potravín a nápojov nepotrebuje žiadne ďalšie vrstvy.
- Pivo sa na Slovensku stále viac balí do plechoviek (44 %), ako do skla (21 %).

Výroba recyklovaného skla je tiež menej náročná na spotrebu energie. Vytriedené sklo naviac pri výrobe čiastočne nahrádza neobnoviteľné suroviny, ktoré sa používajú pri výrobe skla (sklársky piesok, vápenec, dolomit). Sklo je možné recyklovať donekonečna. Recyklácia skla je uvedená v prílohe kapitoly 15, obrázok 15.10 a 15.11. Práve výhody skla ako materiálu sú z hľadiska skla ako odpadu nevýhodami – **sklo sa veľmi dlho (až 4000 rokov, čiže prakticky vôbec) v prírode (ne)rozkladá**...

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.10: Zber a recyklácia skla
Príloha kapitoly 15, obrázok 15.11: Ako prebieha recyklácia skla

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Plasty

Plasty predstavujú pre životné prostredie veľkú záťaž. Obsahujú ťažké kovy, ktoré sa pri spaľovaní dostávajú do ovzdušia spolu s oxidom uhoľnatým a ďalšími nebezpečnými látkami. Plasty sú naviac vyrábané z ropy, čo je neobnoviteľný prírodný zdroj.

Pred recykláciou je potrebné plasty vytriediť podľa druhov.

Plasty vhadzujeme do žltého kontejnera či žltých vriec. Patria sem igelitové tašky, stlačené PET fľaše, tégliky od jogurtov, staré plastové hračky, plastové obaly z rôznych saponátov, šampónov, krémov, penový polystyrén, fólia a množstvo ďalších nepotrebných výrobkov z plastu, ktorých sa naše domácnosti zbavujú. Vytriedené plasty je potrebné ďalej dotriediť na jednotlivé druhy – zvlášť fóliu, PET fľaše, polystyrén, obaly z drogérie atď., prípadne z plastov odstrániť odpady, ktoré tam vôbec nepatria. A to sa deje na triediacich linkách. Linkou prejdú všetky plasty z triedeného zberu komunálneho odpadu jednotlivých miest a obcí. Optická jednotka vie na základe typu plastu a farby rozlíšiť jednotlivé komodity. Odpad vstupujúci na dotriedenie je nakladačom vhadzovaný do vstupnej násypky, odkiaľ sa dopravníkom premiestni do kabínkovej triedičky na ručné vytriedenie nadrozmerných predmetov. Tu sa odpad prípraví na vstup do optickej linky. Následne je odpad prepravovaný dopravníkom pod magnetický separátor, ktorého úlohou je odseparovať kovové časti a pokračuje ďalej do balistického separátora, ktorý z materiálu vytriedi tri frakcie – podrozmerný odpad, ploché suroviny, ako napr. fólie a PET fľaše a obaly z drogérie. Odtiaľ je materiál dopravníkom presunutý do plne automatizovanej optickej jednotky. V následnom kroku už samotná optická jednotka na základe infračerveného žiarenia rozlíši druh a farbu plastového odpadu.

Vytriedený plast sa následne lisuje do balíkov a odváža do recyklačného zariadenia. Z vytriedených PET fliaš sa ďalej vyrábajú vlákna, ktoré sa používajú ako výplň do zimných vetroviek, spacákov, alebo na výrobu oblečenia (napr. fleecových búnd), kobercov, nákupných tašiek. Z fólie je možné vyrobiť opäť fóliu alebo rôzne vrecia, napr. na odpady. Penový polystyrén možno znova použiť na výrobu nových polystyrénových obalov, či izolačných dosiek. Iné plasty sa zvyknú spracovať spôsobom, pri ktorom vzniknú granuláty a recyklačné spoločnosti z nich tak môžu opäť vyrobiť nové plastové predmety (záhradný nábytok, dlažbu, a pod). Dôležité je, aby odpadový plast nebol znečistený chemikáliami, zvyškami potravín, olejmi. Do plastov tiež nepatrí linoleum, celofán, novodurové rúry. Tieto je vhodné odovzdať na najbližšom zbernom dvore.

POZOR: pri PET fľašiach by sme nemali úplne uťahovať uzávery, pretože uzavrené fľaše nie je možné lisovať do balíkov.

Životný kolobeh triedených plastov

Nie všetko, čo sa dá recyklovať, sa aj recykluje. Aj keď bežní ľudia často stotožňujú triedenie s recykláciou, nie všetko, čo človek odhodí do triedeného zberu, sa aj podarí zrecyklovať. V skutočnosti sa vo svete zrecykluje iba 14 % plastov uvedených na trh. Kým materiály ako PET (nápojové obaly), alebo HDPE (čistiace prostriedky) sú relatívne bežne recyklované, iné materiály ako PS (tégliky od jogurtov), či PP (obaly od sladkostí), alebo PVC (hračky) končia na skládkach alebo v spaľovniach. Aj keď existuje technológia ich recyklácie, výsledný materiál má často obmedzený odbyt, resp. samotný proces je pridrahý a predražuje recyklovaný materiál oproti primárnym substitútom (obrázok 15.12). Nie všetok recyklát sa totižto dá použiť na ten istý účel, ako bol pôvodný výrobok. Napríklad polyméry každou recykláciou strácajú svoje vlastnosti, čo obmedzuje ďalšie využitie. Z hygienických dôvodov je taktiež dnes náročné

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

vyrobiť novú fľašu len čisto z recyklátu PET, ale je na to nutný aj primárny materiál. Využitie recyklátu PET je ale bežné v textilnom priemysle.

Spracovanie plastového odpadu

- Plastový odpad, ktorý vzniká, sa ukladá do nádob na plasty.
- Zvoz plastového odpadu.
- Recyklácia plastového odpadu **začína triedením plastov** na jednotlivé zložky.
- Balenie alebo spracovanie plastov.
- Predaj suroviny spracovateľom.

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.12: Životný kolobeh plastov

Tabuľka 15.4 Členenie plastov [http//spiskabela.sk]

Materiál	Písomný znak	Číselný znak
Polyetyléntereftalát	PET	1
Polyetylén veľkej hustoty	HDPE	2
Polyvinylchlorid	PVC	3
Polyetylén malej hustoty	LDPE	4
Polypropylén	PP	5
Polystyrén	PS	6

Postup triedenia odpadu v domácnosti, jeho zvoz, následné triedenie, balenie, poprípade úprava (drvenie) sú zobrazené na obrázku prílohy kapitoly 15, obrázok 15.13.

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.13: Triedenie odpadu do farebne rozlíšených zberných nádob v domácnosti podľa druhu odpadu

Triedenie, spracovanie, ako aj následná výroba výrobkov z recyklovaného plastu sú uvedené v prílohe kapitoly 15, video 15.2.

Príloha kapitoly 15, video 15.2: Recycling plastics – Resource efficiency with an optimized sorting method

[https://youtube.com/watch?v=I_fUpP-hq3A]

Zhrnutie kapitoly

Ideálne materiály sú tie, ktoré možno recyklovať na ten istý účel. Sklo (najmä obalové), podobne ako kovy, sú v podstate úplne recyklovateľné a to bez straty kvality. Proces recyklácie skla je ale mimoriadne energeticky náročný (aj keď menej náročný ako výroba nového skla), na výrobu tony recyklovaného skla sa spotrebuje približne 1150 kWh energie. U skla vplýva na cenu farba, u kovov hrá rolu konkrétny materiál, keďže hliník (väčšina plechoviek) je oveľa

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

drahší materiál než oceľ (konzervy). Takmer všetky papierové obaly sú recyklovateľné a iba 3% sú ťažko recyklovateľné (napr. papierové poháre na nápoje, nápojové kartóny). Priemerné papierové vlákno môže byť recyklované 5 až 7 krát a postupnou recykláciou stráca svoje vlastnosti a obmedzuje sa jeho využitie, pričom napr. papierový obal na vajíčka už ďalej nie je recyklovateľný (ale stále sa dá ďalej využívať pri bezobalovom nákupe). Papier síce nemožno donekonečna recyklovať na ten istý účel, je ale ľahko biodegradovateľný, teda vie sa prirodzene rozložiť v prírode. To síce nedokáže bežný plast, už dnes je ale k dispozícii výskum plastov, ktoré sú biologicky rozložiteľné. Tieto materiály sú ale poväčšine biodegradovateľné iba v priemyselných podmienkach. Je ich taktiež nutné zbierať oddelene, lebo v prípade, ak by sa dostali medzi iný materiál, vedeli by znehodnotiť jeho recykláciu (napr. celú vzorku PET).

Biodegradovateľné plasty nemožno plne stotožňovať s „bioplastami“, do tejto kategórie spadajú aj také materiály, ktoré sa síce vyrábajú z obnoviteľných zdrojov (napr. z kukurice), ale nemajú schopnosť biodegradácie. Tieto plasty sa v prírode správajú ako bežné plasty.

Slovensko už dnes disponuje technológiami na recykláciu väčšiny materiálov vrátane rôznych typov plastov. Nedá sa však povedať, či sú dostatočné, keďže na jednej linke sa spracúva viacero materiálov. Hlavnou bariérou je samotný trh, keďže pri súčasných cenách nie je dopyt po recyklátoch určitých plastov či kombinovaných materiálov. Recyklácia tak neprináša zisk, čo vedie k tomu, že lacnejšie je materiál skládkovať. Skôr ako investície do nových kapacít je nutné nastaviť regulácie tak, aby boli materiály, ktoré dnes nie sú v požadovanej miere recyklované, výrazne znevýhodnené, čo môže naštartovať prirodzené trhové procesy a inovácie smerom k rentabilnej recyklácii.

Okruhy otázok ku skúške

1. Vymenujte druhy zberového papiera.
2. Charakterizujte baliaci papier.
3. Charakterizujte vlnitú lepenku.
4. Charakterizujte buničinu.
5. Charakterizujte zberový papier.
6. Čo sú to kompozity?
7. Definujte skratku VKM.
8. Koľkokrát sa priemerné papierové vlákno môže recyklovať?
9. Popíšte výrobu skla a pri akej teplote sa sklo taví.
10. Čo je to sklo?
11. Vysvetlite pojem vratné sklo.
12. Koľko krát sa dá recyklovať sklo?
13. Z čoho sa vyrábajú plasty?
14. Aké škodliviny vznikajú pri spaľovaní plastov?
15. Definujte skratku HDPE?
16. Definujte skratku PS?
17. Charakterizujte biodegradovateľné plasty.

Použitá literatúra

1. Ako prebieha recyklácia skla [online]. [cit. 2020-04-25]. Dostupné na: <https://odpady-portal.sk/Dokument/105338/ako-prebieha- recyklacia-skla-pozrite-si-ako-recykluje-sklo-vetropack-nemsova.aspx>.
2. Ako triediť papier, tetrapaky [online]. [cit. 2019-03-22]. Dostupné na:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

<https://sturovo.sk/papier-tetrapaky.phtml?id3=108062>.

3. Ako správne triediť odpad. [online]. [cit. 2019-03-02]. Dostupné na: <http://beecopack.sk/clanky-a-oznamy/ako-spravne-triedit-odpad>.
4. Ako prebieha recyklácia papiera? [online]. [cit. 2019-05-11]. Dostupné na: <https://youtube.com/watch?v=VzHPjv2sx10>.
5. Baliaci papier a vlnitá lepenka [online]. [cit. 2019-03-15]. Dostupné na: <https://sazp.sk/app/cmsFile.php?disposition=i&ID=141>.
6. DRÁBJAN, J. ENGEĽ, M. KRIŠTOFÓRY, T. 2020. *Ako pretriediť triedený zber*. Ministerstvo životného prostredia SR. [online]. [cit. 2020-10-25]. Dostupné na: <https://minzp.sk/files/iep/ako_pretriedit_triedeny_zber.pdf>.
7. JUNGA, P - VÍTĚZ, T - TRÁVNÍČEK, P. 2015. *Technika pro zpracování odpadů I.* 1. vyd. Brno: Mendelova univerzita v Brně. 142 s. ISBN 978-80-7509-207-6.
8. KOTOVICOVÁ, J. 2009. *Vybrané kapitoly z environmentalistiky.* Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 111 s. ISBN 978-80-7375-285-9.
9. KOTOVICOVÁ, J. 2009. *Ochrana životního prostředí II*. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 165 s. ISBN 978-80-7375-262-0.
10. Optická triedička [online]. [cit. 2020-03-26]. Dostupné na: <https://en.wikipedia.org/wiki/Sensor-based_sorting#/media/File:Belt-type_machine.jpg>.
11. Označovanie druhov papiera [online]. [cit. 2019-03-30]. Dostupné na: <https://sazp.sk>.
12. Podiel jednotlivých materiálov z recyklácie viacvrstvového materiálu[online]. [cit. 2019-07-21]. Dostupné na:<http://napojovy-karton.sk/recyklacia>.
13. Prečo triediť odpad [online]. [cit. 2019-06-09]. Dostupné na: <https://mariuspedersen.sk/obcan/preco-triedit-odpad>.
14. Recycling plastics – Resource efficiency with an optimized sorting method [online]. [cit. 2020-11-25]. Dostupné na:https://www.youtube.com/watch?v=I_fUpP-hq3A
15. Recyklácia skla [online]. [cit. 2020-09-25]. Dostupné na: <https://ciernalabut.sk/5568/sklo-je-jediny-material-ktory-sa-da-recyklovat-donekonecna-boli-sme-sa-pozriet-ako-sa-to-robi>.
16. Recyklačné symboly, resp. kam s odpadovým obalom? [online]. [cit. 2018-09-05]. Dostupné na:<https://spisskabela.sk/mesto/aktuality/recyklacne-symboly-resp-kam-s-odpadovym-obalom>.
17. Schéma recyklácie viacvrstvového kartónového obalu[online]. [cit. 2019-12-15]. Dostupné na:<http://napojovy-karton.sk/recyklacia>.
18. STN EN 643: Zberový papier

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

16 ENERGETICKÉ VYUŽITÍ ODPADŮ

V kapitole „Energetické využití odpadů“ je uvedeno rozdělení technologií využití odpadů pro energetické účely, základní požadavky na odpad vstupující do procesu spalování. Studenti po přečtení této kapitoly obdrží informace o jednotlivých stupních procesu spalování, rozdělení spalovacích zařízení podle druhu odpadů. Kapitola uvádí základní strukturu spalovny odpadů, rozdělení na roštové a rotační spalovny, popis těchto technologií. Jsou zde zmíněny i doprovodné procesy spalování, jako je odstraňování popela, chlazení spalin, odvod spalin a čištění spalin s vyjmenovanými jednotlivými typy odlučovačů a systémů čištění.

Technologie přeměny odpadů a jejich využívání pro energetické účely se rozdělují na:

- suché procesy (termochemická přeměna):
    1. spalování,
    2. zplyňování,
    3. pyrolýza.
- mokré procesy (biochemická přeměna):
    4. anaerobní vyhnívání (metanové kvašení),
    5. lihové (alkoholové) kvašení,
    6. výroba biovodíku.
- mechanicko-chemická přeměna – lisování olejů a jejich následná úprava (např. výroba bionafty a přírodních maziv).

Cílem spalování odpadů je upravit odpady tak, aby se primárně snížil jejich objem a nebezpečnost. Současně je nezbytné zachytit (a tím koncentrovat) nebo zneškodnit potenciálně škodlivé látky, které se uvolňují nebo mohou uvolnit během spalování. Prostřednictvím spalovacích procesů lze též umožnit využití energie, nerostných či chemických látek obsažených v odpadu. V zásadě je spalování odpadu oxidací hořlavých materiálů v něm obsažených. Odpad je obecně vysoce heterogenní materiál složený v podstatě z organických látek, minerálů, kovů a vody. Během spalování vznikají spaliny, které obsahují převážnou část energie k tepelnému využití.

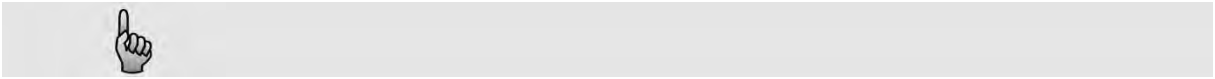
Spalovací technologie může být aplikována na širokou řadu odpadů, ať již se jedná o odpady komunální (včetně kalů z čistíren odpadních vod), průmyslové, zemědělské či zvláštní, vyskytující se ve všech fyzikálních konzistencích, tj. ve skupenství tuhém, tekutém, plynném či pastovitém. Každé palivo je charakterizováno jednak obsahem hořlaviny (především obsahem spalitelných látek, tj. uhlíku, vodíku, síry); jednak obsahem popela (je určen celkovým množstvím minerálních látek a označován písmenem A) a vlhkosti (označováno W). Hranicí pro spalování tuhého odpadu bez přívodu podpůrného paliva je minimální výhřevnost odpadu 5 000 $kJ.kg^{-1}$; této podmínce odpovídá následující složení odpadu:

- obsah popela $A \leq 60$ %;
- obsah vlhkosti $W \leq 50$ %;
- obsah hořlaviny $C \geq 25$ %.

  Platí: C+W+A=100 %

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tyto podmínky složení odpadů jsou reprezentovány Tannerovým (trojným) diagramem, který je uveden v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.1.



Hlavní stupně procesu spalování:

1. *sušení a odplynění* – zde je změněn těkavý obsah (např. uhlovodíky a voda) při teplotách obvykle mezi 100 a 300 °C. Proces sušení a odplynění nevyžaduje žádná oxidační činidla a je závislý pouze na dodávkách tepla
2. *pyrolýza a zplyňování* – pyrolýza je dalším rozkladem organických látek za nepřítomnosti oxidačního činidla při teplotě asi 250-700 °C. Zplyňování uhlíkatých zbytků je reakce zbytkových odpadů s vodní parou a CO_2 při teplotách obvykle mezi 500 až 1 000 °C, ale může probíhat při teplotách až do 1 600 °C. Takto jsou tuhé organické materiály převedeny do plynné fáze. Kromě teploty jsou činiteli reakce voda, pára a kyslík.
3. *oxidace* – v předchozích stupních vzniklé hořlavé plyny oxidují v závislosti na vybrané metodě spalování při teplotách spalin obecně mezi 800 až 1 450 °C.

Tyto jednotlivé stupně se obecně překrývají, což znamená, že prostorové a časové oddělení těchto stupňů během spalování odpadů bude asi možné pouze v omezeném rozsahu. Samozřejmě procesy částečně probíhají paralelně a navzájem se ovlivňují. Nicméně je možné pomocí technických opatření uvnitř pecí tyto procesy ovlivnit tak, aby se snížily znečišťující emise. K takovým opatřením náleží návrhy pecí (design), distribuce vzduchu a inženýring kontroly.

Teorie spalovacích procesů je uvedena v příloze 1, kapitoly 16.

Při plně oxidačním spalování jsou hlavními složkami spalin:

- vodní pára,
- oxid uhličitý a
- kyslík.

Podle složení spalovaného materiálu a v závislosti na provozních podmínkách vzniká nebo zbývá malé množství:

- CO,
- HCl,
- HF,
- HBr,
- HI,
- NOx,
- SO_2,
- VOC,
- PCDD/F,
- PCB a
- sloučenin těžkých kovů (kromě jiných).

V závislosti na spalovací teplotě se během hlavních stupňů spalování úplně nebo částečně odpaří těkavé těžké kovy a anorganické sloučeniny (např. soli). Tyto látky se přesunou ze

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

vstupního odpadu do spalin i do popílku, který je ve spalinách obsažen. Vzniká minerální zbytkový popílek (prach) a těžší tuhý popel (škvára). Ve spalovnách komunálního odpadu je obsah ložového popele přibližně 10 obj. % a kolem 20-30 % hmotnostních ze vstupujícího tuhého odpadu. Množství popílku je mnohem menší, obvykle pouze několik málo % ze vstupu. Poměr tuhého zbytku se velmi liší podle typu odpadu a konkrétního návrhu procesu.

Pro efektivní oxidační spalování mají zásadní význam dodávky kyslíku. Koeficient „n“ poměru vzduchu dodávaného ke spalování k chemicky požadovanému (stechiometrickému) spalovacímu vzduchu se obvykle pohybuje v rozmezí od 1,2 do 2,5 v závislosti na tom, zda je palivo plynné, kapalné nebo tuhé a v závislosti na spalovacím systému.

Rozdělení spalovacích zařízení podle druhu odpadů

V současnosti podle platných legislativních předpisů můžeme rozdělit spalovací zařízení podle spalovaných odpadů na:

I. *Spalování směsného komunálního odpadu* – zpracování typických směsných a z velké části neupravených domovních odpadů a odpadů z domácností. Někdy může tato skupina zahrnovat určité množství průmyslových a živnostenských odpadů (průmyslové a živnostenské odpady, které nejsou klasifikované jako nebezpečné jsou také odděleně spalovány v určených spalovnách).

II. *Spalování předběžně upravených komunálních nebo jiných odpadů* – zařízení, ve kterých se upravují odděleně sebrané odpady, předběžně upravené nebo připravené takovým způsobem, že se charakteristiky odpadu liší od směsného odpadu. Do tohoto pododvětví spadají také spalovny specificky připraveného paliva z odpadu.

III. *Spalování nebezpečných odpadů* – zahrnuje spalování na průmyslových stanovištích a v obchodních podnicích (tam je obvykle přijímán široký okruh různých druhů odpadů).

IV. *Spalování kalů z čistíren odpadních vod* – v některých lokalitách jsou kaly z čistíren odpadních vod spalovány odděleně od ostatních odpadů v určených zařízeních. Jinde jsou takové odpady k účelu spalování kombinovány s ostatními odpady (např. s komunálním odpadem).

V. *Spalování klinických odpadů* – zařízení určená k úpravě klinických odpadů, které obvykle pocházejí z nemocnic a jiných zdravotnických zařízení, jsou v jednotlivých nemocnicích aj. provozována jako centrální zařízení nebo přímo v místě vzniku odpadu. V některých případech jsou určité klinické odpady upravovány v jiných zařízeních, např. s dalšími druhy nebezpečného odpadu.

U určitých druhů odpadů se uplatňují odlišné druhy tepelných úprav, nicméně ne všechna tepelná zpracování jsou vhodné pro všechny odpady:

- *Komunální tuhé odpady* – mohou být spalovány v několika spalovacích systémech, včetně pohyblivých roštů, rotačních pecí a fluidního lože. Technologie fluidního lože vyžaduje, aby TKO obsahovaly určité rozpětí velikosti částic – to obvykle vyžaduje určitý stupeň předběžné úpravy nebo oddělený sběr odpadů.
- *Spalování čistírenských kalů* – se děje v rotačních pecích, nístějových pecích a v pecích s fluidním ložem. Uplatňuje se také spoluspalování ve spalovacích systémech roštových, spalujících uhlí a v průmyslových procesech. Čistírenské kaly mají často vysoký obsah vody, a proto obvykle vyžadují sušení nebo přidávání přídavných paliv k zabezpečení stabilního a účinného spalování.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- *Spalování nebezpečných a zdravotnických odpadů* – nejvíce jsou používány rotační pece, ale někdy se používají pro tuhé odpady také roštové spalovny (včetně spoluspalování s jinými odpady) a pro některé předem upravené materiály spalovny s fluidním ložem. V chemických zařízeních v místě vzniku odpadů (on-site) jsou také velmi rozšířené statické pece.
- *Ostatní procesy* byly vyvinuty na základě rozdvojení fází, které také probíhají ve spalovně: sušení, vypařování, pyrolýza, karbonizace a oxidace odpadu. Při zplyňování se používají zplyňovací prostředky, např. pára, vzduch, oxidy uhlíku nebo kyslík. Tyto procesy jsou určeny ke snižování objemu spalin a souvisejících nákladů na čištění spalin. U některých z těchto vyvinutých procesů se vyskytly technické a ekonomické problémy, pokud došlo ke zvýšení parametrů na komerční průmyslové rozměry a nebyly proto dále provozovány. Některé jsou používány na komerčním základě (např. v Japonsku) a jiné jsou zkoušeny v pilotních provozech v Evropě, ale dosud pouze v malém podílu celkové kapacity zpracování v porovnání se spalováním.

Základní druhy spalovacích zařízení pro spalování odpadů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16:

- **na obrázku 16.2. spalovací zařízení s pohyblivými rošty**
- **na obrázku 16.3 spalovací zařízení bubnové**
- **na obrázku 16.4. etážové spalovací zařízení**
- **na obrázku 16.5. fluidní spalovací zařízení**

Technologie a technika spalování odpadů

Základní struktura spalovny odpadů může zahrnovat následující operace:

- Příjem vstupujícího odpadu.
- Skladování odpadu a surovin.
- Předběžná zpracování odpadu (pokud je nutná, v místě nebo mimo místo provozu).
- Nakládka odpadu do procesu.
- Tepelné zpracování odpadu.
- Využití energie (např. v kotli) a konverze.
- Čištění spalin.
- Nakládání se zbytky z čištění spalin.
- Vypouštění spalin.
- Monitoring a kontrola emisí.
- Čištění a kontrola odpadních vod (např. z odvodňování v místě provozu, z čištění spalin a ze skladování).
- Nakládání a zpracování popele, resp. ložového popele (ze spalovacího stupně).
- Vypouštění, resp. odstranění tuhých zbytků.

Každý z těchto stupňů je obvykle přizpůsobený svým navržením typu, vlastnostem a druhu odpadu, který je v zařízení upravován.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- **Příjem a skladování odpadů**

Po průchodu vážícím zařízením auta na svoz odpadů vyprazdňují svůj náklad do uskladňovacího bunkru (zásobníku). Odpad je v něm ukládán na hromadu a míchán za použití jeřábů vybavených drapáky. Míchání odpadů pomáhá k dosažení rovnovážné teploty při spalování, velikosti a struktury odpadu, nebo složení materiálu vykládaného do násypek spalovny. Hlavním úkolem uvedených zásobníků je zajištění dostatečné zásoby odpadů pro zabezpečení kontinuálního (24 hodin denně) provozu spalovny při poměrně krátké době (8 hodin denně) dopravy odpadů do areálu spalovny. Potřebná skladovací kapacita je tedy určena poměrem mezi dobou periody svážení odpadů a dobou periody zavážení spalovací pece. Délka zásobníku je určena potřebným počtem vykládacích míst a jejich počet je zase závislý na počtu aut dovážejících odpady během doby svozu. Ve velkých spalovnách bývají rezervována separátní vykládací místa pro průmyslový a obchodní odpad. Na jedné straně zásobníku bývá instalováno zvláštní stříhací zařízení nebo rotační nárazový lamač pro redukci objemných částí odpadu na velikost vhodnou pro sázení do pece.

Hluboké zásobníky musí být vybaveny bezpečnostním zařízením pro zabránění pádu vozidla do zásobníku; nezbytné je rovněž vybavení hasicím zařízením pro případný vznik požáru v zásobníku. Celá oblast zásobníku musí být udržována při slabém podtlaku, aby bylo zabráněno úniku zápachu.

Obrázky z provozu příjmu a skladování odpadů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.6.

Příklady použitelných metod ukládání pro různé druhy odpadů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, tabulka 16.1.

Tepelné zpracování odpadu – roštové spalovny

Roštové spalovny jsou velmi rozšířeny pro spalování směsného komunálního odpadu. V Evropě se v asi 90 % spaloven používají k odstranění TKO roštová topeniště. Ostatní odpady běžně upravované v roštových spalovnách, často spolu s TKO obsahují živnostenské a průmyslové odpady, neklasifikované jako nebezpečné, čistírenské kaly a některé klinické odpady. Roštové spalovny obvykle obsahují následující součásti:

- podávací zařízení,
- spalovací rošt,
- systém přívodu spalovacího vzduchu,
- spalovací komora,
- pomocné hořáky.

- *Zařízení k podávání odpadu:* odpad je dopravován ze skladovacího bunkru do násypky podávacího zařízení pomocí mostového jeřábu a poté na roštový systém pomocí hydraulické rampy nebo jiného dopravníku. Rošt přesunuje odpady přes různé zóny spalovací komory pomocí převalování. Jeřáby pro spalovny patří do kategorie jeřábů určených pro těžké podmínky. Chapadla jeřábů musí umožnit nejen vlastní sázení do pece (jejich kapacita bývá 1 až 4 m^3), ale rovněž promíchávání odpadů v zásobníku a jeho vyhovující vyčištění. Násypka odpadu může být někdy plněna pomocí dopravníku. V tomto případě mostový jeřáb vypouští odpady do pomocné násypky dopravníku. Spojení mezi spodním koncem násypky podávacího zařízení a pecí

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

obsahuje dávkovací mechanismy. Dávkovací mechanismus lze řídit buď mechanicky nebo hydraulicky. Pro různé typy plnících systémů byly vyvinuty odlišné konstrukční metody, např.:

- řetězové, resp. pásové rošty,
- přiváděcí rošty,
- měnitelné kuželovité násypky podávacího zařízení,
- pěchovací přivaděče,
- hydraulické rampy,
- šnekové podavače.

- *Spalovací rošty: s*palovací rošt splňuje následující funkce:
  - doprava materiálu ke spálení v peci,
  - prohrabování a kypření materiálů určených ke spálení,
  - umístění hlavní zóny spalování do spalovací komory, zřejmě v kombinaci s opatřeními ke kontrole výkonu pece.

Účelem spalovacího roštu je dobrá distribuce spalovacího vzduchu do pece dle požadavků na spalování. Primární vzduch je z dmychadla vytlačován přes vrstvy malých otvorů v roštu. Obvykle se k dokončení procesu hoření přivádí více vzduchu do prostoru nad lože s odpadem. Běžně doba styku odpadů na roštu nepřekročí 60 minut

- *Přívod spalovacího vzduchu:* spalovací vzduch plní následující účel:
  - poskytuje oxidační prostředí,
  - působí jako chladící médium,
  - brání vzniku strusky v peci,
  - promíchává spaliny.

Vzduch je přidáván do různých míst spalovací komory. Obvykle je označován jako primární a sekundární, i když se také používá termín terciální vzduch a recirkulované spaliny.

Primární vzduch je obvykle veden z bunkru na odpady. Snižuje se tak tlak vzduchu v bunkru a eliminuje většina zápachových emisí z prostoru bunkru. Primární vzduch je vyfukován ventilátory do prostoru pod roštem, odkud může být jeho distribuce přesně řízena pomocí početných dmychadel a distribučních ventilů.

Pokud kvalita odpadu poklesne na takovou úroveň, že je potřebné odpad předem vysušit, může být vzduch předehříván. Primární vzduch bude protlačen přes vrstvu roštů do palivového lože. Tento vzduch ochlazuje mříže roštu a přivádí do spalovacího lože kyslík. Druhotně je vzduch velkou rychlostí foukán do spalovací komory, např. pomocí vstřikování nebo z vnitřních struktur. To se provádí tak, aby bylo zabezpečeno kompletní spalování a intenzivní míchání spalin včetně prevence volného průchodu proudu nespálených plynů.

- *Spalovací komora:* spalování probíhá nad roštem spalovací komory. Obvykle spalovací komora obsahuje rošt umístěný na dně, chlazené a nechlazené stěny po stranách pece a vyhřívání stropem nebo z povrchu kotle u stropu. Vzhledem k tomu, že komunální odpady obecně obsahují vysoce těkavé látky, odcházejí z pece těkavé plyny a vlastní spalování se pouze z malé části odehrává v blízkosti roštu. Spalovací komora má umožnit:
  - protřepávání a homogenitu toku spalin,
  - dobré prohoření spalin,
  - dostatečnou dobu zdržení spalin v horké peci,
  - částečné chlazení spalin.
- *Pomocné hořáky:* při najíždění spalovny se pomocné hořáky běžně používají k zahřátí pece na specifickou teplotu, při které mohou procházet spaliny. To je hlavní účel pomocných hořáků. Obvykle se spouštějí automaticky, pokud teplota klesne během

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

provozu pod určenou teplotu. V průběhu odstávky se často pomocné hořáky používají pouze pokud je odpad v peci.

- **Tepelné zpracování odpadu – rotační spalovny**

Rotační pece jsou velmi masivní a lze v nich spalovat téměř všechny odpady bez ohledu na druh či složení. Rotační pece mají velmi široké uplatnění především při spalování nebezpečných odpadů. Technologie je také všeobecně používána pro spalování klinických odpadů (většina nebezpečných klinických odpadů se spaluje v rotačních pecích spaloven při vysokých teplotách).

Provozní teploty dosahované v rotačních pecích při spalování odpadů se pohybují v rozmezí od 500 °C (např. zplyňování) do 1450 °C (např. vysokoteplotní tavení popele). Někdy se vyskytují vyšší teploty, ale obvykle nikoliv v aplikacích odpadových. Při běžném oxidačním spalování jsou obvykle teploty vyšší než 850 °C. Teploty v rozpětí 900 až 1200 °C jsou běžné pro spalování nebezpečných odpadů.

Všeobecně platí v závislosti na vstupujícím odpadu, že čím vyšší je provozní teplota, tím větší je riziko poškození žáruvzdorného obložení pece vlivem usazenin a teploty. Některé pece mají tepelně izolační vrstvy (vzduchové nebo vodní), které pomáhají prodlužovat životnost vyzdívky a tím dobu mezi odstávkami za účelem údržby.

Srovnání vlastností pecí podle toku spalovacího vzduchu a spalovaného materiálu jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, tabulka 16.2.
Spalovací specifikace používané při spalování odpadů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, tabulka 16.3.

- **Odstraňování popela**

Procesy spalování odpadů produkují pevné zbytky pocházející ze tří různých zdrojů:

- z propadu jemných částic roštem,
- ze zbytků po spalování na konci roštu (škvára, popel),
- tuhé zbytky z chlazení a čištěni spalin.

Zbytky po spalování (popel, škvára, kovové části apod.) jsou kontinuálně odstraňovány na konci posledního roštu a chlazeny ve vodní nádrži. Z chladicí nádrže jsou pevné zbytky odstraňovány pomocí řetězového dopravníku a skládkovány společně s ostatními pevnými zbytky na skládce odpovídajícího typu. V některých případech možno sklovitou škváru a popel využít pro stavební účely; železné kovy (hlavně plechovky, konzervy apod.) lze magneticky separovat a využít jako železný šrot.

Konečné zneškodnění škváry ze spalovny obvykle nečiní problémy, avšak popílek (z odlučovačů) často obsahuje značné množství těžkých kovů, proto jeho skládkování je možné jen na skládce nebezpečných odpadů.

- **Chlazení spalin**

Teplota spalin opouštějících spalovací komoru, respektive komoru dodatečného spalování (bývá mezi 800 °C až 1300 °C) je příliš vysoká pro přímý vstup do zařízení na čištění spalin. Příkladně teplota spalin na vstupu do elektrostatického odlučovače by neměla přesáhnout 350 °C, což umožní jeho konstrukci z lacinějších neušlechtilých ocelí. Pro zajištění potřebného zchlazení spalin možno použít některý z následujících způsobů:

- chlazení vodními sprchami;

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- chlazení vzduchem;
- chlazení ve výměníku.

- **Odvod spalin, komín**

Vzhledem k tomu, že spalovny pracují obvykle s umělým tahem, vyvozeným účinkem spalinového ventilátoru, má komín za úkol pouze odvod spalin do ovzduší a výška komína je v tomto případě určena pouze hledisky hygienickými, případně urbanistickými.

Provedení komínů bývá zděné, železobetonové, nejčastěji ocelové; ocelové komíny bývají buď s vyzdívkou nebo bez, což závisí na teplotách a složení odváděných spalin. Komíny se stavějí jako kotvené nebo samonosné.

Schéma příkladů roštových spaloven komunálního odpadu jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.7 a 16.8.

- **Čištění spalin**

U každé technologie termického zneškodňování se vyskytuji následující druhy tuhých zbytků:

  - škvára, struska nebo polokoks jako hlavní zbytek po termickém procesu,
  - tuhé částice ze suchého odprášení spalin,
  - tuhý zbytek (nebo kal) z procesu čištění spalin,
  - tuhý zbytek (nebo kal) z procesu čištění technologických vod.

- Hlavní tuhý zbytek: je u rozdílných termických technologií škvára (popel), struska nebo polokoks, které mohou představovat nebezpečí při svém volném deponování především kvůli výluhům kovových iontů.
  Výrazné omezení vyluhovatelnosti kovových iontů lze dosáhnout protavením strusky, přičemž i prostým roztavením strusky bez aditiv dochází k vytvoření pevné vazby kovových složek (včetně těžkých kovů) do vysoce nerozpustných minerálů spinelového typu. Vyluhovatelnost těchto složek lze také částečně nebo zcela omezit aplikací vhodného salidifikačního postupu (cementace, bitumenace, vitrifikace).
- Tuhé podíly z odprášení a čištění spalin: tyto tuhé podíly jsou řádově nebezpečnější než hlavní tuhý zbytek. Jedná se většinou o velmi jemné prachy nebo kaly, obsahující vysoké koncentrace polychlorovaných dibenzodioxinů (PCDD) a dibenzofuranů (PCDF) a kovové oxidy s vysokým podílem těžkých kovů, zvláště těkajících v podmínkách, při nichž spalování probíhá (ZnO, CdO, PbO, Al_2O_3) a většinu rtuti, kterou odpady obsahovaly, a to jak v kovové, tak i v oxidické formě.
  Pro odstranění těchto toxických prachů se používá technologie recyklace do spalovacího procesu; tento postup však vede k nárůstu koncentrace složek v primárním čisticím okruhu. Jinou možností je aplikace mokrých procesů čištění spalin, umožňujících z oběhového pracího média těžké kovy srážet, filtrovat a takto získávat dále zpracovatelný koncentrát.

Typické složení surových spalin ze spalovny odpadů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, tabulka 16.4.

Základní úlohy technologií používaných pro čištění spalin:

a) zachycení maxima prachu (a tím i těžkých kovů a PCDD / PCDF),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

b) odstranění kyselých složek spalin (SOx, HCl, HF),

v závislosti na obsahu škodlivin ve vstupujících odpadech mohou přicházet v úvahu i další, doplňkové technologie, jejichž úlohou je:

c) odstranění Nox,

d) odstranění stopových příměsí (PCDD / PCDF, Hg).

a) Odlučování prachových částic

Prachové částice představují hlavní zdroj potenciálních emisí spaloven, jejich obsah ve spalinách je určen celou řadou faktorů: obsahem popela v odpadu, výškou lože odpadu a množstvím spalovacího vzduchu přiváděného pod rošt, stupněm promíchávání odpadů na roštu či na nístěji spalovací pece a rychlostí proudění plynu. Ve spalovnách komunálního odpadu tíha prachových částic ve spalinách obvykle činí 10 až 75 $kg.t^{-1}$ odpadu neboli 2 až 15 $g.m^{-3}$ spalin (při návrhu nových spaloven bývá běžně uvažován směrný obsah prachu 5 až 10 $g.m^{-3}$).

Prachové částice mohou být zachycovány různými typy odlučovačů, pracujících na základě rozdílných principů, s různou účinností a s různou vhodností pro jednotlivé druhy prachů.

Dle principu funkce možno tato zařízení členit na:

- odlučovače mechanické (suché, mokré),
- odlučovače elektrostatické (suché, mokré),
- filtry.

- *Odlučovače mechanické*

K mechanickým odlučovačům patří zejména cyklony a multicyklony, které využívají k oddělení materiálu částic z proudu plynu odstředivé síly. Multicyklony se od samostatných cyklonů liší v tom, že sestávají z velkého počtu malých cyklonových jednotek. Proud plynu vstupuje kolmo do separátoru a vystupuje uprostřed. Tuhé látky jsou odstředivou silou dopravovány na stěny cyklonu, kde se odlučují. Všeobecně cyklony samy o sobě nemohou dosáhnout hodnot emisí nyní dosahovaných v moderních spalovnách odpadů. Mohou však plnit důležitou úlohu, když jsou použity k předběžnému odstranění prachu před vstupem do ostatních stupňů systému čištění spalin. Požadavky na energii jsou u nich obvykle nízké, protože napříč cyklonem nedochází k žádnému poklesu tlaku. Výhody cyklonů spočívají v širokém rozpětí provozních teplot a v masivní konstrukci. Problémem cyklonů může být eroze, především v místech nárazů znečištěných spalin, neboť spaliny jsou velmi zatíženy částicemi, zvláště v zařízeních s fluidním ložem, kdy materiál lože opouští zařízení. Cirkulační fluidní lože obvykle zahrnují cyklon k odstraňování a recirkulaci materiálu lože do pece.

Příklady uspořádání suchých a mokrých odlučovačů jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.9 a 16.10.

- *Elektrostatické odlučovače*

Elektrostatické odlučovače se někdy také nazývají elektrostatické filtry. Účinnost odstranění popílku v elektrostatických odlučovačích je v největší míře ovlivněna měrným elektrickým odporem popílku. Pokud měrný elektrický odpor vrstvy popílku stoupá, snižuje se účinnost odstraňování. Odpor vrstvy popílku je ovlivněn složením odpadu. Může se tedy měnit rychle a výrazně spolu se změnami složení odpadu, především při spalování nebezpečných odpadů. Síra obsažená v odpadu a ve spalinách v podobě SO_2 (SO_3) (a obsah vody při provozních

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

teplotách pod 200 ºC) často snižuje odpor vrstvy popílku a tím usnadňuje jeho usazování v elektrickém poli.

Vzhledem k tomu, že v nich dochází k usazování jemného popele a aerosolů, mohou zařízení, která udržují působení elektrického pole tvorbou kapek ve spalinách (předem zapojená kondenzační jednotka a mokré elektrostatické odlučovače, elektrodynamické Venturiho pračky plynů, ionizační sprejové chladiče) zvýšit účinnost odstranění.

Běžné provozní teploty v elektrostatických odlučovačích jsou 160-260 ºC. Provoz při vyšších teplotách (např. nad 250 ºC) je obvykle vyloučen, neboť by se mohlo zvýšit riziko tvorby PCDD/F (a tudíž emisí).

Schéma elektrostatického odlučovače je uveden v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.11.

- *Tkaninové filtry*

Tkaninové filtry, také nazývané rukávové filtry, jsou velmi široce používány v zařízeních ke spalování odpadů. Účinnost filtrace je velmi vysoká pro široké rozpětí velikosti částic. U částic o velikosti menší než 0,1 mikronu je účinnost nižší, ale takové frakce jsou v toku spalin ze spaloven odpadů relativně málo zastoupeny. Pomocí této technologie se dosahuje nízkých hodnot emisí prachu. Technologie může být použita následně po použití ESP (electrostatic precipitator – elektrostatický odlučovač) a mokrých skrubrů. Kompatibilita filtračního média s charakteristikami spalin a popele i procesní teplota filtru, jsou důležité pro efektivní výkon. Filtrační médium musí mít vhodné vlastnosti se zřetelem na tepelnou, fyzikální a chemickou odolnost (např. hydrolýza, kyselina, alkálie, oxidace).

V kontinuálním provozu postupně narůstá tlaková ztráta filtračního média vzhledem k usazování částic. Když jsou použity suché sorpční systémy, pomáhá tvorba koláče na médiu při odstraňování kyselin. Obecně je nezbytné čištění monitorovat na základě diferenciálního tlaku napříč filtrem. Pravidelná výměna filtru je požadována tehdy, když je dosaženo zbytkové životnosti nebo v případě neodstranitelného poškození (např. neodstranitelné usazeniny jemného prachu na materiálu filtru zvyšují ztrátu tlaku). Uplatnění suchého usazování je omezeno na prach, který je při vysokých teplotách (300 – 600 ºC) hygroskopický a lepkavý. Tento druh prachu vytváří v usazovacím zařízení usazeniny, které nelze v dostatečné míře regenerovat pomocí běžných metod čištění během provozu, ale bude zřejmě nutné je odstraňovat pomocí ultrazvuku. Může se jednat o prach z komplexů solí, např. z odpadů obsahujících fosfor, síru nebo silikon.

Schéma rukávového filtru s mechanickým oklepáváním je uvedeno v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.12.

Typické hodnoty celkové účinnosti jednotlivých odlučovačů:

- cyklóny do 85 %,
- filtry přes 99 %,
- elektrostatické odlučovače přes 99 %,
- mokré scrubbery 90 až 95 %.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

b) Odstraňování (zachycování) kyselých složek

Podle charakteru možno procesy odstraňování kyselých složek rozdělit v závislosti na fyzikálním stavu sorpčního činidla do tří základních skupin:

- suché procesy,
- polosuché procesy,
- mokré procesy.

V procesech *suché sorpce* je absorpční činidlo (obvykle vápno nebo uhličitan sodný) plněno do reaktoru v podobě suchého prášku. Dávkovací poměr činidla může záviset na teplotě i na druhu činidla. Při použití vápna je tento poměr obvykle dvojnásobek až trojnásobek stechiometrického množství se zřetelem na usazovanou látku, zatímco při použití uhličitanu sodného je poměr nižší, jak požadují emisní limity v rozsahu vstupních koncentrací. Reakční produkty jsou tuhé a musí se odstranit ze spalin v podobě popele v následném stupni, obvykle na rukávovém filtru. Přebytek vápna (nebo jiného činidla) vede k odpovídajícímu zvýšení množství zbytkového odpadu, pokud není prováděna recirkulace použitých činidel, kdy může nezreagovaná frakce recirkulovat a stechiometrický poměr se podle toho sníží. Pokud není provozován žádný předstupeň před usazením částic (např. elektrostatický odlučovač), částice se odstraňují s použitým reakčním činidlem a reakčními produkty. Koláč reakčního činidla, který se utváří na tkaninovém filtru poskytuje účinný kontakt mezi spalinami a absorbentem.

Polomokré systémy jsou nazývány také jako polosuché. Při rozprašovací absorbci se absorbční činidlo vstřikuje buď v suspenzi nebo jako roztok do proudu horkých spalin v rozprašovacím reaktoru. Tento typ procesu využívá teplo ze spalin k odpařování rozpouštědla (vody). Vzniklé reakční produkty jsou pevné a je nutno odstranit je ve formě prachu ze spalin v následujícím stupni, např. na rukávovém filtru. Tyto procesy obvykle vyžadují přebytek sorpčního činidla v poměru 1,5 až 2,5.

Schéma suchého a polosuchého čištění spalin je uveden v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.13.

Procesy *mokrého čištění* spalin používají odlišné typy návrhů skrubrů:

- tryskové skrubry,
- otáčivé skrubry,
- Venturi skrubry,
- suché věžové skrubry,
- rozprašovací skrubry,
- náplňové věžové skrubry.

Proces skrubru je (v případě vstřikování pouze vody) silně kyselý (běžné pH 0-1) vzhledem k tvorbě kyselin při odlučování. V prvním stupni mokrého skrubru jsou především odstraňovány HCl a HF. Odpadní vody z prvního stupně jsou mnohokrát recyklovány s přidáním malého množství pitné vody a odpouštěním ze skrubru k udržení potřebné účinnosti odstranění kyselého plynu. V tomto kyselém médiu se málo usazuje SO_2, a proto je k jeho odstranění nutný druhý stupeň skrubru.

Odstranění oxidu siřičitého se dosáhne v pracím stupni při řízeném pH na alkalické nebo těsně neutrální hodnotě (obvykle 6-7), kdy se přidává roztok hydroxidu sodného nebo vápenného mléka. Z technických důvodů probíhá tento proces v samostatném pracím stupni, ve kterém se dodatečně odstraňuje další podíl HCl a HF.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Když se v mokrém procesu čištění spalin používá vápenné mléko nebo vápenec jako neutralizační činidlo, dochází k akumulaci síranů (např. sádrovce), uhličitanů a fluoridů v podobě ve vodě nerozpustných zbytků. Tyto sloučeniny se odstraňují, aby se snížila koncentrace soli v odpadních vodách, a tudíž i riziko inkrustace v systému skrubru. Zbytky z procesu čištění (např. sádrovec) mohou být recyklovány. Použije-li se roztok hydroxidu sodného, nenastane žádné takové riziko, protože reakční produkty jsou rozpustné ve vodě. Když je použit hydroxid sodný, může vzniknout uhličitan vápenatý (v závislosti na tvrdosti vody), který opět způsobuje usazeniny ve skrubru. Tyto usazeniny je třeba pravidelně odstraňovat okyselováním.

Schéma mokrého čištění spalin je uveden v příloze 2, kapitoly 16, obrázek 16.14.

c) Technologie snižování emisí oxidů dusíku

Oxidy dusíku (NOx) mohou vznikat třemi způsoby:

- termické NOx (tzv. vysokoteplotní): během spalování oxiduje část vzdušného dusíku na oxidy dusíku. Tato reakce probíhá výrazněji pouze při teplotách nad 1300 °C. Rychlost reakce má exponenciální závislost na teplotě a je přímo úměrná koncentraci kyslíku.
- palivové NOx: během spalování se část dusíku obsaženého v palivu oxiduje na oxidy dusíku.
- tvorba NOx reakcí radikálů (rychlé NOx): atmosferický dusík může také oxidovat při reakci s CH radikály za vzniku HCN. Tento reakční mechanismus má při spalování odpadů poměrně malý význam.

Základní primární techniky snížení NOx

Tvorbu NOx lze snížit pomocí kontrolních opatření ve spalovacím zařízení:

- snížením přebytku vzduchu (tj. prevencí dodávek nadbytečného dusíku)
- omezením vysokých teplot v peci (včetně lokálních horkých míst)

Základní primární techniky snížení tvorby NOx jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16, tabulka 16.5.

Sekundární technologie snižování Nox

Ve většině procesů se úspěšně osvědčilo použití amoniaku nebo jeho derivátů (např. močovina) jako prostředků snížení koncentrace NOx. Oxidy dusíku ve spalinách především obsahují NO a NO_2 se redukují pomocí redukčních činidel na N_2 a vodní páry. Rovnice reakcí:

$$4\,NO + 4\,NH_3 + O_2 \Rightarrow 4\,N_2 + 6\,H_2O \quad (1)$$

$$2\,NO_2 + 4\,NH_3 + O_2 \Rightarrow 3\,N_2 + 6\,H_2O \quad (2)$$

Tyto dva procesy jsou důležité při odstraňování dusíku ze spalin – Selektivní nekatalytická redukce (SNCR) a selektivní katalytická redukce (SCR). Jak amoniak, tak i močovina, se uplatňují ve vodných roztocích. Amoniak se obvykle z bezpečnostních důvodů dodává ve formě 25 % roztoku.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Selektivní nekatalytická redukce (SNCR): V procesu SNCR jsou oxidy dusíku (NO + NO_2) odstraňovány selektivní nekatalytickou redukcí. V tomto procesu se redukční činidlo (obvykle čpavek nebo močovina) vstřikuje do pece a reaguje s oxidy dusíku. Reakce probíhá při teplotách mezi 850 a 1000 °C v zónách s větší a menší reakční rychlostí v tomto rozpětí.

Selektivní katalytická redukce (SCR): Selektivní katalytická redukce (SCR) je katalytický proces, během kterého se amoniak ve směsi se vzduchem (redukční činidlo) přidává do spalin a prochází přes katalyzátor, obvykle jde o kovovou konstrukci s otvory (např. z platiny, rhodia, TiO_2, zeolitů. Při průchodu katalyzátorem reaguje amoniak s oxidy dusíku za vzniku dusíku a vodní páry. K tomu, aby byl katalyzátor účinný, je obvykle potřebná teplota v rozmezí 180 – 450 °C. Většina systémů používaných ve spalovnách běžně pracuje při teplotách 230 – 300 °C. Pod 250 °C je nutný větší objem katalyzátoru a existuje větší riziko usazenin a znečištění katalyzátoru. V některých případech je teplota katalyzátoru řízena pomocí obchvatů, aby se zamezilo poškození jednotky SCR. Proces SCR umožňuje velké snížení NOx (běžně 90 %) v podmínkách téměř stechiometrického dávkování redukčního činidla.

Schémata technologie snižování emisí oxidů dusíku SNCR a SCR jsou uvedeny v příloze 2, kapitoly 16 obrázek 16.15.

d) Odstranění stopových příměsí (PCDD / PCDF, Hg)

Pro odstranění stopových příměsí škodlivin je jako speciální dočišťovací proces využívána metoda jejich adsorpce na aktivním uhlí nebo koksu. Průchodem spalin přes aktivní vrstvu dochází k zachycení zejména organokovových škodlivin a rtuti, což umožňuje účinné snížení jejich obsahu ve spalinách odváděných do ovzduší.

Použité aktivní uhlí je sice možno termicky regenerovat, přesto je však aplikace této metody finančně nákladná. V některých spalovnách je proto tento dočišťovací proces na aktivním uhlí využíván s časovým omezením na spalování odpadů se zvýšeným obsahem škodlivin.

Otázky ke skoušce

1. Jaké jsou technologie pro využití odpadů k energetickým účelům?
2. Jaké jsou požadavky na odpad vstupující do procesu spalování?
3. Popište stupně procesu spalování.
4. V čem spočívá teorie spalovacích procesů a jak ovlivňuje spalování odpadů?
5. Jaké jsou spalovací zařízení podle druhu odpadů?
6. Popište schematicky technologii spalovny odpadů.
7. Charakterizujte roštové a rotační spalovny odpadů.
8. Popište doprovodné procesy při spalování – odstraňování popela, chlazení spalin, odvod spalin.
9. Popište jednotlivé typy odlučovačů a systémy čištění spalin pro zachycení prachu a odstranění stopových příměsí.
10. Popište jednotlivé typy odlučovačů a systémy čištění spalin pro odstranění kyselých složek spalin a NOx.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použita literatúra

1. Integrovaná prevence a omezování znečištění - Referenční dokument o nejlepších dostupných technologiích spalování odpadů. 2005. Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso s/n. E-41092 Seville – Spain. 753 s.
2. Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC) - Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách pro velká spalovací zařízení. 2005. Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso s/n. E-41092 Seville – Spain. 673 s.
3. Integrovaná prevence a omezování znečištění - Shrnutí Referenčního dokumentu o nejlepších dostupných technikách pro průmysl zpracování odpadů. 2005. Edificio Expo. c/ Inca Garcilaso s/n. E-41092 Seville – Spain. 576 s.
4. MALATÁK, J - JEVIC, P - GÜRDIL, G. A. K - SELVI, K. C. 2009. *Biomass heat-emission characteristics of energy plants. AMA,* Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 39(4), pp. 9-13.
5. MALAŤÁK J - JEVIČ P - VACULÍK P. 2010. *Účinné využití tuhých biopaliv v malých spalovacích zařízeních s ohledem na snižování emisí znečišťujících látek.* Powerprint Praha. pp. 240. ISBN 978-80-87415-02-3.
6. MALAŤÁK J - ŠKARKOVÁ L - PROŠKOVÁ A. 2013. *Chemical, stoichiometric and thermal analysis of fatty acid methyl esters from processed animal fat.* Research in *Agricultural Engineering,* 59: 83–90.
7. MALAŤÁK, J - PASSIAN, L. 2011. *Heat-emission analysis of small combustion equipments for biomass*. Research in Agricultural Engineering 57(2), pp. 37-50.
8. MALAŤÁK, J - VACULÍK, P. 2008. *Biomasa pro výrobu energie.* ČZU v Praze, Technická fakulta, tisk. Powerprint, Praha 206 s., ISBN: 978-80-213-1810-6.
9. OBROUČKA, K. 2001. *Termické odstraňování a energetické využívání odpadů.* VŠB TU Ostrava. 143 s. ISBN: 80-248-0009-8.
10. SAZIMA, M - KMONÍČEK, V - SCHNELLER, J. 1989. *Teplo.* SNT Praha. s. 203-222.
11. RYBÍN, M. 1985. *Spalování paliv a hořlavých odpadů v ohništích průmyslových kotlů.* SNTL. Praha. 520 s. 04-227-85.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

17 LOGISTIKA V ODPADOVOM HOSPODÁRSTVE

Po preštudovaní tejto kapitoly budete vedieť:

- definovať základné pojmy z oblasti logistiky,
- popísať proces vývoja výrobku, ako aj hlavné časti jeho životného cyklu,
- charakterizovať tok materiálu v smere od zákazníka k výrobcovi, tzv. reverznú logistiku, popísať americký a európsky pohľad na manažment reverznej logistiky,
- vysvetliť určujúce subjekty podnikovej logistiky, ako je logistika obstarávania, výrobná logistika a distribučná logistika,
- popísať materiálový manažment podniku, so zameraním na obstarávanie, skladovanie a dopravu materiálu.

Sprievodca štúdiom.

Pre odpadové hospodárstvo je charakteristická rozsiahla preprava spojená s manipuláciou a skladovaním veľkých objemov látok pri veľkom sortimentnom spektre materiálov (látok rôznych fyzikálnych a chemických vlastností) a vysokých nárokov na spoľahlivosť a časovú zladenosť nadväzujúcich procesov. Nemôžeme prehliadnuť ani pomerne veľké rozdiely v prepravných vzdialenostiach, značný počet zdrojov, spracovateľov a odberateľov a v neposlednom rade tiež sezónne výkyvy v množstve odpadu. To všetko zvýrazňuje dôležitosť logistiky v odpadovom hospodárstve a vyžaduje vytvorenie funkčných, organizačných a riadiacich štruktúr odpovedajúcich podmienkam vo sfére podnikovej, komunálnej, správnej, politickej a na trhoch.

Logistika je disciplína, ktorá sa zaoberá celkovou optimalizáciou, koordináciou a synchronizáciou všetkých činností, ktorých reťazce sú nevyhnutné k pružnému a hospodárnemu dosiahnutiu daného konečného efektu. V užšom slova zmysle spájame logistiku predovšetkým s činnosťami ako výroba, zásobovanie, doprava. Predstavuje tok materiálu od prvotných surovín až po materiál spracovaný v podobe výrobku dopravovaného ku konečnému zákazníkovi. Často sa zamieňa pojem „logistika“ s pojmom „doprava“, avšak doprava je iba akýmsi oporným bodom logistiky. Vo svojej podstate sa logistika zameriava na to, aby bol správny tovar v správnom množstve dodaný na správne miesto, v správnom čase a za správnu cenu. Niekedy sa toto označuje tiež ako 5S logistiky.

Pre logistiku a uplatňovanie jej základných princípov je typický **systémový prístup.** Systémový prístup znamená, že všetky logistické problémy sú riešené v ich podstatných vnútorných a vonkajších súvislostiach. V rámci systémového prístupu sú javy skúmané v súvislostiach. Súčasne dochádza k skúmaniu vzťahov príčina – následok.

Systém možno chápať ako súbor jednotlivých prvkov a vzájomných väzieb medzi nimi. **Prvky** logistického systému sú procesy, procesy, útvary, pracovisko, podniky a ďalšie.

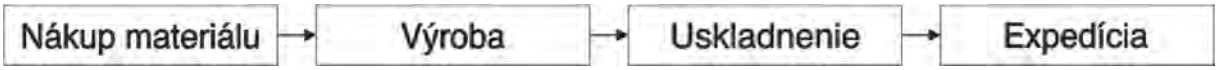
Logistický systém ako celok tvoria informačný systém, riadiaci systém a materiálový systém.

Logistické toky predstavujú väzby medzi jednotlivými prvkami daného systému. Hlavné dva toky v logistike predstavujú tok materiálový a tok informačný. Medzi obidvoma tokmi existuje jasná a nezanedbateľná väzba – je to práve informačný tok, ktorý uvádza do pohybu tok materiálový.

Základom logistiky je tzv. **logistický reťazec**. Logistický reťazec je súbor činností, zahrňujúci vždy identifikáciu lokality dopravným procesom, skladovaním, manipuláciou s materiálom a informačným tokom v procese riadenia integrovaného systému. Účelom

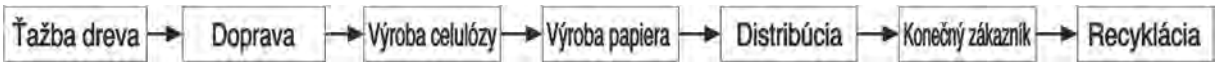
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

logistického reťazca je dať do vzájomných súvislostí jednotlivé činnosti, ktoré tvoria dejový sled. Logistický reťazec podniku môže vyzerať napríklad nasledovne (obrázok 17.1):



Obrázok 17.1 Príklad logistického reťazca podniku [spracoval Holota, podľa Oudovej, 2016]

Podoba logistického reťazca s väzbou na vonkajší svet by bola napríklad (obrázok 17.2):



Obrázok 17.2 Podoba logistického reťazca s väzbou na vonkajší svet [spracoval Holota, podľa Oudovej, 2016]

Rozlišujeme logistické reťazce **obstarávacie, výrobné a distribučné.**

Obstarávacie reťazce – zahŕňajú informačné a materiálové toky spojené s obstarávaním materiálov.
Výrobné reťazce – zahŕňajú všetky činnosti súvisiace s výrobou, vrátane uskladnenia rozpracovanej výroby a polotovarov.
Distribučné reťazce – zahŕňajú prvky a činnosti, ktoré zabezpečia cestu hotového výrobku od výrobcu ku konečnému spotrebiteľovi, prípadne ďalšiemu distribučnému článku (maloobchod, veľkoobchod).
Priebeh logistického reťazca môže byť **kontinuálny, diskontinuálny a diskrétny.**
Kontinuálny priebeh – reťazec prebieha bez prerušenia, časovo deje prebiehajú trvale.
Diskontinuálny priebeh – priebeh s prerušením, vyvolané stavy majú dočasný charakter.
Diskrétny priebeh – priebeh s opakujúcim sa prerušením, sú vyvolané okamžité stavy.

V logistickom reťazci existujú dva druhy prvkov: **aktívne a pasívne prvky.**
1. Aktívne prvky – tieto prvky uvádzajú pasívne prvky do pohybu. Ide o:
   - technické prostriedky a zariadenia na manipuláciu, prepravu, skladovanie či balenie (napr. automatizované technologické prvky),
   - technické prostriedky (napr. zabezpečovacie elektronické systémy podniku),
   - zariadenia slúžiace k realizácii operácií s informáciami (počítače a podnikové softwarové systémy),
   - ľudia – obsluhujúci, riadiaci alebo kontrolujúci pracovníci.
2. Pasívne prvky sú tieto:
   - suroviny, materiál, nedokončené výrobky a polotovary,
   - obaly a obalový materiál,
   - odpady,
   - informácie.

Vývoj výrobku
Proces vývoja výrobku sa skladá zo siedmych fáz, ktorými sú:
- tvorba námetu,
- vývoj a testovanie koncepcie,
- tvorba marketingovej koncepcie,
- podnikateľská analýzy,

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- vývoj výrobku,
- testovanie,
- komercializácia.

Životný cyklus výrobku

Každý výrobok prechádza na trhu určitým životným cyklom, ktorý sa skladá zo štyroch častí:

1. uvedenie výrobku na trh – pre toto obdobie života výrobku sú typické vysoké náklady spojené s jeho uvedením na trh a jeho výrobou obecne. Firma veľa investuje do propagácie, aby výrobok predstavila verejnosti. Zisky bývajú v tejto fáze nulové,
2. fáza rastu výrobku - ide o obdobie pomerne rýchleho tržného prijatia výrobku, s ktorým ide ruka v ruke zvyšujúci sa obrat. Výrobok, ktorý bol uvedený na trh, je v tejto fáze na trhu už ustálený, jeho odbyt narastá, znižujú sa tiež potrebné náklady na propagáciu. Výrobky, u ktorých boli v počiatočnej fáze stanovené vyššie ceny, začínajú tieto ceny pozvoľne klesať.
3. fáza zrelosti výrobku – v tejto etape životného cyklu nachádza výrobok stabilné miesto na trhu, zákazníci sú s nim už veľmi dobre zoznámení, berú ho ako bežnú súčasť ponuky,
4. fáza úpadku výrobku – úpadok je fáza, v ktorej obrat klesá, výrobky sa stávajú zastaranými, vychádzajú z módy.

Manažment reverznej logistiky

Existujú prevažne dva pohľady na reverznú logistiku, pohľad americky a európsky. Líšia sa najmä v predmete záujmu logistiky. Z amerického pohľadu je predmetom záujmu reverznej logistiky tovar (nepredané zásoby, reklamácie), pričom reverzná logistika sa zameriava na nakladanie s nespotrebovaným a nadbytočným tovarom a na vybavovanie reklamácií. Európsky prístup považuje za predmet reverznej logistiky možnosť recyklácie komunálneho a priemyselného odpadu, a to v súvislosti so vzrastajúcimi ekologickými požiadavkami, ktoré sú vyvolané v prevažnej miere legislatívou, ale aj tlakom ekologických skupín. Spoločným menovateľom oboch prístupov je však orientácia na riadenie spätne orientovaných materiálových tokov už použitého materiálu (výrobky, súčiastky, vedľajšie produkty, nadbytočné zásoby, obalový materiál a podobne).

Reverzná logistika zahŕňa aktivity, podporujúce materiálovú recykláciu, čím smeruje k minimalizovaniu odpadov z výroby. V ďalšej miere má najužšiu nadväznosť na odpadové hospodárstvo podniku a cez ekologické ciele. Hlavnou náplňou reverznej politiky je zber, triedenie, demontáž a spracovanie použitých výrobkov, súčiastok, vedľajších produktov, nadbytočných zásob a obalového materiálu. Cieľom reverznej politiky je reklamácia, oprava, opätovné použitie, recyklácia alebo likvidácia v zmysle platných predpisov a smerníc ekologicky žiaducim spôsobom, ktorý je šetrný k životnému prostrediu a je ekonomicky zaujímavý.

Podniková logistika, ohraničenie jej jednotlivých oblastí

Základ podnikovej logistiky tvorí materiál a materiálový tok. Materiálový tok je stelesnený v hmotnom toku. Hmotný tok je chápaný ako organizovaný pohyb všetkých premetov potrebných na realizáciu výrobného procesu vo výrobnom systéme a medzi prvkami výrobného systému a jeho okolím. Hmotný tok sa skladá z tokov:

- pracovných predmetov,
- pomocného s spotrebného materiálu,
- výrobných pomôcok,
- odpadu,
- nepodarkov,
- prepravných prostriedkov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

V podnikovej logistike ide predovšetkým o fyzické činnosti spojené s pohybom. Predmetom (podstatou) podnikovej logistiky je doprava, manipulácia a skladovanie materiálu, tovaru a služieb na celej ich ceste od dodávateľa cez podnik až k odberateľovi.

- Úlohou podnikovej logistiky je celková (globálna) optimalizácia pohybu materiálu v podniku. Nástrojom na to je spojenie čiastkových podsystémov do integrovaného systému, v ktorom sa koordinuje a riadi materiálová tok a príslušný informačný tok. Určujúcimi subjektmi podnikovej logistiky sú:
- Nákupná a zásobovacia logistika (logistika obstarávania).
- Výrobná logistika.
- Distribučná logistika.

S uvedenými subjektmi veľmi úzko súvisia aj tzv. zabezpečovacie systémy, ku ktorým zaraďujeme hlavne:

- skladovanie,
- dopravu,
- manipuláciu,
- balenie výrobkov (obalové hospodárstvo),
- organizovanie a organizačnú štruktúru,
- informačné systémy,
- personálne zabezpečenie,
- legislatívu a právne vzťahy,
- kontroling.

Logistický informačný systém a informačné technológie

Logistický informačný systém (LIS) je ucelenou množinou funkcií, pomocou ktorých je možné plánovať, riadiť a vyhodnocovať logistické procesy a prijímať opatrenia na ich optimalizáciu, prípadne nechať systém tieto optimalizácie prepočítavať a navrhovať automaticky. LIS poskytuje okamžitú (alebo takmer okamžitú) informáciu o zákazke a stave jej vybavenia, o objednávkach, dodávateľoch aj zákazníkoch, umožňuje tiež elektronickú výmenu dát a pod. hlavným cieľom LIS je vytvoriť informačné prostredie, v ktorom by bolo možné účinne plánovať a koordinovať všetky logistické aktivity spojené s riadením tokov v logistickom reťazci. Možno ho rozdeliť do 5 podsystémov:

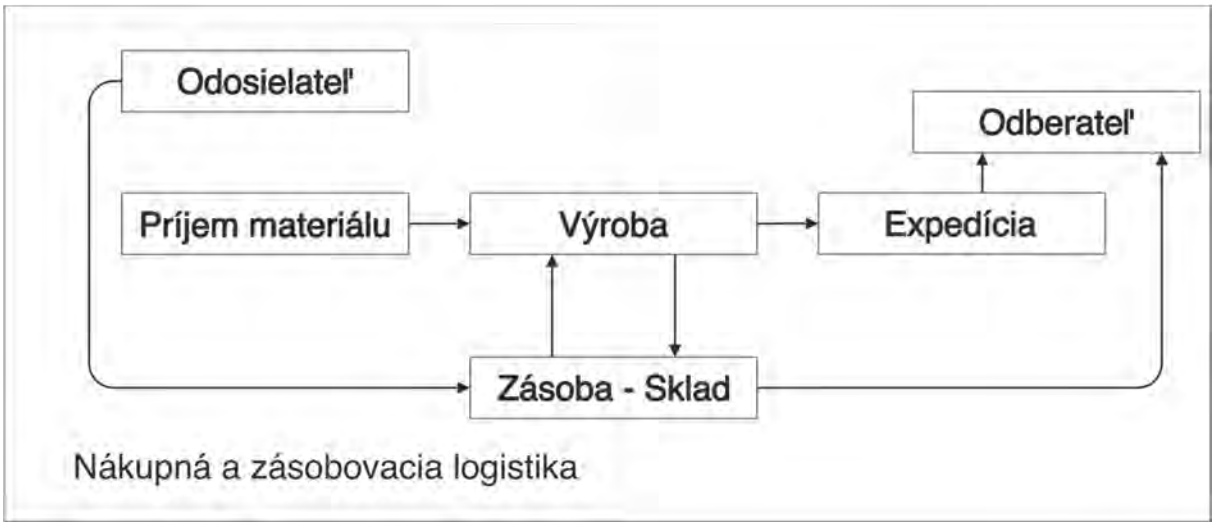
- subsystém spracovania objednávok,
- subsystém predpovedí dopytu,
- subsystém logistického plánovania,
- subsystém riadenia zásob,
- subsystém operatívneho riadenia.

Najjednoduchšie je možné informačný systém definovať ako systém, zhromažďuje a spracováva informácie pomocou výpočtovej techniky. Je potrebné rozlíšiť, čo sa rozumie pod pojmom informačný systém a čo pod pojmom informačné technológie. Informačné technológie predstavujú stránku technickú (hardware) a stránku organizačnú (softvér). Ide vlastne o súbor určitých nástrojov, metód a znalostí potrebných na spracovanie dát na informácie.

Nákupná a zásobovacia logistika (logistika obstarávania)

Základnou úlohou nákupnej a zásobovacej logistiky je zabezpečiť výrobný proces a celú prevádzkovú činnosť v podniku potrebnými zdrojmi. Ohraničenie nákupnej a zásobovacej logistiky je uvedené na obrázku 17.3.

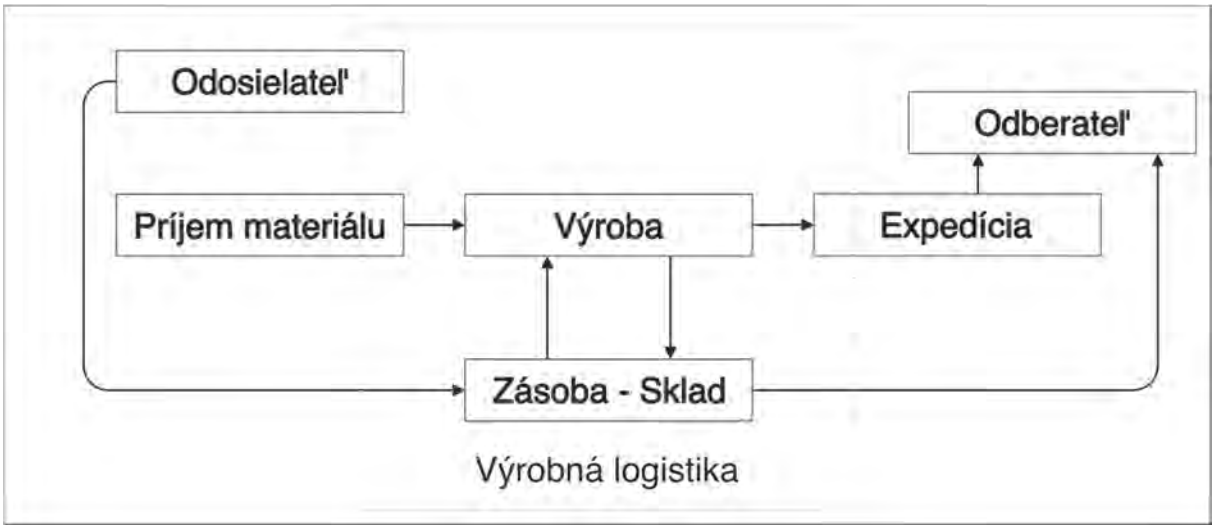
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 17.3 Ohraničenie nákupnej a zásobovacej logistiky [spracoval Holota, podľa Dupaľa, 2018]

Výrobná logistika

Predstavuje súhrn logistických úloh a opatrení nevyhnutných na prípravu a vlastný priebeh výrobného procesu. Zahŕňa všetky činnosti súvisiace s materiálovým a informačným tokom surovín, pomocných a výrobných materiálov od skladu vstupných materiálov po výrobu, od skladu polotovarov a nakupovaných dielov cez jednotlivé výrobné stupne, medzisklady a montáž až po sklad hotových výrobkov (obrázok 17.4).

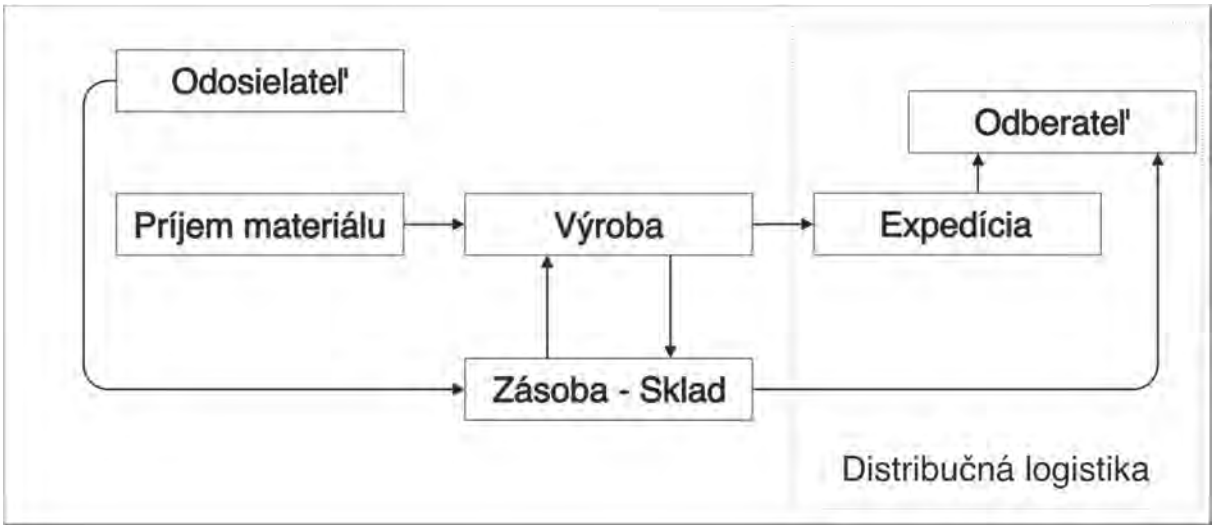


Obrázok 17.4 Ohraničenie výrobnej logistiky [spracoval Holota, podľa Dupaľa, 2018]

Distribučná logistika

Zabezpečuje súhrn logistických úloh a opatrení súvisiacich s prípravou a vykonávaním distribúcie. Zaoberá sa predovšetkým činnosťami, ktoré súvisia s tokom tovaru zo skladov hotových výrobkov na odbytový trh, vrátane informácií (obrázok 17.5).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 17.5 Ohraničenie distribučnej logistiky [spracoval Holota, podľa Dupaľa, 2018]

Logistika a materiálový manažment v podniku

Materiálový manažment v podniku tvorí tú oblasť podnikateľskej jednotky, ktorá zabezpečuje nákup a zásobovanie, skladovanie a prerozdelenie (dopravu) materiálu potrebného pre plynulý priebeh výrobného procesu.

Nákup a zásobovanie (obstarávanie)

Táto činnosť súvisí predovšetkým so stanovením a zabezpečením potrieb materiálových zdrojov na efektívnu činnosť výrobného procesu. Zabezpečenie nákupu a plynulého priebehu zásobovania výrobného procesu je úloha mimoriadne náročná, nakoľko často ide o stovky, ba až tisíce položiek špecifikovaných až po rozvrhovanie denných výrobných úloh. Zvládnutie tejto úlohy rozhodujúcim spôsobom ovplyvňuje ekonomiku výrobného procesu. Úlohou nákupu a zásobovania (obstarávania) v podniku je teda zabezpečiť materiálové vstupy do výroby v požadovanom množstve, sortimente, kvalite, v čase a pri dosiahnutí optimálnosti riešenia, to znamená s minimom nákladov vyplývajúcich z procesu obstarávania a skladovania materiálu a z prípadných strát z prestojov vo výrobe spôsobených nedostatkom materiálu.

Skladovanie

Je dôležitá súčasť logistického systému podniku. Jeho význam bezprostredne súvisí s nevyhnutnosťou existencie zásob, a to zásob surovín a polovýrobkov v predvýrobnej fáze, ako aj hotových výrobkov po skončení výroby. Sklad je miestom vzniku a kumulácie informácií, plní kontrolné, informačné a evidenčné funkcie nevyhnutné na zabezpečenie logistického reťazca v podnikateľskej jednotke.

Vlastnosti materiálov si vynucujú určitý spôsob skladovania. Z uvedeného hľadiska rozlišujeme:

- nekryté sklady (na voľných priestranstvách),
- polokryté sklady (pod prístreškami),
- kryté sklady (v budovách).

Podľa druhov zásob rozlišujeme:

- sklady zásob materiálu a surovín,
- sklady rozpracovanej výroby (tzv. medzisklady),
- sklady hotových výrobkov,
- sklady náradia a výrobných pomôcok,
- sklady odpadu (triesok, odrezkov, pilín a podobne),
- sklady obalov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Skladovanie treba rozlíšiť i z hľadiska skladovej manipulácie. Medzi hlavné úseky skladovej manipulácie zaraďujeme:

1. Príjem materiálu, vrátane vykládky na rampe.
2. Kvalitatívnu a kvantitatívnu prebierku (odber) materiálu.
3. Vlastné skladovanie, manipuláciu a výdaj zo skladu.
4. Prípravu materiálu na výdaj zo skladu.
5. Výdaj materiálu a jeho prepravu na miesto určenia.

Manipulácia s materiálom predstavuje najširšiu oblasť logistických činností logistického podniku a zahrňuje všetky operácie súvisiace s premiestňovaním. Do manipulácie s materiálom patria aj činnosti súvisiace so skladovaním, napr. ukladanie materiálu, ale i balenie, paletizácia a pod. Pri manipulačných činnostiach sa treba zamerať na minimalizáciu nákladov. Ide najmä o znižovanie dopravných nákladov, zvýšenie stupňa mechanizácie ložných a skladovacích operácií a pod. Pri optimalizácii materiálového toku a činností s manipuláciou s materiálom môže logistický podnik dosiahnuť značné finančné úspory. Skladovanie má v logistike a pre logistický podnik svoje špecifické postavenie. Vo väčšine logistických podnikov nemožno hovoriť o dlhodobom skladovaní, pretože tovar/zásielky, ktoré prichádzajú do skladu, sú zmanipulované a následne prepravované ku konečnému zákazníkovi. Vhodné umiestnenie skladu je základným strategickým rozhodnutím každého logistického podniku, ktoré ovplyvňuje dopravné náklady a úroveň celého zákazníckeho servisu. Zákaznícky servis tvorí výstupnú časť logistického podniku a jeho úlohou je zabezpečiť umiestnenie správneho produktu v správnom čase na správnom mieste a pokiaľ možno pri čo najnižších celkových nákladoch a komunikáciou so stálymi a potenciálnymi zákazníkmi. Činnosti súvisiace s tvorbou zákazníckeho servisu sú väčšinou služby smerujúce k spokojnosti zákazníkov. Nevyhnutnou podmienkou tvorby zákazníckeho servisu je dobrá marketingová činnosť.

Doprava

Jej hlavnou úlohou a cieľom je zabezpečiť nakládku, vykládku a premiestňovanie požadovaného množstva a sortimentu materiálu vo všetkých sférach podnikateľskej jednotky a to kvalitne, včas a s minimálnymi nákladmi. Zaraďujeme sem:

- paletizáciu a kontajnerizáciu,
- meranie, váženie, triedenie materiálu,
- obalové hospodárstvo,
- manipulácia s odpadom a recykláciu.

Mimopodnikové dopravné výkony zabezpečujeme týmito druhmi dopravy:

1. Cestná nákladná doprava.
2. Železničná nákladná doprava.
3. Lodná nákladná doprava.
4. Letecká nákladná doprava.
5. Potrebná doprava.
6. Kombinovaná doprava.

Otázky ku skúške

1. Čo je to logistika?
2. Aký význam má pojem „5S“ v logistike?
3. V čom spočíva systémový prístup v logistike?
4. Aké logistické systémy poznáte a ako sa delia logistické toky?
5. Čo je to logistický reťazec a čo je jeho účelom?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

6. Aké logistické reťazce poznáte a čo je ich podstatou?
7. Naznačte možnú podobu logistického reťazca podniku?
8. Ako sa delia logistické prvky?
9. Vymenujte fázy procesu vývoja výrobku?
10. Z akých častí sa skladá životný cyklus výrobku?
11. Čím sa zaoberá reverzná logistika?
12. Čo tvorí základ podnikovej logistiky?
13. Čo je predmetom (podstatou) podnikovej logistiky?
14. Charakterizujte logistický informačný systém a uveďte, do akých podsystémov ho môžeme rozdeliť?
15. Charakterizujte logistiku obstarávania, výrobnú logistiku a distribučnú logistiku?
16. Charakterizujte materiálový manažment v podniku.

Použitá literatúra

DUBOVEC, J. 2017. *Logistika (v ziskovom prostredí).* Žilina : Žilinská univerzita v Žiline. 198 s. ISBN 978-80-554-1343-3.

DUPAĽ, A. 2018. *Logistika.* Bratislava : Sprint 2 s.r.o. 287 s. ISBN 978-80-89710-10-44-7.

KUBASÁKOVÁ, I – KOLAROVSZKI, P. – STOPKA, O. 2017. *Logistické informačné systémy.* Žilina : Žilinská univerzita v Žiline, 181 s. ISBN 978-80-554-1389-1.

Mc KINNON, A – BROWNE,M – PIECYK, M – WHITEING, A. 2015. *Green Logistics Improving the environmental sustainability of logistics.* Vydanie tretie. British library Cataloguing-in-Publication data. 426 s. ISBN 978-0-7494-7185-9.

OUDOVÁ, A. 2016. *Logistika. Základy logistiky.* Vydání druhé. Prostějov : Computer Media, s.r.o. 104 s. ISBN 978-80-7402-238-8.

VOŠTOVÁ, V. et al. 2009. *Logistika odpadového hospodářství.* Praha : České vysoké učení v Praze, 349 s. ISBN 978-80-01-04426-1.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

18 BEZPEČNOSŤ PRI PRÁCI S TECHNIKOU PRE SPRACOVANIE ODPADOV

V tejto kapitole sa oboznámime s rôznymi možnosťami a stratégiami, ktoré by mali tvoriť súčasť celkového programu znižovania rizika pri práci s technikou na zber, spracovanie a likvidáciu odpadov pri použití rôznych technológií. Budeme sa zaoberať prístupmi v oblasti manažérstva rizika pri práci s technikou pri nakladaní s odpadmi. Budeme riešiť identifikáciu nebezpečenstiev, hodnotiť riziká, prijímať opatrenia a určovať potrebu vylúčenia určitých postupov, ak je to potrebné z hľadiska predchádzania úrazom a chorobám v súvislosti s vykonávaním prác.

Schopnosť realizovať identifikáciu nebezpečenstiev je predpokladom akéhokoľvek seriózneho úsilia riadiť riziká v súvislosti s vykonávanou prácou. Na prvom mieste je teda schopnosť identifikácie nebezpečenstiev. Na druhom je schopnosť skutočne reálne zhodnotiť tieto nebezpečenstvá. Bez znalosti týchto dvoch základov bude takmer nemožné vedieť, či stratégia prijatých opatrení, ktoré majú následne znižovať riziko, je skutočne efektívna a akým smerom máte pokračovať.

Definície a vymedzenie pojmov

Riziko

- v STN ISO 45001:2019 účinok neistoty zámerov,
- podľa Zákon č. 124/2006 Z. z. pravdepodobnosť vzniku poškodenia zdravia zamestnanca pri práci a stupeň možných následkov na zdraví.

Manažérstvo rizika

- koordinované činnosti riadenia a kontroly organizácie s ohľadom na riziko.

Postoj k riziku

- prístup organizácie (ľudí) k hodnoteniu, prípadne k vykonávaniu, zachovávaniu, akceptovaniu či odvráteniu sa od rizika.

Proces manažérstva rizika

- systematická aplikácia manažérskej politiky, postupov a skúseností na činnosti komunikácie, konzultácie, na vytváranie súvislostí na identifikáciu, analyzovanie, hodnotenie, zaobchádzanie, monitorovanie a preskúmavanie rizika.

Posudzovanie rizika

- celkový proces identifikácie rizika, analýzy rizika a hodnotenia rizika.

Identifikácia rizika

- proces hľadania, spoznávania a opísania rizika.

Zdroj rizika

- prvok, ktorý sám o sebe alebo v kombinácii má vnútorný potenciál vyvolať riziko.

Analýza rizika

- proces obsahujúci podstatu rizika a určujúci úroveň rizika.

Úroveň rizika

- veľkosť rizika alebo kombinácie rizík vyjadrená kombináciou následkov a ich pravdepodobnosti.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Hodnotenie rizika
- proces porovnávania výsledkov analýzy rizika s kritériami rizika s cieľom určiť, či riziko a jeho veľkosť sú akceptovateľné, alebo sa dajú tolerovať.

Riadenie rizika
- opatrenie, ktoré modifikuje riziko.

Zvyškové riziko (reziduálne riziko)
- riziko, ktoré zostáva po zaobchádzaní s rizikom (po prijatí opatrení).

Nebezpečenstvo
– podľa Zákona č. 124/2006 Z. z. sa jedná o stav alebo vlastnosť faktora pracovného procesu a pracovného prostredia, ktoré môže poškodiť zdravie zamestnanca,
- v STN OHSAS 18001:2009 zdroj, situácia alebo čin s potenciálom poškodenia v zmysle úrazu človeka alebo poškodenia zdravia alebo ich kombinácie,
- v STN ISO 45001:2019 zdroj s potenciálom zapríčiniť úraz a poškodenie zdravia.

Neodstrániteľné nebezpečenstvo
– podľa Zákona č. 124/2006 Z. z. je definované ako nebezpečenstvo, ktoré podľa súčasných vedeckých aj technických poznatkov nemožno vylúčiť ani obmedziť.

Neodstrániteľné ohrozenie
– Zákon č. 124/2006 Z. z. ho definuje ako ohrozenie, ktoré podľa súčasných vedeckých aj technických poznatkov nemožno vylúčiť ani obmedziť.

Ohrozenie
– podľa Zákona č. 124/2006 Z. z. ide o situáciu, pri ktorej nemožno vylúčiť, že zdravie zamestnanca bude poškodené.

Prijateľné riziko
– v STN OHSAS 18001:2009 je definované ako riziko, ktoré sa znížilo na úroveň, ktorú organizácia považuje za prijateľnú pre splnenie legislatívnych požiadaviek.

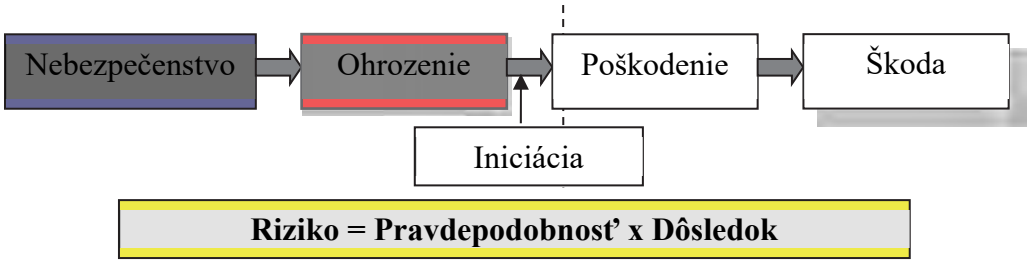
Akceptovateľné riziko
- v STN OHSAS 18001:2009 je definované ako riziko, ktoré bolo zredukované na úroveň, ktorá môže byť tolerovaná organizáciou s ohľadom na jej právne povinnosti a jej vlastnú politiku BOZP.

Preventívne opatrenie
– je v STN OHSAS 18001:2007 definované ako opatrenie na odstránenie príčiny potenciálnej nezhody alebo inej potenciálnej nežiaducej udalosti.

Úraz a Poškodenie zdravia
– je v STN OHSAS 18001:2009 identifikovateľný, nepriaznivý, fyzický alebo mentálny stav zapríčinený a/alebo zhoršený pracovnou činnosťou a/alebo situáciou súvisiacou s prácou,
- v STN ISO 45001:2019 ide o nepriaznivý účinok na fyzický, mentálny alebo kognitívny stav osoby (zahŕňa aj chorobu z povolania, chorobu a smrť).

Nebezpečenstvo, ohrozenie a riziko sa týkajú jedného negatívneho javu a navzájom priamo súvisia. Ak sa zvolí ohrozenie za základný pojem pre určitý negatívny jav, potom nebezpečenstvo vytvára zdroj ohrozenia a riziko vyjadruje mieru ohrozenia. V odbornej literatúre sa riziko popisuje tzv. kauzálnou závislosťou, ktorá má nasledovnú štruktúru, obrázok 18.1.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 18.1 Popis kauzálnej závislosti definície rizika [Jech, 2010]

Manažérstvo rizika

Všetky činnosti organizácie a ľudstva predstavujú riziko. Organizácie a ľudia riadia riziko tak, že ho identifikujú, analyzujú a následne posúdia, či ho treba modifikovať podľa určených kritérií, aby im vyhovovalo. Hoci všetky organizácie a jednotlivci istým spôsobom riadia riziko, je potrebné sa v tejto oblasti vzdelávať, pretože obsahuje obrovské množstvo poznatkov a zásad, ktoré sa musia dodržať, aby manažérstvo rizika bolo efektívne. Prvou základnou časťou je výber a definícia systému.

Výber a definícia systému

Predmet analýzy rizika sa má na začiatku práce definovať a zdokumentovať. Na túto časť bude slúžiť učivo v kapitolách 1 až 17, v ktorých budú popisy technológií a techniky na zber, spracovanie a likvidáciu odpadov.

Definícia predmetu analýzy rizika má zahŕňať nasledujúce kroky:

a) opis príčin, ktoré zapríčinili analýzu rizika.

To zahŕňa:

1) formuláciu cieľov analýzy rizika vychádzajúcich z hlavných identifikovaných záujmov;
2) definíciu kritérií úspešnosti/poruchy systému. Hlavným záujmom môže byť nežiaduci výsledok (napríklad porucha systému, uvoľnenie jedovatých materiálov) alebo potenciálne škodlivá podmienka.

b) definícia analyzovaného systému.

Táto definícia má obsahovať:

1) všeobecný opis systému,
2) definíciu fyzických alebo funkčných hraníc a rozhraní so súvisiacimi systémami,
3) definíciu environmentu,
4) definíciu energie, materiálov a informácií prechádzajúcich cez hranice,
5) definíciu prevádzkových podmienok zahrnutých do analýzy rizika a akýchkoľvek ďalších obmedzení.

c) identifikáciu zdrojov poskytujúcich podrobnosti o všetkých technických, environmentálnych, legislatívnych, organizačných a ľudských okolnostiach, ktoré súvisia s analyzovanou činnosťou a s analyzovaným problémom,

d) uvedenie predpokladov a obmedzení podmieňujúcich analýzu,

e) identifikáciu rozhodnutí, ktoré treba urobiť, vyžadovaného výstupu zo štúdie a pracovníkov prijímajúcich rozhodnutia.

Definovanie predmetu analýzy má ako plánovanú činnosť zahŕňať aj podrobné oboznámenie s analyzovaným systémom. Jedným z cieľov oboznámenia je určenie, kde a ako

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

sa dajú získať špecializované vedomosti a ako sa dajú integrovať do analýzy (najčastejšie sú to návody na obsluhu jednotlivých strojov, zariadení a technologických liniek, vlastnosti surovín a látok, s ktorými pracujeme, faktory pracovného prostredia, v ktorom pracovník pracuje atď.).

Kapitola 18, príloha 18.1: Návod na obsluhu k nakladaču. Príklad návod na obsluhu časť bezpečnosť (neodstrániteľné nebezpečenstvá).

Proces manažérstva rizík

Proces manažérstva rizík sa skladá z jednotlivých častí:

1. Identifikácia nebezpečenstva.
2. Identifikácia ohrozenia.
3. Posúdenie, či sú splnené požiadavky záväzných predpisov a noriem.
4. Hodnotenie rizika (posúdenie rizika).
5. Posúdenie bezpečnosti systému.
6. Opatrenia na zníženie rizík (bezpečnostné opatrenia).

Časť 1. Identifikácia nebezpečenstva

Ide o najdôležitejší krok v rámci manažérstva rizika a v rámci posudzovania rizika vôbec. Bez včasnej identifikácie by nám boli akokoľvek dokonalé nástroje na zníženie či odstránenie rizika prakticky na nič.

Dôležitá je detailná znalosť systému, či už hovoríme o detailnej charakteristike výrobného procesu, pracovnej etapy, práci so strojnými linkami, zariadeniami, výrobný proces výrobku a pod. Nebezpečenstvá, ktoré spôsobujú vznik rizika v systéme, sa majú identifikovať spolu so spôsobmi, ako by sa nebezpečenstvo mohlo prejaviť. Majú sa zreteľne uviesť známe nebezpečenstvá (ktoré sa, napríklad, vyskytli v predchádzajúcich haváriách, štatistiky úrazovosti, priznaných chorôb z povolania). Najlepšie je vychádzať zo zoznamu známych nebezpečenstiev (ohrození) popísaných v legislatíve a v normách (tabuľka 18.1) a vylučovacou metódou dôjsť k pravdepodobným nebezpečenstvám. Úvodné hodnotenie identifikovaných nebezpečenstiev sa má vykonať na základe analýzy následkov spolu so skúmaním základných príčin. Z toho má vyplynúť jedno z nasledujúcich zameraní činnosti:

a) prijať okamžité nápravné opatrenia, ktoré vylučujú alebo znižujú ohrozenia zo vzniknutých nebezpečenstiev,
b) pozastaviť proces, pretože identifikované nebezpečenstvá sú nezlučiteľné so škodami, ktoré môžu spôsobiť,
c) skončiť analýzu, pretože nebezpečenstvá a ich následky sú bezvýznamné,
d) pokračovať posudzovaním rizika.

Pri identifikácii nebezpečenstva vybraného posudzovaného systému je predovšetkým potrebné identifikovať rizikové faktory, ktoré môžu zapríčiniť vznik negatívneho javu vo forme úrazu, ohrozenia zdravia, poruchy alebo poškodenia stroja.

Medzi tieto rizikové faktory sa zaraďujú technické, environmentálne alebo humánne aspekty sledovaných objektov, ktoré s určitou mierou pravdepodobnosti a za určitých podmienok môžu byť zdrojom vzniku negatívneho javu a jeho následkov. Tieto faktory môžu byť merateľné (napríklad definované v určitých technických jednotkách teplota, vlhkosť, prašnosť, vibrácie) a nemerateľné (napr. úroveň zaškolenia obsluhy, návyky, prax).

Hlavnou úlohou tejto etapy je identifikácia možných zdrojov potenciálneho rizika a predstaviteľných rizikových faktorov a ich kvantifikácia. Predpokladom splnenia týchto aktivít je stanovenie potrebných ohraničení posudzovaného systému a prvkov, na ktoré môže

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

byť identifikované riziko vztiahnuté (ľudia, pracovné priestory, životné prostredie a pod.). Výstup týchto aktivít zvyčajne obsahuje opis typov, množstva, časového rozloženia výskytu rizikových faktorov a opis toho, akým spôsobom sa tieto faktory môžu prejaviť. Pri identifikácii nebezpečenstva sa postupuje tak, že posudzovateľ spolupracuje so všetkými pracovníkmi procesu na všetkých úrovniach – od údržbárov, pracovníkov výrobných liniek, manažérov procesu a kvality, technikov, technických inžinierov až po najvyšší manažment organizácie. Ďalšou možnosťou je systematické vyšetrovanie všetkých aspektov posudzovaného systému podľa príslušnej dokumentácie, štatistík úrazovosti a iných podkladov a vyhľadávanie nebezpečenstiev priamo na pracovisku.

Je však potrebné si uvedomiť, že posudzovanie údajov sa do značnej miery vyznačuje subjektivitou, a teda identifikované nebezpečenstvá nemusia byť jediné, ktoré sa v systéme vyskytujú.

V rámci identifikácie rizikových faktorov sa treba zamerať na nasledovné činnosti:

- preskúmanie faktorov vnútorného aj vonkajšieho prostredia, ktoré môžu spôsobiť ohrozenie (otrasy, vibrácie, prach, extrémne teploty, vlhkosť, hluk, žiarenie, nárazové vetry, sneh a pod.),
- preskúmanie všetkých zdrojov energií (palivá, výbušniny, hnacie jednotky, elektrické zariadenia, tlakové systémy a pod.),
- preskúmanie možností iniciácie negatívneho javu, ako výsledku interakcie prvkov a subsystémov (statická elektrina, samovznietenie a pod.),
- preskúmanie možností vzniku negatívnych javov súvisiacich s problematikou vzniku, úpravy a likvidácie neželateľných výstupov hmotnej povahy z výrobného systému (odpady, nebezpečné odpady),
- preskúmanie možností vzniku náhodných javov vyplývajúcich z prítomnosti človeka a faktorov, ktoré môžu človeka negatívne ovplyvňovať (hluk, teplota, rozmiestnenie strojov, toxické prostredie, osvetlenie, žiarenie, medziľudské vzťahy a pod),
- identifikácia zdrojov nebezpečenstiev vytváraných samotnými budovami, strojmi, skladmi, konštrukciami, dopravnými a manipulačnými zariadeniami a pod.,
- identifikácia nebezpečenstiev zapríčinenými zlyhaním riadiaceho softvéru,
- identifikácia nebezpečenstiev z hľadiska používateľa a životného prostredia v súvislosti s používaním výrobkov,
- preskúmanie možností vzniku negatívnych javov v súvislosti s technickým riešením celého systému logistiky,
- identifikácia negatívnych javov v súvislosti s problematikou likvidácie výrobkov, výrobného systému a pod.

Identifikácia nebezpečenstva teda zahŕňa systematické preskúmanie skúmaného systému s cieľom identifikovať druh prítomných nebezpečenstiev vrátane spôsobov, ako by mohli vzniknúť.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tabuľka 18.1 Typy nebezpečenstiev a ohrození podľa STN a slovenskej legislatívy

STN EN 12100-1		Nariadenie vlády č. 395/2006 Z. z.	
Ohrozenie	**Popis**	**Nebezpečenstvo**	**Popis**
Mechanické	Stlačenie	**Fyzikálne**	Mechanizmom a pohyblivými časťami
	Strih		
	Porezanie alebo odrezanie		
	Navinutie		
	Vtiahnutie alebo zachytenie		
	Náraz		
	Bodnutie alebo pichnutie		
	Trenie alebo odratie		
	Vystreknutie (tekutiny pod vysokým tlakom)		
	Relatívnym umiestnením (miesto na navinutie, stlačenie, ak sa pohybujú časti)		
	Hmotnosťou a rýchlosťou (kinetická energia)		Odletujúce a padajúce predmety
	Tvarom (reznou časťou, ostrými hranami, výčnelkami)		Ostrými hranami
			Manipulovaným materiálom
			Práca vo výške
Pošmyknutím a pádom	Povrchy podláh		Povrchy podláh
Tepelné	Extrémna teplota, plameň, výbuch, sálanie		
	Horúce alebo chladné pracovné prostredie		Oheň, horúce, alebo chladné látky
			Tepelné žiarenie
Elektrické	Dotyk so živými časťami		Elektrický prúd a napätie
	Vysoké napätie		
	Nedostatočná izolácia		
	Nabitá časť (Elektrostatika)		Statická elektrina
	Tepelné žiarenie		
	Spojením na krátko		
			Elektromagnetické žiarenie
Hlukom	Vysoký hluk		Hlukom (infrazvuk, ultrazvuk)
Vibráciami	Intenzívne, dlhotrvajúce vibrácie		Vibrácie
Žiarením	Elektro-magnetické pole		
	Infračervené, viditeľné, ultrafialové svetlo		Ultrafialové žiarenie
			Infračervené žiarenie
	Laserové lúče		Laserové žiarenie
	x a γ lúče		
	α, β lúče, iónové lúče		Ionizujúce žiarenie
Prostredím	Svetlo		Osvetlenie (jas, intenzita, ...)
	Teplota okolia		Teplota vzduchu a jej rýchle zmeny
	Podmienky prostredia (vietor, sneh, vzduch)		Vlhkosť vzduchu
			Prúdenie vzduchu
			Ionizácia vzduchu
			Barometrický tlak a jeho rýchle zmeny

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pokračovanie Tabuľka 18.1 Typy nebezpečenstiev a ohrození podľa STN a slovenskej legislatívy

STN EN 12100-1		Nariadenie vlády č. 395/2006 Z. z.	
Ohrozenie	**Popis**	**Nebezpečenstvo**	**Popis**
Materiálom a látkami	Vniknutie do organizmu		Pevné alebo kvapalné aerosóly vo vzduchu
	Požiar alebo výbuch		Výbuch
	Biologické a mikrobiologické	**Biologické**	Baktérie, vírusy, huby, parazity
			Živočíchy, napr. zvieratá, hmyz
			Rastliny
Ergonomické	Fyziologické účinky	**Iné nebezpečenstvá**	Nevhodná pracovná poloha
			Neprimeraná fyzická záťaž
	Psycho-fyziologické účinky		Nedostatočná rozoznateľnosť
	Ľudské chyby		
Kombinované	Kombinácia		
		Chemické	Plyny, pary, aerosóly, pevné a kvapalné látky a ich účinky

Časť 2 Identifikácia ohrozenia

Identifikácia ohrozenia a súčasne aj jeho analýza sa vykonáva po identifikácii nebezpečenstva. Táto činnosť zahŕňa stanovenie prejavenia sa identifikovaných nebezpečenstiev, teda ako môžu spôsobiť úraz, škodu, poruchu či iný negatívny jav. Dôležité je stanoviť dej a spôsob možného nepriaznivého pôsobenia nebezpečenstva na človeka, stroj, techniku, prostredie, procesy a pod. Je dôležité uvedomiť si, že jedno nebezpečenstvo môže spôsobiť viac ohrození.

Proces:

1. Zostaviť tím ľudí, ktorí sa budú podieľať na identifikácii ohrození.
2. Tím by mal diskutovať o možných ohrozeniach so všetkými zamestnancami.
3. Je potrebné vykonávať prehliadky všetkých operácií.
4. Ohrozenia môžu byť pod fyzikálne, chemické(príklad KBÚ príloha 18.2), biologické alebo sociálne (humánne).
5. Ohrozenia sa musia identifikovať vzhľadom na človeka, stroje a zariadenia, materiál či výrobok a životné prostredie.
6. Zvážiť dôsledky nesprávneho použitia, nedostatočnej údržby, chyby atď., **často sa pýtať "čo ak?" (čo sa stane, ak).**
7. Určiť všetky položky, ktorým je potrebné venovať pozornosť a všetky ďalšie položky.
8. Posúdenie výsledkov a následkov.
9. Určiť poradie od najhoršieho dôsledku, podľa závažnosti dôsledku.

Bežné typy ohrození na pracovisku môžu byť rozdelené nasledovne:

- fyzikálne (hluk, osvetlenie, teplota),
- chemické (jedy, prach, výpary, splodiny, nebezpečné látky),
- biologické (vírusy, rastliny, parazity, krv, iné telesné tekutiny),
- mechanické (šmyk, zakopnutia a pády, ručná manipulácia, zariadenia a vybavenia),
- elektrické (šok, zapaľovanie budovy a zariadenia),
- psychologické (stres, opakujúce sa práce, práce na smeny, násilie / agresivita).
- viac v tabuľke 18.1.

Zaznamenávanie ohrození:

Ako náhle boli zistené nebezpečenstvá, musia byť zaznamenané a pracoviská majú register nebezpečenstiev, ktorý umožňuje všetky relevantné informácie zaznamenať. Je užitočné

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

rozlišovať nebezpečenstvá z pridružených bezpečnostných rizík a aký môže byť následok, ktorý môže vzniknúť v prípade, že nebezpečenstvo je neriešené. Udalosti ohrozenia môžu byť takto posúdené tabuľka 18.2.

Tabuľka 18.2 Príklad identifikácie ohrození

Nebezpečenstvo (popis nebezpečenstiev a ich lokalizácia)	Bezpečnostné ohrozenia – (dôsledkom nebezpečenstva, ohrozenie)	Možné následky (keď ohrozenia nie sú kontrolované)
použitie vysokozdvižného vozíka, kontakt s ostatnými pracovníkmi na pracovisku	osoba, ktorá je zasiahnutá vozíkom	smrť, pravidelné zranenia
manipulácia s balíkmi odpadu	zachytenie končatiny, privalenie obsluhy balíkom	smrť, úraz (zlomenina, pomliaždeniny)
mokrá podlaha z rozliatej tekutiny	šmyknutie a pád, požiar, ak je kvapalina horľavá.	úraz (zlomenina), pravidelné zranenia

Cieľom identifikácie ohrození je:
- zistenie všetkých významných kategórií ohrození,
- zistenie motívu a/alebo zámerov a príčin ohrozenia,
- analýza výskytu prejavov ohrozenia v minulosti,
- stanovenie veľkosti každého identifikovaného ohrozenia.

Základným obsahom identifikácie a hodnotenia ohrození je:
- spracúvanie informácií o vonkajšom a vnútornom pracovnom prostredí,
- vypracovanie registra ohrození, ktoré majú alebo môžu mať vzťah k fyzickej bezpečnosti,
- ohodnotenie veľkosti ohrozenia.

Ďalej je potrebné pri identifikácii ohrozenia zohľadniť nasledovné aspekty:
- **KTO** môže byť vystavený pôsobeniu nebezpečenstva? – Patria sem nie len zamestnanci podniku či organizácie, ale aj pracovníci pomocných a servisných činností, ako sú napríklad údržbári, upratovači, pracovníci externých firiem a prevádzok, návštevníci či prípadné exkurzie.
- **AKÝ** je dosah pôsobenia nebezpečenstva? – Dôležité sú informácie o zónach ohrození a podmienkach pôsobenia nebezpečenstva. Do úvahy je vhodné brať rozhranie človek – stroj – prostredie.
- **Charakteristika** nebezpečenstva a spôsob iniciácie, vytváranie nebezpečných situácií a úroveň ochrany.

Kontrolný záznam identifikácie ohrozenia:
1. Môže nejaká časť tela byť zachytená objektom alebo medzi objektmi?
2. Je tu riziko poranenia krútením alebo zdvíhaním?
3. Je tu riziko zakopnutia, pošmyknutia alebo pádu?
4. Môže použitie akejkoľvek látky alebo nástroja vytvárať ohrozenie?
5. Vyžaduje vykonávanie výkonu statické držanie tela?
6. Je tu riziko padajúcich predmetov?
7. Je tu riziko poranenia tlačením alebo ťahaním?
8. Je práca nudná alebo opakujúca sa?
9. Je tam príliš chladno alebo teplo?
10. Môže vzniknúť ohrozenie nebezpečného kontaktu pri manipulácii s predmetmi alebo látkami?
11. Sú prítomné nebezpečné pary, plyny, prach, hmla alebo výpary?
12. Sú prítomné nejaké biologické nebezpečenstvá?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

13. Sú udržiavané a kontrolované zásoby prvej pomoci a je vyškolený personál prvej pomoci k dispozícii?
14. Vytvárajú sa niektoré nebezpečné vedľajšie produkty?
15. Sú vykonávané technické kontroly na zariadeniach a strojoch a opravy sa vykonávajú včas?
16. Sú všetky protipožiarne zariadenia prevádzkyschopné a pravidelne kontrolované?
17. Je osvetlenie a vetranie dostatočné?
18. Je prítomný hluk alebo vibrácie?
19. Je prítomné žiarenie?
20. Je použitie nadmernej svalovej sily potrebné na vykonanie danej funkcie?

Kapitola 18, príloha 18.2: Príklad karty bezpečnostných údajov (KBÚ) pre chemické látky

Časť 3 Posúdenie, či sú splnené požiadavky záväzných predpisov a noriem

Tento krok často nebýva zaradený v algoritme riadenia rizík. Predpokladá sa akosi samozrejme, že posudzovaný systém spĺňa bezpečnostné predpisy dané zákonmi, vyhláškami, smernicami, technickými normami, atď. Zo skúseností sa ukazuje výhodné zaradiť tento krok ešte pred ohodnotenie rizika alebo je tento krok spojený s prvým ohodnotením rizika (prvý audit bezpečnosti pracoviska). Rešpektovaním právnych ustanovení možno totiž podstatne ovplyvniť parametre rizika: pravdepodobnosť a dôsledok nežiaducej udalosti. Ak bude už v tomto kroku zosúladený stav s bezpečnostnými predpismi, nebude potrebné uvažovať s rizikom, ktoré riešia tieto predpisy.

V tomto kroku teda posudzovatelia porovnajú, či dané zariadenie, technológia, priestor a pod. spĺňajú požiadavky platných bezpečnostných predpisov (príklad smernica 89/391/EHS príloha 16.3) a noriem, ale aj technickej dokumentácie a návodov výrobcu.

Tento rozhodovací blok určuje ďalší postup v rámci analýzy rizika nasledovne:

- ak nie sú splnené legislatívne požiadavky, je potrebné realizovať opatrenia podľa predpisov a znovu preveriť, či sa nezmenili parametre posudzovaného systému, a aké nebezpečenstvo a ohrozenia z neho vyplývajú,
- ak sú splnené legislatívne požiadavky, postupuje sa na ďalší krok.

Kapitola 18, Príloha 18.3: Legislatíva vyplývajúca zo smernice 89/391/EHS

Časť 4 Hodnotenie rizika

Účelom hodnotenia rizika je pomôcť pri prijímaní rozhodnutí založených na analýze rizika vyžadujúcich zaobchádzanie a na priorite jeho zavedenia.

Hodnotenie rizika zahŕňa porovnanie úrovne rizika zisteného procesom analýzy s kritériami rizika určenými pri hľadaní súvislostí. Na základe tohto porovnávania možno zvážiť potrebu prijímania opatrení. Rozhodnutia sa majú prijať v súlade s požiadavkami zákonov, predpisov a s ďalšími požiadavkami.

V niektorých prípadoch vyhodnotenie rizika môže priviesť k rozhodnutiu vykonať ďalšiu analýzu. Vyhodnotenie rizika môže priviesť aj k rozhodnutiu zachovať jestvujúce kontroly a nezaoberať sa rizikom nijakým iným spôsobom. Takéto rozhodnutie ovplyvňuje prístup organizácie k riziku a k určeným kritériám rizika.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Riziko (R) vyjadruje pravdepodobnosť vzniku (P) a zároveň dôsledok prípadnej nežiaducej udalosti (D).
Matematicky vyjadrené: R = P x D
Znamienko „x" vyjadruje funkciu podľa druhu hodnotenia (môže byť matica alebo súčin).

Hodnotenie rizík sa môže vykonať v rôznych formách, čo záleží na získaných informáciách, možnostiach posudzovateľov, ale aj na účeloch posudzovania rizík, druhu ohrození a pod.

Hodnotenie rizík môže byť:

- *kvalitatívne hodnotenie* – používa slovné vyjadrenie pre popis rôzneho stupňa pravdepodobnosti a dôsledkov. Používa sa najmä pre získanie všeobecného prehľadu o rizikách vtedy, keď sa jedná o jednoduchú prevádzku, alebo keď chýbajú číselné údaje pre kvantitatívne hodnotenie,
- *polokvantitatívne hodnotenie* – je to postup, keď kvalitatívne popísané stupnice majú pridelené číselné hodnoty, ktorých kombináciou sa určí stupeň ohrozenia, určí sa hodnota rizika. Je ideálnou metódou pre preverenie rizík na pracovisku, slúžiace ako východiská k bezpečnostným opatreniam v prevádzke (napr. bodová metóda),
- *kvantitatívne hodnotenie* – používa numerické hodnoty pravdepodobnosti (1 x za 100 000 cyklov, 1 úraz na 100 000 pracovníkov a pod.) a dôsledku nežiaduceho javu (hodnota v korunách, stupeň poškodenia zdravia a pod.). Používa sa pri presnom a dôslednom hodnotení rizík, najmä pri konštruovaní strojov, pri používaní nebezpečných látok a pod.

Pravdepodobnosť vzniku negatívneho javu – nehody

Posudzovatelia majú urobiť odborný odhad, t. j. aká je pravdepodobnosť, že nehoda vznikne. Pravdepodobnosť sa vyjadruje všeobecnejšie, napr. v percentách a môže mať funkčnú závislosť. Početnosť vyjadruje intenzitu výskytu ohrození, ktoré sa určili na základe analýzy vyhodnotených alebo predpokladaných negatívnych javov.
Pravdepodobnosť (početnosť) je výhodné určiť (odhadnúť) už v etape identifikácie nebezpečenstva alebo ohrozenia. Tento postup je možné vykonať pomocou nasledovných krokov:

1. Použitím informácií o javoch, ktoré sa už stali – post factum.
2. Predpovedaním hodnoty pravdepodobnosti vzniku negatívneho javu na základe niektorej z vhodných metód – napr. stromová analýza. Hodnoty početnosti je možné stanoviť na základe údajov, ktoré sú definované pre jednotlivé súčiastky, subsystémy, príp. celé konštrukcie – ante factum.
3. Využitím poznatkov a skúseností expertov, ktorí na základe vhodne formulovaných otázok získajú hodnoverné údaje o pravdepodobnosti vzniku negatívneho javu.

Merateľné faktory:
- trvanie pôsobenia nebezpečenstva, doba expozície,
- parametre systému (rýchlosť stroja a pod.),
- rýchlosť vzniku udalosti.

Nemerateľné faktory:
- ľudský faktor – kvalifikácia, pozornosť, stres a pod.,
- úroveň údržbárskych činností,
- kvalita kontrolných, revíznych a skúšobných činností,
- bezporuchovosť a udržiavateľnosť bezpečnostných opatrení,
- rozpoznateľnosť existencie nebezpečenstva, atď.

Dôsledok negatívneho javu

V rámci analýzy dôsledkov negatívneho javu sa vykoná odhad vplyvu negatívneho javu na osoby, technické objekty a okolie v prípade, že sa skutočne vyskytne. Pozornosť sa musí pritom zamerať na to, či sa jedná o individuálne alebo hromadné ohrozenie a k akej humánnej

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

škode môže dôjsť – ľahké, ťažké, smrteľné zranenie, príp. aká bude hodnota technickej (materiálnej) škody vyjadrená napr. finančnými jednotkami.
Pri vykonávaní analýzy možných dôsledkov ako výsledku poškodenia, príp. škody, je nutné zohľadniť tieto okolnosti:
a) základom pre vykonanie analýzy sú neželateľné negatívne javy spôsobujúce poškodenie, príp. škodu,
b) všetky dôsledky negatívneho javu musia byť identifikovateľné a popísateľné,
c) musia byť zohľadnené všetky ochranné opatrenia umožňujúce zmenšenie (minimalizáciu) dôsledkov negatívneho javu,
d) je potrebné určiť kritériá, na základe ktorých sa vykoná posúdenie dôsledkov negatívneho javu,
e) existenciu nielen okamžitých priamych dôsledkov javu, ale aj tých, ktoré môžu vzniknúť neskôr ako ich následok po určitom čase,
f) možnosť vzniku sekundárnych dôsledkov napr. ohrozenia iných prvkov v rámci vyšetrovaného
systému človek – stroj -environment.

Merateľné faktory:
- druh zranenia – ľahké, ťažké, smrteľné,
- počet ohrozených osôb,
- finančná strata zahrňujúca aj všetky náklady na obnovenie prevádzkového stavu,
- parametre systému (výška pracoviska, hmotnosť manipulovaného bremena, rýchlosť pohybu).

Nemerateľné faktory:
- vzťah medzi nebezpečenstvom a jeho účinkom,
- havarijné opatrenia, krízové plány,
- zložitosť technológie alebo strojov.

Rozšírená definícia rizika

Úplné hodnotenie rizika si však – na základe praktických skúseností – vyžaduje zohľadnenie aj ďalších parametrov, charakterizujúcich vplyv na vznik negatívneho javu. Sem patrí predovšetkým:
a) trvanie podmienok pre vznik negatívneho javu – časová expozícia „E" (čím dlhšie podmienky pre vznik javu trvajú, tým je väčšia pravdepodobnosť, že tento jav vznikne, a opačne),
b) možnosť použiť v etape ohrozenia ochranné opatrenia „O".

Potom je možné na ohodnotenie rizika použiť tzv. rozšírenú definíciu v tvare:
R = P x D x E x O,
ktorá, je základom pre použitie niektorých metód pre ohodnotenie rizika.

Časť 5 Posúdenie bezpečnosti systému

Posúdenie rizika zvoleného systému a jeho zatriedenie do stupnice rizík určuje zároveň aj kritériá bezpečnosti posudzovaného systému. Jedná sa o rozhodovací krok.

Kritériá hodnotenia bezpečnosti systému a kvalifikácia rizík vychádza z hraničnej hodnoty rizika, ktoré sa považuje za akceptovateľné. Táto hodnota nie je presne daná a je určená úrovňou vedy a techniky, kultúrou pracovných vzťahov, legislatívnymi požiadavkami, náročnosťou prevádzky a pod.

Ako akceptovateľné riziko sa chápe riziko, ktoré sú zainteresované osoby pri zohľadnení všetkých prevádzkových a humánnych podmienok ochotné znášať – t. j. početnosť negatívneho javu je v hodnotách, ktoré je možné akceptovať a dôsledky sú v rozsahu, ktorý je

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

únosný pre príslušnú osobu alebo skupinu osôb. Ak sa hodnotí bezpečnosť systému, je nutné vykonať porovnanie, či sú skutočné riziká menšie ako sú akceptovateľné riziká.

Akceptovateľné riziko podľa STN OHSAS 18001:2009 je definované ako riziko, ktoré bolo zredukované na úroveň, ktorá môže byť tolerovaná organizáciou s ohľadom na jej právne povinnosti a jej vlastnú politiku BOZP.

Veda o bezpečnosti technických systémov a bezpečnosti práce dokázala, že vo funkčnom systéme neexistuje stopercentná bezpečnosť, to znamená, že neexistuje nulové riziko – môže sa len blížiť k nule.

V prípade, že posúdenie rizika je súčasťou nepretržitého procesu riadenia bezpečnosti práce, musí sa vykonávať tak, že počas celého technického života technologického systému, zariadenia alebo počas celej doby činnosti sa použijú najmodernejšie postupy a budú k dispozícii vždy aktuálne informácie, pričom sa bude vykonávať po každej technickej, príp. personálnej zmene, vykonanej v systéme.

Časť 6 Opatrenia na zníženie rizík

Odstraňovanie nebezpečenstiev a znižovanie rizika bezpečnostnými opatreniami.

Pri odstraňovaní nebezpečenstva alebo znižovaní rizika sa môžu oddelene alebo súčasne regulovať dva parametre, ktoré charakterizujú riziko:

a) závažnosť (rozsah, dôsledok, význam) škody (poškodenia, nežiaducej udalosti) pri uvažovanom nebezpečenstve,
b) pravdepodobnosť vzniku tejto škody (poškodenia, nežiaducej udalosti).

Na dosiahnutie cieľa sa musia použiť akékoľvek ochranné opatrenie podľa tohto postupu trojstupňovej metódy:

- opatrenie na vlastnú konštrukčnú bezpečnosť stroja,
- ochranné a vhodné dodatočné opatrenie pre ochranu obsluhy,
- informácie o používaní stroja s neodstrániteľným rizikom (Kapitola 18, príloha 1: Návod na obsluhu príloha).

Informácie o používaní nesmú nahrádzať opatrenia na vlastnú konštrukčnú bezpečnosť alebo ochranné zariadenia a dodatočné ochranné opatrenia pre ochranu obsluhy. Vhodné ochranné opatrenia v prevádzkovom režime a spôsob ich zasahovania bránia obsluhe, aby použila nebezpečný spôsob obsluhy (práce), ak vzniknú technické problémy.

Hierarchia stanovovania opatrení na riadenie rizík v oblasti BOZP (STN ISO 45001):

- eliminácia (odstránenie),
- substitúcia (nahradenie),
- technické opatrenia,
- administratívne opatrenia,
- bezpečnostné značky a tabuľky,
- osobné ochranné pracovné prostriedky.

Eliminácia nebezpečenstiev a znižovanie rizík v oblasti BOZP

Hierarchia riadiacich činností je zameraná na poskytnutie systematického prístupu v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Každé riadenie ma byť efektívnejšie ako systém používaný predtým. Veľa krát sa kombinuje niekoľko riadiacich činností, aby sme úspešne znížili riziká BOZP na úroveň akceptovateľného rizika.

Nasledujúce príklady opatrení sa môžu implementovať v jednotlivých bodoch.

a) *Eliminácia*: odstránenie nebezpečenstva; zastavenie používania nebezpečných chemikálií; aplikácia ergonomických požiadaviek pri plánovaní nových pracovísk; odstránenie monotónnej práce alebo práce, ktorá zapríčiňuje negatívny stres; odstránenie vysokozdvižných vozíkov zo zóny pohybu zamestnancov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

b) *Nahradenie*: zámena nebezpečných činností za menej nebezpečné; zdolávanie rizík BOZP pri zdroji; (náhrada syntetických farieb za farby riediteľné vodou; zmena šmykľavého povrchu podlahy za iný menej šmykľavý).
c) *Technické riadiace činnosti*: reorganizácia práce; odizolovanie nebezpečenstva; implementácia kolektívnych ochranných opatrení (napr. ochranné kryty strojov, systémy na vetranie, znižovanie mechanickej manipulácie s bremenami; znižovanie hluku na pracovisku; ochrana proti pádu z výšky ochranným zábradlí); reorganizácia práce, aby sa zabránilo ľuďom pracovať neúmerné dlho v nezdravom zdraviu škodlivom prostredí.
d) *Administratívne riadiace činnosti vrátane prípravy*: vykonávanie pravidelných kontrol bezpečnosti zariadenia; vykonanie prípravy na prevenciu; manažovanie a koordinácia v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia s činnosťami zmluvných subdodávateľov; vykonávanie úvodných školení; vedenie zoznamov kontrol vysokozdvižných vozíkov; poskytnutie inštrukcií, manažovanie zdravotného a lekárskeho dohľadu u pracovníkov, u ktorých bolo identifikované nebezpečenstvo (napr. týkajúce sa hluku, vibrácií, kožného poškodenia, ožiarenia); poskytovanie vhodných inštrukcii pracovníkom (napr. procesy nástupu do práce).
e) *Osobné ochranné pracovné prostriedky* (OOPP): poskytovanie primeraných OOPP vrátane oblečenia a inštrukcie na používanie a udržiavanie OOPP (napr. bezpečnostných topánok, bezpečnostných okuliarov, ochrany sluchu, rukavíc atď.).

Dosiahnutie zníženia rizika

Reťazový spôsob znižovania rizika sa môže uzavrieť po dosiahnutí primeraného rizika a po porovnaní rizík, ak sa môže použiť. Primerané zníženie rizika sa môže považovať za dosiahnuté, ak sa odpovie na tieto otázky áno:

- Uvažovalo sa so všetkými spôsobmi práce obsluhy?
- Použila sa správna metóda?
- Odstránilo sa riziko z ohrozenia na najmenšiu možnú mieru?
- Nevzniká pri novom opatrení nové ohrozenie?
- Informovali sa a upozornili používatelia dostatočne o zostatkovom (neodstrániteľnom) riziku?
- Je isté, že nové ochranné opatrenie neohrozuje pracovné podmienky obsluhy?
- Znášajú sa prijaté ochranné opatrenia s ďalšími opatreniami?
- Je isté, že prijaté opatrenie príliš neznižuje schopnosť stroja vykonávať funkciu?

Príklad analýzy rizík rozšírenou bodovou metódu „PDV“ pre ohrozenia pri práci s lisom je spracovaný v (tabuľka 18.7)

Postup pri analýze rizika rozšírenou bodovou metódou:

- identifikácia nebezpečenstva,
- identifikácia ohrozenia,
- popis ohrozenia,
- vyhodnotenie závažnosti rizika pred opatreniami (pravdepodobnosť, dôsledok, názor hodnotiteľov),
- prijatie bezpečnostných opatrení,
- vyhodnotenie závažnosti rizika po opatreniach (pravdepodobnosť, dôsledok, názor hodnotiteľov).

Vyhodnotenie závažnosti rizika:

a) odhad pravdepodobnosti P, ide o pravdepodobnosť, s ktorou môže uvažované nebezpečenstvo/ohrozenie nastať (kritéria a úroveň jednotlivých nebezpečenstiev, ohrození sme určovali na základe tabuľka 18.3),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

b) odhad dôsledkov D, ide o závažnosť ohrození, ktoré môžu nastať (podľa tabuľky 18.4),
c) názor hodnotiteľov V, ako posledný parameter, v ktorom sme zohľadnili mieru závažnosti ohrozenia, počet ohrozených osôb, čas pôsobenia ohrozenia, návyky pracovníkov, predpoklady na chyby pracovníkov, úroveň kvalifikácie, odlúčenosť pracoviska, ako aj úroveň BOZP (kritérium tabuľka 18.5),
d) k vyhodnoteniu miery rizika sme použili (tabuľka 18.6).

Tabuľka 18.3 Pravdepodobnosť vzniku a existencie nebezpečenstva

Bodové ohodnotenie	**Odhad pravdepodobnosti – P**
1	Náhodná – nežiaduca udalosť takmer vôbec nenastane.
2	Nepravdepodobná – je malá pravdepodobnosť, že nežiaduca udalosť nastane.
3	Pravdepodobná – nežiaduca udalosť s určitosťou nastane.
4	Veľmi pravdepodobná – nežiaduca udalosť s veľkou pravdepodobnosťou nastane.
5	Častá – nežiaduca udalosť sa vyskytuje pravidelne.

Tabuľka 18.4 Možné následky ohrozenia

Bodové ohodnotenie	Možné dôsledky – D
1	Poškodenie zdravia a pracovná neschopnosť, zanedbateľné finančné, materiálne straty, časové straty, začiatok stresu.
2	Úraz s pracovnou neschopnosťou, začiatok choroby z povolania, pretrvávajúci stres, drobné finančné, časové a materiálové straty.
3	Vážnejší úraz vyžadujúci hospitalizáciu, väčšie finančné a materiálne straty. Prevládajúce choroby z povolania.
4	Ťažký pracovný úraz s trvalými následkami, choroba z povolania, veľké finančné a materiálne straty.
5	Smrteľný pracovný úraz, nenahraditeľné straty, straty vedúce k likvidácii.

Tabuľka 18.5 Vplyv úrovne bezpečnosti (Názor hodnotiteľov)

Bodové ohodnotenie	**Vplyv úrovne bezpečnosti (Názor hodnotiteľov) – V**
1	Zanedbateľný vplyv na mieru nebezpečenstva/ohrozenia.
2	Malý vplyv na mieru nebezpečenstva/ohrozenia.
3	Nezanedbateľný vplyv na mieru nebezpečenstva/ohrozenia.
4	Významný vplyv na mieru nebezpečenstva/ohrozenia.
5	Veľmi významný a nepriaznivý vplyv na závažnosť a následky nebezpečenstva/ohrozenia.

Tabuľka 18.6 Rozhodovacia tabuľka na celkové vyhodnotenie miery rizika

Rizikový stupeň	**Hodnota mR**	**Miera rizika**
I.	1÷4	Zanedbateľné – prijateľná bezpečnosť.
II.	5÷10	Mierne – akceptovateľné riziko pri zvýšenej pozornosti.
III.	11÷50	Povážlivé – riziko nemožno akceptovať bez ochranných opatrení.
IV.	51÷100	Nežiaduce – nevyhovujúca bezpečnosť, veľká možnosť úrazov, nežiaducich udalostí.
V.	>100	Neprijateľné – permanentná hrozba úrazu, nenahraditeľné straty.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Popis zariadenia

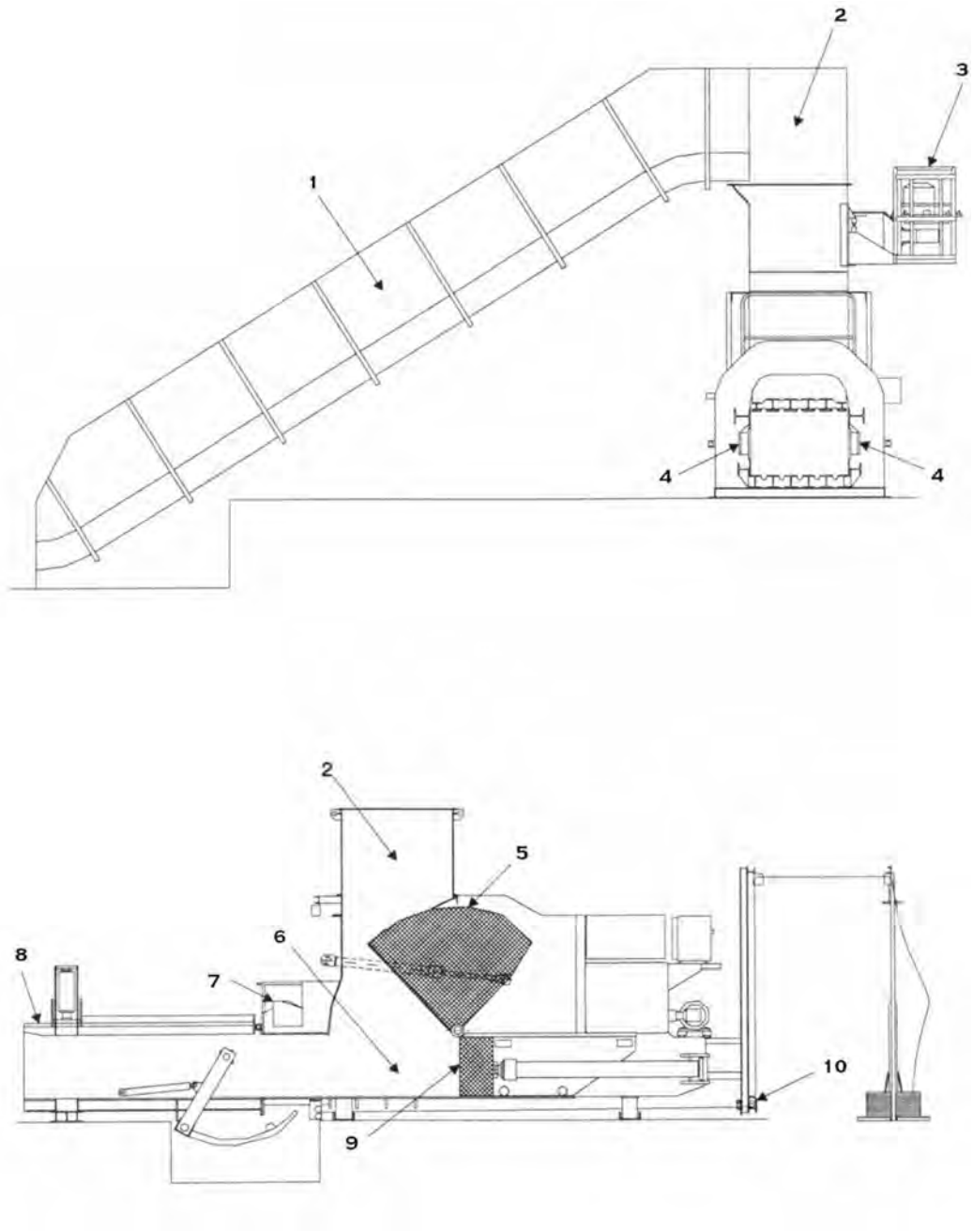
Kontinuálny lis (obrázok 18.2) slúži na stláčanie vytriedeného odpadu, ktorý zároveň balí do balíkov. Balíky zlepšujú skladovanie a manipuláciu s odpadom pri ďalších fázach spracovania. Odpad spracovaný virbulátorom je dopravníkovým pásom dopravovaný zhora do kontinuálneho lisu. Vo vnútri lisu je pomocou hydraulického piestu odpad stláčaný a je formovaný do balíkov.

Hydraulický baliaci lis LP 40EH1(obrázok 18.2 a 18.3)

Max. hydraulický tlak: 20 Mpa
Lisovací tlak: 400 kN

Obrázok 18.2 Hydraulický baliaci lis [Kostoláni, 2013]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 18.3 Schéma lisu [Kostoláni, 2013]
Legenda: 1. Dopravný pás, 2. Plniaci otvor, 3. Rozdeľovač materiálu, 4. Postranné klapky, 5. Predlisovacia komora, 6. Lisovacia komora, 7. Viazacia jednotka, 8. Vrchné klapky, 9. Hlavný lis, 10. Brzda drôtu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tabuľka 18.7 Príklad analýzy rizík rozšírenou bodovou metódu „PDV“ pre ohrozenia pri práci s lisom

Analýza rizík metódu „PDV“								Strana 1			
Vypracoval:							Spracované:				
Zdroj	**Nebezpe-čenstvo**	**Ohrozenie**	**riziko pred opatrením**				**Bezpečnostné opatrenia**	**riziko po opatrení**			
			P	**D**	**V**	**m R**		**P**	**D**	**V**	**m R**
Lisovanie Obsluha lisu	fyzikálne manipulácia s balíkmi	zachytenie končatiny privalenie obsluhy balíkom	2	4	3	24	- Pravidelné školenie všetkých zamestnancov -Obsluhovať lis môže len osoba tým poverená a zaškolená, zákon č. 124/2006 Z. z.	2	3	2	12
	fyzikálne viazací drôt	Pomliaždenie náraz, úder, pichnutie, presilenie	3	4	3	36	-Poskytnúť OOPP, pracovné rukavice, pracovnú obuv s protišmykovou podrážkou a ochranné okuliare NV č. 395/2006 Z. z. -Manipulovať s cievkou viazacieho drôtu musia vždy dvaja pracovníci	2	3	1	6
	fyzikálne kontrola a údržba	zachytenie končatiny, pád pod lis,	5	2	2	20	-Informovať pracovníkov o bezpečných pracovných postupoch pri opravách a údržbe, č. 124/2006 Z. z. -Používané oleje a mazivá nahradiť menej škodlivými pri zachovaní technologických vlastností -Zaviesť pravidelné školenie obsluhy 1x za rok -Pracovník s praxou menšou ako 2 roky môže údržbu a obsluhu vykonávať len pod dozorom skúsenejšieho pracovníka	3	2	1	6
	chemické kontrola a údržba	poškodenie zdravia mazacími olejmi,	4	2	3	24	-Zaviesť pravidelné školenie obsluhy 1x za rok -Vypracovať mazací plán				
	fyzikálne inšpekčné dvere	pád do lisu, zlisovanie	2	5	3	30	-Prostredníctvom BPP informovať pracovníkov o správnom postupe -Umiestniť dodatočné bezpečnostné značenie v okolí inšpekčných dverí NV č. 387/2006 Z. z.				
	fyzikálne nedodržanie pokynov výrobcu	pád do lisu, ujma na zdraví	2	5	3	30	Preškolenie pracovníkov, č. 124/2006 Z. z.				

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Manipulácia s balíkmi

Lis stláča odpad do balíkov v tvare hranola. Balík zjednodušuje manipuláciu, prepravu a skladovanie odpadu. Obsluha sa v blízkosti vychádzajúcich balíkov musí pohybovať s čo najväčšou opatrnosťou. Po zlisovaní a zviazaní sú balíky vytlačené von z lisu. Obsluha ich pomocou vysokozdvižného vozíka zoberie a uloží do skladovacej haly.

Navrhnuté opatrenia:

- Poučiť obsluhu o správnej manipulácii s balíkmi.
- Obsluha vysokozdvižného vozíka musí byť odborne spôsobilá.

Viazací drôt

Balíky sú zväzované pomocou viazacieho drôtu. Drôt ja navinutý v tvare cievky, uložený v priestore za lisom, odkiaľ si ho lis automaticky ťahá podľa potreby. Pracovník, ktorý navíja drôt, musí byť poučený o správnom postupe a s NV č. 281/2006 Z. z. o minimálnych bezpečnostných a zdravotných požiadavkách pri ručnej manipulácii s bremenami, s ktorými obsluha pracuje. NV rieši Smerné hmotnostné hodnoty, ktoré zohľadňujú pohlavie a vek obsluhy. Obsluha je povinná nosiť pridelené OOPP. Navrhnuté bezpečnostné opatrenia sú v tabuľka 18.7.

Kontrola a údržba

Údržbu a opravy môžu vykonávať len poverení pracovníci, ktorí boli riadne zaškolení a majú dostatočnú prax. Pracovník je povinný vykonávať údržbu alebo opravu na odstavenom lise. Pokiaľ predlisovací lis nie je úplne vzadu, je zakázané vstupovať do lisovacej komory. Lis musí byť mimo prevádzky zabezpečený proti spusteniu odpojením od siete elektrickej energie. Vypínač musí byť daný do polohy OFF a uzamknutý bezpečnostným závesným zámkom, aby sa s ním nedalo manipulovať. Kľúč od zámku si musí pracovník uschovať u seba. Pri dolievaní hydraulických olejov alebo mazív je nutné pracovať so zvýšenou opatrnosťou. Oleje a mazivá sú vysoko jedovaté, preto treba zabrániť styku s pokožkou alebo prípadnému požitiu. Navrhnuté bezpečnostné opatrenia sú v tabuľka 18.7.

Inšpekčné dvere

V konštrukcii lisu sú umiestnené inšpekčné dvere, ktoré slúžia na vykonávanie údržby a opráv lisovacej komory. Inšpekčné dvere sú prepojené s bezpečnostným blokovacím zariadením, ktoré zabraňuje, aby bol lis spustený po dobu, pokiaľ sú inšpekčné dvere otvorené. Inšpekčné dvere je možné otvoriť iba v prípade, že zariadenie je mimo prevádzky a predlisovací lis je v prednej alebo zadnej polohe. Pokiaľ predlisovací lis nie je úplne vzadu, je zakázané vstupovať do lisovacej komory. V takomto prípade treba uzatvoriť a uzamknúť inšpekčné dvere, zapnúť baliaci lis a premiestniť predlisovací lis do zadnej polohy. Potom je nutné opäť vypnúť lis, odstaviť ho od prívodu elektrickej energie a obsluha môže vstúpiť do lisovacej komory, pokiaľ si to situácia vyžaduje. Vstupovať do komory lisu počas prevádzky alebo mimo opravy či údržby, pri ktorej nie je lis zaistený proti spusteniu, je zakázané! Navrhnuté bezpečnostné opatrenia sú v Tab. 18.7.

Nedodržanie pokynov výrobcu

Kontinuálny lis pri nesprávnom používaní je veľmi nebezpečný. Obsluha a aj zamestnanci pracujúci v okolí lisu musia byť maximálne sústredení a obozretní, aby sa predišlo vzniku nežiaducej udalosti.

Navrhnuté bezpečnostné opatrenia sú v Tab. 18.7.

Popis OOPP

Obsluha kontinuálneho lisu musí byť pre zaistenie svojej bezpečnosti vybavená pracovným oblečením, letným a zimným. Má pridelené OOPP - pracovné rukavice, pracovnú obuv s protišmykovou podrážkou a ochranné okuliare. OOPP je potrebné kontrolovať na začiatku každej smeny.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Záverečné cvičenie – skúška naučeného učiva

Účel

Manažérstvo rizika je proces, ktorý sa má systematicky používať na vyhľadávanie možností znižovania úrazovosti a vzniku chorôb v súvislosti s prácou s technickými zariadeniami pri súčasnom zachovaní alebo zvyšovaní kvality vykonávanej práce. Účelom tohto cvičenia je pomôcť poslucháčom rozšíriť si znalosti o praktickom využívaní riadenia rizika o analyzovaní nebezpečenstiev a prijímaní ochranných opatrení za účelom ich eliminácie alebo aspoň zníženia na akceptovateľnú úroveň.

Možnosti identifikácie nebezpečenstiev a hodnotenie rizík pri práci so strojmi popísanými v kapitolách 1-17

Požadovaný čas: 130 minút

Účel:

Cieľom tohto cvičenia je pomôcť účastníkom identifikovať nebezpečenstvá a zhodnotiť riziko rozšírenou bodovou metódou pri práci s technikou na zber, spracovanie a likvidáciu odpadov pri použití rôznych technológii, ktoré sú popísané v kapitolách 1-17 tejto učebnice alebo prezentované v priložených prezentáciách a videách. Samozrejme cieľom tohto cvičenia je pomôcť účastníkom identifikovať nebezpečenstvá v ich vlastnom prostredí, takže študenti si môžu doniesť informácie o strojoch a technológiách z prostredia, v ktorom pracujú alebo praxujú.

Postup:

Uveďte cvičenie tým, že poviete účastníkom, že pri každej pracovnej činnosti v súvislosti s použitím techniky, existuje množstvo rizík, ktoré je možno riadiť a dostať ich pod hranicu akceptovateľného rizika v rámci prijateľných nákladov bez toho, aby bola ohrozená kvalita vykonávaných prác. Rozdeľte účastníkov do skupiniek asi po štyroch. Rozdajte pripravené pracovné hárky a spoločne s účastníkmi vyberte zo zariadení, ktoré sú popísané v učebnici v kapitolách 1-17 alebo sú prezentované v prílohách ako videá a na týchto zariadeniach identifikujte jednotlivé nebezpečenstvá, ohrozenia a určte mieru rizika využitím rozšírenej bodovej metódy. Následne navrhnite bezpečnostné opatrenia, kde by bolo možné dosiahnuť zlepšenia, ktorých výsledkom by bola nižšia miera rizika.

Použite nasledujúce otázky:

1. Môže byť nejaká časť tela zachytená objektom alebo medzi objektami?
2. Je tu riziko poranenia krútením alebo zdvíhaním?
3. Je tu riziko zakopnutia, pošmyknutia alebo pádu?
4. Môže použitie akejkoľvek látky alebo nástroja vytvárať ohrozenie?
5. Vyžaduje vykonávanie výkonu statické držanie tela?
6. Je tu riziko padajúcich predmetov?
7. Je tu riziko poranenia tlačením alebo ťahaním?
8. Je práca nudná alebo opakujúca sa?
9. Je tam príliš chladno alebo teplo?
10. Môže vzniknúť ohrozenie nebezpečného kontaktu pri manipulácii s predmetmi alebo látkami?
11. Sú prítomné nebezpečné pary, plyny, prach, hmla alebo výpary?
12. Sú prítomné nejaké biologické nebezpečenstvá?
13. Sú udržiavané a kontrolované lekárničky a je vyškolený personál prvej pomoci

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

k dispozícii?
14. Vytvárajú sa niektoré nebezpečné vedľajšie produkty?
15. Sú vykonávané opakované úradné skúšky, odborné prehliadky a skúšky na zariadeniach a strojoch a opravy sa vykonávajú včas?
16. Sú všetky protipožiarne zariadenia prevádzkyschopné a pravidelne kontrolované?
17. Je osvetlenie a vetranie dostatočné?
18. Je prítomný hluk alebo vibrácie?
19. Je prítomné žiarenie?
20. Je použitie nadmernej svalovej sily potrebné na vykonanie danej funkcie?

Potrebné materiály: vyhodnocovacie tabuľky pre rozšírenú bodovú metódu,

Tabuľka 18.8 Pripravená tabuľka pre vpisovanie hodnôt.

Analýza rizík metódu „PDV“								Strana 1			
Vypracoval:											
Nebezpečenstvo	**Ohrozenie**	**Popis ohrozenia**	**pred opatrením**				**Bezpečnostné opatrenia**	**po opatrení**			
			P	**D**	**V**	**mR**		**P**	**D**	**V**	**mR**

Účastníci sa individuálne zamyslia na tým, čo sa naučili a dajú si predsavzatia, že po tomto cvičení budú získané poznatky využívať pri všetkých pracovných činnostiach, ktoré budú vykonávať v súvislosti s využívaním techniky na zber, spracovanie a likvidáciu odpadov.

Rozdajte pripravené tabuľky uvedené na predchádzajúcej strane a požiadajte účastníkov, aby si vybrali z techniky na zber, spracovanie a likvidáciu odpadov a aby pri nich identifikovali jednotlivé nebezpečenstvá a určili mieru rizika pomocou rozšírenej bodovej metódy. Povedzte účastníkom, že na základe pripravených otázok a tabuľka 18.1. Typy nebezpečenstiev a ohrození podľa slovenskej legislatívy majú identifikovať jednotlivé nebezpečenstvá a navrhnúť opatrenia, pomocou ktorých by bolo možné dosiahnuť zlepšenia, ktorých výsledkom by bola nižšia miera rizika. Všetko vpisujú do pripravenej tabuľky 18.8.

Dajte skupinkám asi 45 minút na túto úlohu. Potom zvolajte celú veľkú skupinu účastníkov a požiadajte jednotlivé skupinky o prezentácie. Porovnajte výsledky a opýtajte sa účastníkov, čo už v doterajšej pracovnej činnosti robia, aby sa jednotlivé riziká pri práci s technikou znížili a čo ešte musia urobiť (30 – 45 minút).

Otázky ku skúške

1. Charakterizujte pojem nebezpečenstvo.
2. Charakterizujte pojem riziko.
3. Charakterizujte pojem akceptovateľné riziko.
4. Vymenujte hierarchiu stanovovania opatrení na riadenie rizík v oblasti BOZP.
5. Čo je úlohou identifikácie nebezpečenstva?
6. Čo je úlohou identifikácie ohrozenia?

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

7. Čo je úlohou posúdenia, či sú splnené požiadavky záväzných predpisov a noriem?
8. Čo je úlohou hodnotenia rizika?
9. Čo je úlohou posúdenia bezpečnosti systému?
10. Čo je úlohou opatrení na zníženie rizík (bezpečnostného opatrenia)?

Použitá literatúra

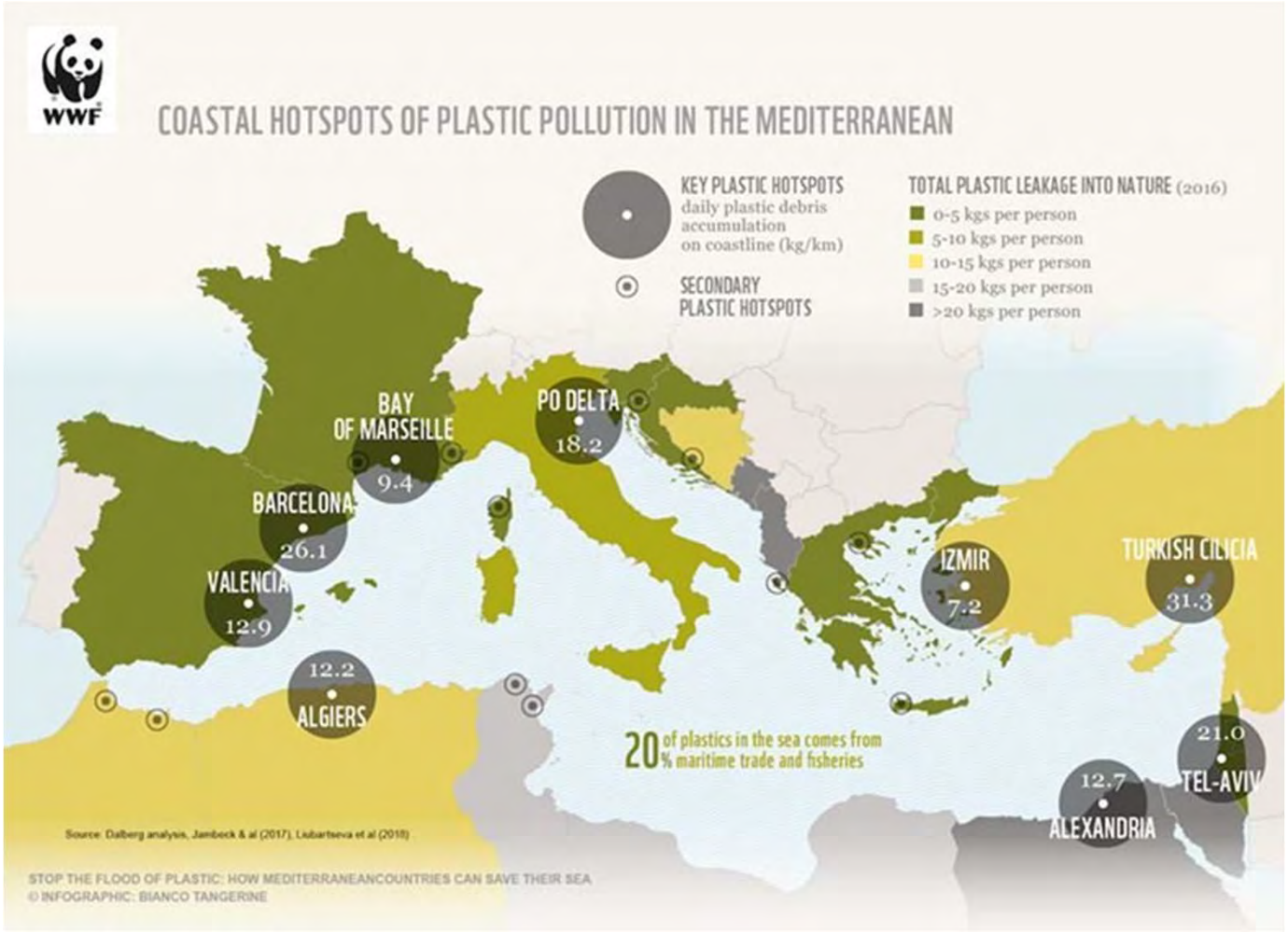
1. BUJNA, M. a kol**.** 2017. *Manažérstvo rizika.* Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 219 s. ISBN 978-80-552-1629-4.
2. JECH J. 2010. *Stroje pre rastlinnú výrobu 3*. Praha: Profi Press s.r.o. 359 s. ISBN 978-80-86726-41-0.
3. KOSTOLÁNI, P. 2013. *Hodnotenie rizík v oblasti BOZP pri zbere a pri likvidácii domového odpadu*. Diplomová práca. SPU v Nitre. 67 s.
4. PAČAIOVÁ, H. a kol. 2016. *Metódy posudzovania rizík v rozhodovacích procesoch.* Košice. BEKI Design, s.r.o. ISBN 978-80-553-3033-4.
5. ŽITŇÁK, M. 2016. Prevádzka a bezpečnosť technických zariadení. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 170 s. ISBN 978-80-552-1588-4.
6. STN ISO 45001: 2018. Systémy manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Požiadavky s usmernením na používanie.
7. STN ISO 31000: 2009. Manažérstvo rizika. Zásady a návod.
8. STN OHSAS 18001: 2009. Systém manažérstva bezpečnosti ochrany zdravia pri práci: Požiadavky.
9. STN EN ISO 12100, 2010. Bezpečnosť strojov. Všeobecné zásady konštruovania strojov. Posudzovanie a znižovanie rizika.
10. Vyhláška MPSVaR č. 508/2009 Z. z., ktorou sa ustanovujú podrobnosti na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci s technickými zariadeniami tlakovými, zdvíhacími, elektrickými a plynovými a ktorou sa ustanovujú technické zariadenia, ktoré sa považujú za vyhradené technické zariadenia.
11. Zákon č. 311/2001 Z. z. v znení neskorších predpisov Zákonník práce.
12. Zákon NR SR č. 124/2006 Z. z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci v znení neskorších predpisov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 1, video 1.1: India's Mount Everest of garbage [https://youtu.be/EUQ0FxzvK9o]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 1, obrázok 1.6 Množstvo odpadu vypúšťaného do Stredozemného mora okolitými štátmi [https://www.interez.sk/skonci-tu-viac-ako-500-tisic-ton-odpadu-stredozemne-more-sa-plni-plastom-mozu-za-to-aj-dovolenkari/

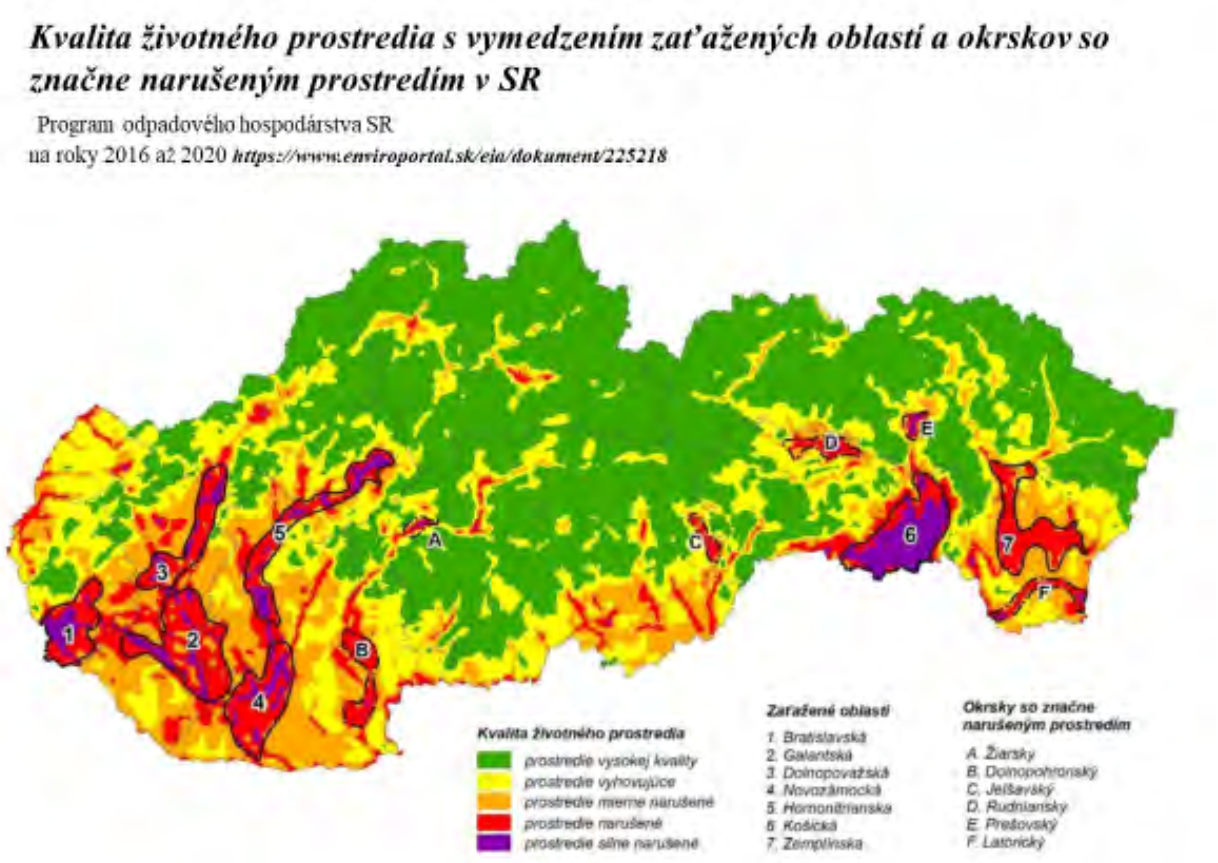


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 1, video 1.2:
Environmentálne aspekty procesov a technológií
Kyslé dažde ničia lesy - Planéta vedomostí
[http://planetavedomosti.iedu.sk/page.php/resources/view_all?id=chemicka_rovnovaha_dimerizacia_faktory_katalyzator_koncentracia_le_chatelier_chatelierov_princip_oxid_dusicity_reakcna_sustava_teplota_vplyv_koncentracie_teploty_t_page10&1
]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 1, obrázok 1.11 Mapa Slovenska so silne znečisteným prostredím



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zaujímavosti zo sveta odpadov

Viete že vynálezcom syntetického vlákna bol Carothers Wallace Hume (1896-1937). Viac sa dozviete ak si otvoríte internetovú stránku:

https://encyklopediapoznania.sk/clanok/3467/carothers-wallace-hume-1896-1937

Koľko váži všetok plast na svete? Vedci to vypočítali. Viac sa dozviete ak si otvoríte internetovú stránku: https://zive.aktuality.sk/clanok/126548/kolko-vazi-vsetok-plast-na-svete-vedci-to-vypocitali/.

Zbohom, plasty? Príroda si s nimi poradí, len jej treba pomôcť.

https://zive.aktuality.sk/clanok/131834/zbohom-plasty-priroda-si-s-nim-poradi-len-jej-treba-pomoct/

Smetisko veľké ako 3 Francúzska. Ako ďalej s odpadom v oceánoch

The Great Pacific Garbage Patch Explained | Research | The Ocean Cleanup

[https://.youtube.com/watch?time_continue=3&v=0EyaTqezSzs&feature=emb_title]

Plastikmüll im Meer: So könnten unsere Ozeane gereinigt werden

[https://www.youtube.com/watch?v=LJmWfYY3gJE]

Používané značky environmentálnej vhodnosti výrobku.

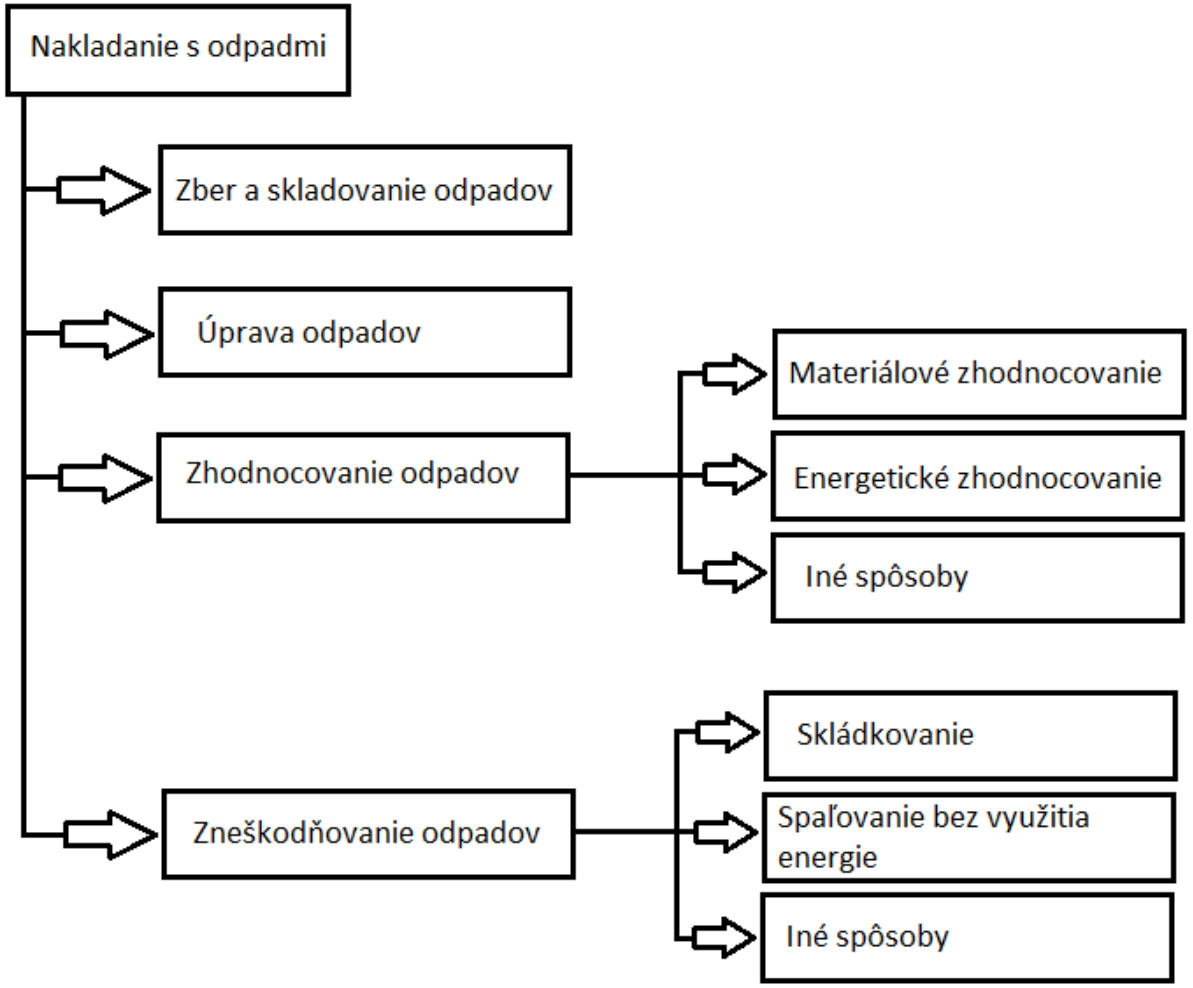
[http://www.separujodpad.sk/index.php/obcan/oznacovanie.html].

Ekologická stopa je metóda merajúca vplyv ľudských aktivít na planétu Zem.

http://ekostopa.sk/co-je-ekologicka-stopa

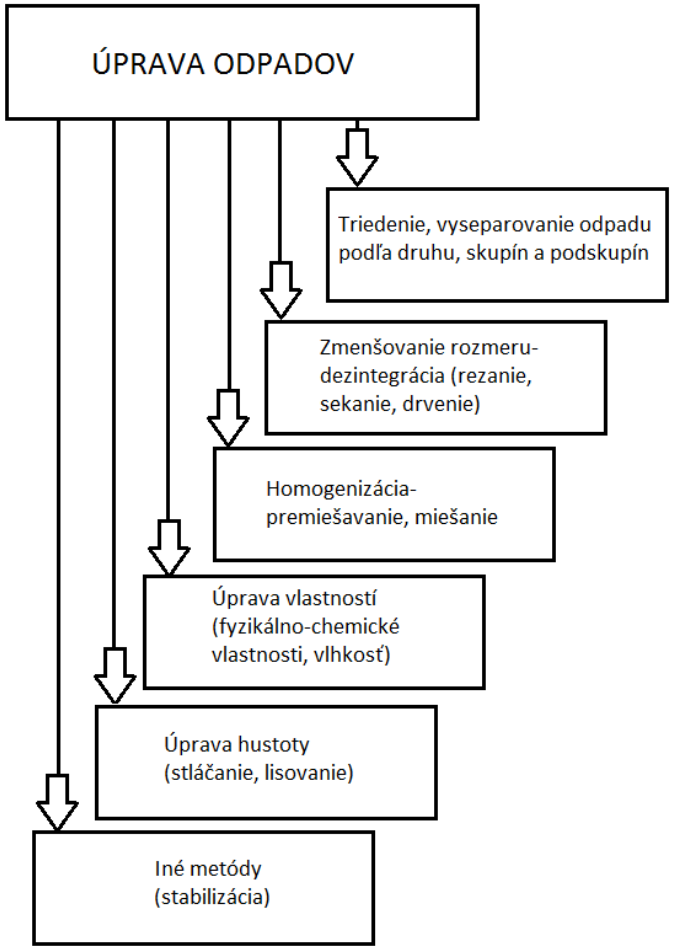
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.1 Hierarchia nakladania s odpadom



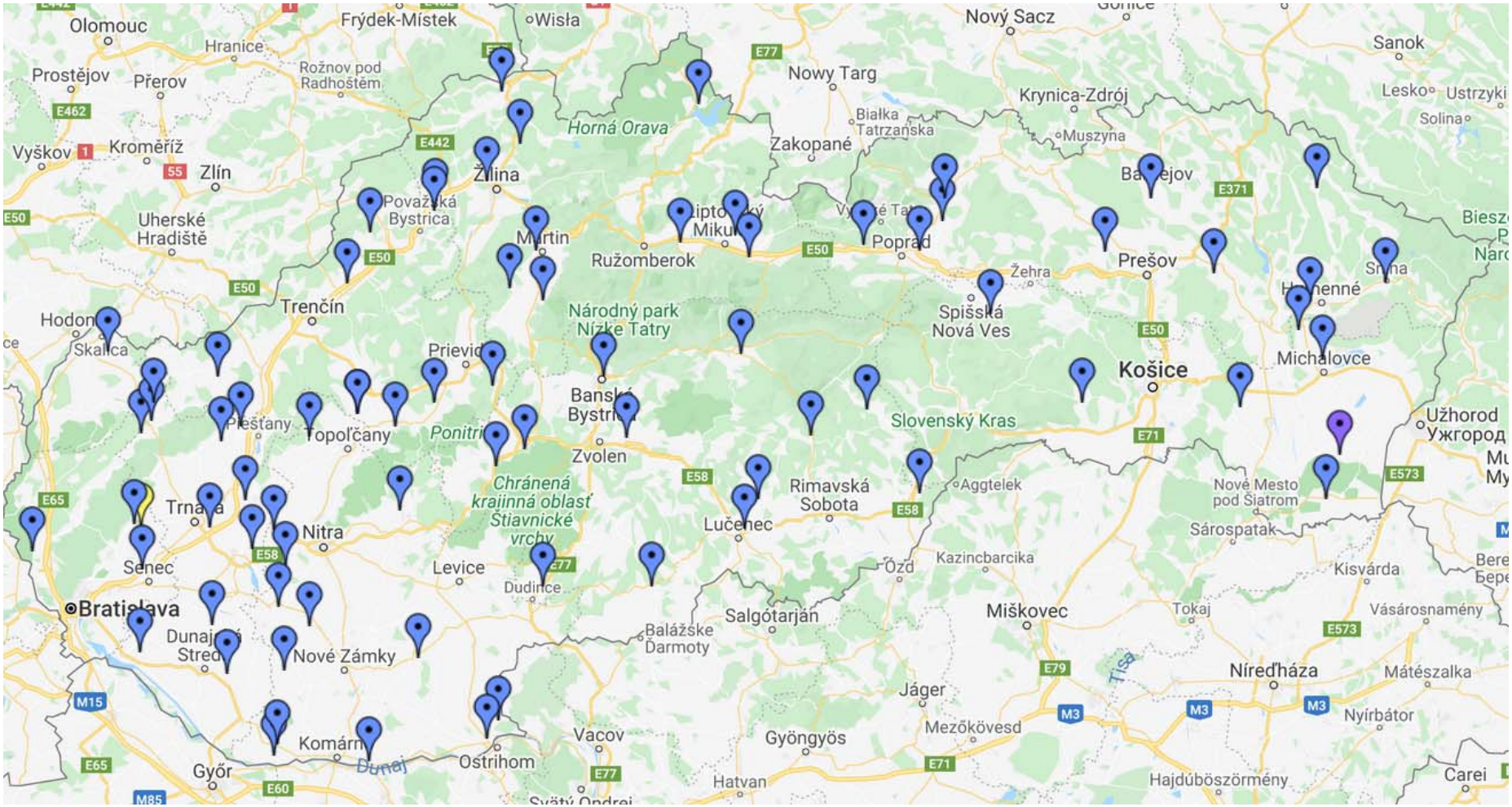
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.2 Hierarchia úpravy odpadov



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2, obrázok 2.3 Zobrazenie povolených skládok odpadov (Zdroj: MŽP SR , 2015), [https://www.odpady-portal.sk/Dokument/100285/skladky-odpadov.aspx]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2 Príslušná legislatíva k odpadom

- **238/1991 Zb.** Zákon o odpadoch. Tento zákon ako prvý svojho druhu u nás upravil práva a povinnosti orgánov štátnej správy a povinnosti právnických a fyzických osôb ako nakladať s odpadmi
- **223/2001 Z. z.** Zákon o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. V tomto zákone po vstupe Slovenskej republiky už boli implementované práva Európskej únie do právneho poriadku Slovenskej republiky.
- **39/2013 Z. z.** Zákon o integrovanej prevencii a kontrole znečisťovania životného prostredia a o zmene a doplnení niektorých zákonov
- **79/2015 Z. z.** Zákon o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Tento zákon definoval celú problematiku odpadov v súčasnosti už bol viac krát novelizovaný.
- **320/2017 Z. z.** Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 365/2015 Z. z., ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov
- **312/2018 Z. z.** Zákon, ktorým sa mení a dopĺňa zákon č. 79/2015 Z. z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov a ktorým sa menia a dopĺňajú niektoré zákony
- **329/2018 Z. z.** Zákon o poplatkoch za uloženie odpadov a o zmene a doplnení zákona č. 587/2004 Z. z. o Environmentálnom fonde a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov
- **330/2018 Z. z.** Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovuje výška sadzieb poplatkov za uloženie odpadov a podrobnosti súvisiace s prerozdeľovaním príjmov z poplatkov za uloženie odpadov
- **380/2018 Z. z.** Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 373/2015 Z. z. o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov v znení neskorších predpisov
- **186/2018 Z. z.** Vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky, ktorou sa mení a dopĺňa vyhláška Ministerstva životného prostredia Slovenskej republiky č. 373/2015 Z. z. o rozšírenej zodpovednosti výrobcov vyhradených výrobkov a o nakladaní s vyhradenými prúdmi odpadov v znení neskorších predpisov
- **Novela zákona o odpadoch 2019 uverejnená v** zbierke zákonov pod číslom 312/2018**.**

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 2, Tabuľka 2.1 Zoznam odpadov[https://.slov-lex.sk/pravne-predpisy/SK/ZZ/2015/365/]

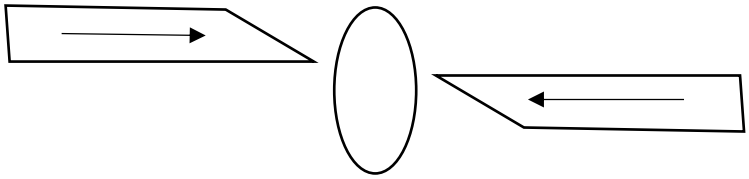
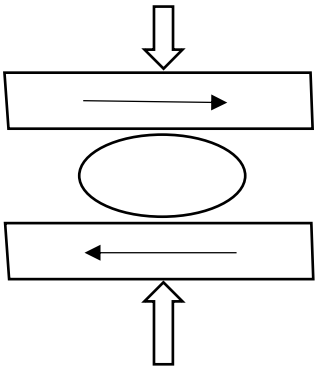
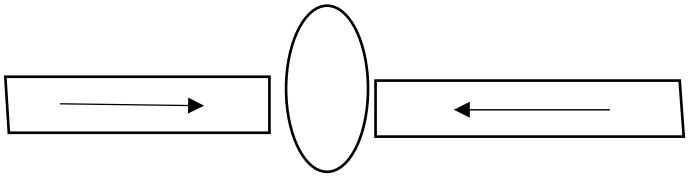
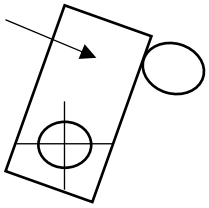
Číslo skupiny	**Názov skupiny**
01	Odpady pochádzajúce z geologického prieskumu, ťažby, úpravy a ďalšieho spracovania nerastov a kameňa
02	Odpady z poľnohospodárstva, záhradníctva, lesníctva, poľovníctva a rybárstva, akvakultúry a z výroby a spracovania potravín
03	Odpady zo spracovania dreva a z výroby papiera, lepenky, celulózy, reziva a nábytku
04	Odpady z kožiarskeho, kožušníckeho a textilného priemyslu
05	Odpady zo spracovania ropy, čistenia zemného plynu a pyrolýzneho spracovania uhlia
06	Odpady z anorganických chemických procesov
07	Odpady z organických chemických procesov
08	Odpady z výroby, spracovania, distribúcie a používania náterových hmôt (farieb, lakov a smaltov), lepidiel, tesniacich materiálov a tlačiarenských farieb
09	Odpady z fotografického priemyslu
10	Odpady z tepelných procesov
11	Odpady z chemickej povrchovej úpravy kovov a nanášania kovov a iných materiálov; odpady z hydrometalurgie neželezných kovov
12	Odpady z tvarovania, fyzikálnej a mechanickej úpravy povrchov kovov a plastov
13	Odpady z olejov a kvapalných palív okrem jedlých olejov a odpadov uvedených v skupinách 05 a 12
14	Odpadové organické rozpúšťadlá, chladiace látky a hnacie médiá okrem 07 a 08
15	Odpadové obaly, absorbenty, handry na čistenie, filtračný materiál a ochranné odevy inak nešpecifikované
16	Odpady inak nešpecifikované v tomto katalógu
17	Stavebné odpady a odpady z demolácií vrátane výkopovej zeminy z kontaminovaných miest
19	Odpady zo zariadení na úpravu odpadu, z čistiarní odpadových vôd mimo miesta ich vzniku a úpravní pitnej vody a priemyselnej vody
20	Komunálne odpady (odpady z domácností a podobné odpady z obchodu, priemyslu a inštitúcií) vrátane ich zložiek z triedeného zberu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 3

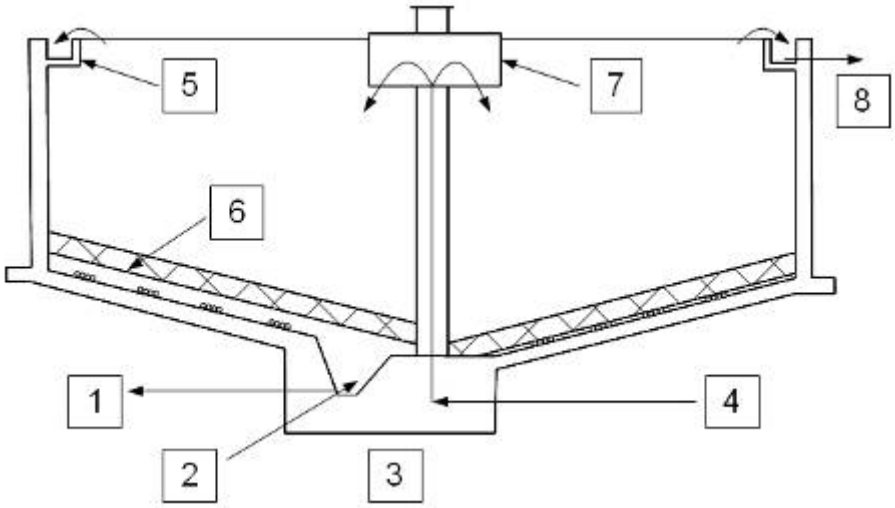
Tabuľka 3.1 Prehľad využitia rôznych spôsobov mechanických dezintegrácii podľa vlastností deleného materiálu [Opáth – Kažimírová, 2013]

Materiál	Spôsob mechanického namáhania			
	strih	tlak	rozotieranie	úder
Tvrdý	-	++	-	++
Stredne tvrdý	-	++	+	++
Mäkký	++	++	++	+
Krehký	-	++	+	++
Elastický	++	-	-	-
Húževnatý	++	-	-	-
Vláknitý	++	-	+	+

Strihom	
Rozotieraním	
Tlakom	
Úderom	

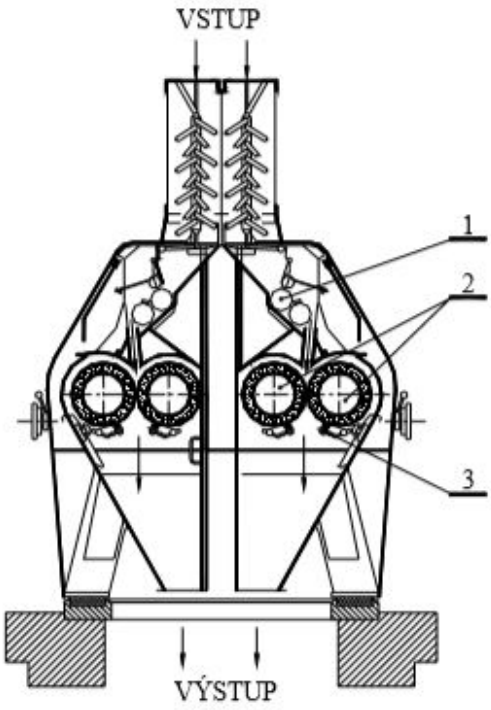
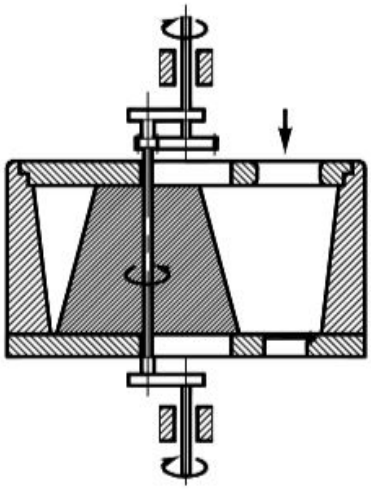
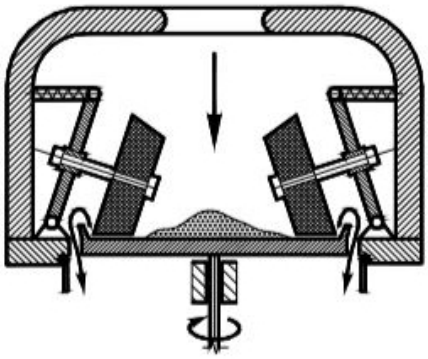
Obrázok 3.8 Spôsoby namáhania materiálov pri dezintegrácii [Csillag, 2020]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 3.9 Proces gravitačnej separácie [FRTR, 2008]
1 – zásobník materiálu, 2 – sedimentačná nádrž, 3 – prívod znečistenej vody, 4 – zahustený kal určený na zneškodnenie (sekundárne dočistenie), 4 – sedimentačný mechanizmus, 5 – prepad, 6 – vyčistená voda, 7 – sonda.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Schéma valcovej mlecej stolice na mletie obilia	 1-podávacie valce, 2-mlecie valce, 3-čistiace kefy
Schéma kužeľového dezintegrátora	
Schéma kolesového dezintegrátora	

Obrázok 3.10 Dezintegrátory [Opáth – Kažimírová, 2013]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tabuľka 3.2 Multimediálny prehľad jednotlivých dezintegrátorov dostupných na sociálnej sieti youtube.com

Tanierové **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.7:** Metal Seed Plate Small Seed Test https://www.youtube.com/watch?v=DGG89uyOips
Valcové **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.8:** 2PG 610X500 Roller Crusher Testing https://www.youtube.com/watch?v=MNAFkgOx8_k
Úderové **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.9:** Vertical shaft impact crusher https://www.youtube.com/watch?v=M-o3z7KCqmM
Kužeľové **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.10:** Test the cone crusher https://www.youtube.com/watch?v=jeUMV0_ZnBs
Kolesové **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.11:** Jaw crusher working principle https://www.youtube.com/watch?v=ECbBtcPkI8Y
Vibračné **dezintegrátory**	**Príloha kapitoly 3 video 3.12:** New trommel soil waste screener digger grab lorry concrete crusher jcb skip https://www.youtube.com/watch?v=SmLVFHwgwjs

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.1

Odpady z agrorezortu sú členené podľa *Katalógu odpadov* (Vyhláška MŽP SR č. 365/2015 Z. z.) do jednotlivých skupín a podskupín nasledovne

2	**ODPADY Z POĽNOHOSPODÁRSTVA, ZÁHRADNÍCTVA, LESNÍCTVA, POĽOVNÍCTVA A RYBÁRSTVA, AKVAKULTÚRY A Z VÝROBY A SPRACOVANIA POTRAVÍN**	
02 01	***ODPADY Z POĽNOHOSPODÁRSTVA, ZÁHRADNÍCTVA, AKVAKULTÚRY, LESNÍCTVA, POĽOVNÍCTVA A RYBÁRSTVA***	
02 01 01	kaly z prania a čistenia	o
02 01 02	odpadové živočíšne tkanivá	o
02 01 03	odpadové rastlinné pletivá	o
02 01 06	zvierací trus, moč a hnoj vrátane znečistenej slamy, kvapalné odpady, oddelene zhromažďované a spracúvané mimo miesta ich vzniku	o
02 01 08	agrochemické odpady obsahujúce nebezpečné látky	N
02 01 09	agrochemické odpady iné ako uvedené v 02 01 08	o
02 01 99	odpady inak nešpecifikované	
02 03 99	odpady inak nešpecifikované	
02 07 03	odpad z chemického spracovania	o
02 07 04	materiál nevhodný na spotrebu alebo spracovanie	o

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

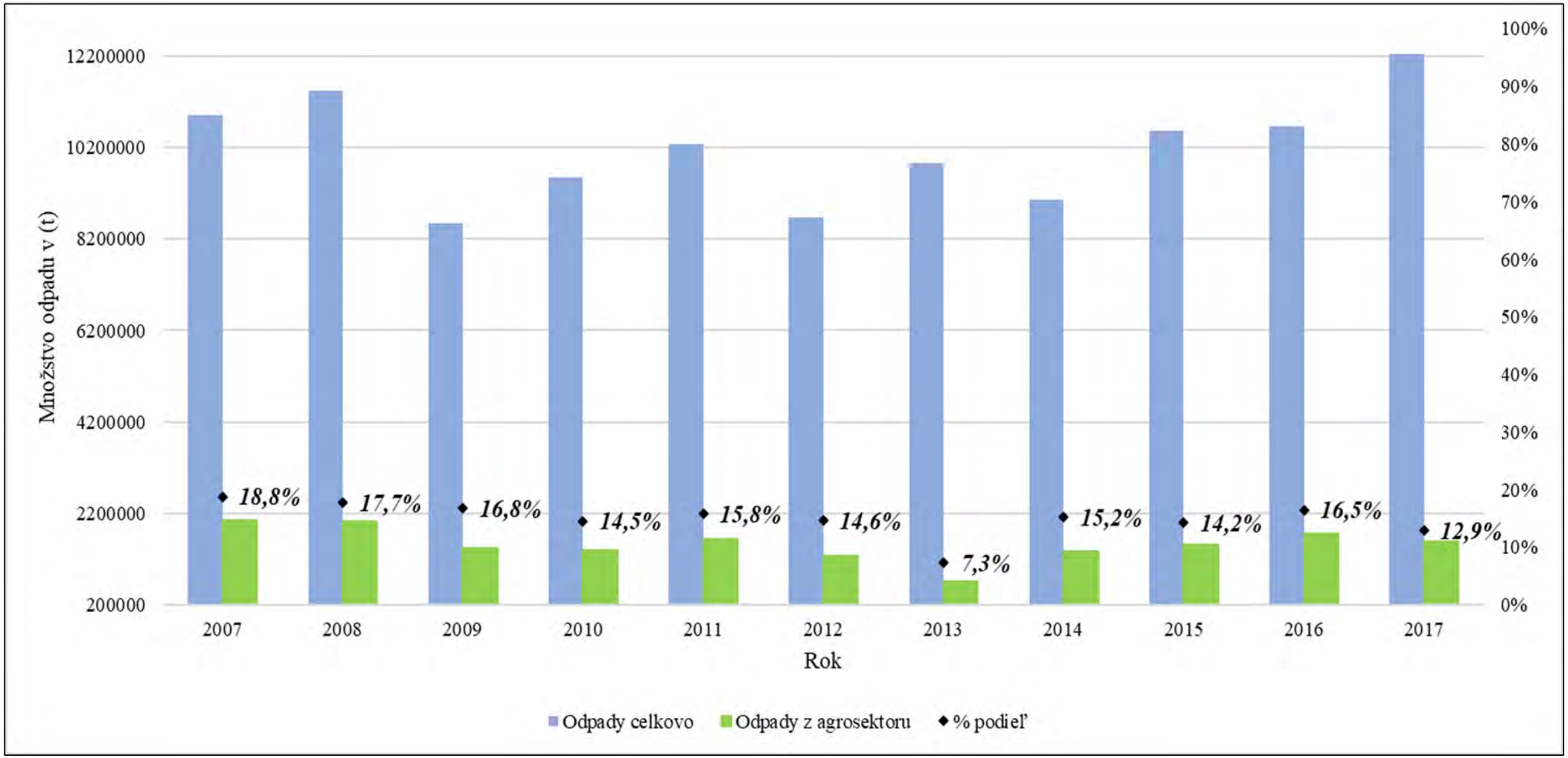
02 03	***ODPADY Z ÚPRAVY A ZO SPRACOVANIA OVOCIA, ZELENINY, OBILNÍN, JEDLÝCH OLEJOV, KAKAA, KÁVY, ČAJU A TABAKU; ODPAD Z KONZERVÁRENSKÉHO A TABAKOVÉHO PRIEMYSLU, VÝROBY KVASNÍC A KVASNICOVÉHO EXTRAKTU, PRÍPRAVY MELASY A FERMENTÁCIE***	
02 03 01	kaly z prania, čistenia, lúpania, odstreďovania a separovania	O
02 03 02	odpady z konzervačných činidiel	O
02 03 03	odpady z extrakcie rozpúšťadlami	O
02 03 04	látky nevhodné na spotrebu alebo spracovanie	O
02 03 05	kaly zo spracovania kvapalného odpadu v mieste jeho vzniku	O
02 03 99	odpady inak nešpecifikované	
02 04	***ODPADY Z CUKROVARNÍCKEHO PRIEMYSLU***	
02 04 01	zemina z čistenia a prania repy	O
02 04 02	uhličitan vápenatý nevyhovujúcej kvality	O
02 04 03	kaly zo spracovania kvapalného odpadu v mieste jeho vzniku	O
02 04 99	odpady inak nešpecifikované	
02 05	***ODPADY Z MLIEKARSKÉHO PRIEMYSLU***	
02 05 01	látky nevhodné na spotrebu alebo spracovanie	O
02 05 02	kaly zo spracovania kvapalného odpadu v mieste jeho vzniku	O
02 05 99	odpady inak nešpecifikované	

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

02 06	***ODPADY Z PEKÁRSKEHO A CUKRÁRENSKÉHO PRIEMYSLU***	
02 06 01	materiály nevhodné na spotrebu alebo spracovanie	O
02 06 02	odpady z konzervačných činidiel	O
02 06 03	kaly zo spracovania kvapalného odpadu v mieste jeho vzniku	O
02 06 99	odpady inak nešpecifikované	
02 07	***ODPADY Z VÝROBY ALKOHOLICKÝCH A NEALKOHOLICKÝCH NÁPOJOV OKREM KÁVY, ČAJU A KAKAA***	
02 07 01	odpad z prania, čistenia a mechanického spracovania surovín	O
02 07 02	odpad z destilácie liehovín	O
02 07 03	odpad z chemického spracovania	O
02 07 04	materiál nevhodný na spotrebu alebo spracovanie	O
02 07 05	kaly zo spracovania kvapalného odpadu v mieste jeho vzniku	O

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.3 Množstvo odpadov [spracoval Holota podľa: www.enviroportal.sk]

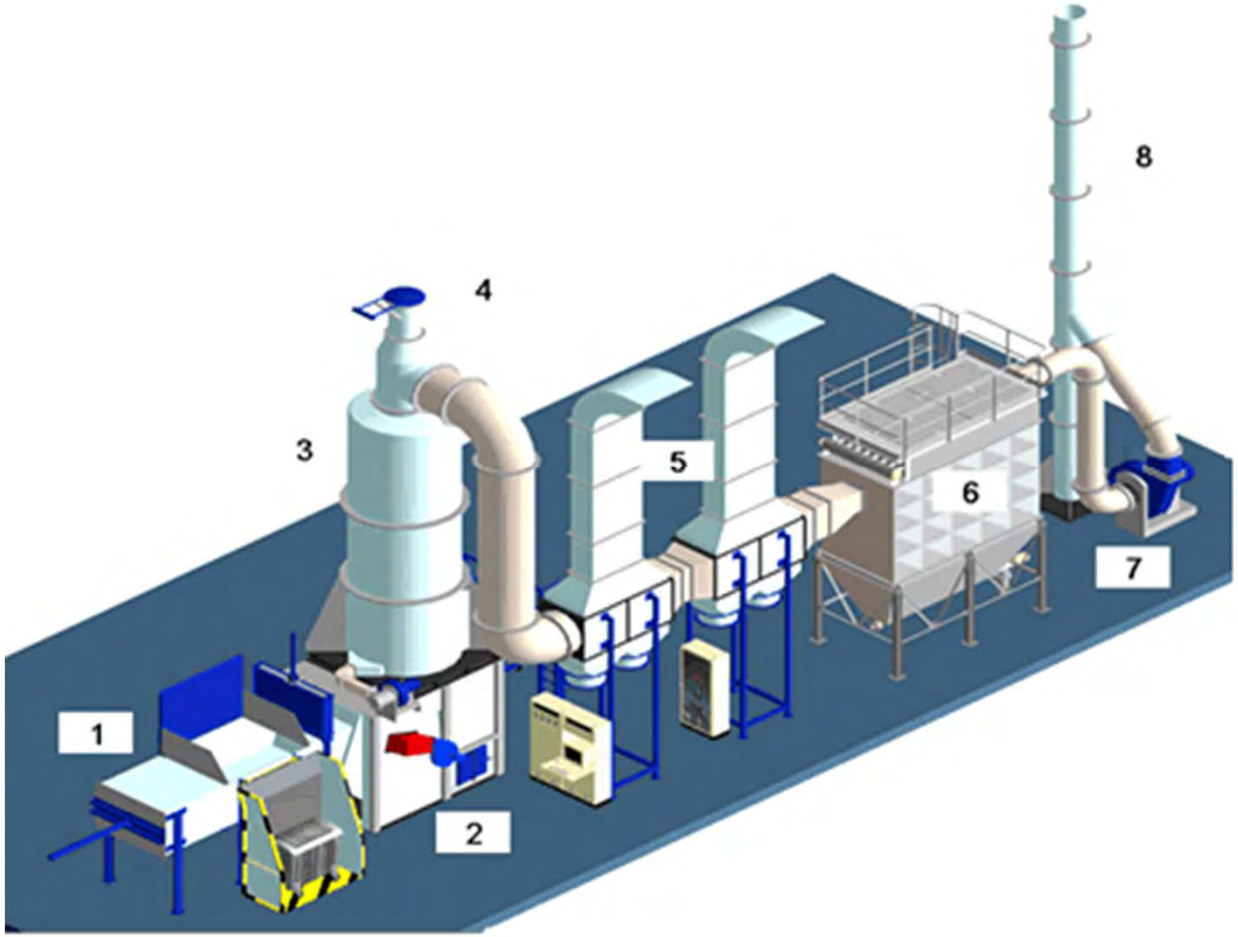


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.5 Množstvo odpadov v agrorezorte [spracoval Holota podľa: www.enviroportal.sk]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.6 Schéma zariadenia na výrobu mäsokostnej múčky [http://stavimex.sk/produkty.php?akce=view&cisloclanku=2015040013&rstema=501&stromhlmenu=500&nazov=zariadenie-na-termicke-zhodnocovanie-zivocisnych-odpadov-rady-aci]



1. *Podávacie zariadenie*
2. *Primárna pyrolýzna komora*
3. *Termoreaktor*
4. *Núdzový komín*
5. *Vzduchové chladenie spalín*
6. *Suché čistenie spalín*
7. *Odťahový ventilátor*
8. *Komín*

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, video 4.1:

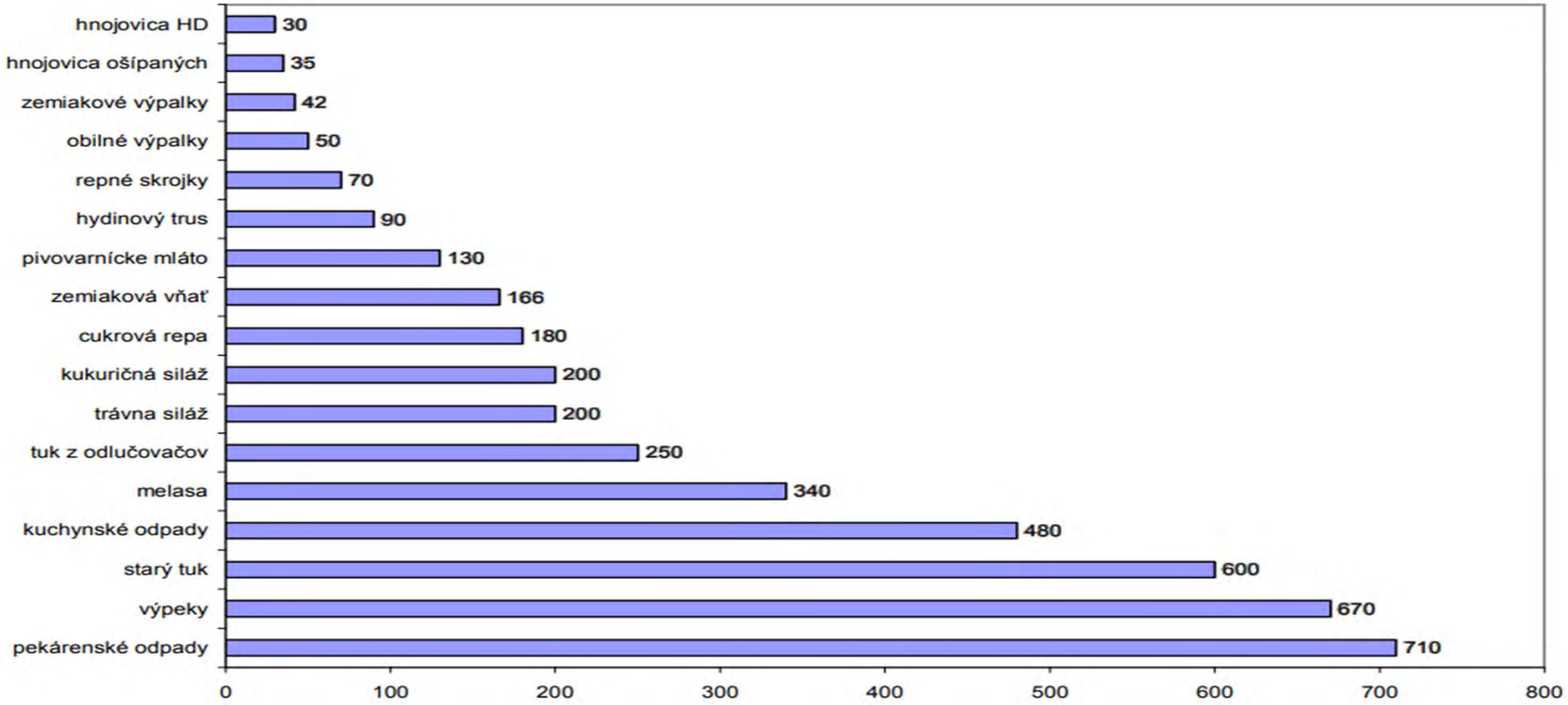
Spôsoby priamej aplikácie hnoja do pôdy (klikni na obrázok).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, video 4.2:
Výroba peliet priamo na poli

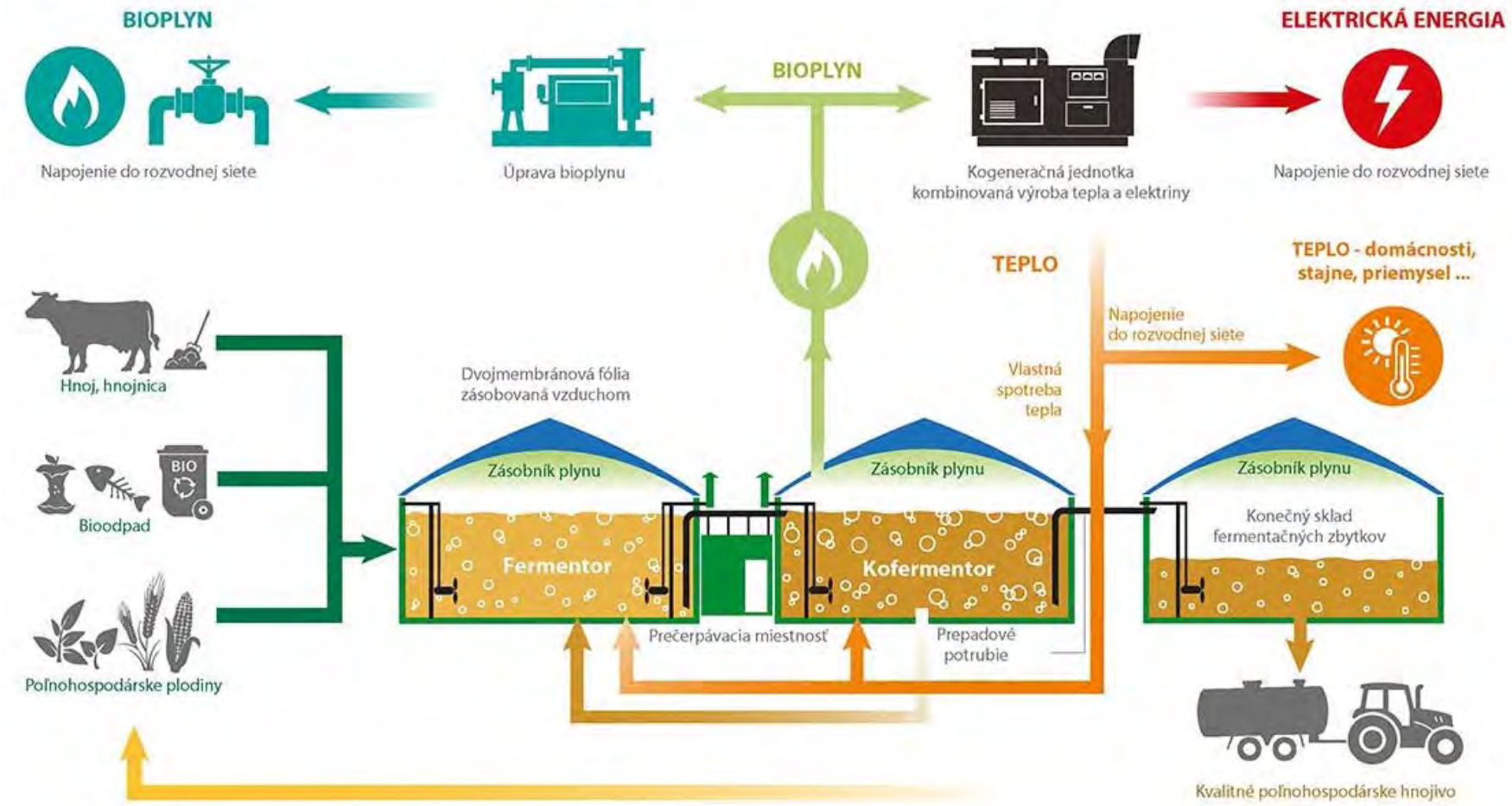
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.15
Výťažnosť bioplynu ($m^3.t^{-1}$ substrátu) [http://www.ekocentrum.sk/wordpress/wp-content/uploads/Bioplyn.pdf]



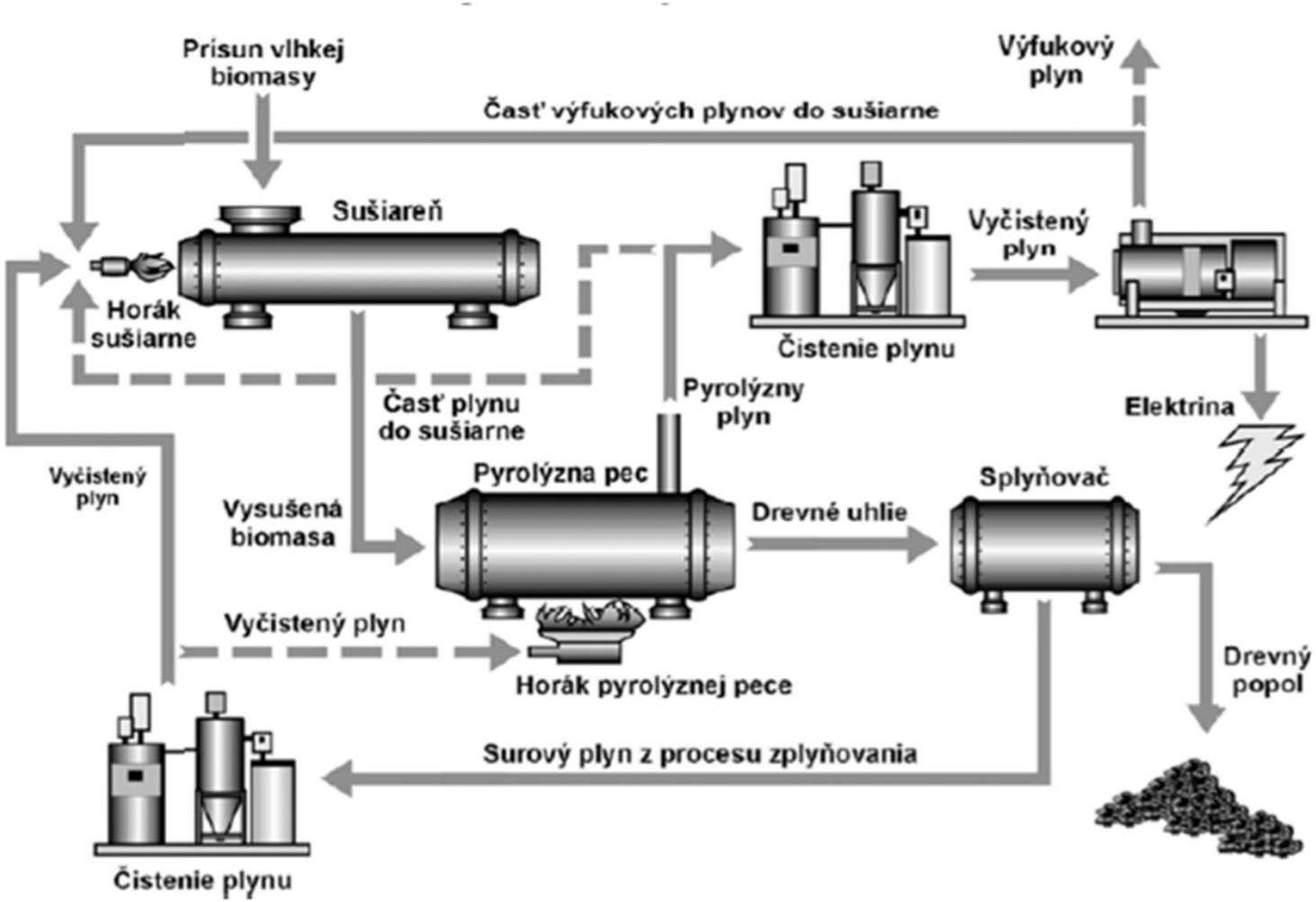
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.16 Schéma výroby bioplynu
[https://www.imao.sk/bioplynove-stanice/]



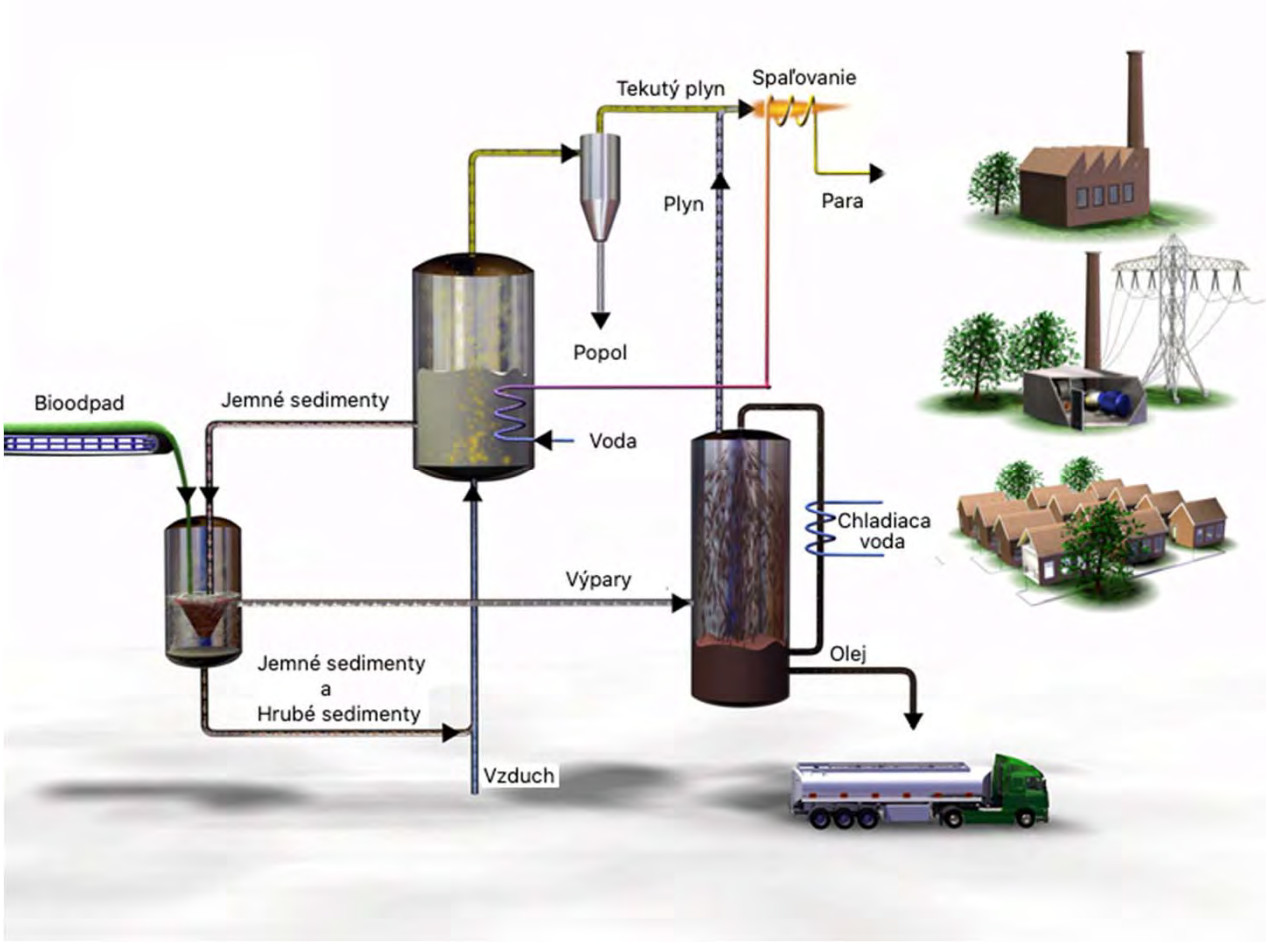
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.17 Využitie pomalej pyrolýzy pri výrobe elektrickej energie [spracoval Holota podľa: http://www.hyfoma.com]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 4, obrázok 4.18 Schéma technológie na výrobu bio oleja z biomasy pomocou rýchlej pyrolýzy [spracoval Holota podľa: http://www.hyfoma.com]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5 Biologické zpracování bioodpadů - kompostárny

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.1 Technologické požadavky na úpravu bioodpadů

Technologické požadavky pro kompostování bioodpadů s očekávaným hygienizovaným výstupem podle technologie používané v zařízení musí být dodrženy teploty uvedené v tabulce:

Technologie	Vstupy	Teplota, doba
Malé zařízení	Odpady ze zahrad a zeleně	≥45 °C, 5 dní
Kompostování	Odpady ze zahrad a zeleně, zbytková biomasa ze zemědělství	≥45 °C, 10 dní
Kompostování	Biologicky rozložitelné odpady (dle přílohyč.1>=65 °C, 5 dní seznam A)	>55 °C, 21dní
Kompostování v uzavřených prostorách	Biologicky rozložitelné odpady (dle seznamu A)	≥65 °C, 5 dní

Hygienizací se rozumí způsob úpravy bioodpadu, kterým se snižuje počet patogenních organismů, které mohou způsobit onemocnění člověka nebo zvířat, pod stanovenou hodnotu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.2 Hodnocení a kontrola výstupů

Limitní koncentrace vybraných rizikových látek a prvků

Sledovaný ukazatel	Jednotka	Výstupy (skupina 2)			Stabilizovaný biologicky rozložitelný odpad (skupina 3)
		Třída I	Třída II	Třída III	
As	mg/kg sušiny	10	20	30	40
Cd	mg/kg sušiny	2	3	4	5
$Cr_{celkový}$	mg/kg sušiny	100	250	300	600
Cu	mg/kg sušiny	170	400	500	600
Hg	mg/kg sušiny	1	1,5	2	5
Ni	mg/kg sušiny	65	100	120	150
Pb	mg/kg sušiny	200	300	400	500
Zn	mg/kg sušiny	500	1200	1500	1800
PCB	mg/kg sušiny	0,02	0,2	-	dle způsobu využití
PAU	mg/kg sušiny	3	6	-	dle způsobu využití
Nerozložitelné příměsi >2 mm	% hm.	max. 2% hm.	max. 2% hm.	-	-
AT_4	mg O_2/g sušiny	-	-	-	< 10

Vyhláška č. 341/2008 Sb.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Vysvětlivky k tabulce 5.2 Hodnocení a kontrola výstupů

1. skupina – výstupy, které splňují požadavky na výrobky podle jiných právních předpisů (například bioplyn, kompost, digestát). Výstupy, které nejsou uváděny do oběhu podle jiných právních předpisů musí odpovídat minimálně požadavkům na výstupy 2. skupiny.

2. skupina – výstupy, které splňují požadavky této vyhlášky a využívají se mimo zemědělskou a lesní půdu. Na základě skutečných vlastností, složení a způsobu využití se skupina dělí na tyto třídy:

Třída I – určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro zeleň u sportovních a rekreačních zařízení včetně těchto zařízení v obytných zónách s výjimkou venkovních hracích ploch. Kritéria pro využívání na povrchu venkovních hracích ploch se řídí jiným právním předpisem,

Třída II – určena pro využití na povrchu terénu užívaného nebo určeného pro městskou zeleň, zeleň parků a lesoparků, pro využití při vytváření rekultivačních vrstev nebo pro přimíchávání do zemin při tvorbě rekultivačních vrstev, na území průmyslových zón, při úpravách terénu v průmyslových zónách (rekultivační kompost v doporučeném množství nepřesahujícím v průměru 200 t sušiny na 1 ha v období deseti let a rekultivační digestát v doporučeném množství nepřekračující 20 t sušiny na 1 ha v období deseti let). Rekultivační digestát musí být aplikován v dělených dávkách tak, aby nedošlo k zamokření pozemku na dobu delší než 12 hodin či k jeho zaplavení. Pro uvedená místa a účely je možné užívat i Třídu I;

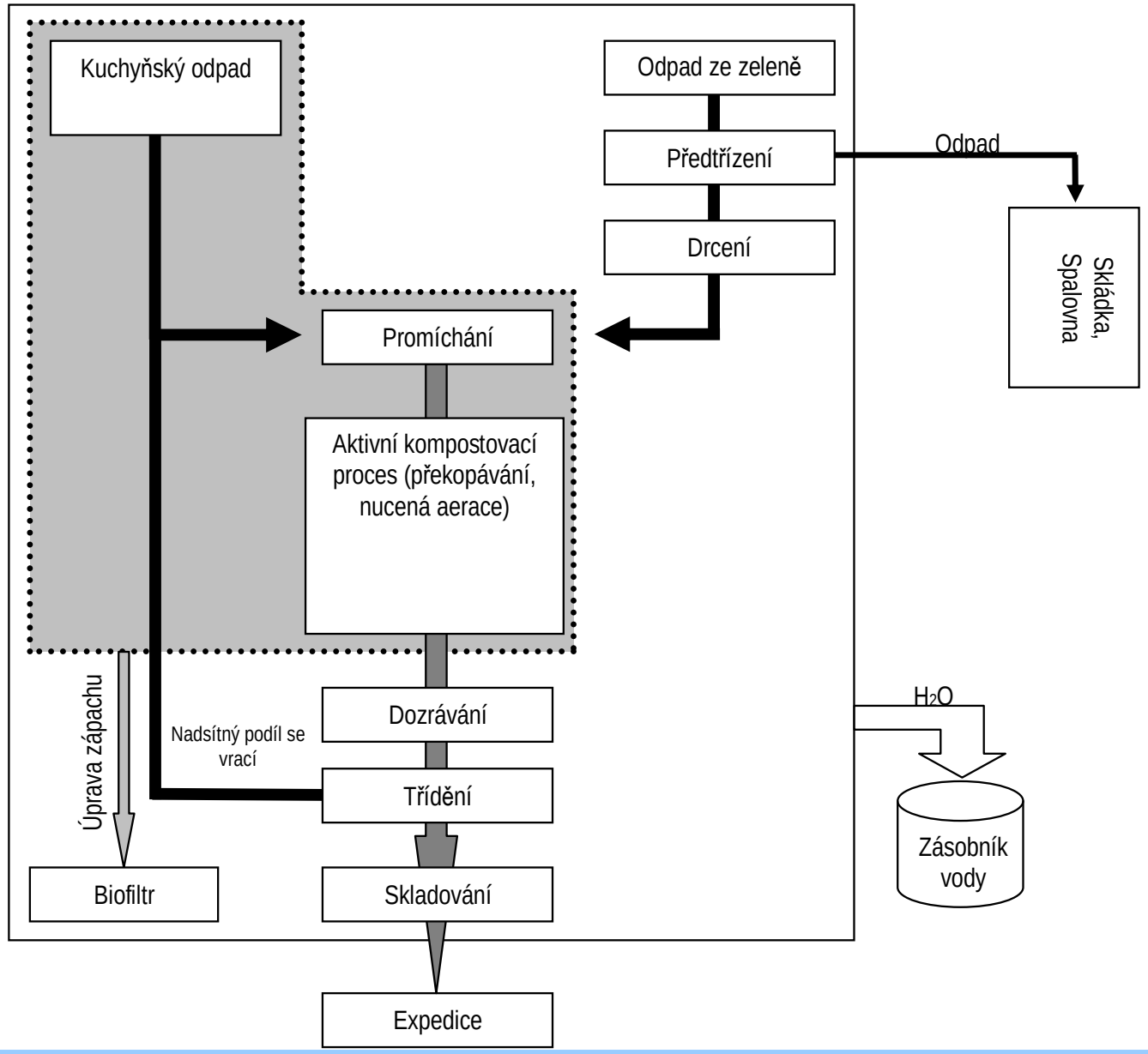
Třída III – určena pro využití na povrchu terénu vytvářeného rekultivačními vrstvami zabezpečených skládek odpadů podle ČSN 83 8035 Skládkování odpadů – Uzavírání a rekultivace skládek, rekultivačními vrstvami odkališť nebo pro filtrační náplně biofiltrů (kompost). Pro uvedené účely je možné užívat i Třídu I a Třídu II.

3. skupina - stabilizovaný bioodpad určený k uložení na skládku v souladu s jiným právním předpisem nebo k jinému způsobu využití, než výstupy 1. a 2. skupiny.

4. skupina - výstupy ze zařízení k využívání bioodpadů, které nesplňují podmínky pro 1., 2. a 3. skupinu a které jsou odpady biologicky nerozložitelnými, určenými většinou k jejich odstranění.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.1 Technologické schéma kompostování



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.3 Vlhkost, organická hmota a živiny v hmotách vhodných do kompostu

Hmota	Vlhkost	Org. látky	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	[%]	[% sušiny]					
chlévská mrva - skot	75 - 82	78 - 85	1,8 - 2,4	1,1- 1,4	2,5 - 2,9	2,0 - 2,4	0,4 - 0,7
chlévská mrva - koně	68 - 73	86 - 92	1,9 - 2,5	1,0 - 1,3	1,9 - 2,3	1,1 - 1,3	0,2 - 0,5
chlévská mrva - ovce	65 - 70	88 - 96	2,5 - 3,0	0,7 - 1,0	2,0 - 2,3	0,8 - 1,1	0,1 - 0,4
močůvka	96 - 99	0 - 3*	0,1 - 0,9*	0,0 - 0,1*	0,1 - 1,7*	0,0 - 0,1*	0,0
kejda prasat	91 - 98	72 - 78	5,0 - 5,8	3,5 - 4,2	2,8 - 3,4	3,1 - 3,8	0,7 - 1,3
kejda skotu	94 - 99	70 - 81	3,5 - 4,5	1,6 - 2,0	3,2 - 3,9	2,0 - 5,0	0,5 - 0,8
kejda drůbeže	82 - 97	65 - 76	5,0 - 8,1	2,8 - S,1	2,9 - 4,8	8,0 - 1 l,0	0,6 - 0,9
sláma obilovin	13 - 20	92 - 96	0,4 - 0,6	0,1 - 0,3	0,9 - 1,1	0,3 - 0,4	0,1 - 0,2
sláma řepky	15 - 18	95 - 97	0,5 - 0,7	0,2 - 0,3	1,1 - 1,4	1,2 - 1,5	0,2 - 0,3
nať bramborová	25 - 60	88 - 91	0,7 - 0,8	0,2 - 0,3	1,3 - 1,6	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2
listí	15 - 40	88 - 94	0,9 - 1,5	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	1,7 - 3,0	0,1 - 0,2
odpad zeleniny	80 - 90	85 - 90	1,5 - 2,5	0,8 - 1,3	1,0 - 2,0	0,8 - 2,0	0,2 - 0,4
stařina z luk	10 - 30	88 - 95	0,8 - 1,0	0,4 - 0,6	1,0 - 1,8	0,9 - 1,7	0,1 - 0,2
výhozy z příkopů	10 - 40	15 - 20	0,3 - 0,6	0,3 - 0,5	0,4 - 0,7	2,0 - 7,0	0,6 - 1,2
kuchyňský odpad	65 - 80	75 - 88	1,2 - 2,3	0,3 - 0,7	0,4 - 0,8	1,9 - 3,0	0,3 - 0,6
výlisky z ovoce	65 - 87	78 - 92	0,1 - 0,6	0,1 - 0,3	0,3 - 0,6	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.3 Vlhkost, organická hmota a živiny v hmotách vhodných do kompostu

Hmota	Vlhkost	Org. látky	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	[%]	[% sušiny]					
piliny	40 - 70	97 - 99	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,0
stromová kůra	40 - 70	94 - 98	0,2 - 0,4	0 0 - 0,2	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,0
zemina cukrovar. a škrobár.	15 - 35	7 - 13	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	0,2 - 1,2	2;0 - 6,0	0,0 - 0,3
šáma cukrovarnická	15 - 50	3 - 12	0,2 - 0,5	0,7 - 1,0	0,1 - 0,4	48 - 52	3,0 - 4,5
kanalizační kal	55 - 96	27 - 45	2,0 - 4,5	0,6-1,3	0,3 - 0,8	2,5 -10	0,4 - 1,0
jímkový kal (a ze septiků)	91 - 98	30 - 48	2,2 - 4,0	0,5 - 1,2	0,3 - 0,8	1,5 - 6,0	0,2 - 0,4
popel ze dřeva	5 - 40	4 - 10	0,0 - 0,1	2,0 - 4,0	6,0 - 10	33 - 35	4,0 - 7,0
vytříděný bioodpad	37 - 64	69 - 82	1,2 - 1,9	0,2 - 0,5	0,3 - 0,6	1,5 - 2,5	0,2 - 0,5
pazdeří	10 - 15	83 - 98	0,4 - 0,7	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,3 - 0,5	0,0
rybniční bahno	25 - 80	8 - 25	0,3 - 0,6	0,2 - 0,3	0,4 - 0,6	2,5 - 3,5	0,1 - 0,5
lihovarnické výpalky	80 - 93	86 - 89	2,9 - 3,3	1,1 - 1,4	6,0 - 6,5	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1
kostní šrot	5 - 20	17 - 23	1,4 - 1,9	28 - 33	0,1 - 0,4	25 - 40	3,0 - 6,0
hnědouhelný prach	15 - 40	30 - 64	0,2 - 0,7	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,8 - 2,0	0,1 - 0,2
odpad mlýnský, krmivářský	8 - 15	65 - 85	0,8 - 1,3	0,2 - 0,5	0,3 - 1,0	0,9 - 4,0	0,1 - 0,3
rašelina	60 - 80	55 - 90	1,2 - 3,0	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3	0,5 - 1,0	0,1 - 0,3
jateční odpad	70 - 85	75 - 95	5,0 - 9,0	0,2 - 0,4	0,2 - 0,6	0,6 - 1,0	0,1 - 0,3

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.4 Hodnoty poměru C:N u některých materiálů

Materiál	C:N	Materiál - vysoký obsah dusíku	C:N
Močůvka	2:1	Posečená tráva	19:1
Kejda skotu	10:1	Čistírenský kal (vyhnilý)	16:1
Drůbeží trus	10:1	Kuchyňský odpad	15:1
Posečená tráva	20:1	Hnůj skotu	20:1
Hnůj skotu	25:1	Koňský hnůj	25:1
Odpad ze zahrady	40:1	**Materiál - vysoký obsah uhlíku**	**C:N**
Listí	50:1	Listí	40 – 80:1
Sláma (žito, oves)	60:1	Kůra	100 – 130:1
Sláma (pšenice, ječmen)	100:1	Papír	170:1
Kůra	120:1	Dřevo a piliny	300 – 700:1
Piliny	500:1		

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.5 Optimální vlhkost v kompostu podle pórovitosti zpracovávaného materiálu

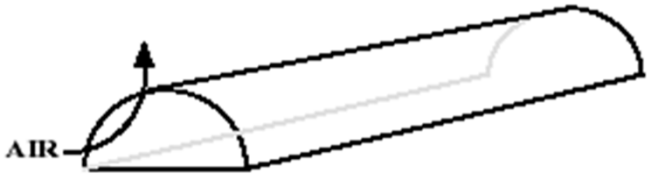
Kompost	Optimální vlhkost [%]
zemité komposty s obsahem organických látek do 20 % v sušině (např. na bázi rybničního bahna)	45 - 50
komposty ze zemědělských odpadních hmot s obsahem 30 – 40 % organických látek v sušině	55 - 60
organické komposty ze stromové kůry, dřevních odpadů a při kompostování chlévské mrvy se zeminou, kdy obsah organických látek v sušině je v rozmezí 50 – 70 %	60 – 70

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.6 Přehled výhod a nevýhod jednotlivých technologií kompostování

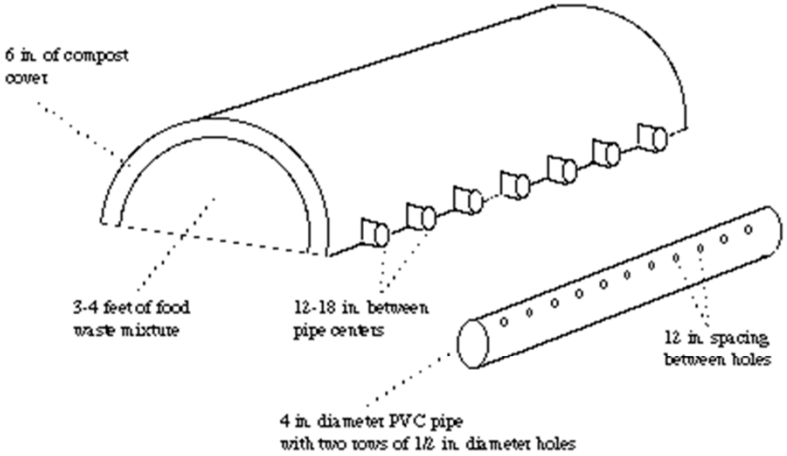
Low-tech

Kompostování na hromadách



Zakládka (3.13)

Pasivně provzdušňované hromady



Pasivně provzdušňovaná hromada (3.28)

Popis technologie:

Přímé, dlouhé hromady kompostu, které jsou pravidelně provzdušňovány, aby se zvýšilo množství kyslíku. Provzdušňování probíhá za pomoci přirozeného proudění vzduchu.

Výhody:

- Jednoduchá metoda, která nepotřebuje složité vybavení
- Vhodné pro zpracování velkého objemu vstupního materiálu
- Přizpůsobivá metoda pro každé podmínky
- Nižší investiční náklady
- Nižší spotřeba energií

Nevýhody:

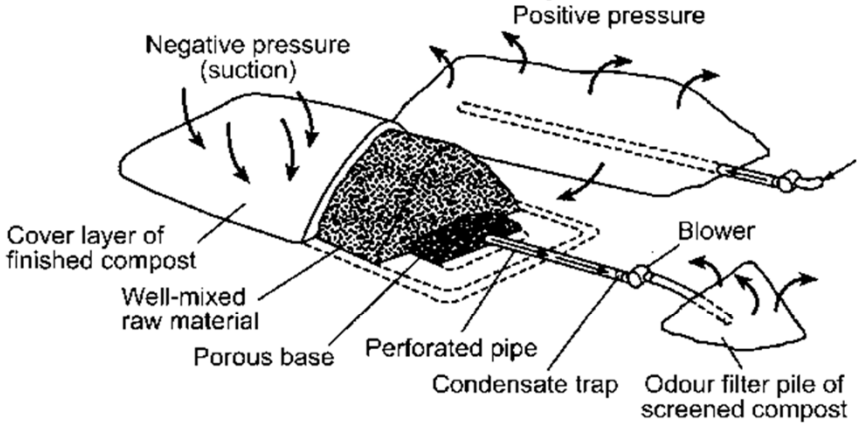
- Vysoké požadavky na prostor
- Dlouhá doba zpracování: 3–6 měsíců
- Vyskytují se problémy se zápachem a prašností
- Nelze zabezpečit výslednou kvalitu produktu (kompostu)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.7 Přehled výhod a nevýhod jednotlivých technologií kompostování

Mid-tech

Aktivně provzdušňované kompostovací hromady



Aktivně provzdušňované kompostovaní hromady (3.29)

Popis technologie:
Provzdušňování je zabezpečeno pomocí ventilátorů.
K formování hromad se využívá čelního nakladače.

Výhody:

- Zkrácení doby potřebné ke kompostování na 3–5 týdnů + 30 dnů pro dozrání kompostu
- Vhodné pro zpracování velkého objemu vstupního materiálu
- Přizpůsobivá metoda pro každé podmínky
- Technologicky jednoduší
- Nižší investiční náklady

Nevýhody:

- Nevhodné pro odpady, které potřebují promíchávání během kompostovacího procesu (kuchyňské odpady)
- Vyskytují se problémy se zápachem a prašností
- Vysoké požadavky na prostor

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

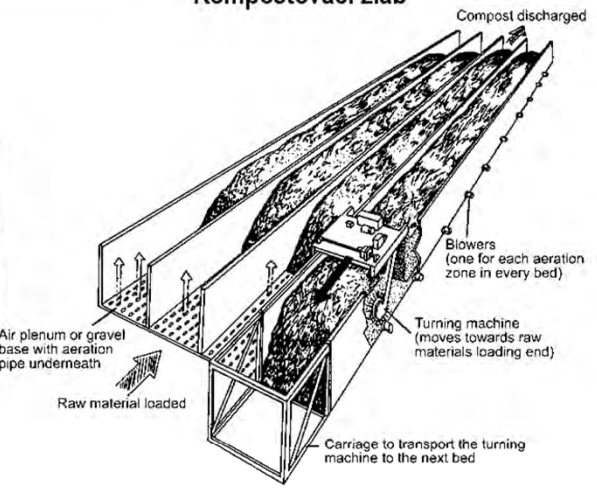
Příloha 1, kapitoly 5, tabulka 5.8
Přehled výhod a nevýhod jednotlivých technologií kompostování

High-tech

Kompostovací jednotky

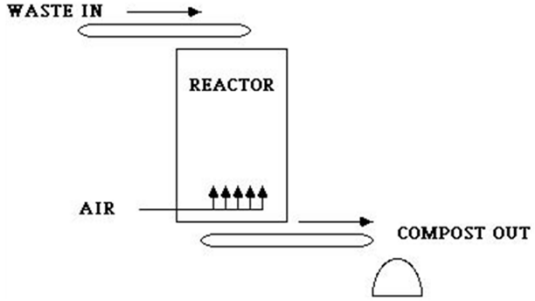
Kompostovací jednotky (3.30)

Kompostovací žlab



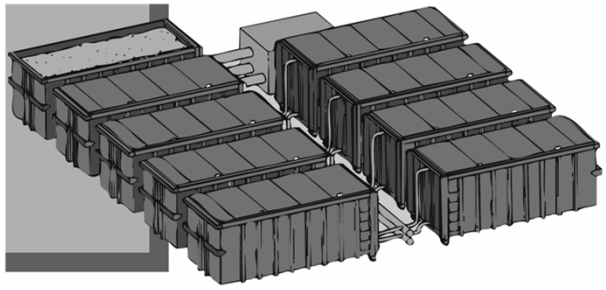
Kompostovací žlab (3.28)

Kompostovací silo



Kompostovací silo (3.13)

Mobilní kompostovací reaktory



Mobilní kompostárna (3.31)

Popis technologie:
Materiál je založen do sila, žlabu, tunelu nebo kompostovací jednotky
Přívoz vzduchu k materiálu je perforovanou podlahou

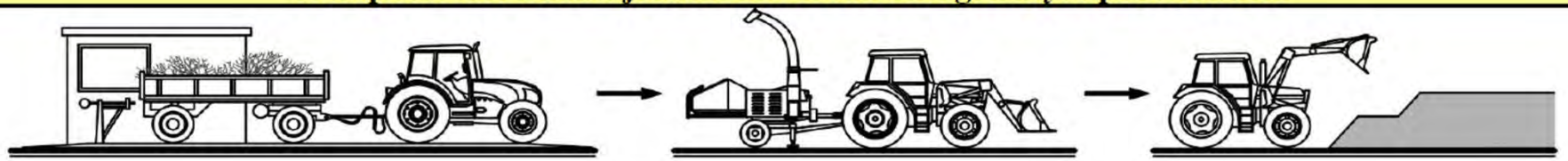
Výhody:
- Potřeba malého zastavěného prostoru
- Snadná kontrola procesu
- Zkrácený kompostovací proces (2–3 týdny + 2 měsíce pro dozrání)
- Problémy se zápachem jsou eliminovány

Nevýhody:
- Rostoucí riziko poruchovosti systému
- Vysoké investiční náklady
- Závislost na dodávkách energie
- Zařízení musí být vyrobena z odolných materiálů z důvodu vystavení agresivnímu prostředí

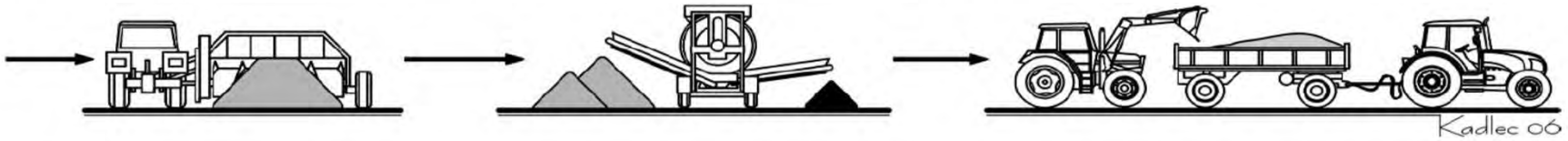
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.2 Kompostovací linka s jedním mobilním energetickým prostředkem

Kompostovací linka s jedním mobilním energetickým prostředkem



Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu – vytváření pásových hromad
- *kolový traktor* - *traktorový sklápěcí přívěs* - *mostová váha*	- *kolový traktor* - *drtič poháněný vývodovým hřídelem* *(štěpkovač poháněný vývodovým hřídelem)*	- *traktor s čelní lopatou*



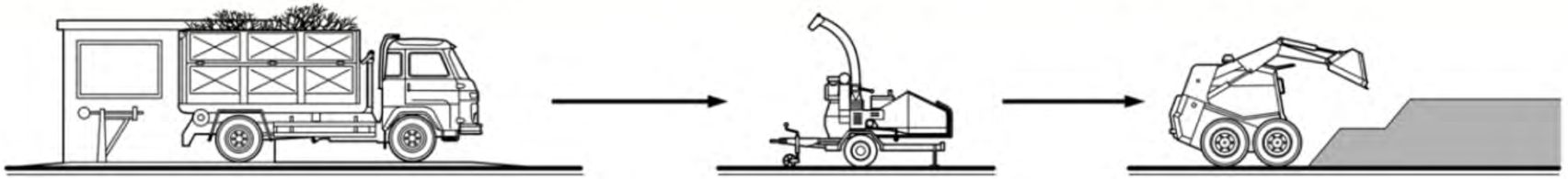
Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání a odvoz hotového kompostu
- *kolový traktor* - *překopávač kompostu připojitelný tažený*	- *rotační síto válcové s vlastním pohonem*	- *kolový traktor s čelní lopatou* - *traktorový sklápěcí přívěs*

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	kolový traktor	kolový traktor	kolový traktor	kolový traktor	---	kolový traktor
		Počet	1	1	1	1	---	1
	Pracovní stroj	Název	traktorový sklápěcí přívěs	drtič (štěpkovač)	čelní lopata - adaptér	překopávač kompostu připojitelný	rotační síto válcové s elektromotorem	čelní lopata - adaptér
		Počet	1	1	1	1	1	1
Počet obsluhujících		Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	---	---	---	---	1	---

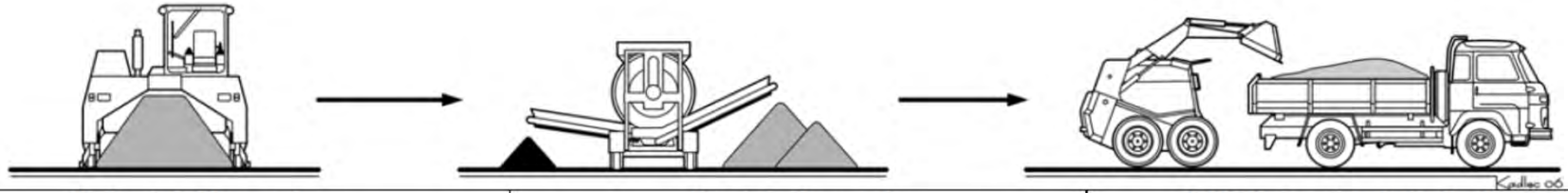
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.3 Kompostovací linka sestavená z jednoúčelových strojů

Kompostovací linka sestavená z jednoúčelových strojů



Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu – vytváření pásových hromad
- *nákladní komunální vozidlo* - *mostová váha*	- *drtič s vlastním pohonem pracovního ústrojí* *(štěpkovač s vlastním pohonem pracovního ústrojí)*	- *univerzální čelní nakladač*



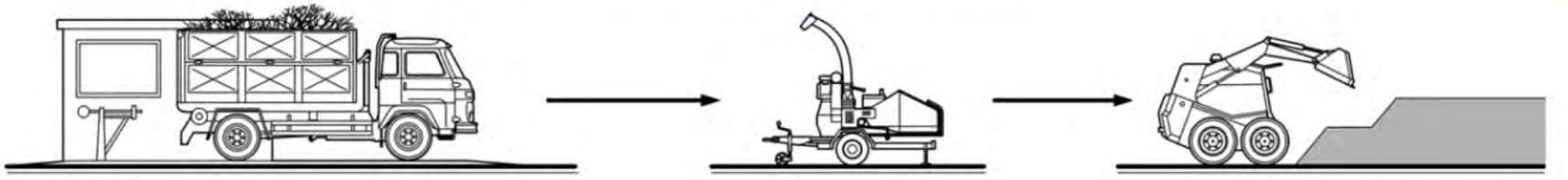
Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání a odvoz hotového kompostu
- *překopávač kompostu samojízdný*	- *rotační síto válcové s vlastním pohonem*	- *univerzální čelní nakladač* - *nákladní vozidlo*

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	---	---	---	---	---	
		Počet	---	---	---	---	---	---
	Pracovní stroj	Název	komunální vozidlo	drtič s vlastním pohonem	univerzální čelní nakladač	překopávač kompostu samojízdný	prosévací zařízeni s elektromotorem	univerzální čelní nakladač
		Počet	1	1	1	1	1	1
Počet obsluhujících		Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	---	---	---	---	1	---

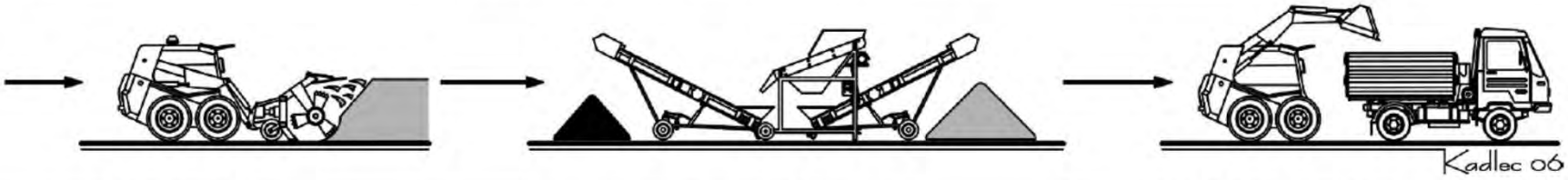
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.4 Kombinovaná kompostovací linka

Kombinovaná kompostovací linka



Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu – vytváření pásových hromad
- *nákladní komunální vozidlo* - *mostová váha*	- *drtič s vlastním pohonem pracovního ústrojí (štěpkovač s vlastním pohonem pracovního ústrojí)*	- *univerzální čelní nakladač*



Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání a odvoz hotového kompostu
- *univerzální čelní nakladač* - *připojitelný překopávač kompostu nesený vpředu*	- *vibrační síto rovinné s vlastním pohonem* - *pásový dopravník*	- *univerzální čelní nakladač* - *nákladní komunální vozidlo*

Operace		Název	Dovoz a příjem surovin	Jemná dezintegrace	Zakládání kompostu	Překopávání kompostu	Prosévání kompostu	Nakládání kompostu
Souprava	Energetický prostředek (zdroj)	Název	komunální vozidlo	---	univerzální čelní nakladač	univerzální čelní nakladač	---	univerzální čelní nakladač
		Počet	1	---	1	1	---	1
	Pracovní stroj	Název	---	drtič s vlastním pohonem	lopata nakládací	překopávač kompostu připojitelný	prosévací zařízeni s elektromotorem	lopata nakládací
		Počet	---	1	1	1	1	1
Počet obsluhujících		Řidič	1	1	1	1	1	1
		Obsluha	---	---	---	---	1	---

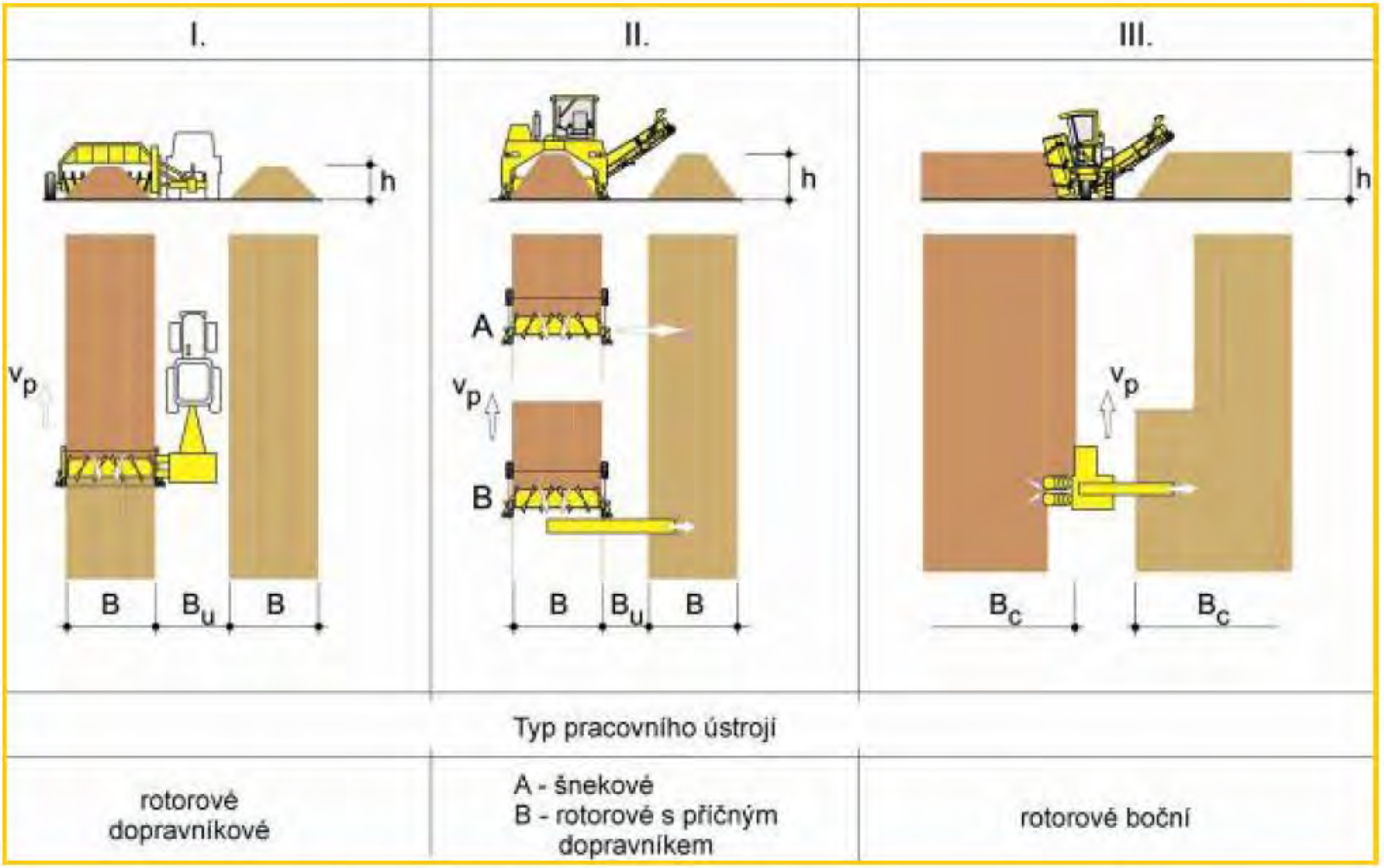
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.5 Drtiče a štěpkovače

- Štěpkovače a drtiče jsou vybaveny elektrickými nebo spalovacími motory, nebo jsou připojitelné k vývodovému hřídeli traktoru nebo malotraktoru.
- Většinou jsou mobilní, osazeny jednoosým nebo dvouosým podvozkem.
- Drtiče s motory o výkonu větším než 8 kW jsou schopny zpracovat větve a drobné zbytky do průměru 100 mm.
- Drtiče a štěpkovače připojitelné k vývodovému hřídeli traktoru jsou schopny zpracovat větve a drobné zbytky do průměru 150 mm.
- Nejvýkonnější drtiče jsou schopny zpracovat kmeny do průměru 500 mm nebo demoliční dřevo bez ohledu na kov. S ohledem na jejich výkon, který je až 150 $m^3.h^{-1}$, jsou ekonomicky využitelné jen v mobilních linkách obsluhujících větší počet kompostáren.

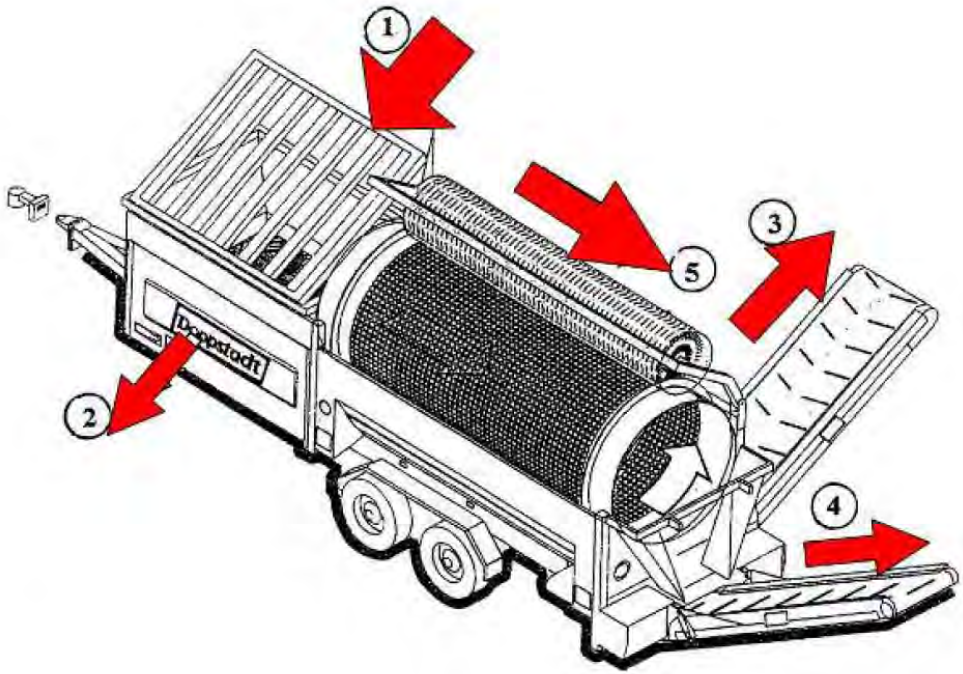
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.6 Překopávače kompostu



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5.7 Prosévače kompostu: Bubnové rotační síto



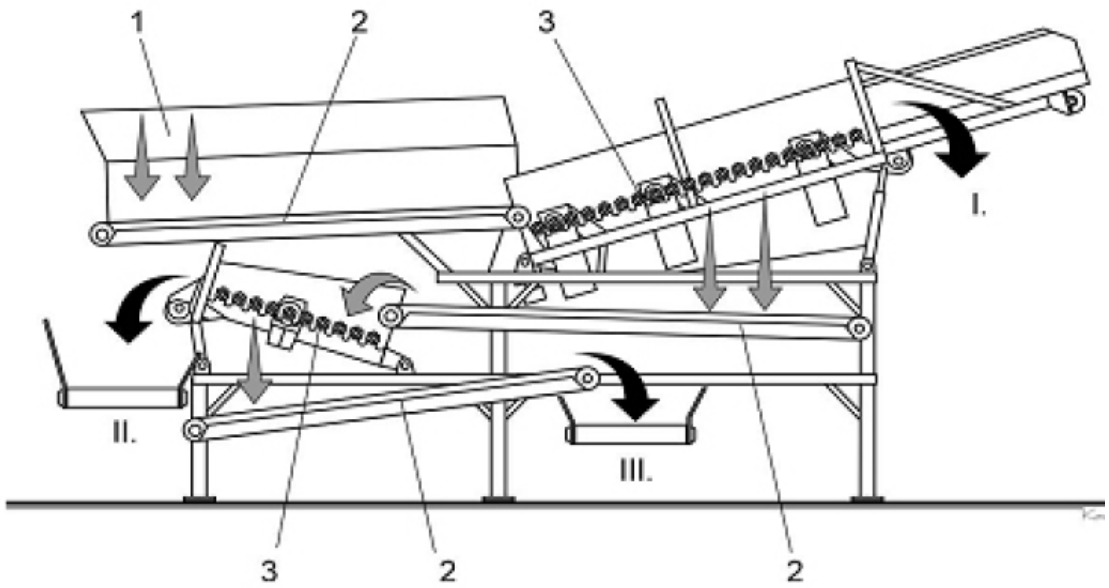
1. Přísun materiálu, 2. odvod hrubých příměsí, 3. odvod jemné frakce, 4. odvod hrubé frakce, 5. čistící kartáč

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

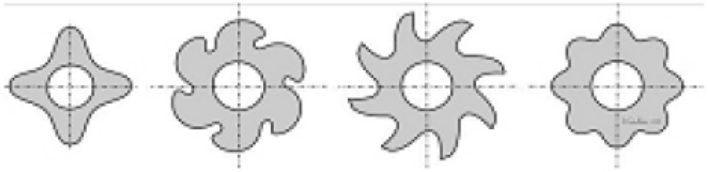
Příloha 1, kapitoly 5, obrázek 5. 8 Prosévače kompostu -

Třídič s rotačními rošty

1. Přísun materiálu, 2. pásový dopravník, 3. Rotační rošt, I. odvod nejhrubší frakce, II. odvod střední frakce, III. odvod nejjemnější frakce



Tvary pracovních elementů rotačních roštů



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5 Bioplynové stanice a další zařízení s procesem anaerobní digesce bioodpadů

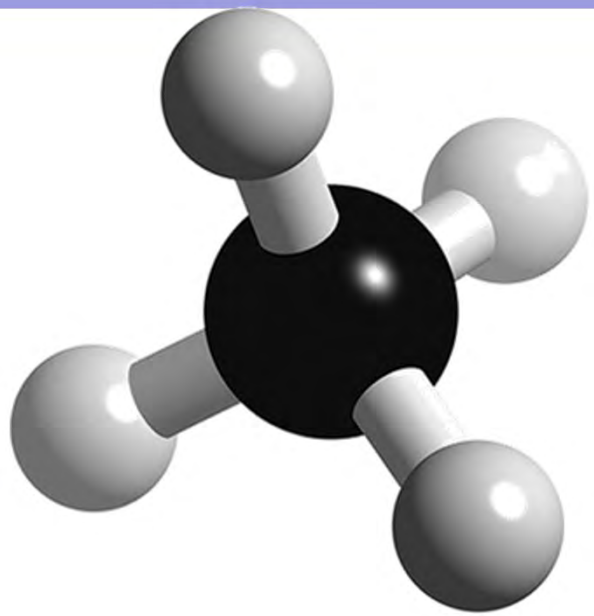
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, tabulka 5.1 Četnost kontrol výstupů ze zařízení k využívání bioodpadů

Roční produkce výstupů	Jednotky	Četnost kontrol výstupu
Do 150 - malé zařízení	t	1 x za rok
0- 1000	t	2 x za rok*
1001 -5000	t	4 x za rok*
5001 a více	t	12 x za rok*

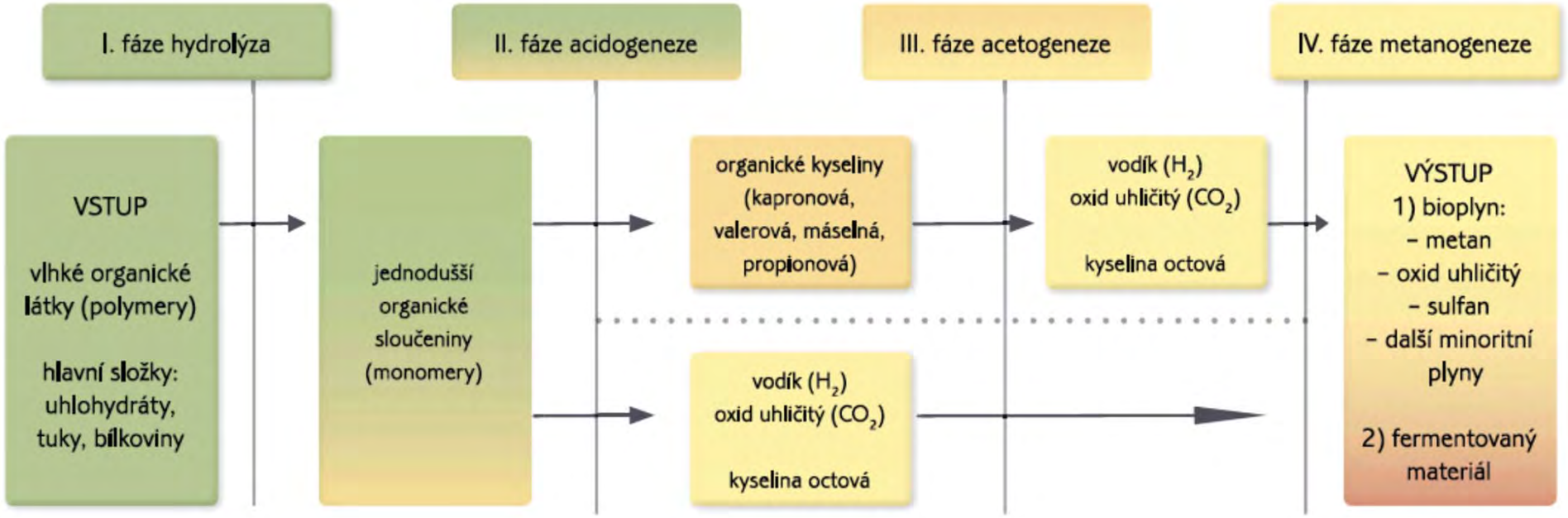
*v případě celoročního provozu se kontroly provádějí se stanovenou četností v zimním a letním období

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.1 Fáze vzniku bioplynu

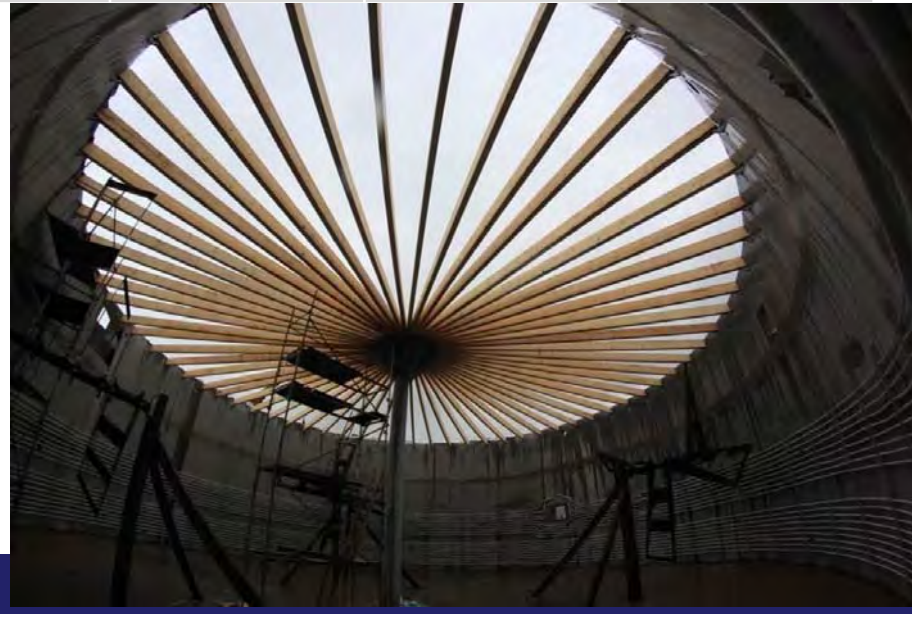
Zjednodušené schéma o čtyřech fázích:



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, tabulka 5.2 Vybrané tepelné a fyzikální vlastnosti bioplynu

Charakteristika		CH_4	CO_2	H_2	H_2S	Bioplyn (60 % CH_4 40 % CO_2)
Objemový díl	[%]	55 - 70	27 - 47	1	3	100
Výhřevnost	[$MJ.m^{-3}$]	35,8	---	10,8	22,8	21,5
Hranice zápalnosti	[obj.%]	5 - 15	---	4 - 80	4 - 45	6 - 12
Zápalná teplota	[°C]	650 - 750	---	585	---	650 - 750
Měrná hmotnost	[$kg.m^{-3}$]	0,72	1,98	0,09	1,54	1,2



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, tabulka 5.3 Vlhkost, organická hmota a živiny v materiálech

Hmota	Vlhkost	Org. látky	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	[%]	[% sušiny]					
chlévská mrva - skot	75 - 82	78 - 85	1,8 - 2,4	1,1- 1,4	2,5 - 2,9	2,0 - 2,4	0,4 - 0,7
chlévská mrva - koně	68 - 73	86 - 92	1,9 - 2,5	1,0 - 1,3	1,9 - 2,3	1,1 - 1,3	0,2 - 0,5
chlévská mrva - ovce	65 - 70	88 - 96	2,5 - 3,0	0,7 - 1,0	2,0 - 2,3	0,8 - 1,1	0,1 - 0,4
močůvka	96 - 99	0 - 3	0,1 - 0,9	0,0 - 0,1	0,1 - 1,7	0,0 - 0,1	0,0
kejda prasat	91 - 98	72 - 78	5,0 - 5,8	3,5 - 4,2	2,8 - 3,4	3,1 - 3,8	0,7 - 1,3
kejda skotu	94 - 99	70 - 81	3,5 - 4,5	1,6 - 2,0	3,2 - 3,9	2,0 - 5,0	0,5 - 0,8
kejda drůbeže	82 - 97	65 - 76	5,0 - 8,1	2,8 - S,1	2,9 - 4,8	8,0 - 1 l,0	0,6 - 0,9
sláma obilovin	13 - 20	92 - 96	0,4 - 0,6	0,1 - 0,3	0,9 - 1,1	0,3 - 0,4	0,1 - 0,2
sláma řepky	15 - 18	95 - 97	0,5 - 0,7	0,2 - 0,3	1,1 - 1,4	1,2 - 1,5	0,2 - 0,3
nať bramborová	25 - 60	88 - 91	0,7 - 0,8	0,2 - 0,3	1,3 - 1,6	0,2 - 0,4	0,1 - 0,2
listí	15 - 40	88 - 94	0,9 - 1,5	0,1 - 0,2	0,2 - 0,5	1,7 - 3,0	0,1 - 0,2
odpad zeleniny	80 - 90	85 - 90	1,5 - 2,5	0,8 - 1,3	1,0 - 2,0	0,8 - 2,0	0,2 - 0,4
stařina z luk	10 - 30	88 - 95	0,8 - 1,0	0,4 - 0,6	1,0 - 1,8	0,9 - 1,7	0,1 - 0,2
výhozy z příkopů	10 - 40	15 - 20	0,3 - 0,6	0,3 - 0,5	0,4 - 0,7	2,0 - 7,0	0,6 - 1,2
kuchyňský odpad	65 - 80	75 - 88	1,2 - 2,3	0,3 - 0,7	0,4 - 0,8	1,9 - 3,0	0,3 - 0,6
výlisky z ovoce	65 - 87	78 - 92	0,1 - 0,6	0,1 - 0,3	0,3 - 0,6	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, tabulka 5.3 Vlhkost, organická hmota a živiny v materiálech

Hmota	Vlhkost	Org. látky	N	P_2O_5	K_2O	CaO	MgO
	[%]	[% sušiny]					
piliny	40 - 70	97 - 99	0,0 - 0,2	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,1 - 0,2	0,0
stromová kůra	40 - 70	94 - 98	0,2 - 0,4	0 0 - 0,2	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,0
zemina cukrovar. a škrobár.	15 - 35	7 - 13	0,1 - 0,2	0,1 - 0,4	0,2 - 1,2	2;0 - 6,0	0,0 - 0,3
šáma cukrovarnická	15 - 50	3 - 12	0,2 - 0,5	0,7 - 1,0	0,1 - 0,4	48 - 52	3,0 - 4,5
kanalizační kal	55 - 96	27 - 45	2,0 - 4,5	0,6-1,3	0,3 - 0,8	2,5 -10	0,4 - 1,0
jímkový kal (a ze septiků)	91 - 98	30 - 48	2,2 - 4,0	0,5 - 1,2	0,3 - 0,8	1,5 - 6,0	0,2 - 0,4
popel ze dřeva	5 - 40	4 - 10	0,0 - 0,1	2,0 - 4,0	6,0 - 10	33 - 35	4,0 - 7,0
vytříděný bioodpad	37 - 64	69 - 82	1,2 - 1,9	0,2 - 0,5	0,3 - 0,6	1,5 - 2,5	0,2 - 0,5
pazdeří	10 - 15	83 - 98	0,4 - 0,7	0,0 - 0,1	0,0 - 0,1	0,3 - 0,5	0,0
rybniční bahno	25 - 80	8 - 25	0,3 - 0,6	0,2 - 0,3	0,4 - 0,6	2,5 - 3,5	0,1 - 0,5
lihovarnické výpalky	80 - 93	86 - 89	2,9 - 3,3	1,1 - 1,4	6,0 - 6,5	0,1 - 0,3	0,0 - 0,1
kostní šrot	5 - 20	17 - 23	1,4 - 1,9	28 - 33	0,1 - 0,4	25 - 40	3,0 - 6,0
hnědouhelný prach	15 - 40	30 - 64	0,2 - 0,7	0,0 - 0,3	0,1 - 0,3	0,8 - 2,0	0,1 - 0,2
odpad mlýnský, krmivářský	8 - 15	65 - 85	0,8 - 1,3	0,2 - 0,5	0,3 - 1,0	0,9 - 4,0	0,1 - 0,3
rašelina	60 - 80	55 - 90	1,2 - 3,0	0,1 - 0,2	0,1 - 0,3	0,5 - 1,0	0,1 - 0,3
jateční odpad	70 - 85	75 - 95	5,0 - 9,0	0,2 - 0,4	0,2 - 0,6	0,6 - 1,0	0,1 - 0,3

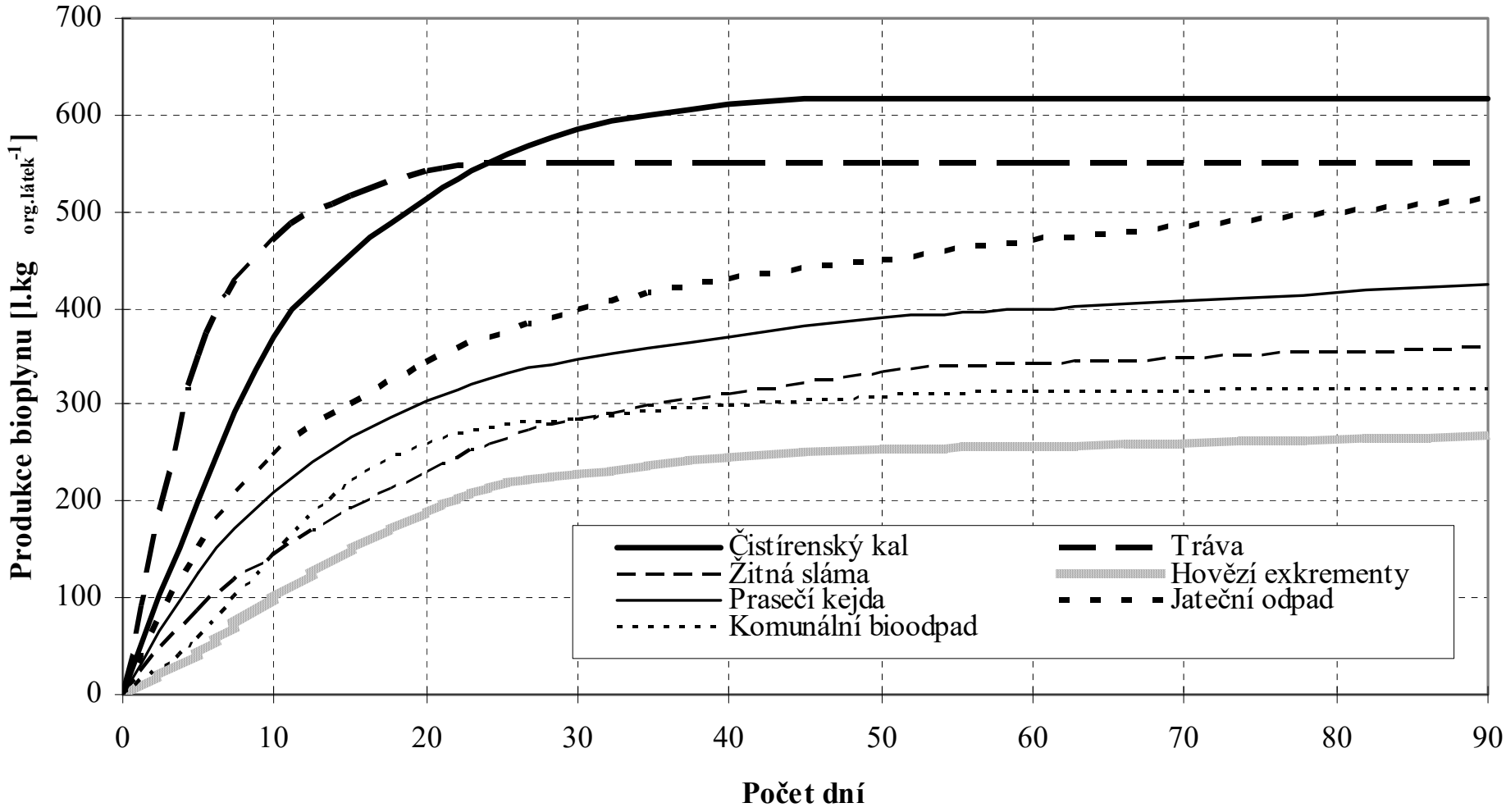
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, tabulka 5.4 Hodnoty poměru C:N u některých materiálů

Materiál	C:N	Materiál - vysoký obsah dusíku	C:N
Močůvka	2:1	Posečená tráva	19:1
Kejda skotu	10:1	Čistírenský kal (vyhnilý)	16:1
Drůbeží trus	10:1	Kuchyňský odpad	15:1
Posečená tráva	20:1	Hnůj skotu	20:1
Hnůj skotu	25:1	Koňský hnůj	25:1
Odpad ze zahrady	40:1	Materiál - vysoký obsah uhlíku	C:N
Listí	50:1	Listí	40 – 80:1
Sláma (žito, oves)	60:1	Kůra	100 – 130:1
Sláma (pšenice, ječmen)	100:1	Papír	170:1
Kůra	120:1	Dřevo a piliny	300 – 700:1
Piliny	500:1		

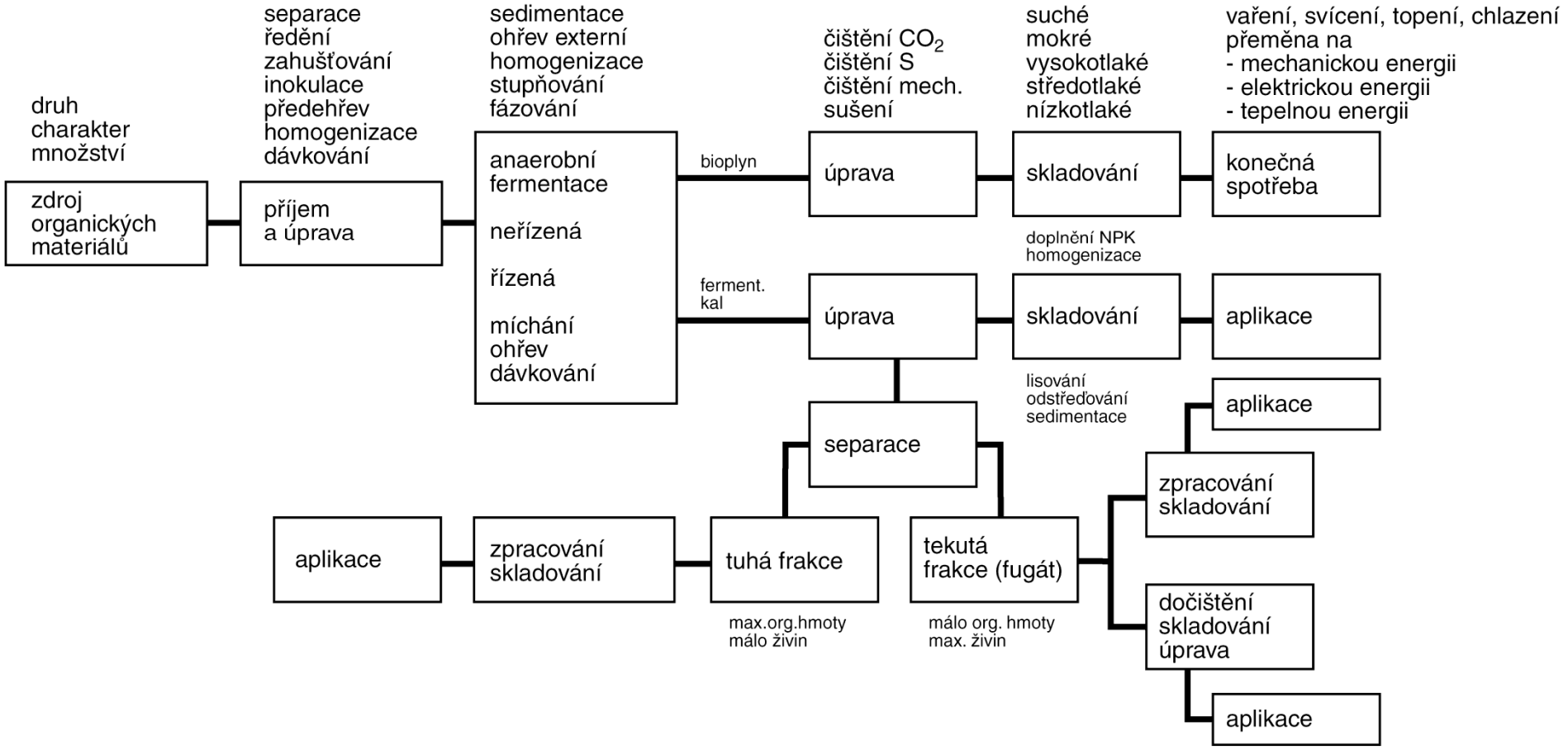
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.2 Výtěžnost bioplynu mezofilní anaerobní fermentací různých substrátů



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

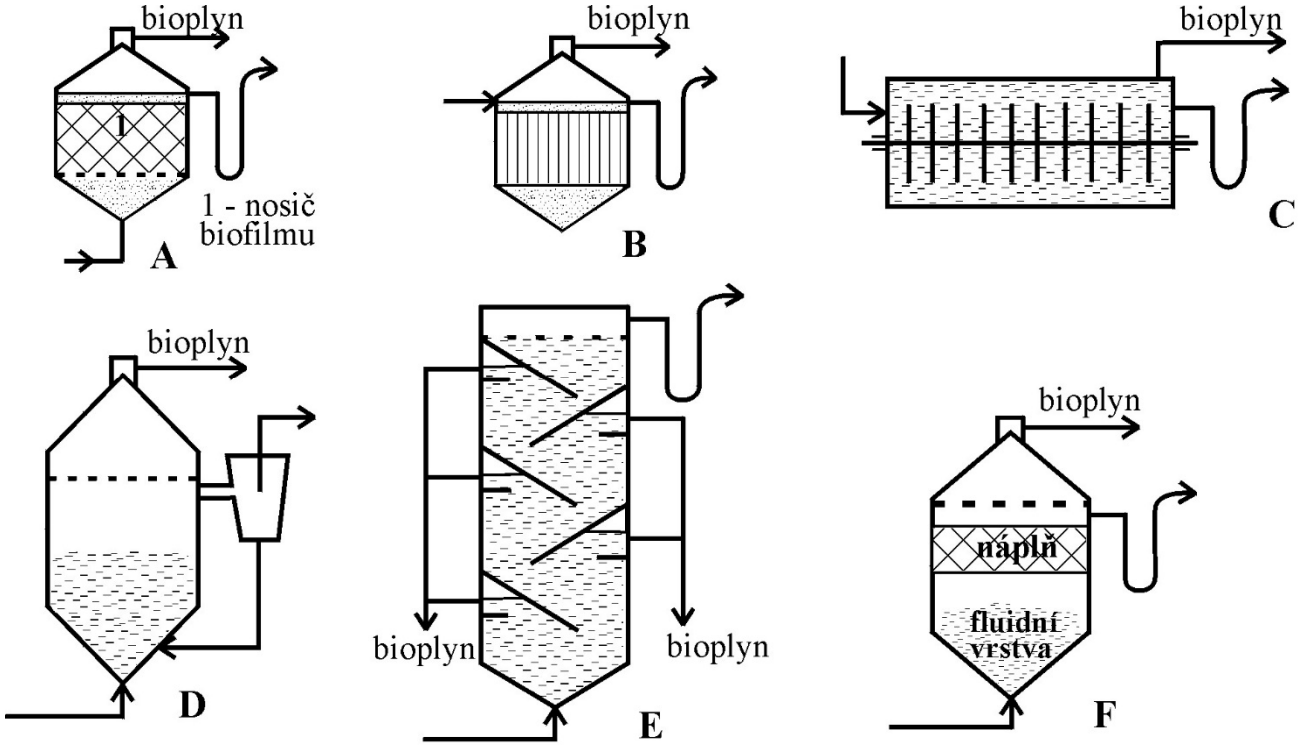
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.3 Blokové schéma strojní linky pro anaerobní fermentaci tekutých organických odpadů



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.4 Typy reaktorů pro metanizaci

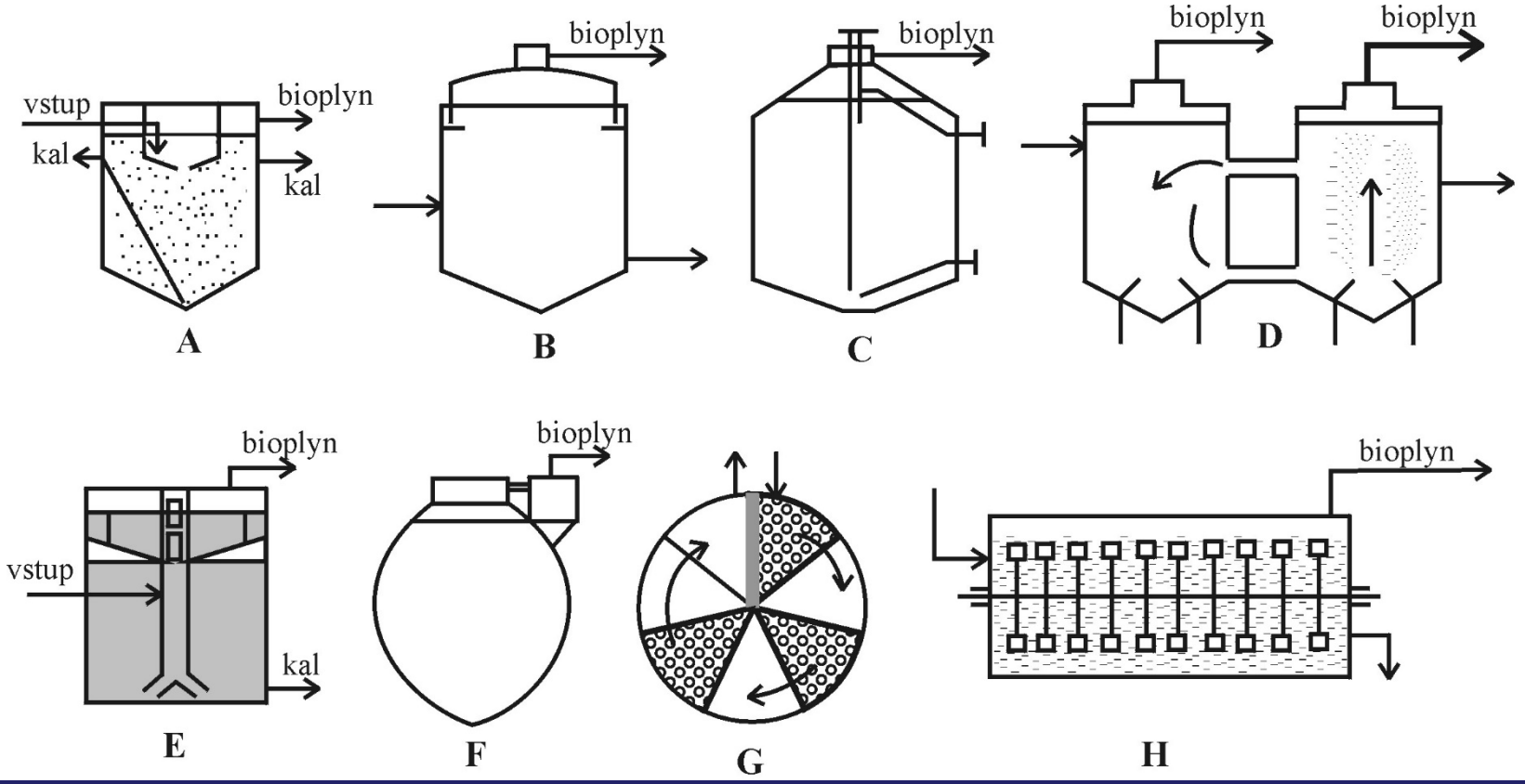
A – náplňový reaktor se vzestupným tokem s biofilmem na pevném násypu
B – výplňový reaktor se sestupným tokem s biofilmem na trubkových nosičích
C – horizontální reaktor s rotujícími disky (pro míchání i nesení biofilmu)
D – reaktor s fluidním ložem
E – reaktor se stupňovým kalovým ložem
F – hybridní reaktor



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

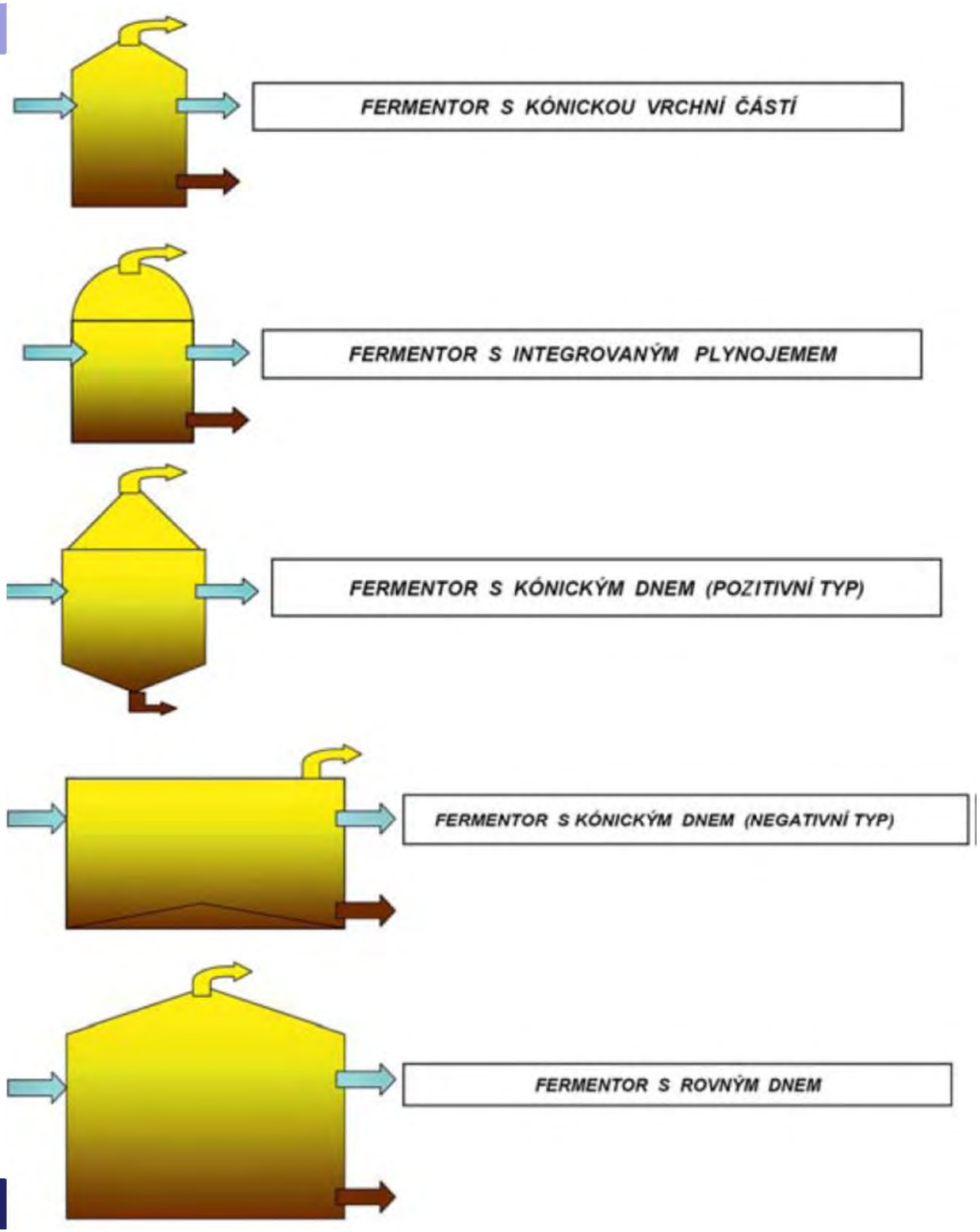
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.5 Typy reaktorových nádrží pro metanizaci

A – historická štěrbinová (Imhoffova) nádrž
B – nádrž s plovoucím nebo plynojemovým víkem
C – železobetonová nádrž stojatá válcová s kónickými dny
D – pneumaticky míchaná dvojčitá nádrž
E – pulzační nádrž systém BIMA
F – nádrž vejčitá s přepadovou komorou
G – válcová nádrž s programově řízenými míchacími sektory (pohled shora)
H – horizontální nádrž s rotačním míchadlem



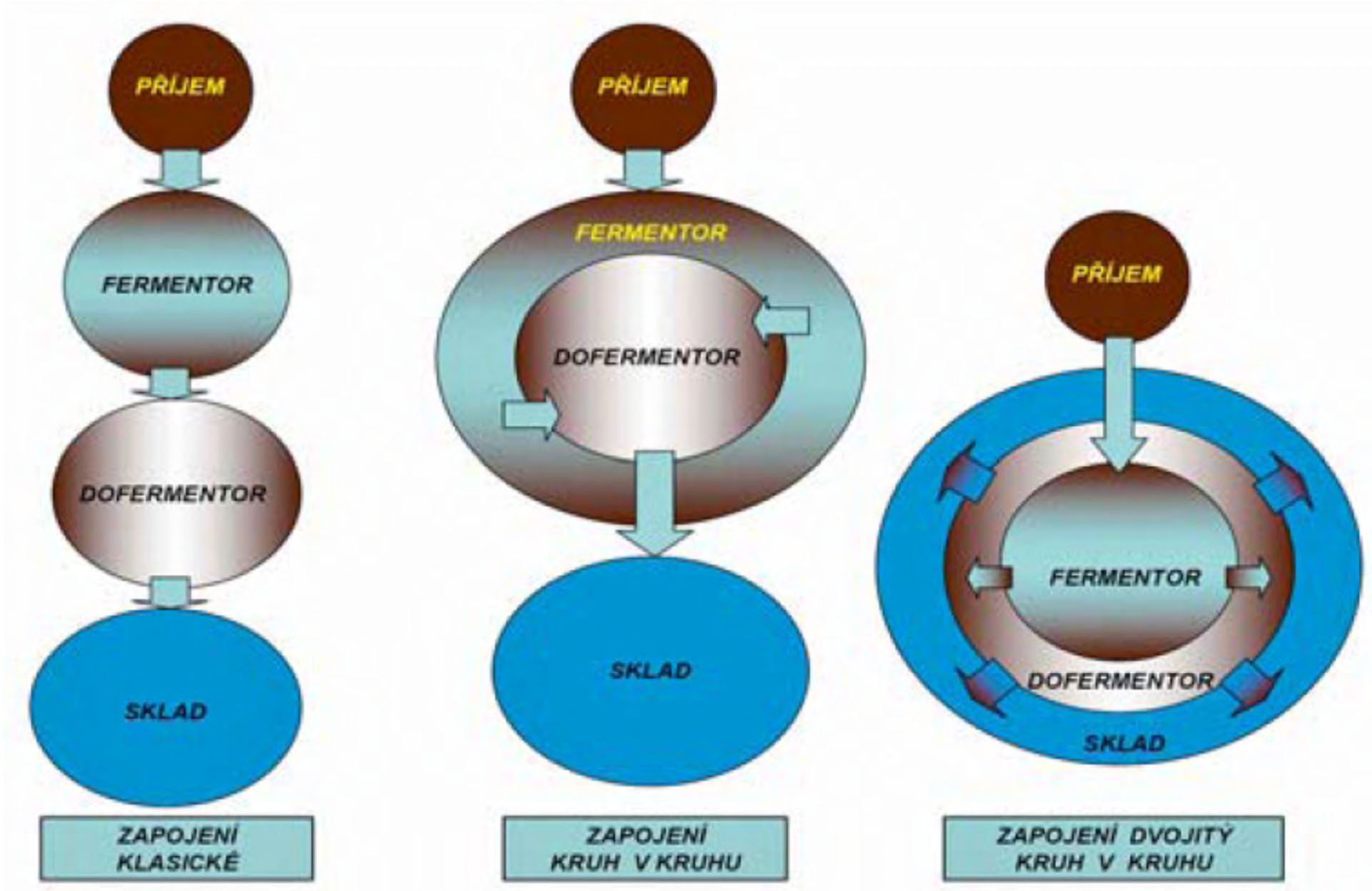
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.6
Základní tvary válcových fermentorů



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

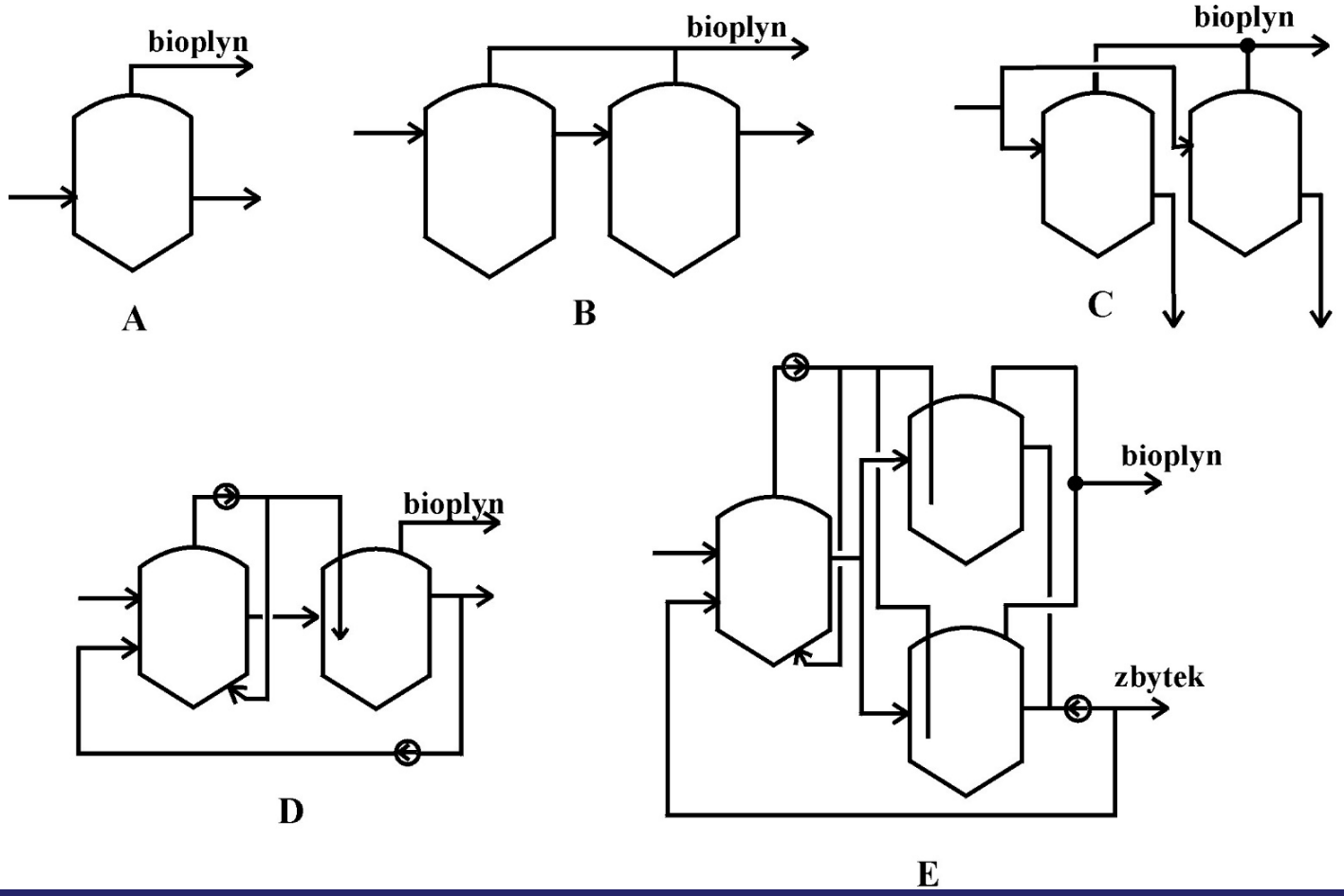
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.7 Fermentory umístěné v lince



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.8 Způsoby zapojení anaerobních reaktorů

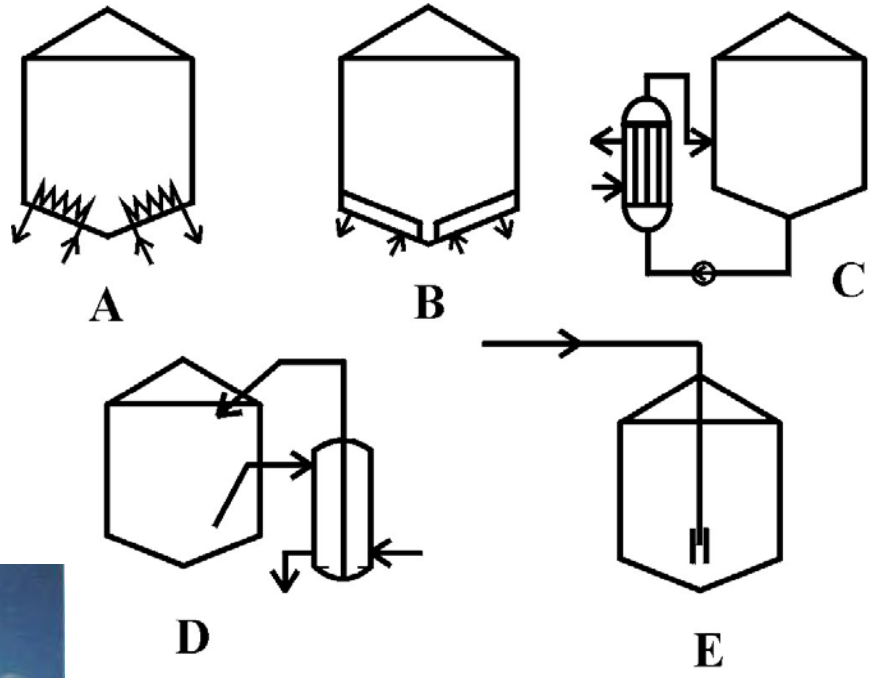
A – reaktor jednostupňový průtočný
B – reaktory sériové (jednostupňový průtočný systém)
C – reaktory paralelní (jednostupňový průtočný systém)
D – reaktory sériové (dvoustupňový proces)
E – reaktory sérioparalelní (systém s předreaktorem) (dvoustupňový proces)



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.9 Způsoby otopu anaerobních reaktorů

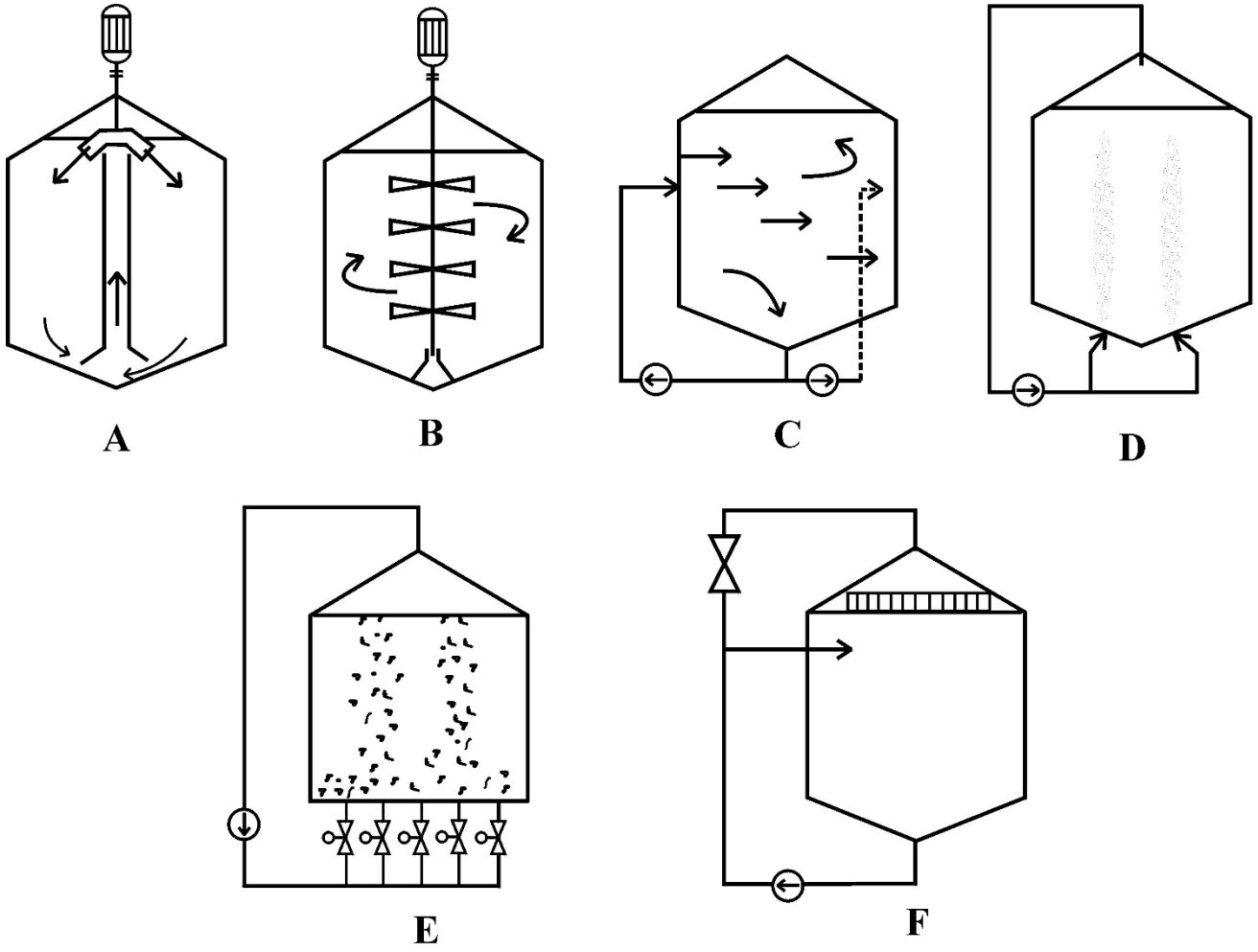
A – vnitřní výměník
D – rekuperační výměník
B – duplikátorový plášť
E – přímotopná pára
C – externí výměník



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

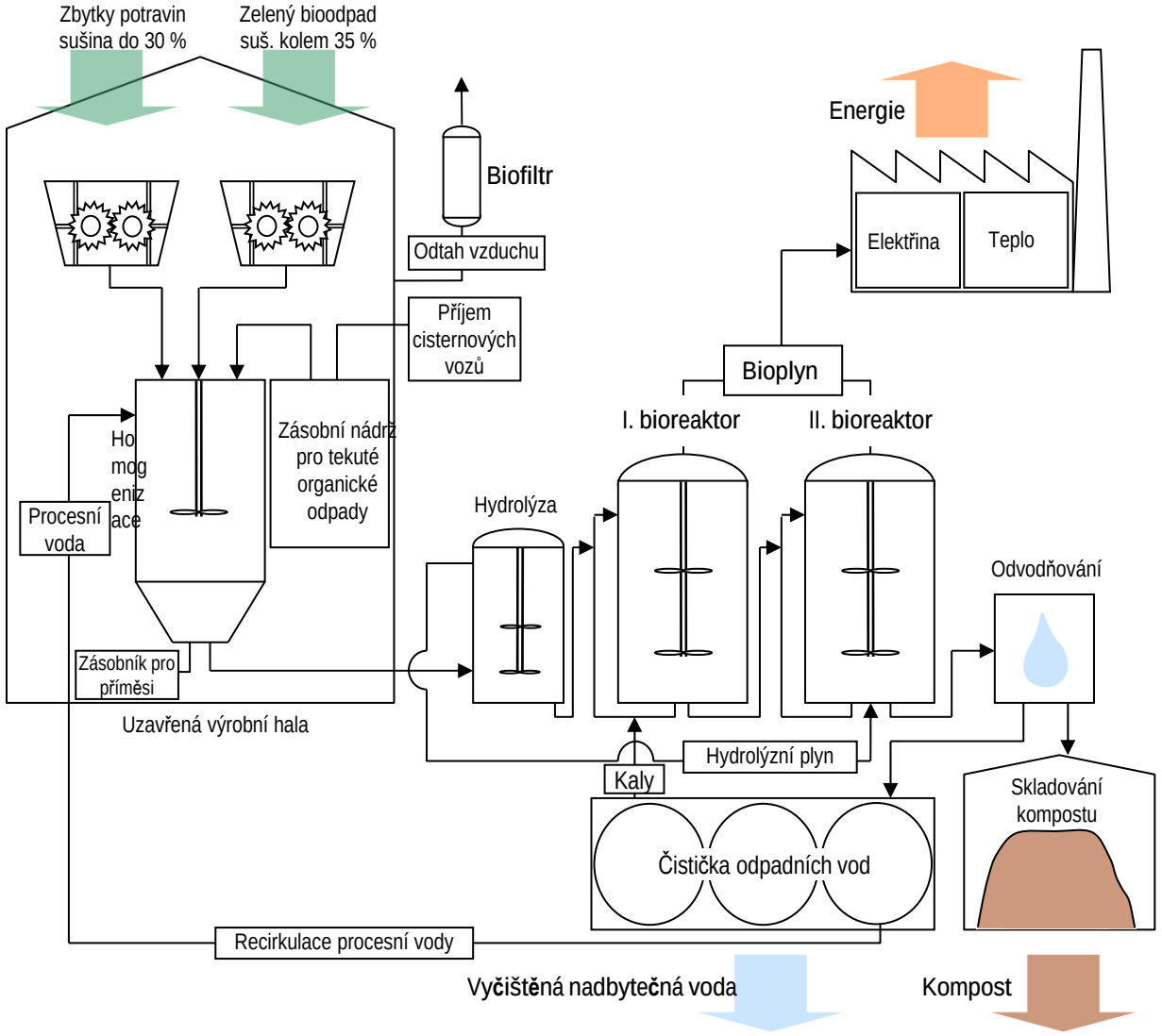
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.10 Způsoby míchání anaerobních reaktorů

A – míchání mechanické turbínové
B – míchání mechanické lopatkové
C – míchání hydraulické
D – míchání pneumatické s pevnými vstupy
E – míchání pneumatické programově řízené
F – míchání hydraulické s odpěňovací sprchou



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

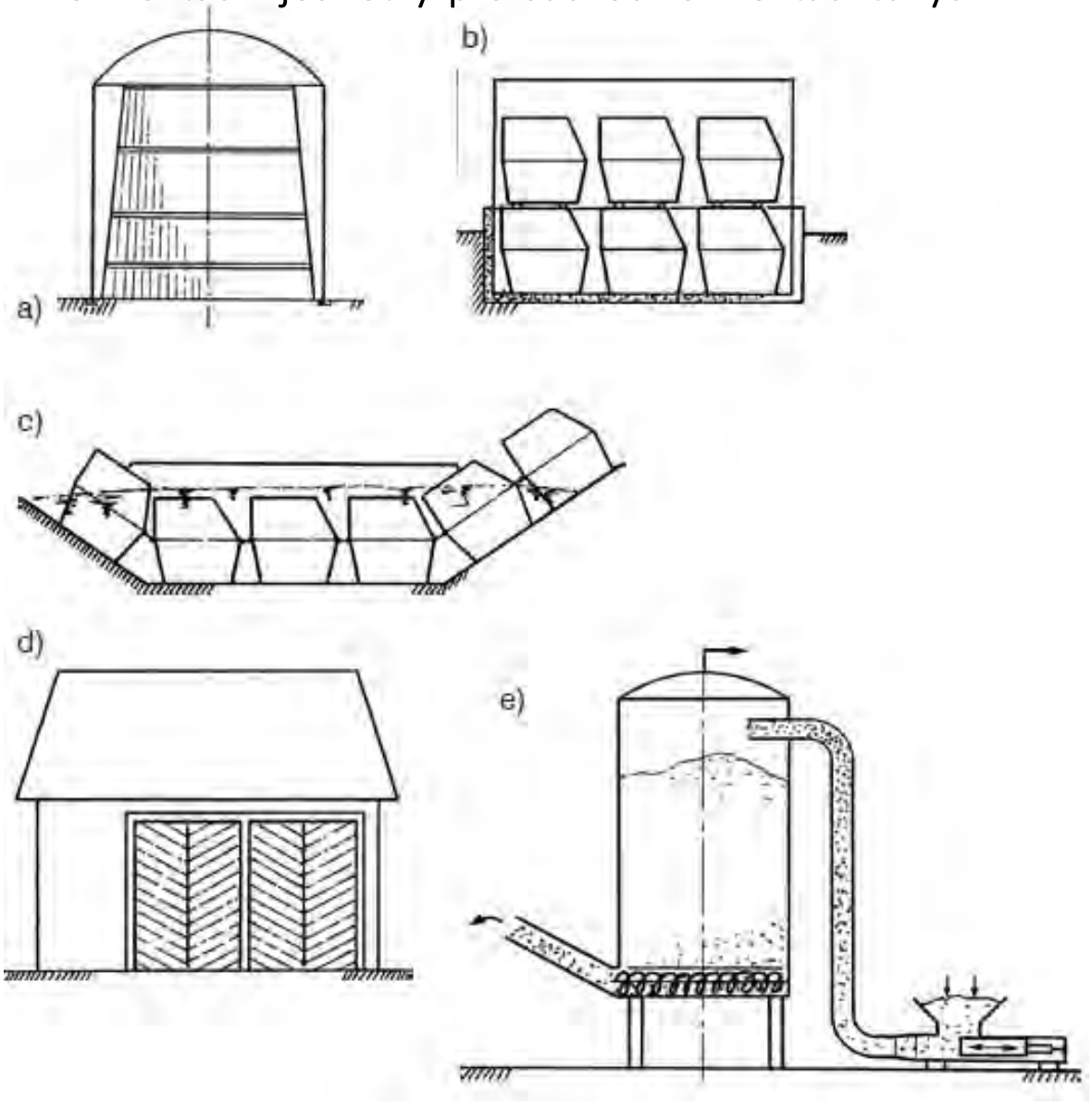
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.11 Dvoufázový anaerobní proces s dvěma methanogenními bioreaktory



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

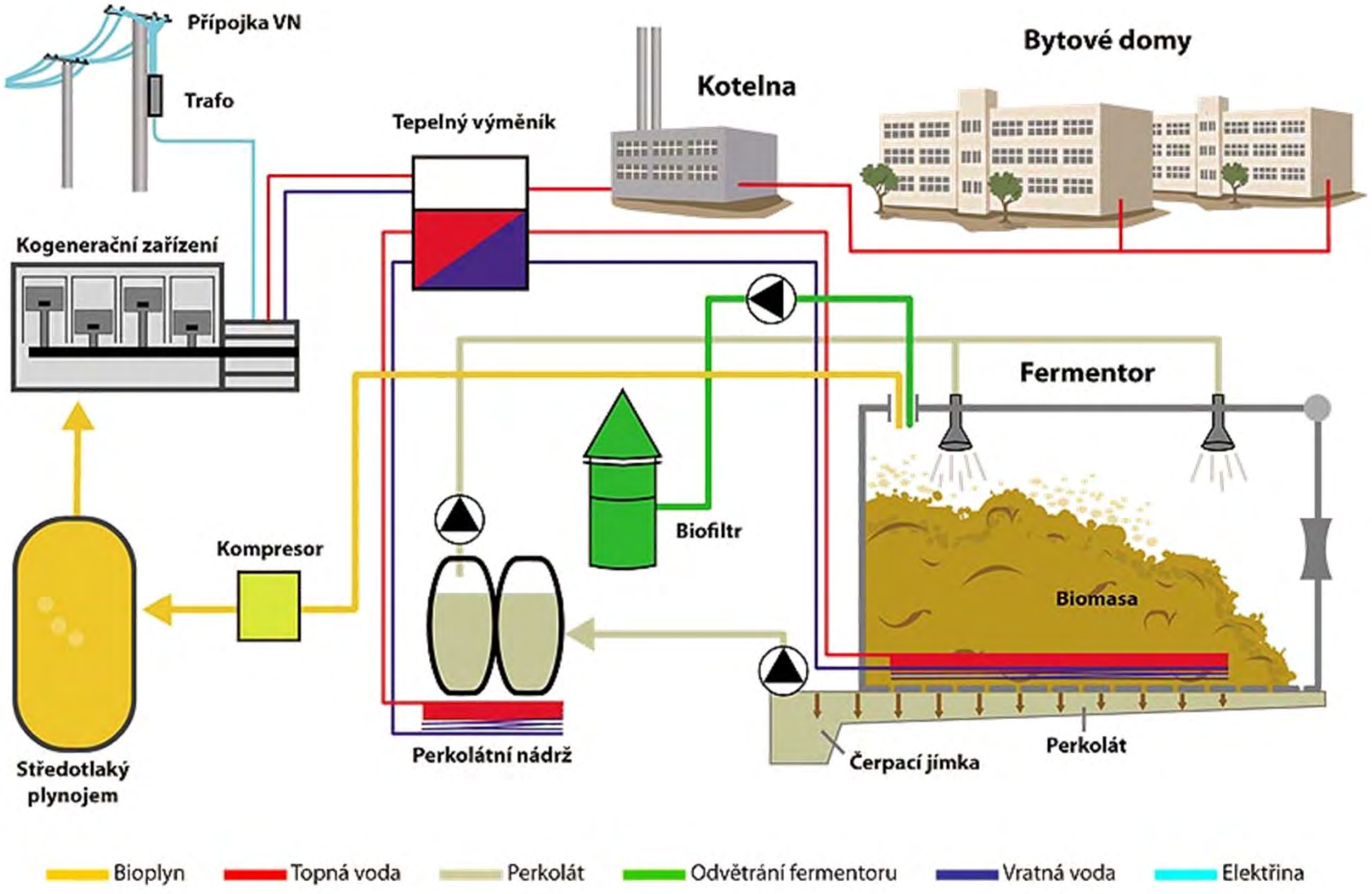
Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.12 Fermentační jednotky pro suchou fermentaci tuhých materiálů

a) systém “koš krytý tepelně izolovaným zvonem”,
b) fermentační jednotka, tvořená devíti vaničkovými kontejnery s poloválcovým krytem,
c) tunelová fermentační jednotka s vaničkovými kontejnery,
d) systém fermentačních jednotek “garážového typu”, e) věžový kontinuální fermentor



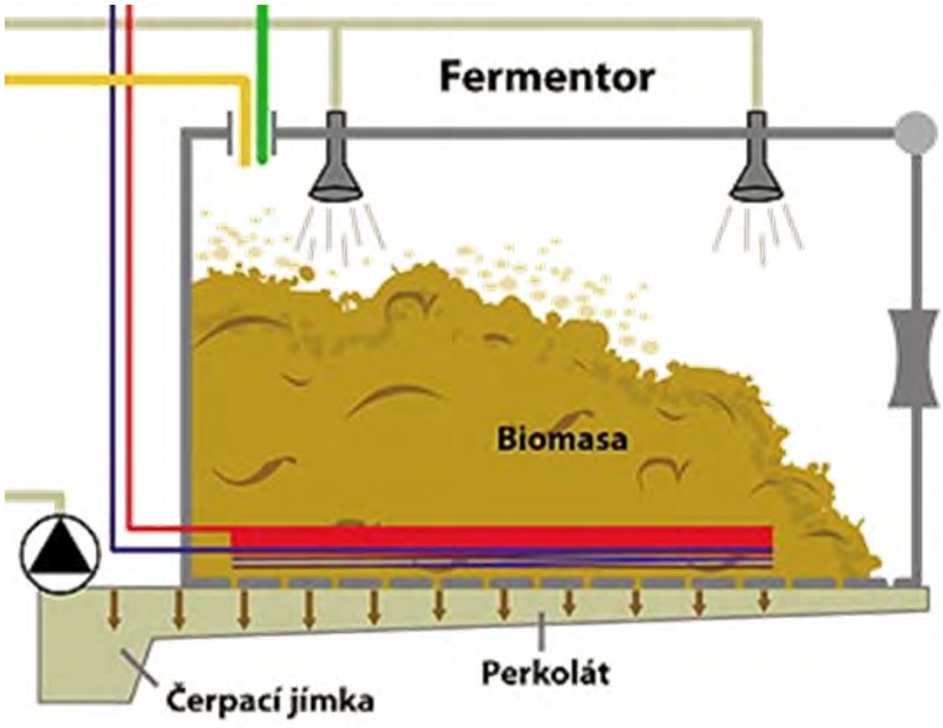
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.13 Garážové fermentory s plynotěsnými vraty se zabudovaným topením a perkolátním hospodářstvím



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.14 Popis „suché“ fermentace



Biomasa je navezena do fermentoru kolovým nakladačem.

Po naplnění fermentoru jsou uzavřena plynotěsná vrata.

Biomasa je vyhřívána podlahovým topením a postřikem perkolátu, který současně obnovuje mikrobiální kulturu na povrchu biomasy.

Do tří dnů po navezení dojde k odstranění zbytkového kyslíku a stabilizaci celého anaerobního procesu.

Vznikající bioplyn je odsáván do plynových vaků a dále odváděn do kogenerační jednotky.

Zde je transformován na elektrickou energii při vzniku „odpadního“ tepla.

Proces je diskontinuální, obvyklá délka cyklu je 28 dnů.

Pro kontinuitu procesu se doporučuje pracovat minimálně se čtyřmi fermentory.

Na konci cyklu je biomasy vyvezena a část vyfermentovaného substrátu je nahrazena novou biomasou v tzv. „směsném navýšení“ (poměr mezi starou, částečně vyfermentovanou biomasou a čerstvou biomasou).

Proces je až na manipulaci s biomasou plně automatizován.

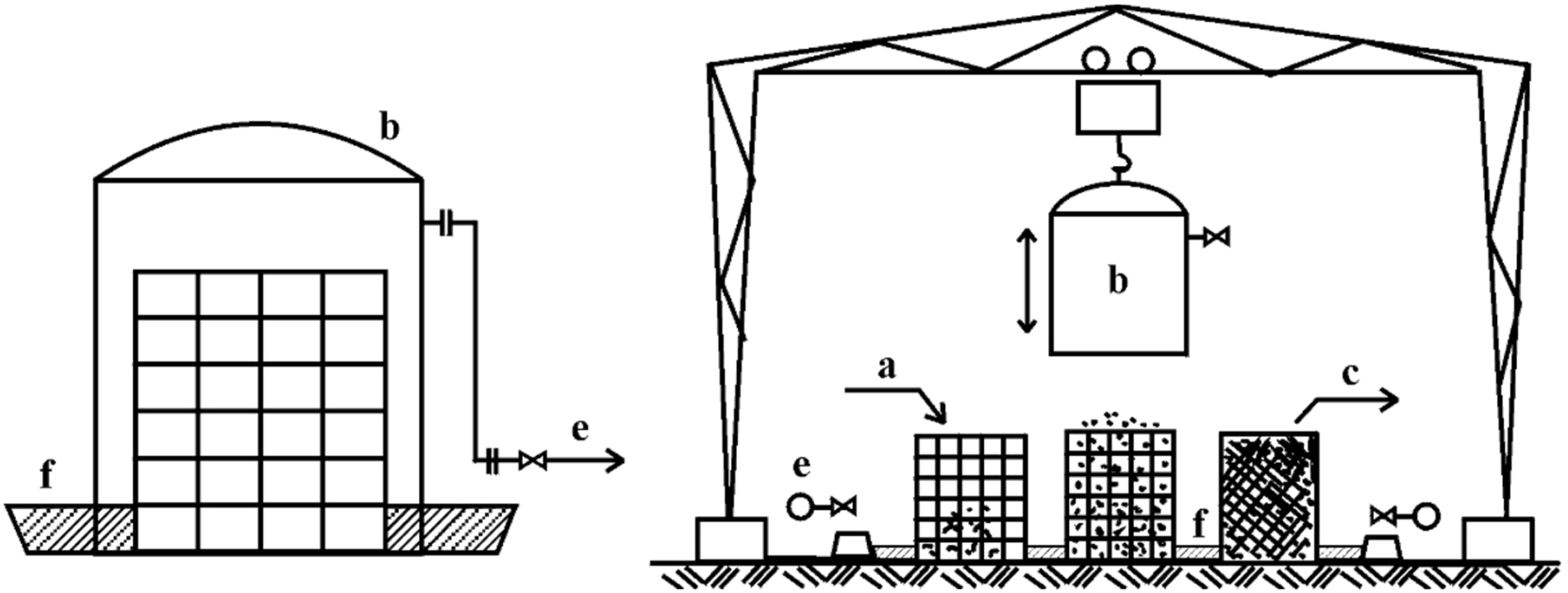
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 5, obrázek 5.15 Anaerobní biomethanizační reaktory na tuhou fázi

Tato zařízení byla speciálně vyvinuta pro fermentaci slamnatých hnojů resp. steliv i samotné slámy.

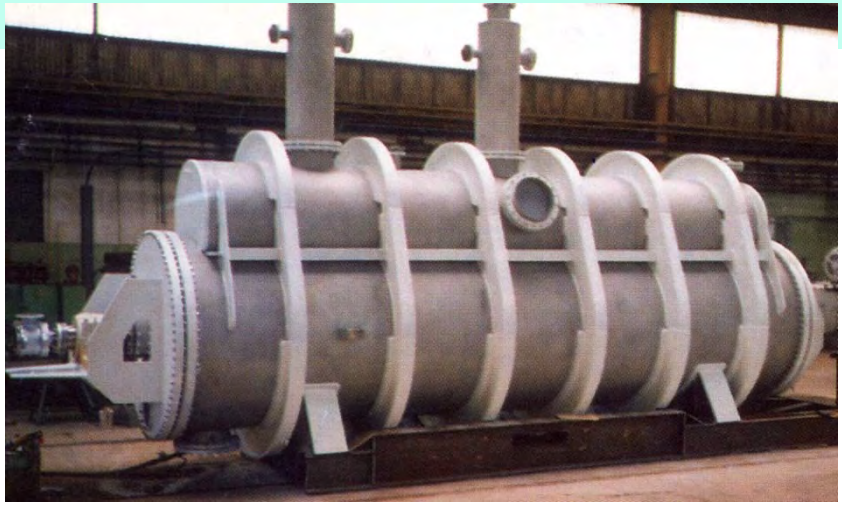
Reakce v těchto zařízeních probíhají pomaleji, neboť tuhý odpad je vyskládán do velkých drátěných košů v nichž je po naplnění překryt plynotěsným zvonem a ponechán fermentaci.

Zařízení tohoto systému sice nemají takové problémy s vypouštěním odpadních vod, avšak na druhou stranu je systém velmi náročný na prostor, na čas, na manipulaci a reaktory prakticky nelze účinně otápět, což zvláště v zimě vede ke zpomalení rozkladných procesů.



a – plnění koše
b – překrývací zvon
c – odebírání digesčního zbytku
d – portálový jeřáb
e – sběrné plynovody
f – vodní uzávěrová jímka

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha kapitoly 6 Technologická zařízení odpadového hospodářství ve veterinárních a sanačních ústavech

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, tabulka 6.1 Složení konfiskátů a odpadů živočišného původu (v % hm.)

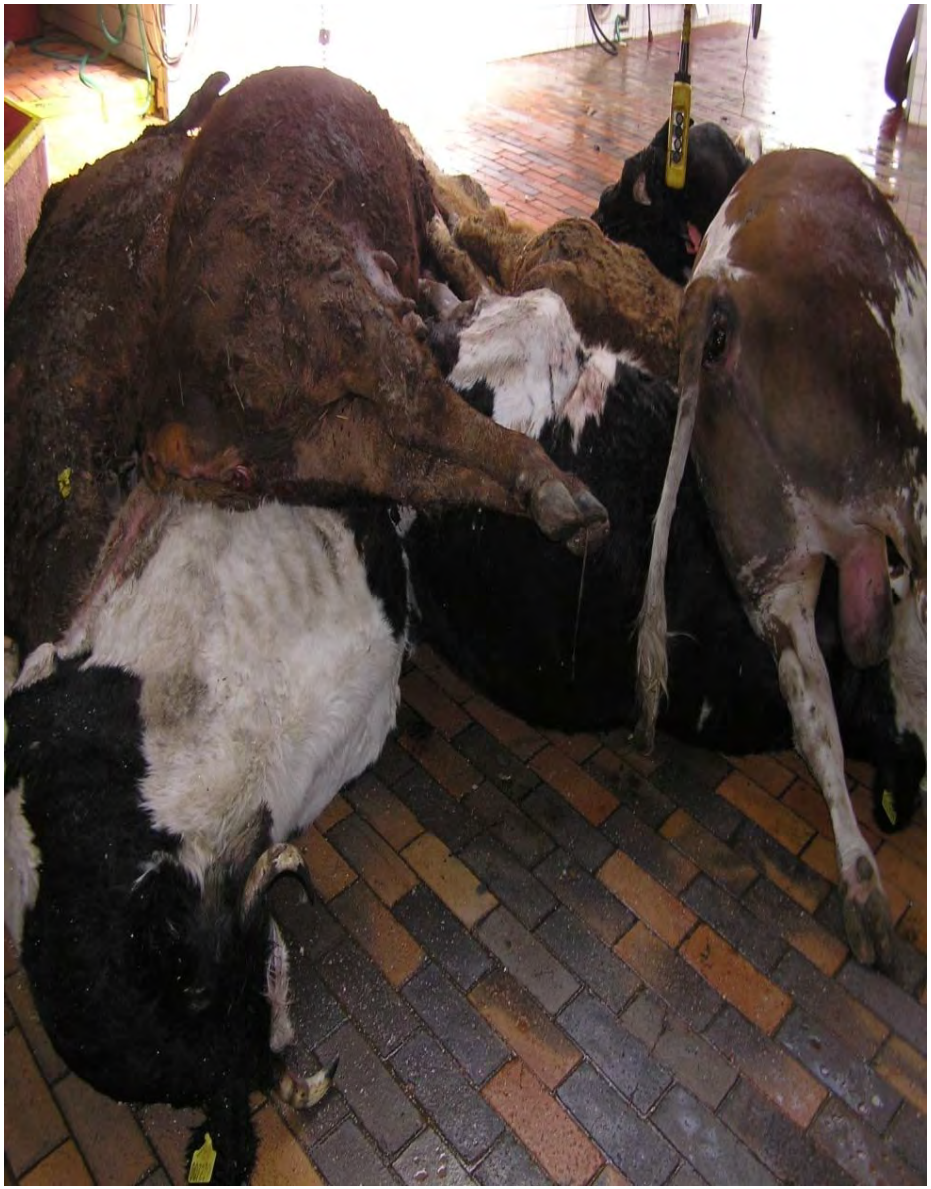
	Voda	Dusíkaté látky	Tuk	Vláknina	Popel	Neroz. látky	Výtěžnost
Konfiskáty z mast. a drůb. průmyslu	75,3	8,2	7,5	0,35	2,95		
Kadavery	70,25	15,0	7,3	0,25	5,15	0,75	30
Kosti	29,5	30,5	18,1		34,0	1,5	70
Ryby	73,0	16,0	12,0		7,5	0,75	29
Drůbeží odpady	75,0	7,8	6,1	0,25	4,0	3,5	25
Krev	80,5	13,1	0,25		0,8		

Příloha kapitoly 6, tabulka 6.2 Podíl uhynulých zvířat, který je možno ročně předpokládat v živočišné výrobě

Druh zvířat	Podíl v % hm.
Koně	2 - 3
Skot	1 - 2
Prasata	4 - 7
Ovce	2 - 5
Drůbež	8 - 14

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.1 Živočišné odpady - kadavery



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.2 Živočišné odpady - konfiskáty

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.3 Živočišné odpady - drůbeží odpady

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

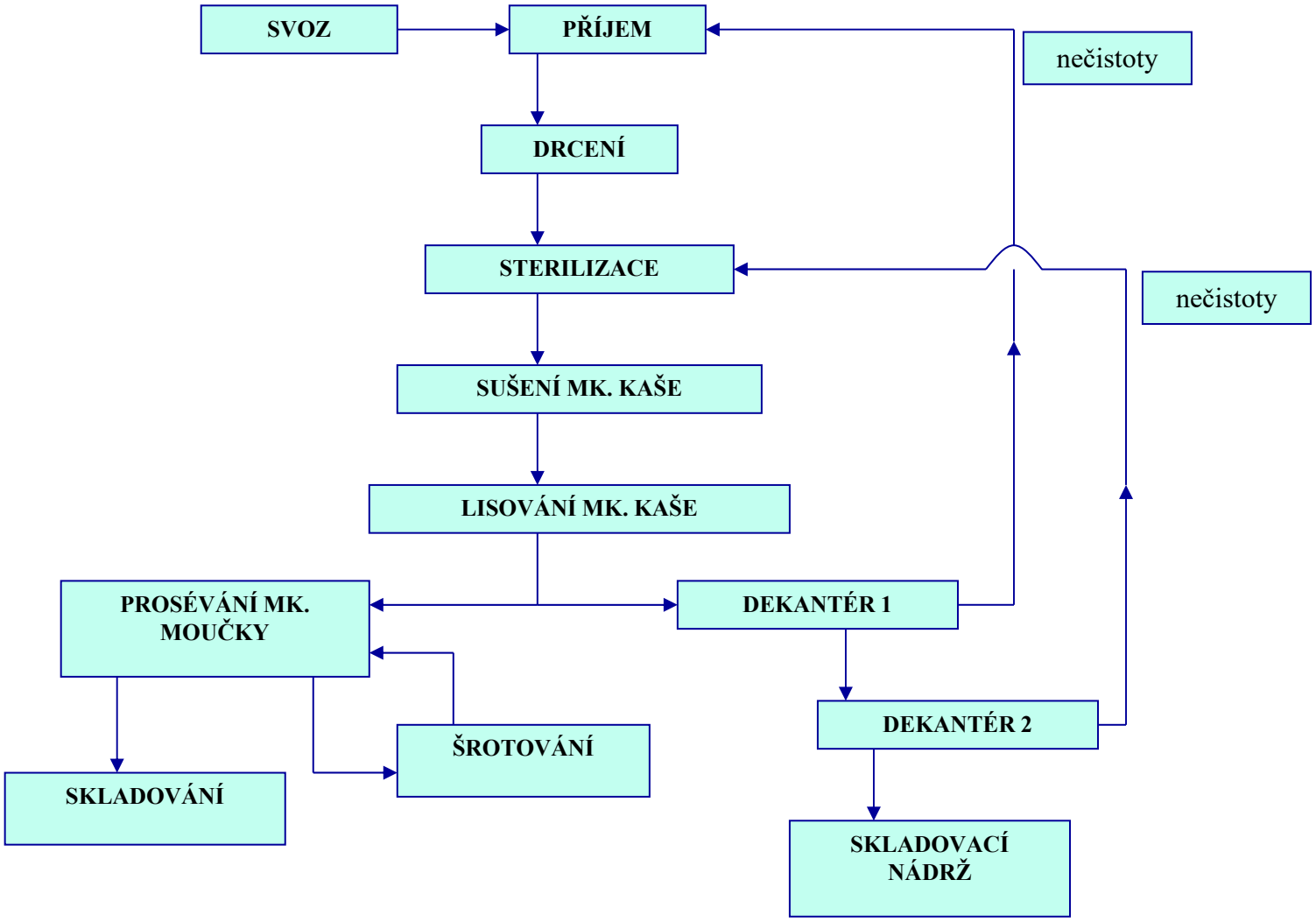
Příloha kapitoly 6, obrázek 6.4 Živočišné odpady - ostatní odpady

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.5 Živočišné odpady - rybí odpady a uhynulé ryby

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.6 Schéma výrobního procesu předvařákové technologie se sušením v diskové sušárně

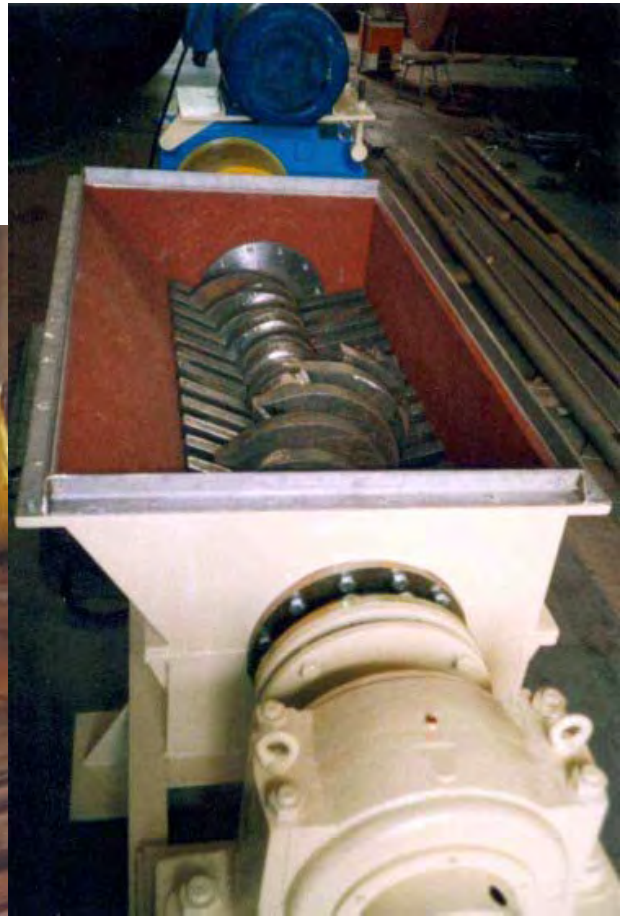


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.7 Příjem suroviny – příjmový žab

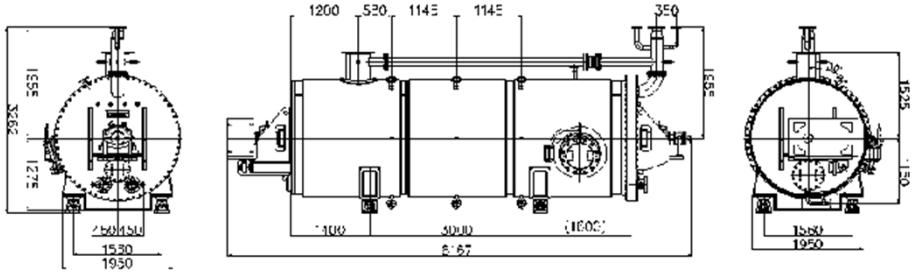
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.8 Drcení – hrubé drcení
(částice podle 1. metody 50 x 50 x 50 mm)



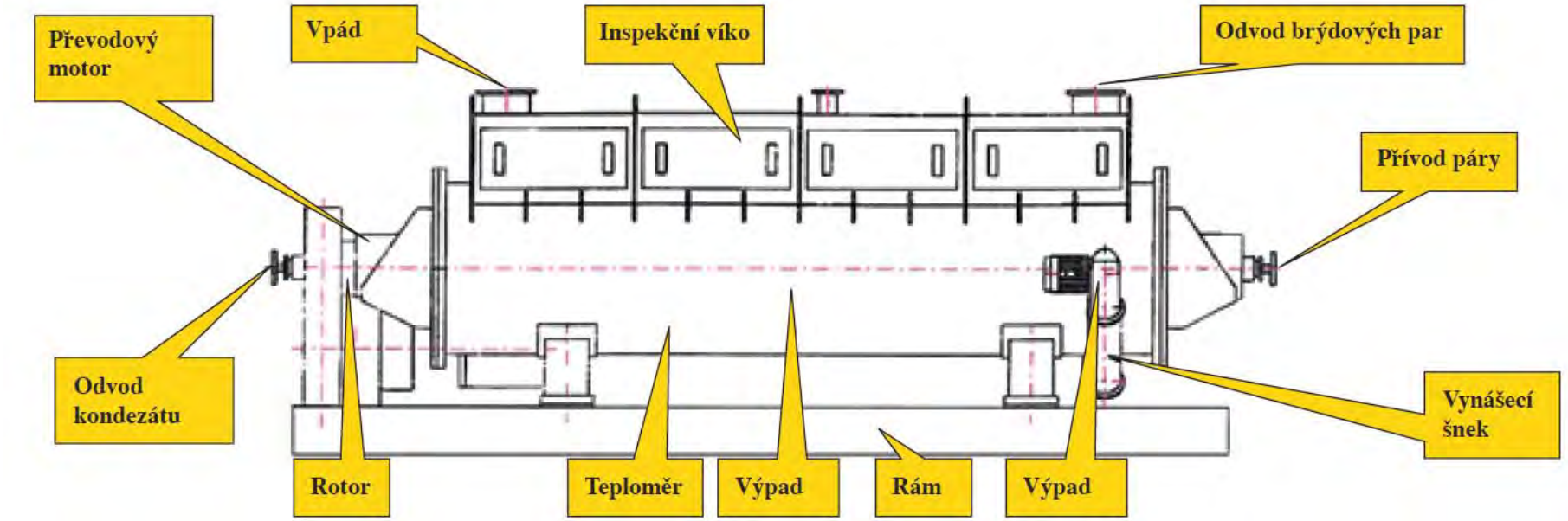
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.9 Sterilizace suroviny



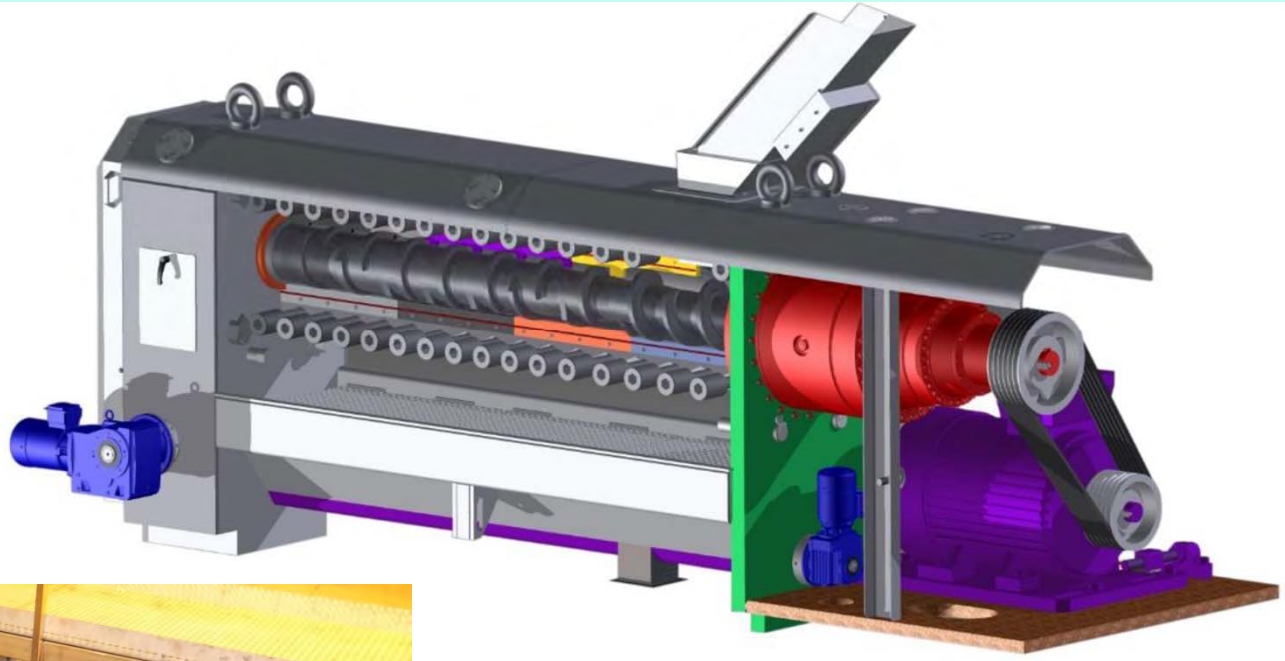
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

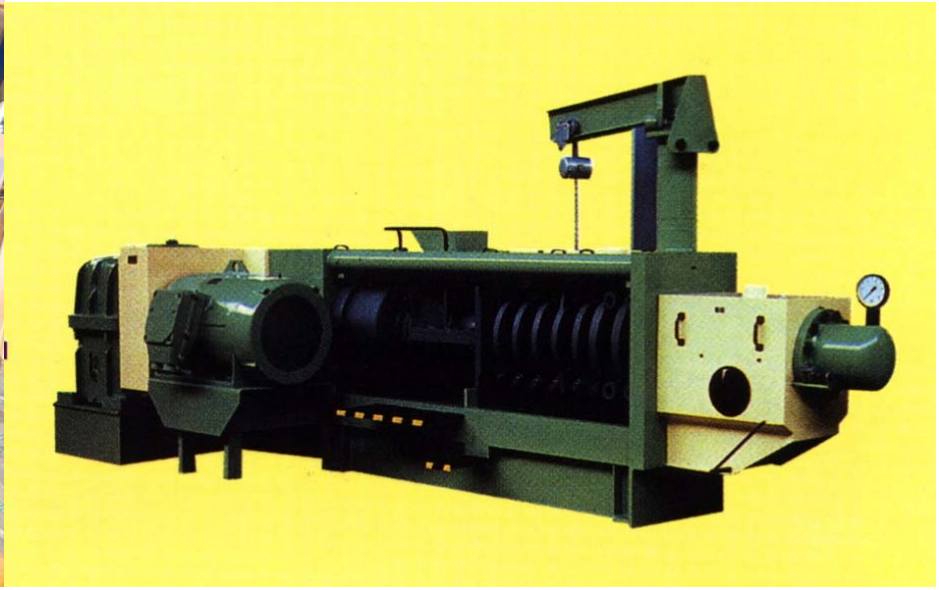
Příloha kapitoly 6, obrázek 6.10 Kontinuální disková sušárna



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

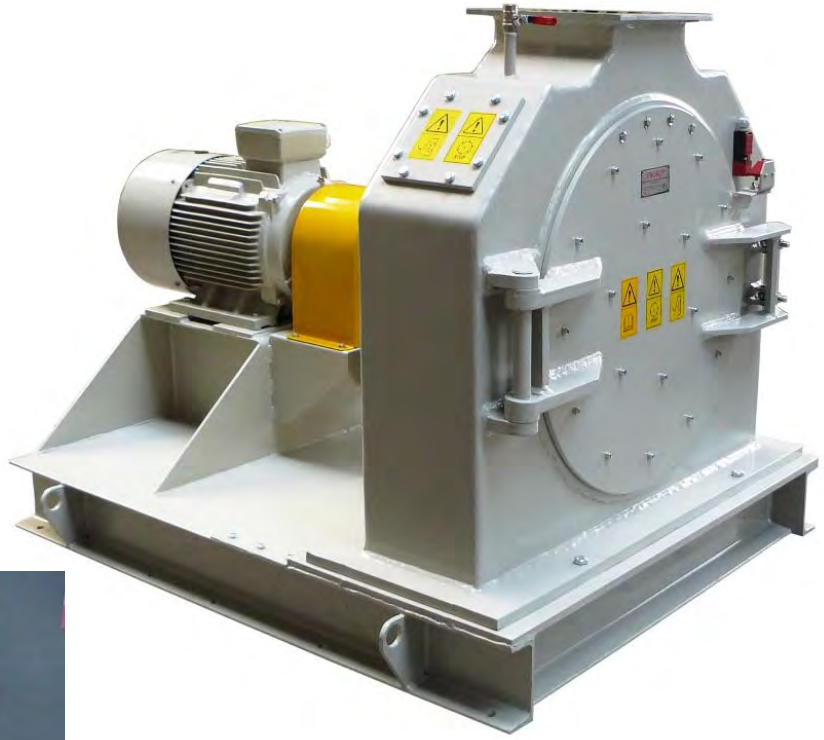
Příloha kapitoly 6, obrázek 6.11
Šnekové lisy

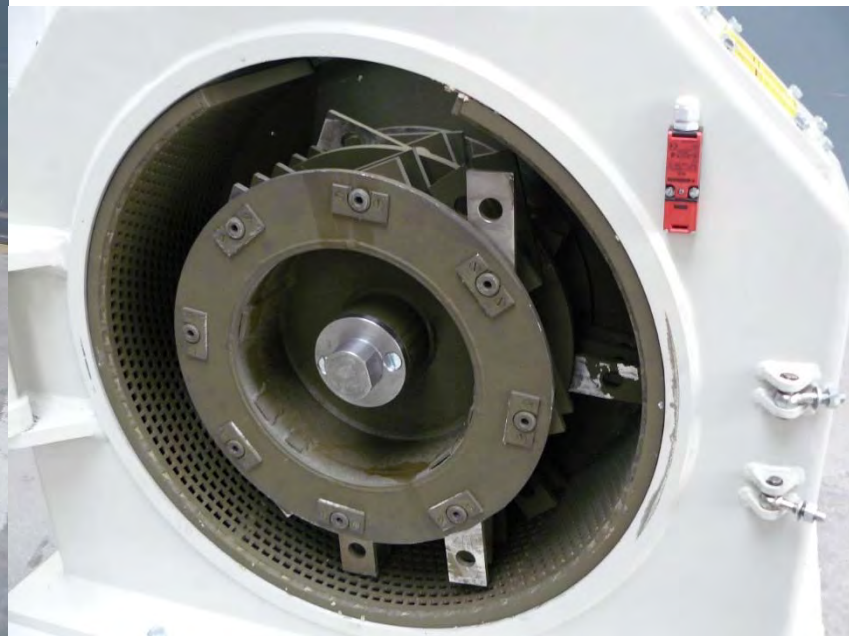




DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

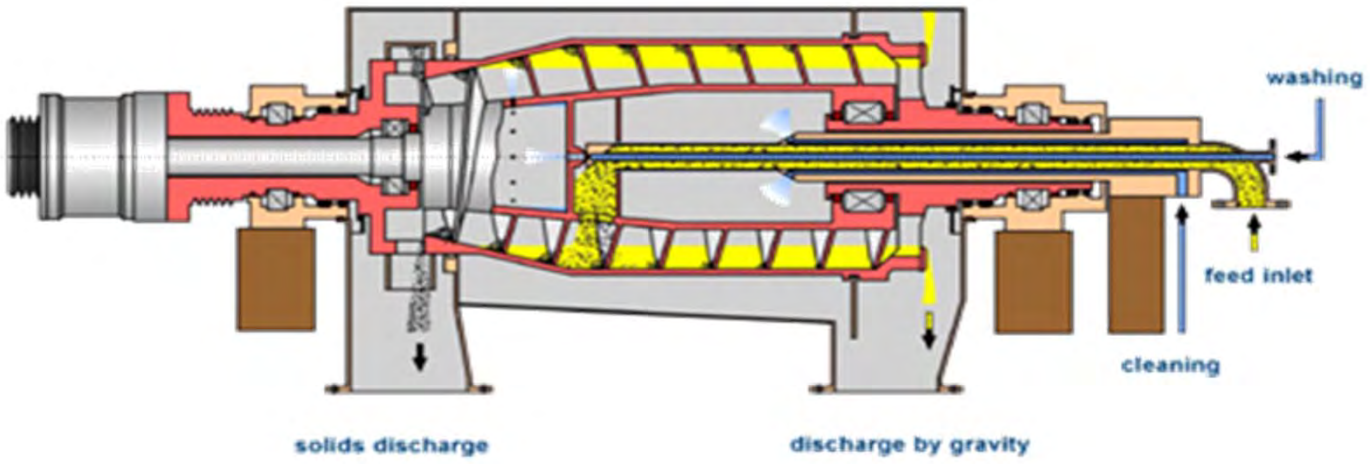
Příloha kapitoly 6, obrázek 6.12 Zařízení na mletí masokostní moučky – kladívkový mlýn





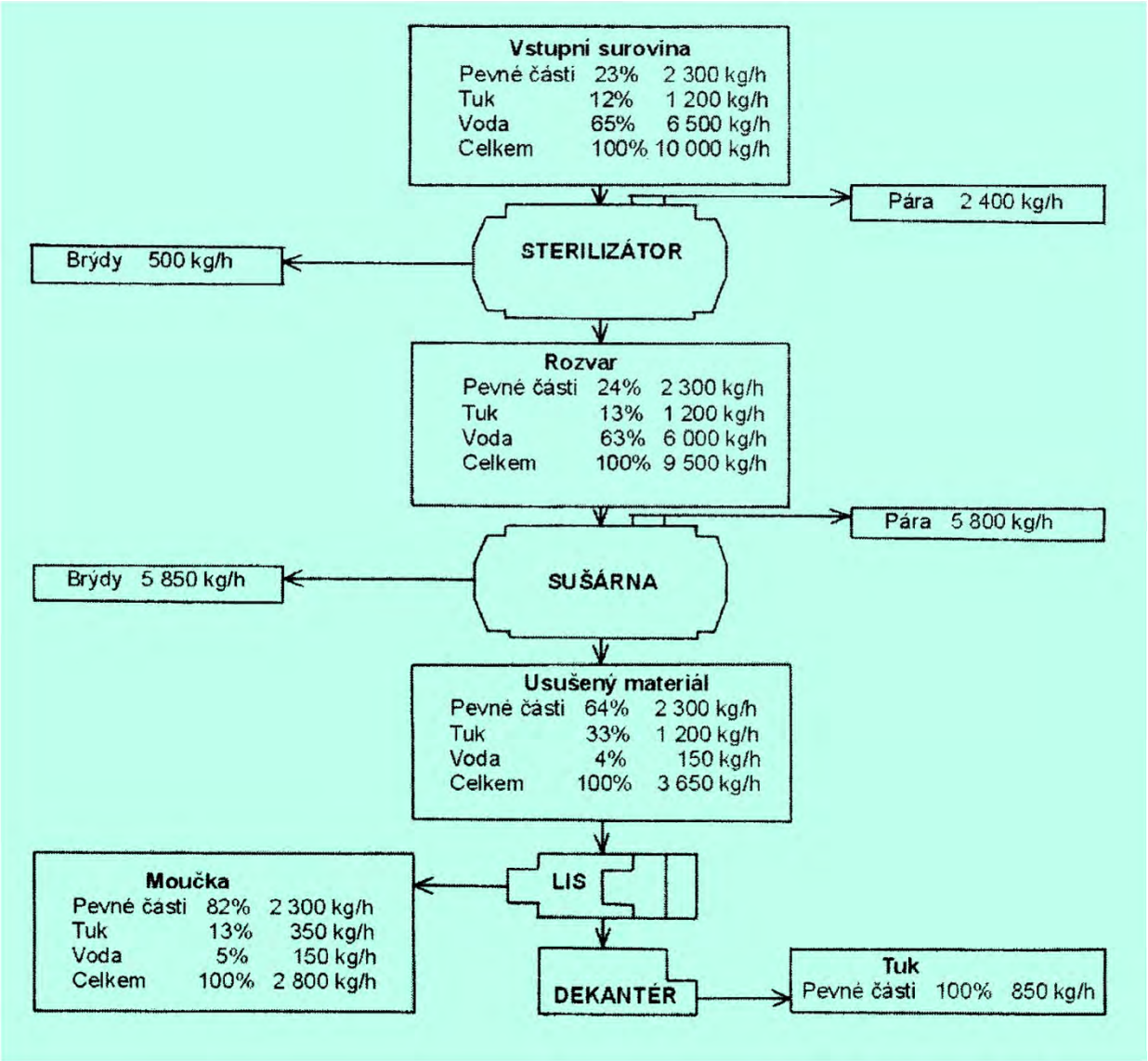
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.13 Oddělení pevných částic v kafilérním tuku – dekantace



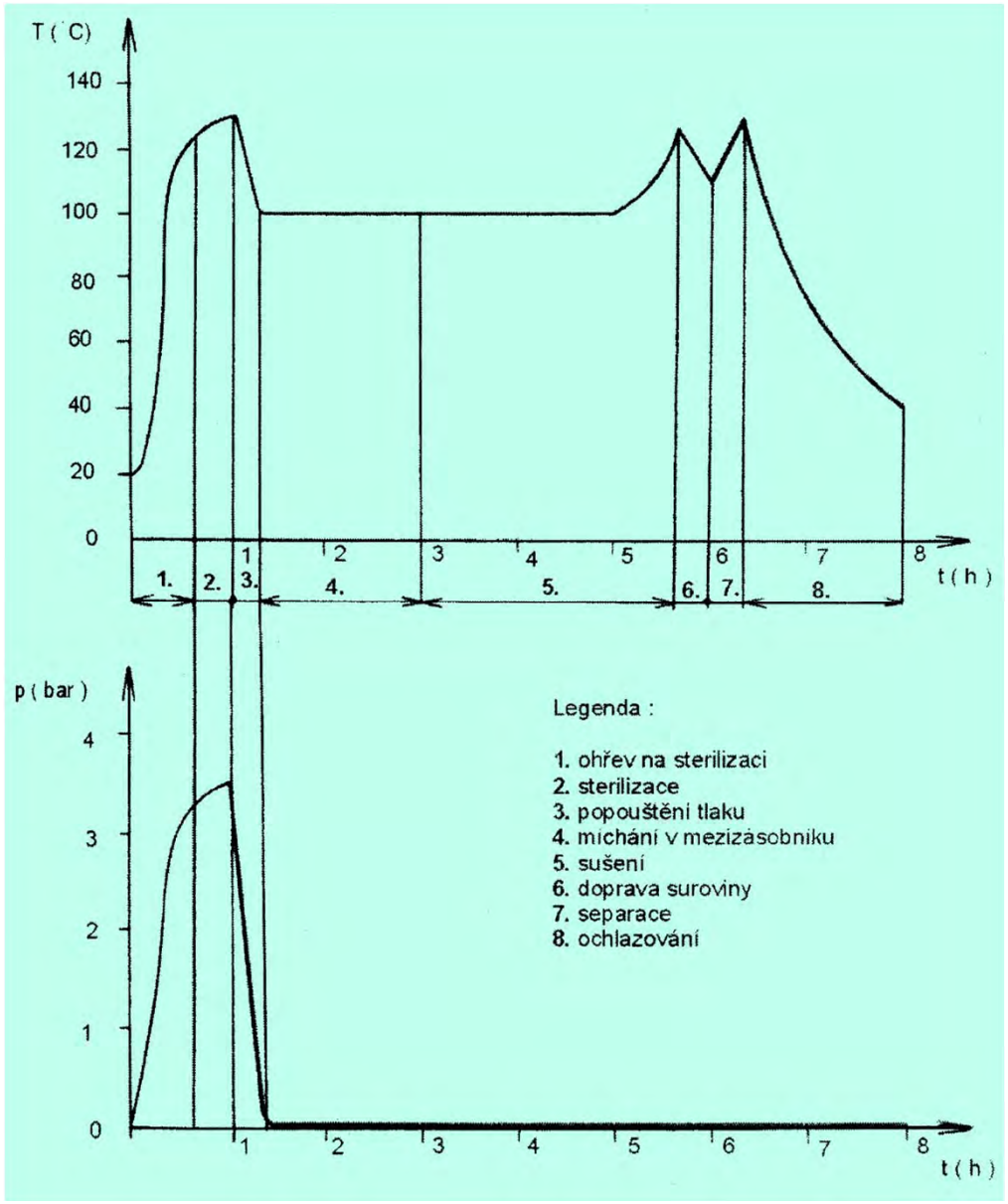
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.14 Materiálová bilance předvařákové technologie se sušením v diskové sušárně



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

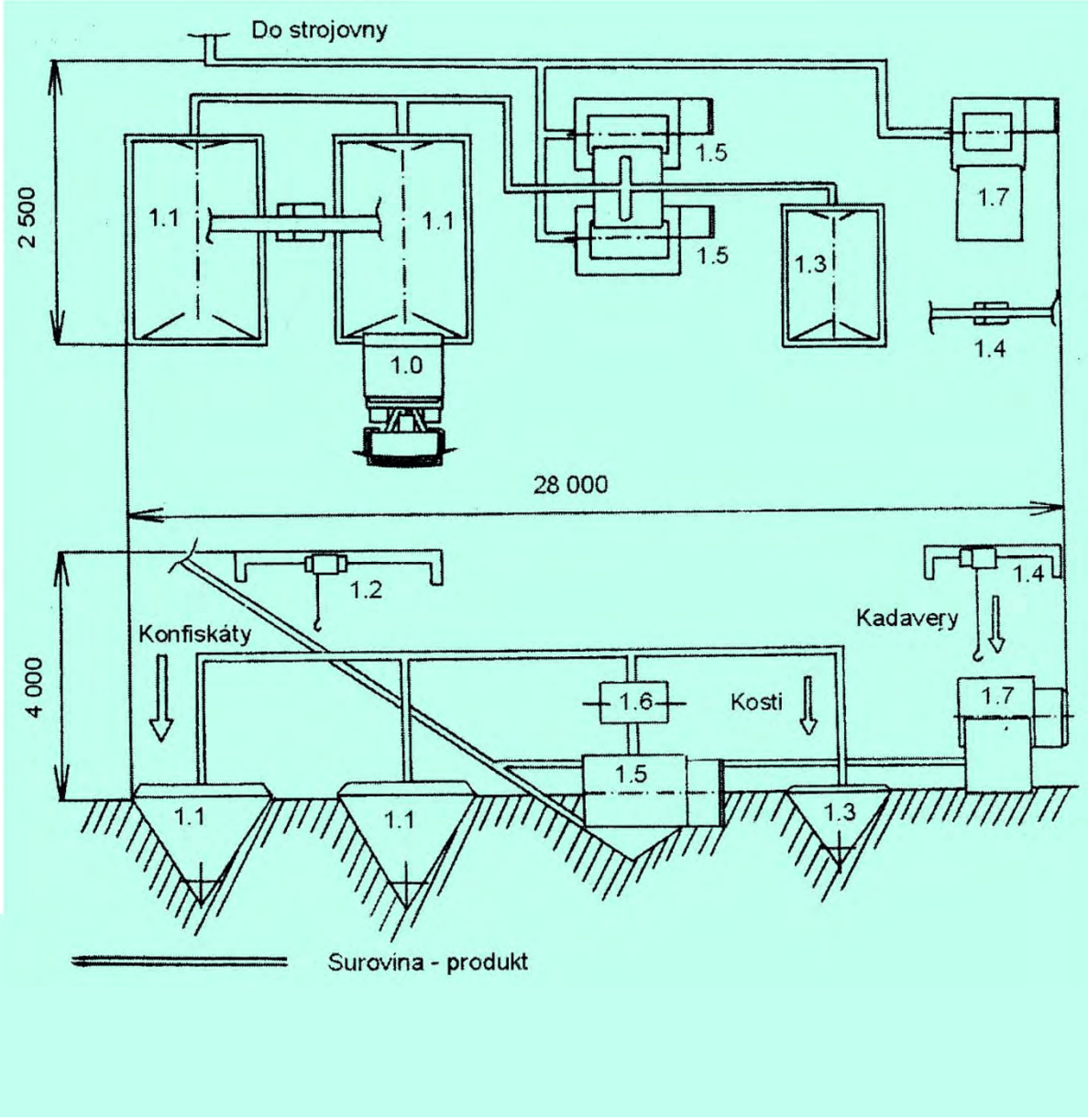
Příloha kapitoly 6, obrázek 6.15 Průběh teploty a tlaku v průběhu zpracování suroviny na předvařákové technologii se sušením v diskové sušárně



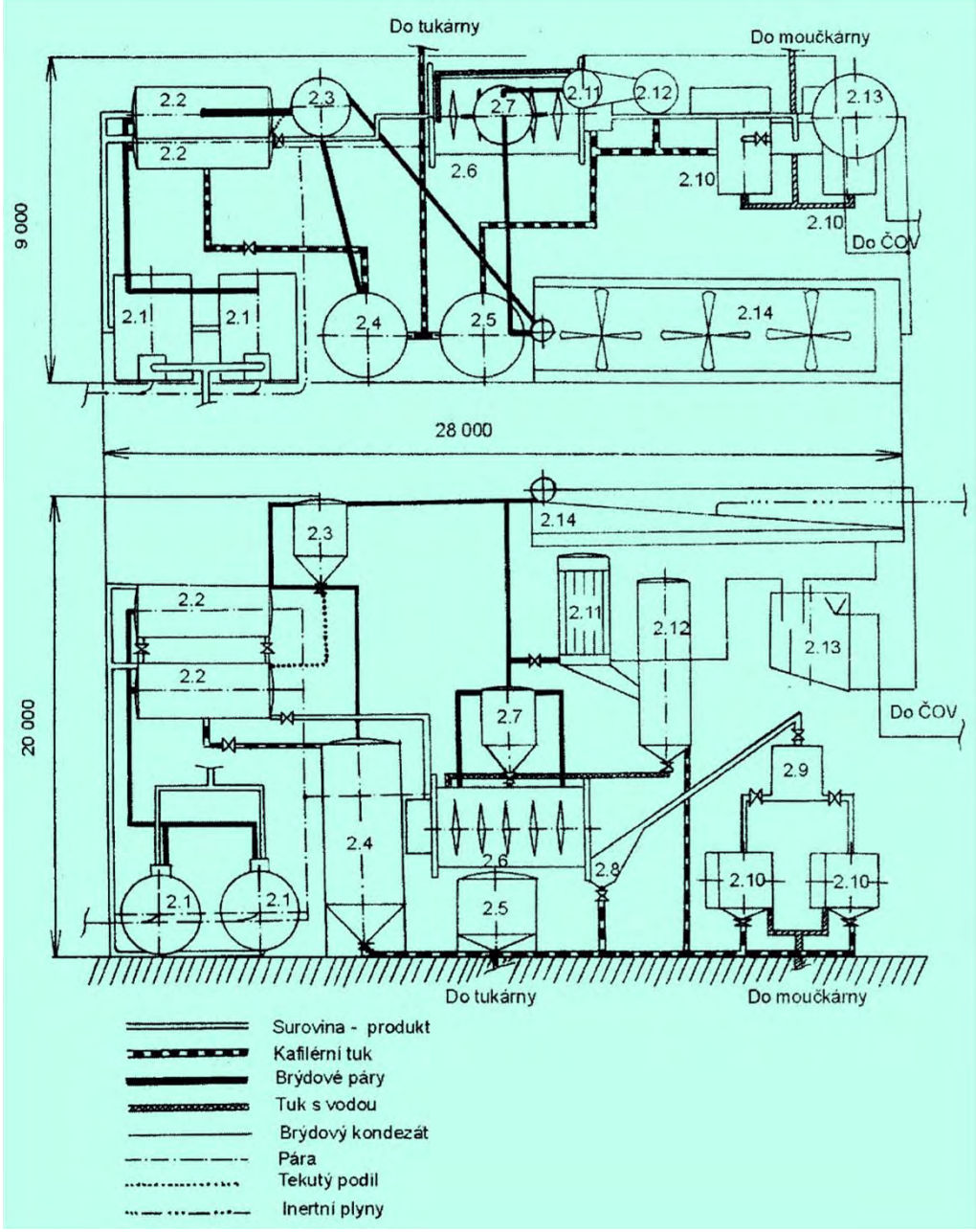
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, obrázek 6.16 Technologické schéma příjmu a zpracování živočišných odpadů

1.0 - svozový prostředek; 1.1 - příjmové žlaby; 1.2 - mostový jeřáb; 1.3 - příjmový žlab; 1.4 - mostový jeřáb; 1.5-1.7 - drtiče; 1.6 - elektromagnet



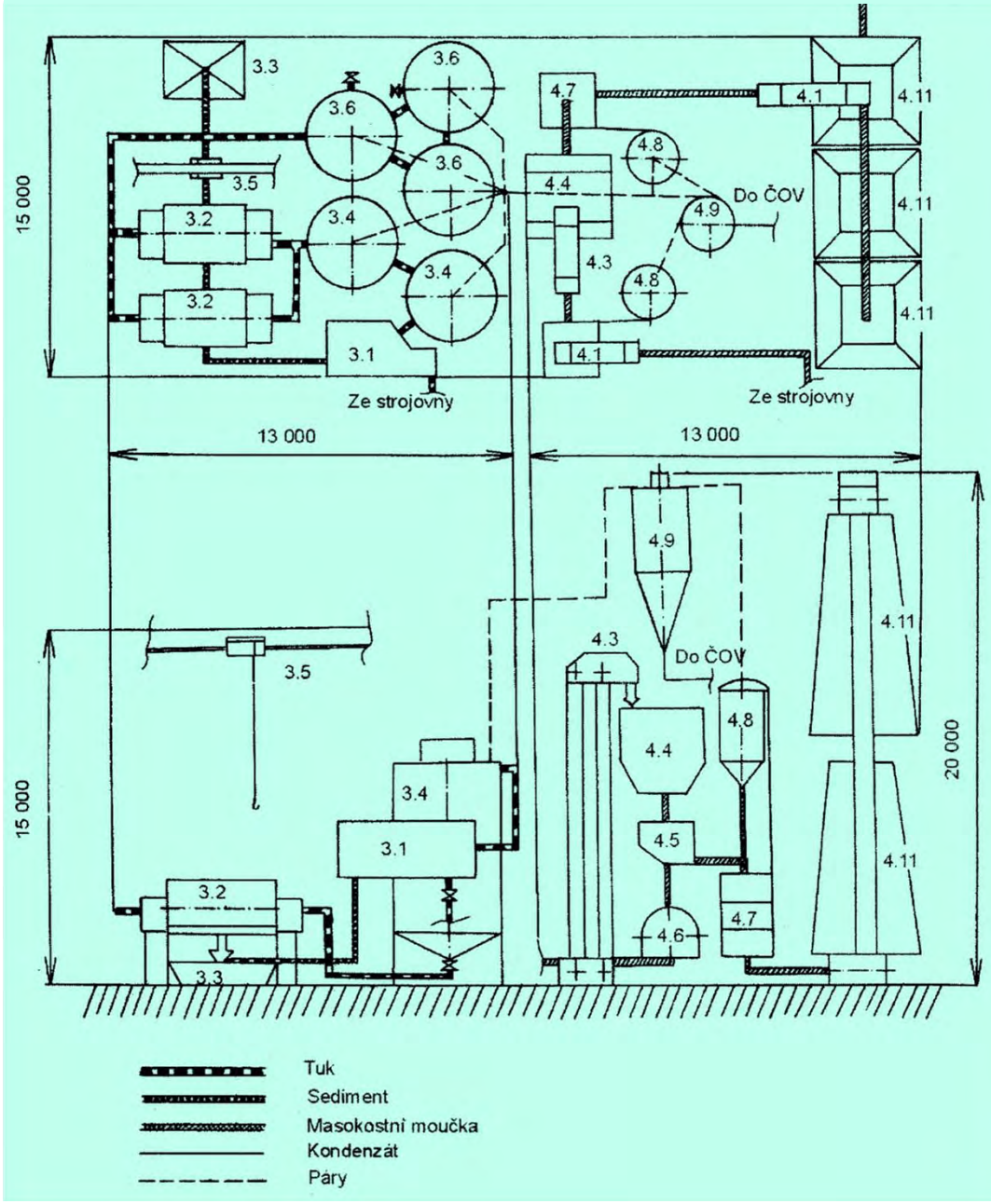
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha kapitoly 6, obrázek 6.17 Technologické schéma zpracování živočišných odpadů - strojovna

2.1 - předvařák; 2.2 - mezizásobník; 2.3 - odlučovač; 2.4 - nádrž na tekutý podíl; 2.5 - mezizásobník tuku; 2.6 - sušárna; 2.7 - odlučovač; 2.8 - usazovák; 2.9 - elektromagnet; 2.10 - lis; 2.11 - ohřívač; 2.12 - výparník; 2.13 - sběrná nádrž brýdového kondenzátu; 2.14 - kondenzátor

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha kapitoly 6, obrázek 6.18 Technologické schéma zpracování tuku a moučky

3.1 - vibrační separátor; 3.2 - odstředivka; 3.3 - vyhřívaná nádrž; 3.4 - nádrž na tuk; 3.5 - kladkostroj; 3.6 - nádrž na tuk;

4.1 - korečkový elevátor; 4.2 - chladič moučky; 4.3 - korečkový elevátor; 4.4 - akumulační žlab; 4.5 – prosévací stroj; 4.6 - šrotovník; 4.7 - chladič moučky; 4.8 - cyklón; 4.9 - odlučovač; 4.10 - korečkový elevátor; 4.11 - zásobník masokostní moučky

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 6, tabulka 6.3 Elementární složení produktů z odpadů z živočišného původu

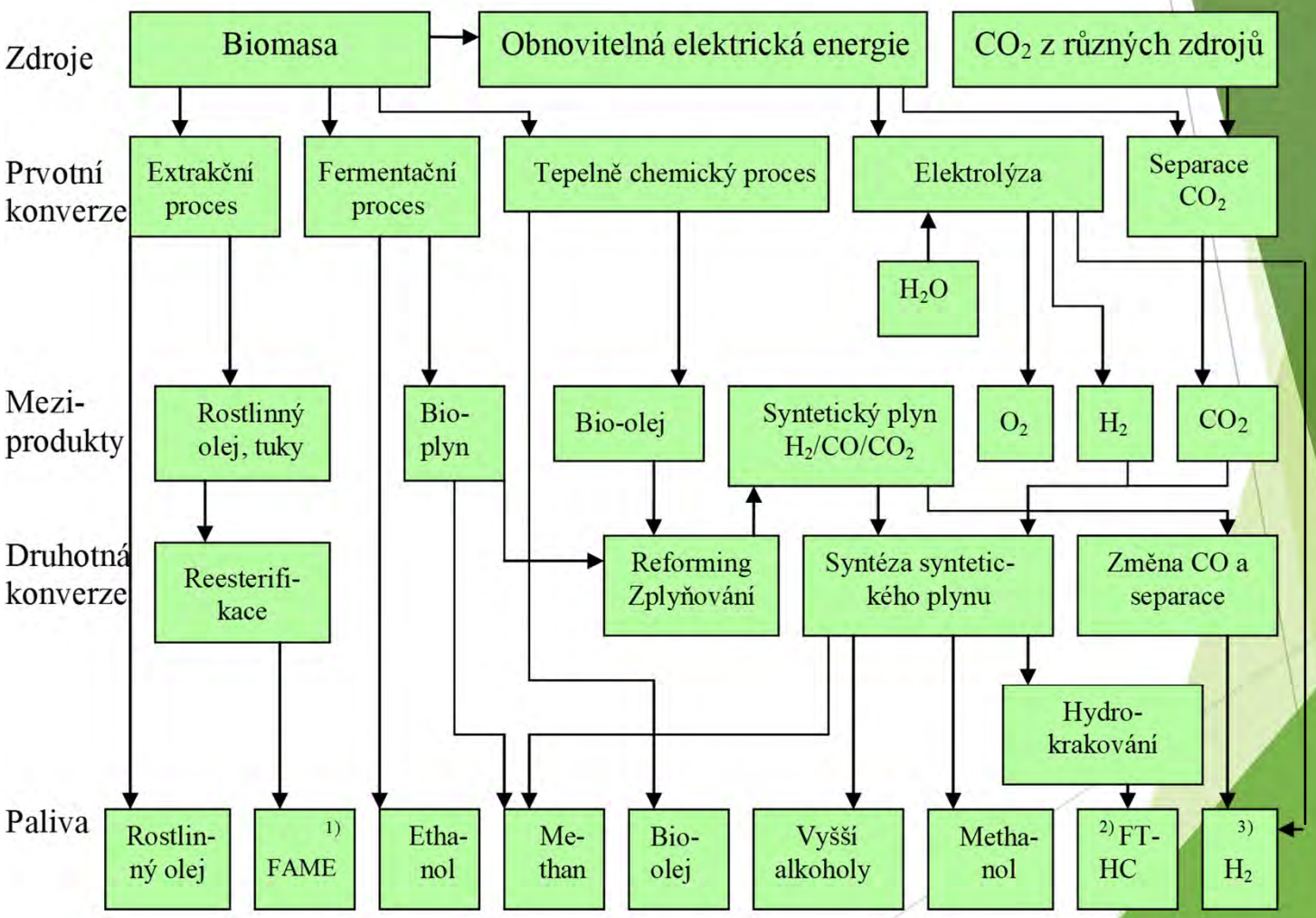
Vzorek	Obsah vody (% hm.)	Popel (% hm.)	Spalné teplo ($MJ.kg^{-1}$)	Výhřevnost ($MJ.kg^{-1}$)	Uhlík C (% hm.)	Vodík H (% hm.)	Dusík N (% hm.)	Síra S (% hm.)	Kyslík O (% hm.)
	W^r_t	A^r	Q^d_s	Q^r_i	C^r_t	H^r_t	N^r_t	S^r_t	O^r_t
Kafilerní tuk	0,36	0,8	39,12	36,49	72,26	12,05	0,14	0,04	14,35
Kafilerní tuk bezvodý		0,8	39,26	36,62	72,52	12,09	0,14	0,04	14,41
Kafilerní tuk hořlavina			39,58	36,92	73,1	12,19	0,1	-	14,53
Masokostní moučka	2,4	26,67	18,16	17,25	41,54	6,55	8,65	0,28	13,23
Masokostní moučka bezvodý		27,32	18,61	17,67	42,56	6,71	8,86	0,29	13,98
Masokostní moučka hořlavina			25,61	24,32	58,57	9,23	12,19	0,39	19,4
Masokostní moučka pelety (20mm)	7,33	19,9	17,75	16,31	41,32	6,63	8,85	0,66	14,93

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7 Zařízení s procesem alkoholového kvašení

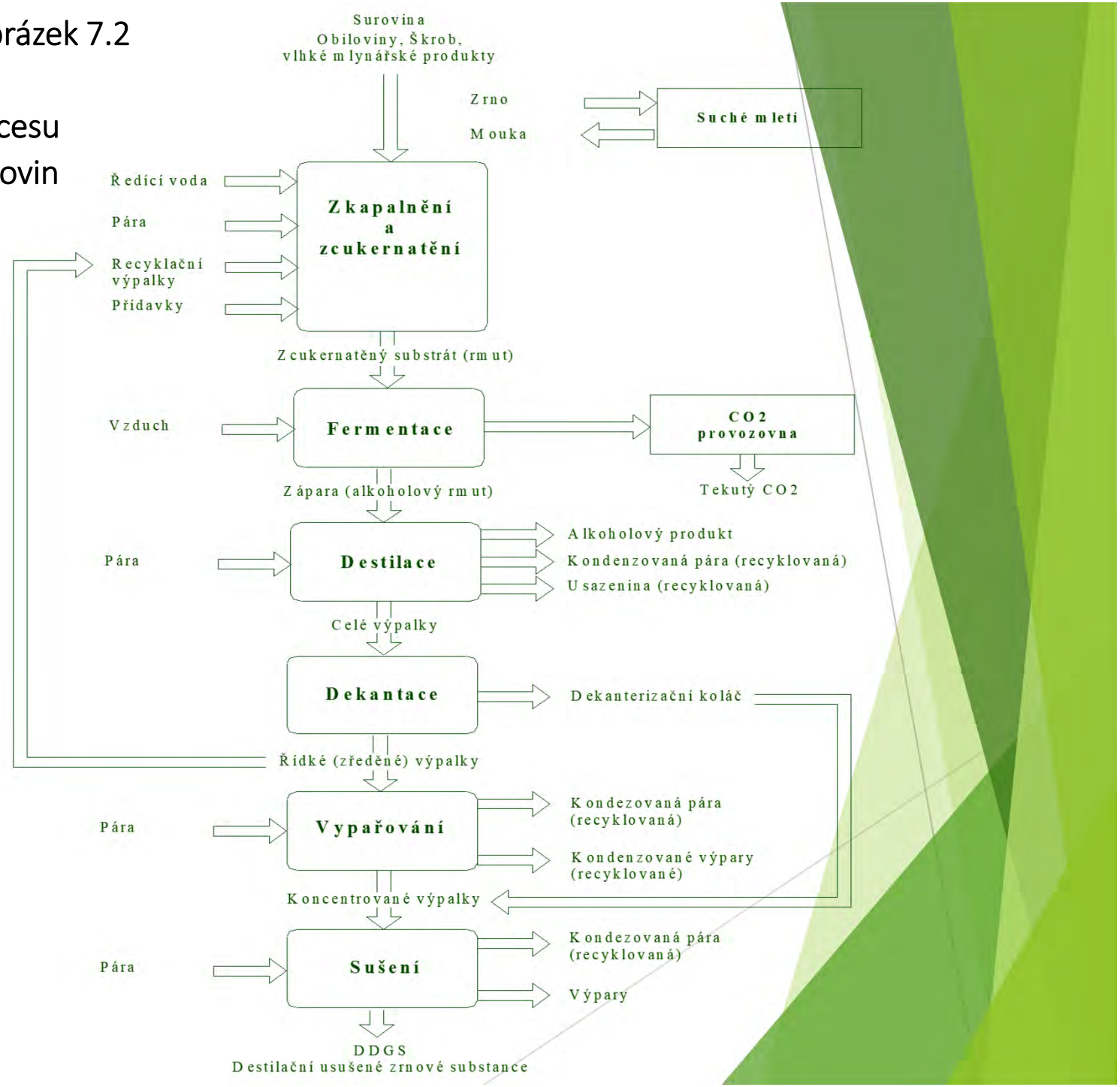
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.1 Další možnosti zdrojů obnovitelných motorových paliv a jejich způsobů výroby



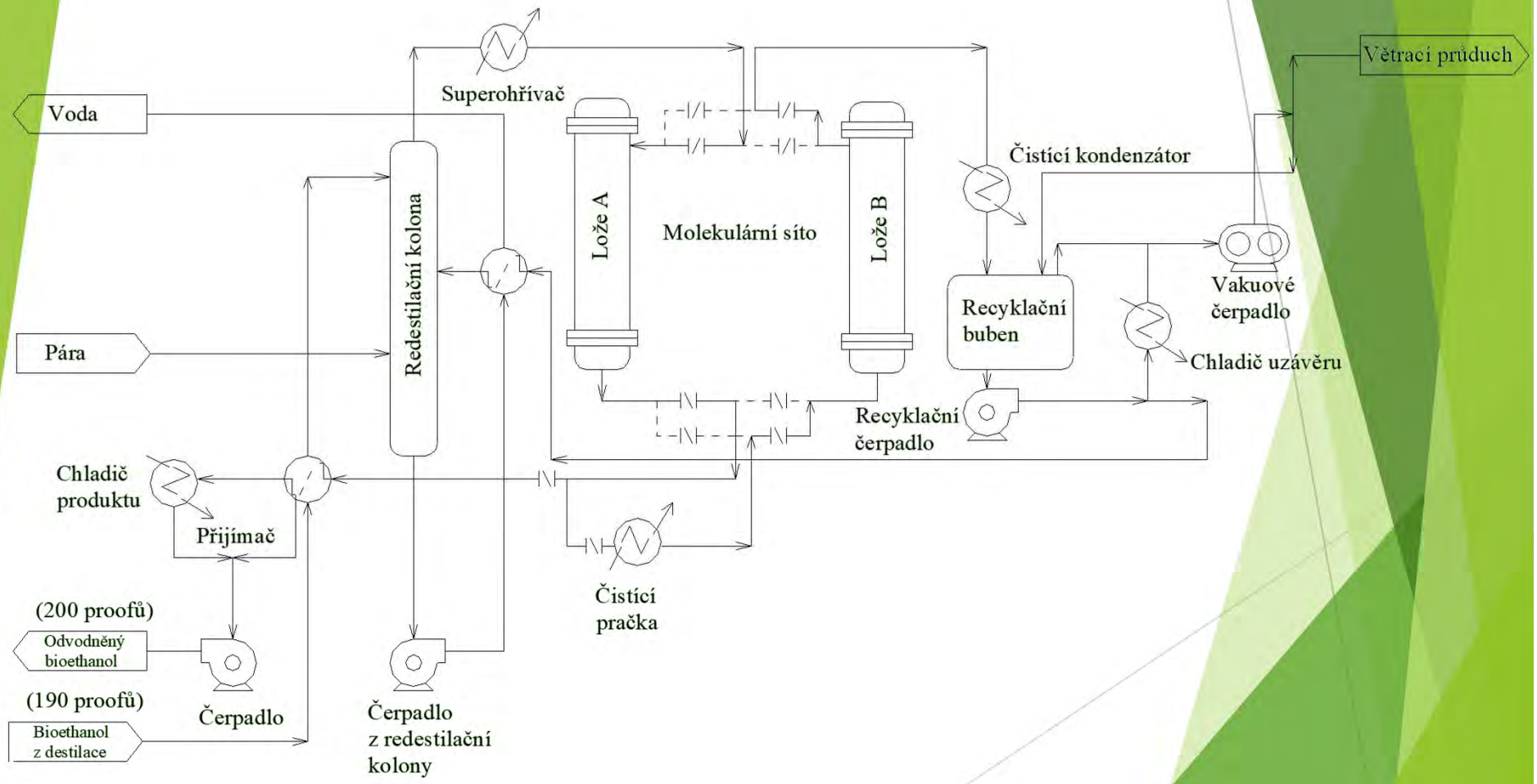
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.2
Blokové schéma technologického procesu výroby etanolu z obilovin



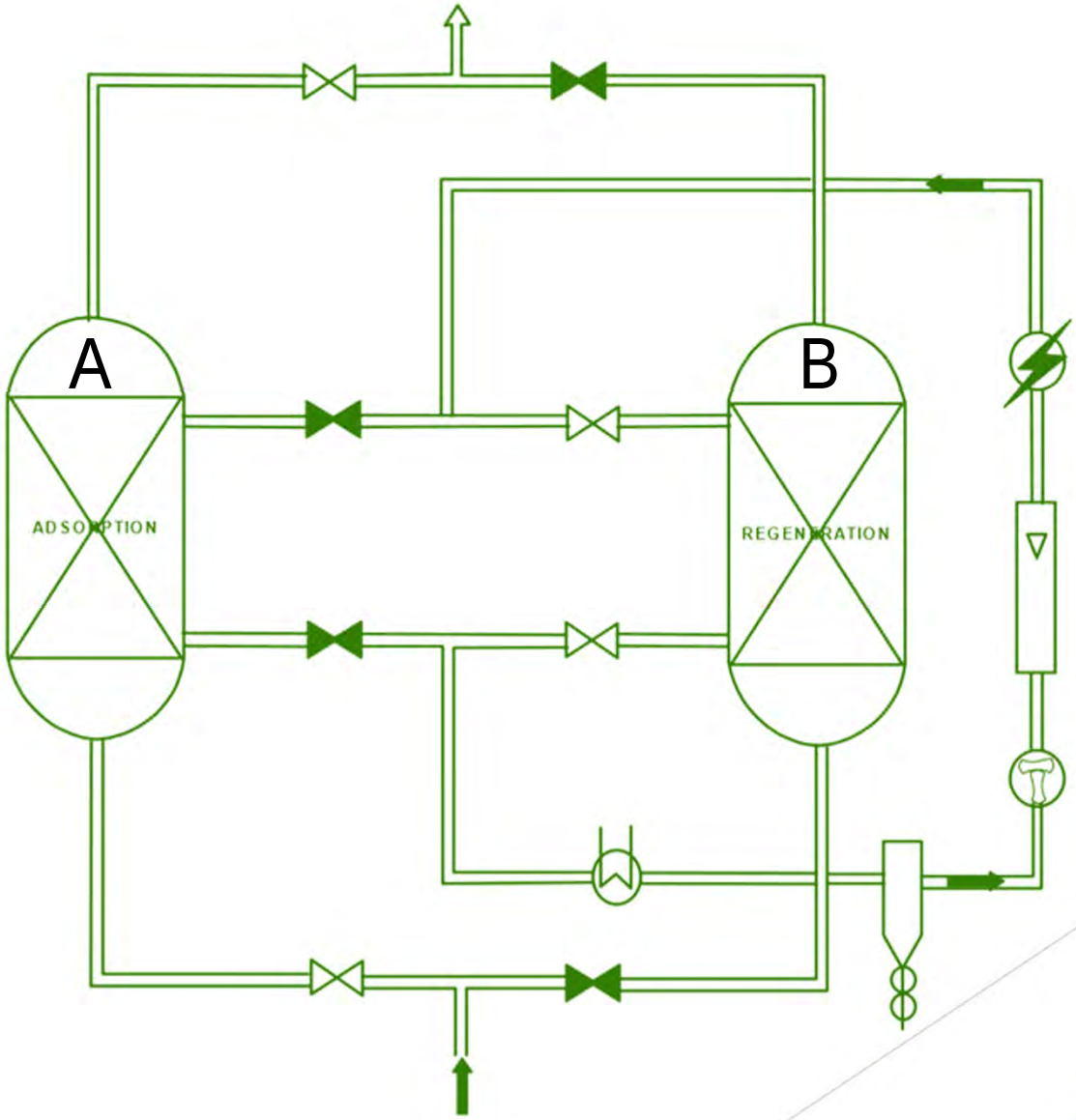
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.3 Schéma technologické linky s odvodňováním za pomocí molekulárních sít



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7, obrázek 7.4 Schéma molekulárních sít A a B

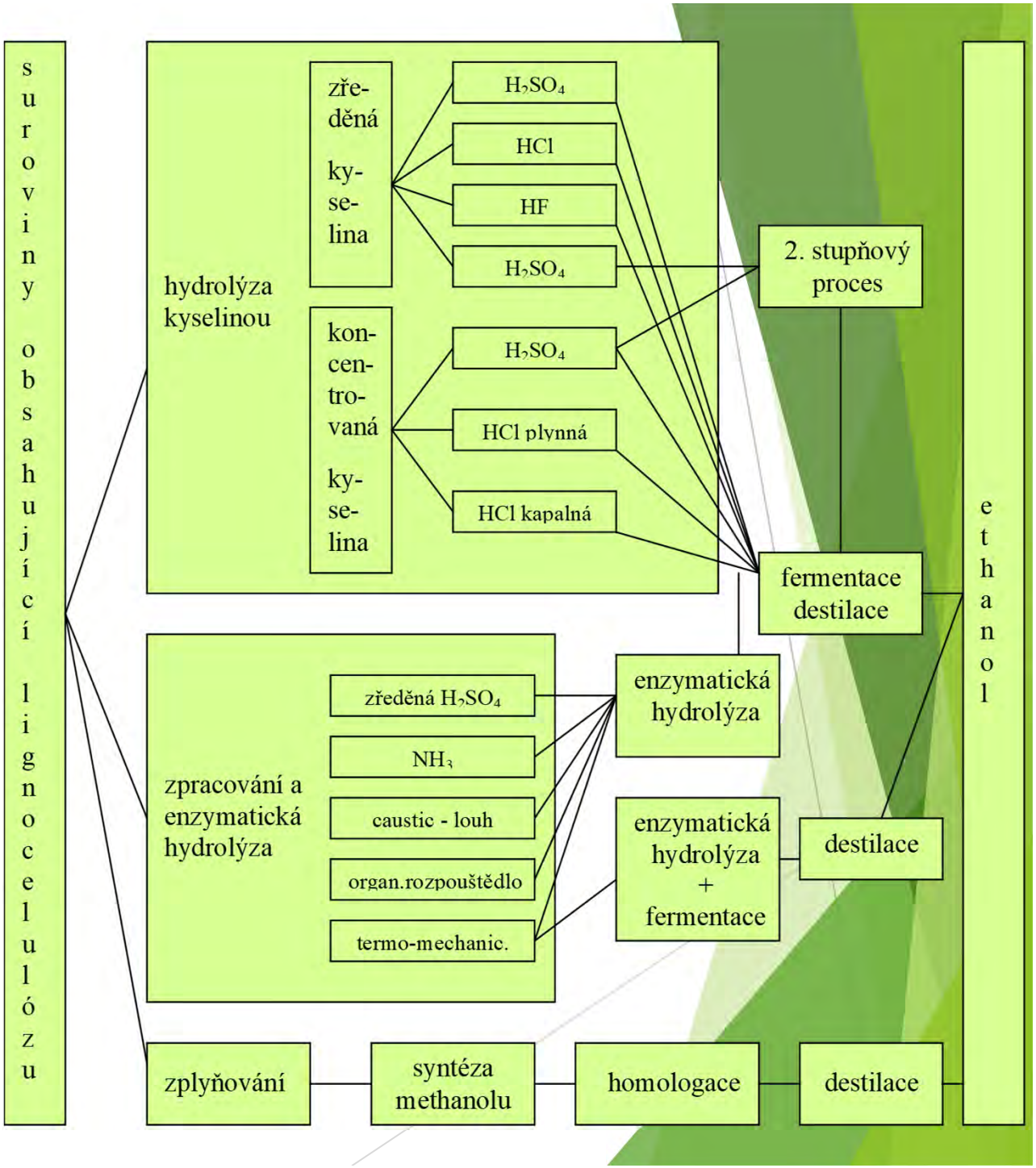


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 7, tabulka 7.1 Podíl ligninu, celulózy a hemicelulózy ve vybraných dřevinách a stébelninách

Druh	Lignin	Celulóza	Hemicelulóza
Jehličnany	25 – 35 %	40 – 50 %	20 – 30 %
Opadavé stromy	15 – 20 %	40 – 50 %	30 – 40 %
Cukrová třtina	20 %	40 %	30 %
Kukuřičné klasy	15 %	45 %	35 %
Kukuřičné stonky	35 %	35 %	25 %
Pšeničná sláma	15 %	30 %	50 %

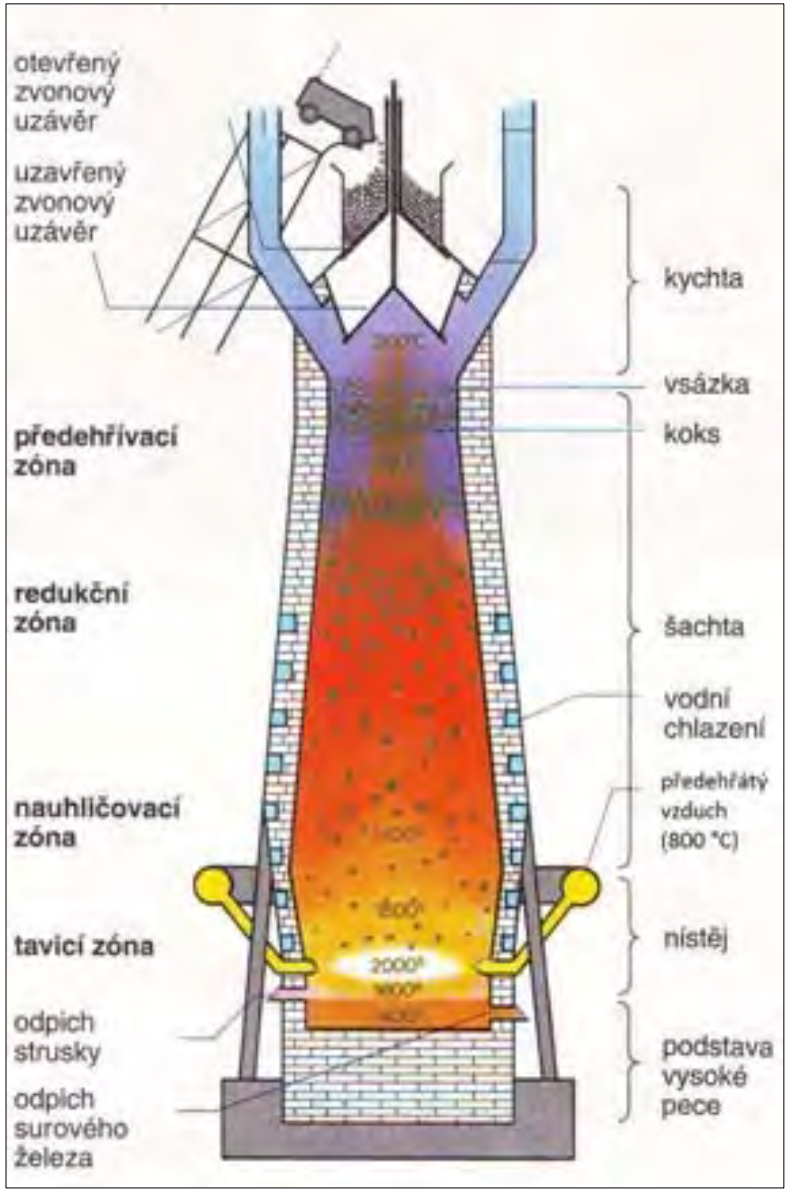
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha kapitoly 7, obrázek 7.5
Možnosti hydrolýzy lignocelulózové suroviny

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.2: Vysoká pec
*[*https://slideplayer.cz/slide/2722580/*]*



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, video 8.1:

Blast furnace

https://www.youtube.com/watch?v=9N6uXQ8KRYc

Príloha kapitoly 8, video 8.2:

Forging ahead: exploring the steelmaking process

https://www.youtube.com/watch?v=PDmj4EpAPLk

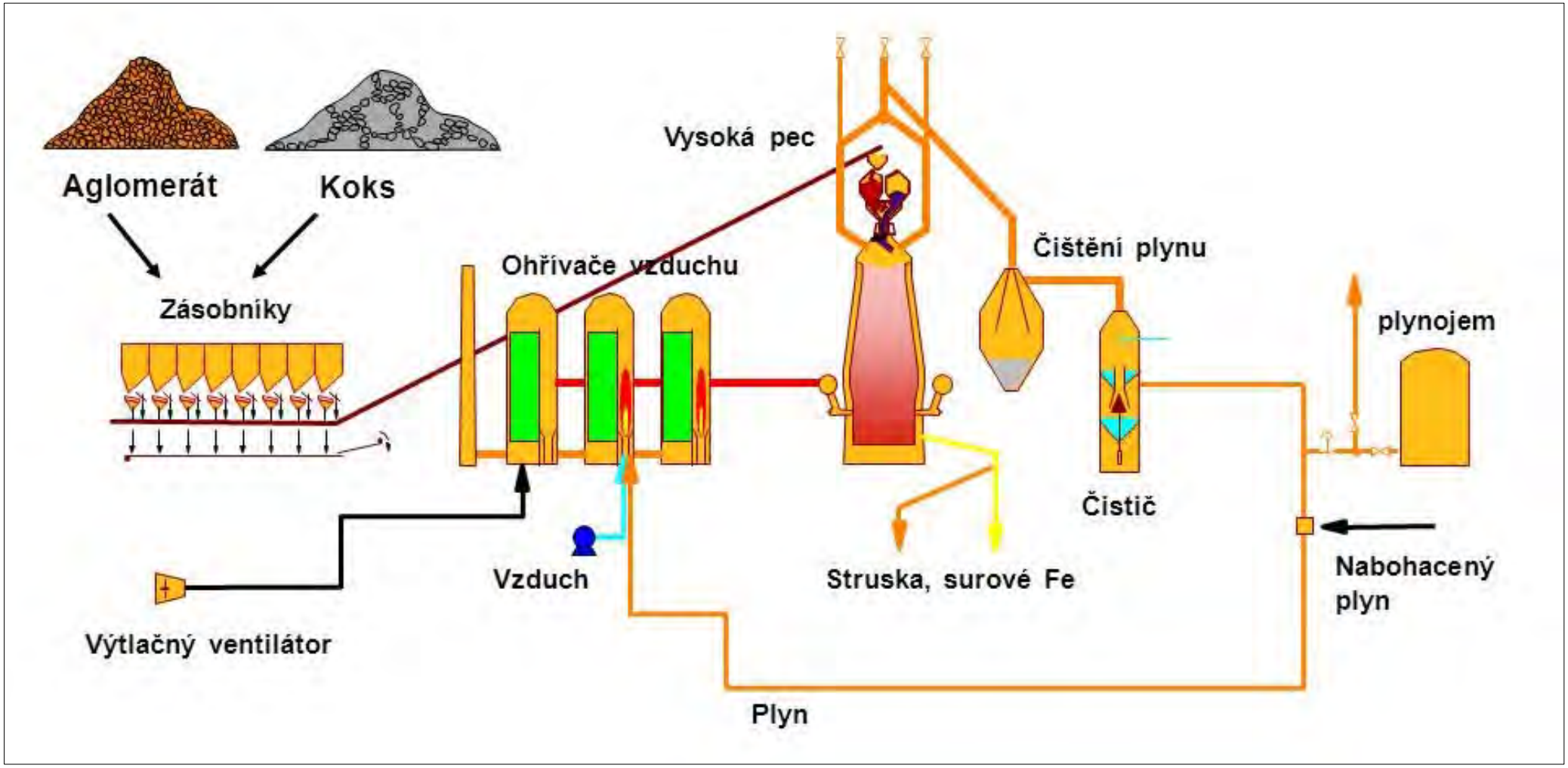
Príloha kapitoly 8, video 8.3:

Making Steel

https://www.youtube.com/watch?v=9AMbKpeJRoU

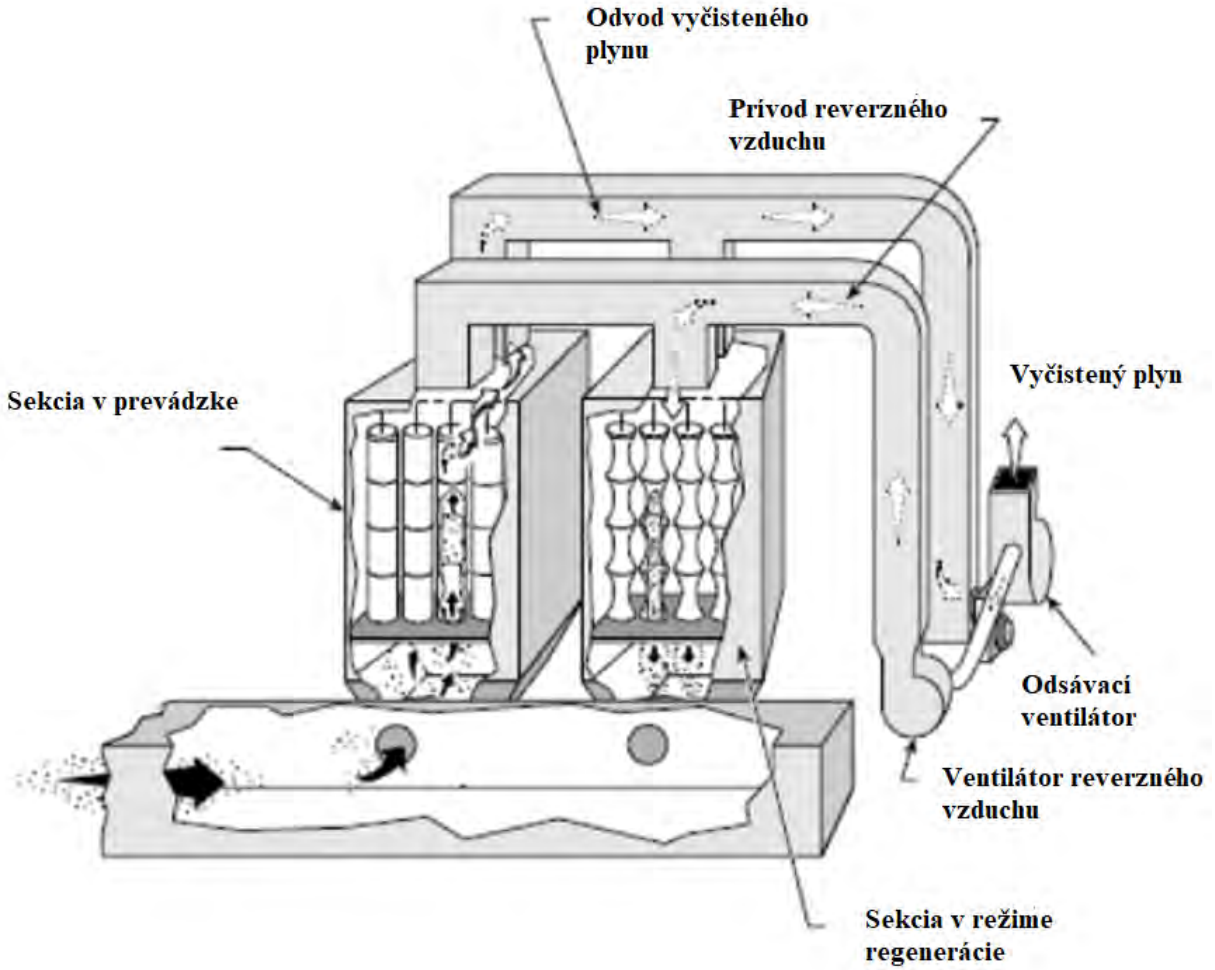
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.3 Technologická schéma výroby železa
[https://slideplayer.cz/slide/3768604/]



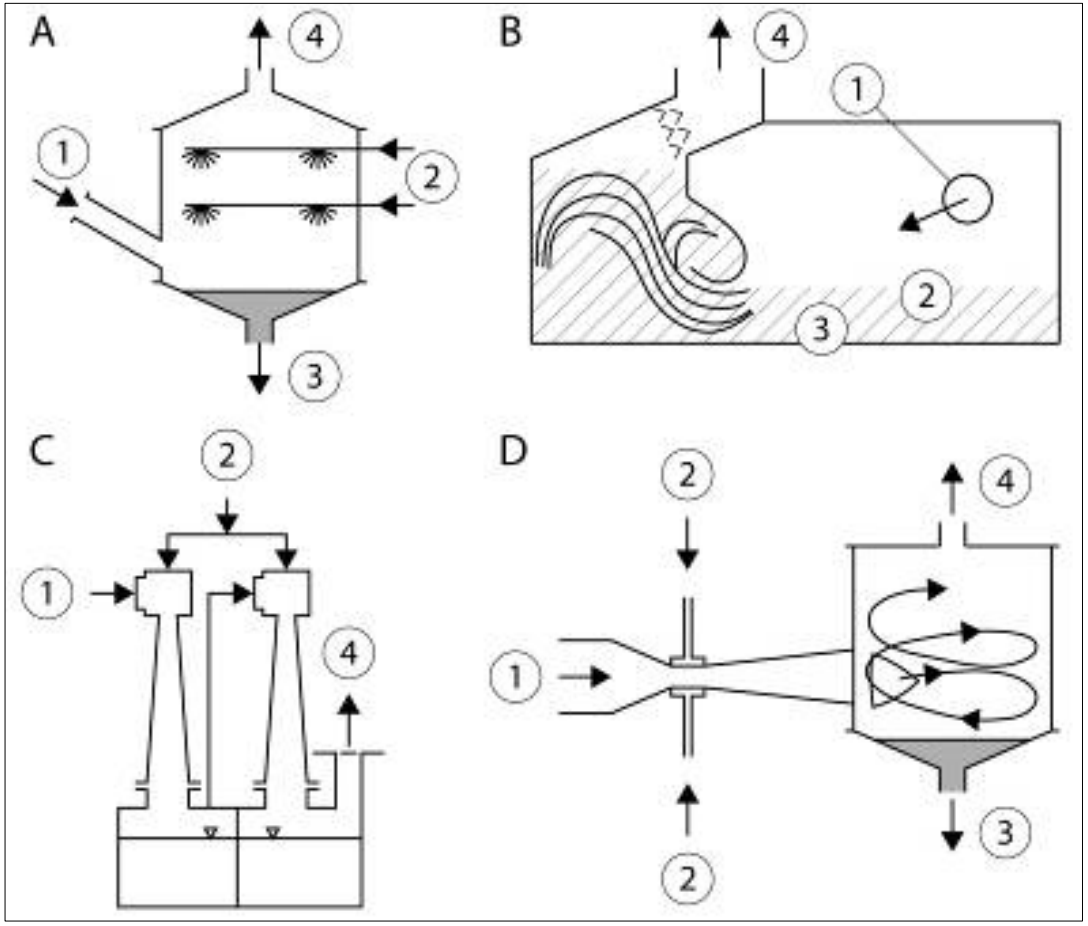
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.4 Regenerácia filtra[www.neundorfer.com/wp-content/uploads/2016/05/Baghouse-KnowledgeBase-02-Fabric-Filter-Bag-Cleaning.pdf]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, obrázok 8.5 Vybrané typy odlučovačov na vypieranie [http://envirozataze.enviroportal.sk/AtlasSanMetod/Jar/default.htm?turl=WordDocuments%2Fvypieranieaabsorpcia.htm]



A – sprchový: 1 – znečistený plyn, 2 – voda, 3 – voda s prachom, 4 – vyčistený plyn,
B – hladinový: 1 – znečistený plyn, 2 – voda, 3 – prach, 4 – vyčistený plyn,
C – Venturiho vstrekovací: 1 – znečistený plyn, 2 – voda, 4 – vyčistený plyn,
D – Venturiho s cyklónom: 1 – znečistený plyn, 2 – voda, 3 – voda s prachom, 4 – vyčistený plyn.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8,obrázok 8.6 Escondida najväčšia baňa na ťažbu medi sa nachádza na severe Chile www.bhp.com/-/media/images/2017/171113_escondida_hq.jpg

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 8, video 8.4:

Extraction of Copper

https://www.youtube.com/watch?v=KBPv2p7T1wo

Copper. One more ore processing
[https://www.youtube.com/watch?v=xH7oZelswuE]

Príloha kapitoly 8, video 8.5:

Aluminium recycling - How it works by Norsk Hydro

https://www.youtube.com/watch?v=chIFt2A9MRI

Príloha kapitoly 8, video 8.6:

Slag Crushing

https://www.youtube.com/watch?v=22z-mub5zZg

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nakládání s autovraky

Informace pro provozovatele zařízení ke sběru nebo zpracování autovraků.

A) Nová vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky
(účinnost od 1.11.2008)

Dnem 1.listopadu 2008 nabyla účinnosti nová „Vyhláška č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady z autovraků, vybraných autovraků, o způsobu vedení jejich evidence a evidence odpadů vznikajících v zařízeních ke sběru a zpracování autovraků a o informačním systému sledování toků vybraných autovraků (o podrobnostech nakládání s autovraky)“.

Tato **vyhláška zapracovala** předpisy Evropských společenství a v souladu s nimi upravuje:
- obsah provozního řádu zařízení ke sběru autovraků a zařízení ke zpracování autovraků,
- technické požadavky na nakládání s autovraky,
- podmínky pro skladování autovraků,
- náležitosti potvrzení o převzetí autovraku do zařízení ke sběru autovraků,
- způsob vedení průběžné evidence odpadů vzniklých v zařízení ke sběru a zpracování odpadů,
- informační systém sledování toků vybraných autovraků,
- rozsah a způsob vedení průběžné evidence převzatých autovraků,
- způsob ohlašování počtu a stavu převzatých autovraků a způsobu jejich zpracování,
- způsob ohlašování produkce odpadů vzniklých zpracováním autovraků a způsob nakládání s těmito odpady,
- způsob ohlašování produkce jiných odpadů vzniklých v zařízení ke sběru autovraků a v zařízení ke zpracování autovraků.

Nově je v této vyhlášce **zaváděn elektronický informační systém** sledování toků vybraných autovraků a jeho doplňování, jehož účelem je zajistit provázanost údajů o převzatém vybraném autovraku s údaji o odpadech vzniklých při nakládání s vybranými autovraky. Informační systém vede Ministerstvo životního prostředí v přenosovém standardu dat o odpadech, do informačního systému se zapojuje provozovatel zařízení ke sběru autovraků, zpracovatel autovraků, obecní úřady obcí s rozšířenými působnostmi. Krajský úřad informační systém doplňuje o seznamy osob oprávněných ke sběru a zpracování autovraků.

Vyhláška dále zahrnuje m.j. Technické požadavky na nakládání s autovraky a na zařízení k nakládání s autovraky (příloha č. 2 k vyhlášce č. 352/2008 Sb.) a Obsah provozního řádu a provozního deníku zařízení (příloha č. 1 k vyhlášce č. 352/2008 Sb.).

Technické požadavky na nakládání s autovraky a na zařízení k nakládání s autovraky:
(příloha č. 2 k vyhlášce č. 352/2008 Sb.)

1. Podmínky pro skladování autovraků a požadavky na zařízení ke sběru autovraků

1.1. Místo k přejímce autovraků a místo pro soustřeďování autovraků před jejich přepravou do zařízení ke zpracování musí být vybaveny:

a) plochou zajišťující, aby nedošlo k ohrožení ani ke znečištění povrchových nebo podzemních vod,

b) zařízením ke zjištění hmotnosti autovraku,

c) pomůckami pro úklid, látkami pro vsakování uniklých provozních náplní, zařízením pro odstranění uniklých kapalin, shromažďovací prostředky pro vznikající odpady,

d) zařízením umožňujícím přemísťování již nepojízdných autovraků.

1.2. Při nakládání s autovraky v zařízení nesmí dojít k úniku provozních náplní (jako např.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

olejů, paliva, náplně chladícího, brzdového systému a klimatizace). Při skladování autovraků nesmí být autovraky vršeny na sebe, pokud nejsou umístěny ve stojanech, a nesmějí být skladovány v poloze na boku nebo na střeše.

***2.* Požadavky na zařízení ke zpracování autovraků a na zpracování autovraků**

2.1. Požadavky na prostory a vybavení:

2.1.1. Místa k přejímání, skladování autovraků, zpracování autovraků, shromažďování odpadů a skladování materiálů a součástí k opětovnému použití musí být zřetelně označena a musí umožnit, aby v zařízení mohly být prováděny následující činnosti:

a) příjem autovraků, zjištění jejich hmotnosti a provádění příslušných záznamů a vedení evidence,
b) skladování autovraků a jejich částí zbavených škodlivin,
c) odčerpání provozních kapalin a odnětí dalších nebezpečných částí autovraků,
d) skladování autovraků a jejich částí bez materiálů a součástek obsahující škodliviny uvedené v čl. 2.2.2.2.,
e) demontáž,
f) skladování částí vozidel, které lze opětovně použít a které neobsahují žádné kapaliny,
g) skladování částí vozidel, které lze opětovně použít a které obsahují kapaliny,
h) skladování odpadů určených k využití nebo odstranění,
i) skladování zbytkových karoserií k odvozu nebo dalšímu zpracování.

2.1.2. Místa pro zpracování autovraků musí být vybavena:

a) plochou zajišťující, aby nedošlo k ohrožení ani ke znečištění povrchových nebo podzemních vod,
b) pomůckami pro úklid, látkami pro vsakování uniklých provozních náplní, zařízením pro odstranění uniklých kapalin, shromažďovací prostředky, které odpovídají vznikajícím odpadům, materiálům a částem k opětovnému využití a případně dalšími zařízeními k úpravě odpadů,
c) zařízením k jímání nebo čištění odpadních vod včetně srážkových v souladu s vodním zákonem,
d) skladovými prostory pro použité pneumatiky, zabezpečené proti požáru; skladovými prostory pro jednotlivé demontované části autovraků včetně částí znečištěných olejem,
e) příslušnými shromažďovacími prostředky pro oddělené shromažďování vymontovaných materiálů a částí (akumulátory, filtry, kondenzátory obsahující PCB/PCT), provozní náplně (palivo, motorový olej, olej z převodovky, olej z hydrauliky, chladící kapaliny, nemrznoucí směsi, brzdové kapaliny, náplně klimatizačního systému) a jakékoliv další kapaliny obsažené v autovraku,
f) zařízením ke zjištění hmotnosti, pokud osoba oprávněná k podnikání neprovozuje současně zařízení ke sběru autovraků.

2.2. Požadavky na zpracování autovraků:

2.2.1. Odčerpání provozních náplní a odnětí dalších nebezpečných částí autovraků.

Odčerpání provozních náplní a odnětí dalších nebezpečných částí autovraků se provádí tak, aby byly odděleně shromažďovány všechny kapaliny, náplně a nebezpečné části. Chladící prostředky klimatizace se vypouští pomocí uzavřeného systému. Při vypouštění kapalin ze všech systémů autovraku se musí dosáhnout stavu, kdy kapalina již neodkapává.

2.2.2. Demontáž autovraku.

a) Mechanické zničení identifikačního čísla vybraného autovraku (VIN) a zaznamenávání tohoto úkonu do provozního deníku.

b) Části a materiály obsahující škodliviny, které musí být při zpracování z vybraných autovraků odstraněny přednostně:

- ✓ baterie a nádrže na zkapalněný plyn nebo stlačený plyn,
- ✓ potenciálně výbušné součásti (např. airbagy),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

- ✓ provozní náplně (palivo, motorový a převodový olej, oleje z rozvodovky, oleje z hydrauliky, chladící kapaliny, nemrznoucí směsi, brzdové kapaliny, náplně klimatizačního systému) a jakékoliv další kapaliny obsažené ve vybraném autovraku, pokud nebudou nutné pro opětovné použití příslušných částí,
- ✓ všechny součásti obsahující rtuť (je-li to technicky proveditelné).

B) Způsob realizace zařízení k nakládání s autovraky.

Krajský úřad, odbor životního prostředí, uděluje podle § 14 odst. 1 zákona č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů (dále jen zákon o odpadech) **souhlas k provozu zařízení** ke sběru nebo zpracování autovraků **a s jeho provozním řádem**, jejichž provoz bude realizován na území kraje Vysočina.

K tomu, aby mohl být souhlas k provozu zařízení udělen, je nutné splnit níže uvedené požadavky:

1. Zařízení musí být **v souladu se zákonem č. 183/2006 Sb.,** o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění (stavební zákon) - např. zahájení stavebního nebo kolaudačního řízení příslušným stavebním úřadem pro danou provozovnu (zařízení) nebo změna v užívání stavby.
2. Dané zařízení musí **splňovat Technické požadavky na nakládání s autovraky** v souladu s přílohou č. 2 k vyhlášce č. 352/2008 Sb., o podrobnostech nakládání s autovraky.
3. Podle zákona č. 100/2001 Sb., o posuzování vlivů na životní prostředí, v platném znění (dále „EIA“), záměry zařízení ke skladování, úpravě nebo využívání nebezpečných odpadů (v tomto případě autovraků), na které se vztahuje stavební řízení, **vždy podléhají zjišťovacímu řízení** krajského úřadu a to bez dané výše roční kapacity zařízení.
4. Žadatel - provozovatel zařízení podá na krajský úřad **žádost** o souhlas s provozem zařízení ke sběru autovraků nebo zpracování autovraků, **včetně zpracovaného provozního řádu** tohoto zařízení. Provozní řád se k žádosti přikládá ve dvojím vyhotovení, 1x bude po odsouhlasení vrácen žadateli zpět. Náležitosti žádosti o udělení souhlasu jsou dány §1 odst. 1 vyhlášky č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, v platném znění.

C) Obsah provozního řádu a provozního deníku zařízení (příloha č. 2 k vyhlášce č. 352/2008 Sb.)

1. Provozní řád zařízení ke sběru autovraků obsahuje:

a) Základní údaje o zařízení: název zařízení, identifikační údaje vlastníka a provozovatele zařízení (obchodní firma nebo název a sídlo, pokud jde o právnickou osobu nebo obchodní firma nebo jméno a příjmení a místo podnikání, popřípadě místo trvalého pobytu, pokud jde o fyzickou osobu oprávněnou k podnikání a identifikační číslo, bylo-li přiděleno, včetně údajů o statutárních zástupcích a telefonním spojení na ně, jména a příjmení vedoucích zaměstnanců zařízení, adresa a údaje o pozemcích, na nichž je zařízení umístěno (číslo popisné parcely a katastrální území), projektovaná kapacita zařízení.

b) Charakter a účel zařízení: přehled druhů odpadů, pro něž je zařízení určeno a které jeho provozem vznikají, v zařazení podle přílohy č.1 a č.2 vyhlášky č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů, účel, k němuž je zařízení určeno.

c) Stručný popis zařízení: popis technického a technologického vybavení zařízení (skladovací prostředky, manipulační prostředky, způsob ochrany horninového prostředí v místech nakládání s odpady, apod.).

d) Technologie a obsluha zařízení: povinnost obsluhy zařízení při všech technologických operacích v zařízení, přejímka odpadu – administrativní postup a praktický postup kontroly kvality odpadu, povinnosti obsluhy (např. zjistit hmotnost odpadu, provést vizuální kontrolu, vystavit příslušné dokumenty, způsob a postup zápisu do provozního deníku), další nakládání s odpadem – způsob značení odpadu, balení odpadu, umisťování odpadu do zařízení.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

e) Organizační zajištění provozu zařízení.
f) Vedení evidence odpadů přijímaných do zařízení i v zařízení produkovaných odpadů.
g) Opatření k omezení negativních vlivů zařízení a opatření pro případ havárie.
h) Opatření k zajištění bezpečnosti provozu a ochrany životního prostředí a zdraví lidí.
i) Vzor provozního deníku.
Provozní deník zařízení bude veden minimálně v následujícím rozsahu:

- ✓ všechny skutečnosti, charakteristické pro provoz zařízení - např. jména obsluhy, vybrané údaje o sledování provozu zařízení např. druh a množství přijatých odpadů - autovraků, uskladnění, datum, tovární značka autovraku a registrační značka, původce, konkrétní příjemce pro následné zpracování autovraků, apod.,
- ✓ další údaje z monitorování provozu zařízení včetně výsledků monitorování provozu zařízení ve zkušebním i trvalém provozu (zápis o závadách, poruchách, haváriích a mimořádných událostech),
- ✓ záznamy o školení pracovníků zařízení, o kontrolách různých orgánů v zařízení, apod.
- ✓ záznamy o zvláštních událostech a poruchách v provozu s možným dopadem na životní prostředí včetně jejich příčin a nápravných opatření
- ✓ údaje o množství částí a materiálů z vykoupených autovraků předaných k opětovnému použití
- ✓ záznam o úkonu mechanického zničení identifikačního čísla vybraného autovraku (VIN).

2. Provozní řád zařízení pro zpracování autovraků - obsahuje všechny údaje uvedené v provozním řádu k zařízení ke sběru autovraků (bod 1.) a dále tyto následující údaje:

a) Podrobná kvalitativní charakteristika odpadů umožňující jejich přijetí.
b) Využitelné materiály získávané v zařízení z odpadů a jejich množství ve vztahu k přijímaným odpadům.
c) Monitorování provozu zařízení – výběr ukazatelů předpokládaných vlivů provozu zařízení na okolí, způsob a četnost jejich sledování a dokumentování, měření hlukových emisí, sledování množství, kvality a skutečných vlastností odpadních, podzemních a povrchových vod v souladu s jinými předpisy, vliv na pracovní prostředí apod.).
d) Informace, které jsou nutné k věcně správnému a ekologicky šetrnému zpracování autovraku nebo částí, u vybraných vozidel poskytované zpravidla akreditovaným zástupcem nebo výrobcem vozidla.

D) Náležitosti žádosti o udělení souhlasu k provozování zařízení ke sběru nebo zpracování autogramů (§ 1 odst. 1 vyhlášky č. 383/2001 Sb.)

a) obchodní firmu nebo název, právní formu a sídlo, je-li žadatel právnickou osobou; jméno a příjmení, obchodní firmu, bydliště a místo podnikání, liší-li se od bydliště, jeli žadatel fyzickou osobou,
b) identifikační číslo žadatele, bylo-li přiděleno,
c) označení a adresu všech provozoven, kde je sběr nebo zpracování autovraků provozován, včetně doložení právního vztahu žadatele k předmětné provozovně,
d) jméno, příjmení a místo trvalého pobytu nebo pobytu fyzické osoby nebo fyzických osob oprávněných jednat jménem žadatele,
e) kopii podnikatelského oprávnění (např. živnostenský list) nebo kopii výpisu z obchodního rejstříku nebo kopii zřizovací listiny žadatele, kopii koncesní listiny…,
f) jméno, příjmení odpadového hospodáře a doklady o jeho odborné způsobilosti podle § 15 odst. 6 zákona o odpadech /*doklad o dokončeném vysokoškolském vzdělání a nejméně 3 roky praxe v oboru odpadového hospodářství v posledních 10 letech nebo doklad o*

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

středním vzdělání ukončeném maturitou a nejméně 5 let praxe v oboru odpadového hospodářství v posledních 10 letech/, pokud žadatel má podle § 15 zákona povinnost určit odpadového hospodáře */v posledních 2 letech bylo nakládáno s více než 100 t nebezpečného odpadu za rok,*

g) název, účel a technický popis zařízení včetně všech zařízení souvisejících, popis technologického postupu nakládání s odpadem - autovraky v zařízení,
h) seznam druhů odpadů podle Katalogu odpadů, se kterými bude v zařízení nakládáno,
i) popis přístupových tras k zařízení ve vztahu k jednotlivým druhům dopravy odpadů do zařízení,
j) způsob skladování odpadů v zařízení,
k) návrh sledování (monitoringu) vlivu provozu zařízení na okolní životní prostředí a zdraví lidí odpovídající typu zařízení a druhům odpadů,
l) plán odborného vzdělávání pracovníků zařízení,
m) pokud je souhlas k provozování zařízení vydáván k již existujícímu zařízení, doklad o souladu zařízení se zvláštními právními předpisy – t.j. zákonem č. 183/2006 Sb., o územním plánování a stavebním řádu, v platném znění (stavební zákon),
n) stanovisko z posouzení (zjišťovacího řízení) zařízení od příslušného orgánu EIA (krajský úřad),
o) zpracovaný provozní řád včetně návrhu na zavedení provozního deníku (předložit 2x, jedno paré bude vráceno spolu s rozhodnutím),
p) vyjádření orgánu ochrany veřejného zdraví k provoznímu řádu zařízení ke sběru nebo zpracování autovraků (Krajská hygienická stanice kraje Vysočina se sídlem v Jihlavě - územní pracoviště podle místa provozu zařízení),
q) doklady o zajištění následného využití, odstranění, příp. dalšího sběru předmětných odpadů – dohoda, smlouva nebo souhlas k provozu dalšího zařízení (pokud jej žadatel provozuje).

Pokud budou některé z náležitostí žádosti o udělení souhlasu k provozování zařízení obsahem provozního řádu zařízení, mohou být v žádosti obsaženy formou odkazu na příslušná ustanovení provozního řádu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.1 Příklad autovraku

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.2
Mostní váha

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

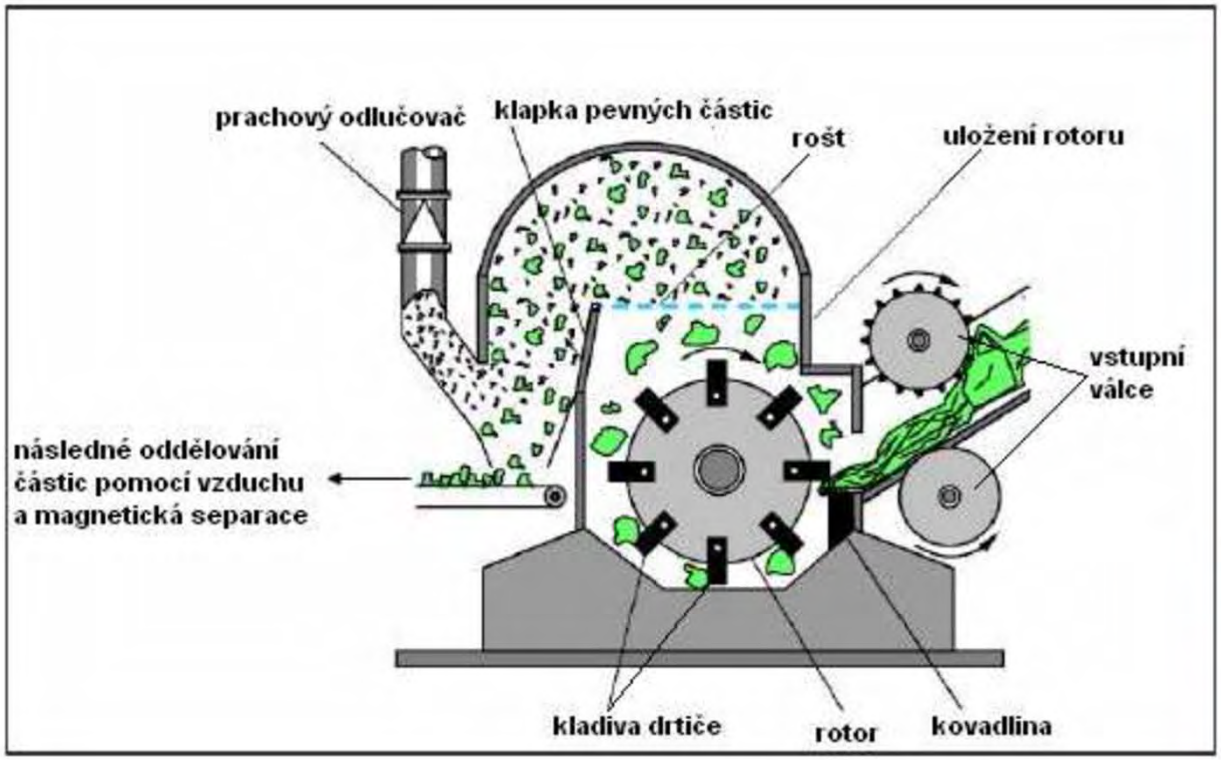
Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.3 Příklad manipulační techniky – vysokozdvižný vozík, mostní jeřáb s drapákem

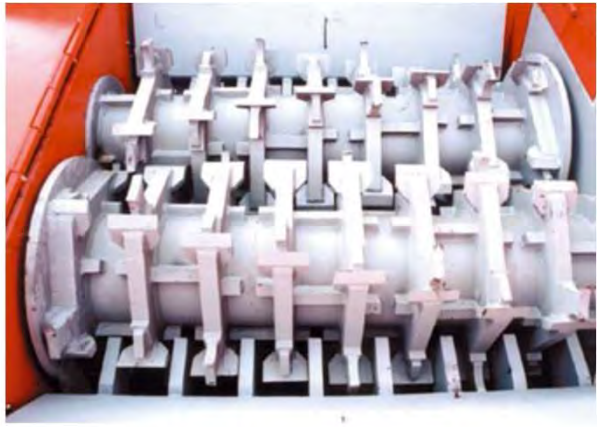
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.4 Příklad uspořádání zařízení pro odstraňování provozních náplní

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.5 Schéma drtícího zařízení (tzv. šrédru)



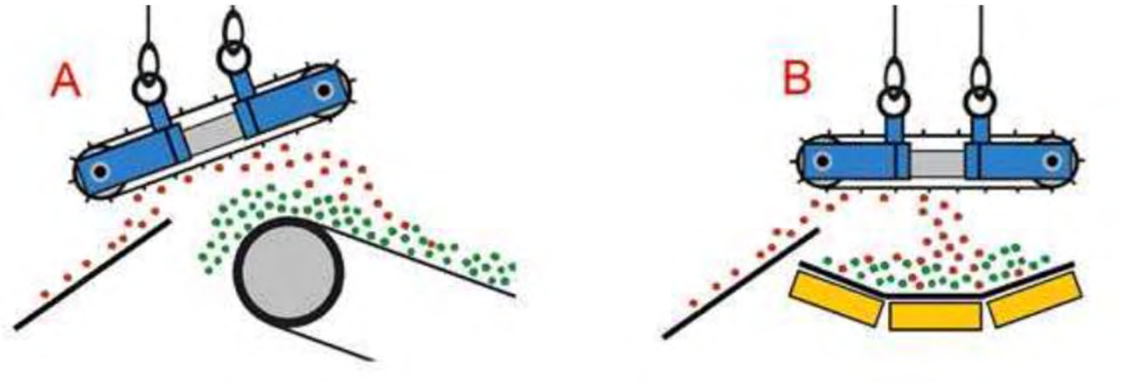


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.6 Příklad drtícího zařízení (tzv. šrédru)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.7 Schéma magnetického separátoru



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2 kapitoly 9, obrázek 9.8 Další pracovní operace – lisování a stříhání

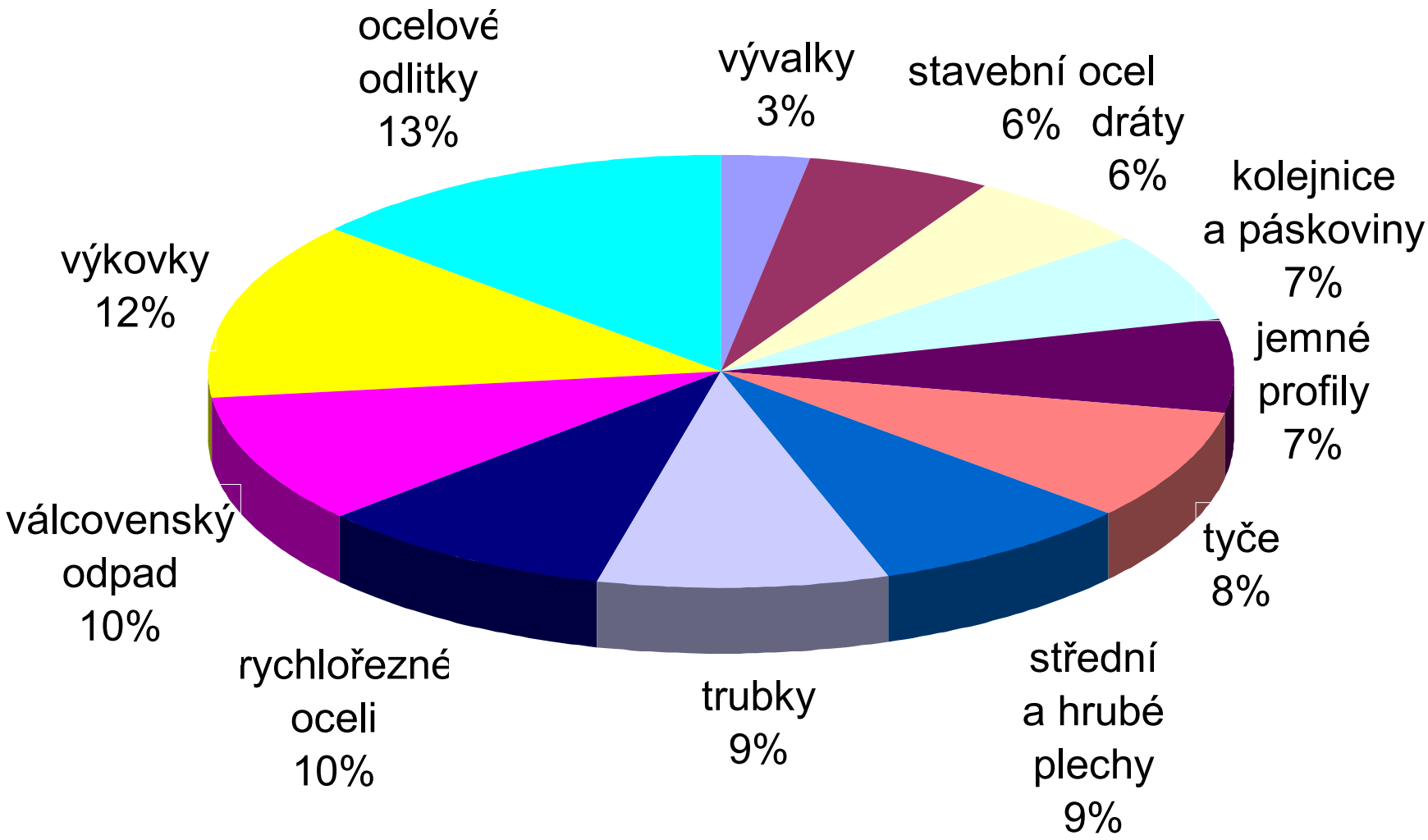
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, tabulka 10.1 Spotřeba energie pro výrobu 1 t kovu z rudy a z odpadu

Druh kovu	**Spotřeba energie při výrobě [MWh . t^{-1}]**		**Úspora energie [MWh . t^{-1}]**	**Zpracování odpadu [% hm]**
	z rudy	**z odpadu**		
Měď	13,5	1,7	11,8	87
Olovo	9,5	0,5	9,0	95
Zinek	10,0	0,5	9,0	95
Hliník	65,0	2,0	63,0	97
Hořčík	90,0	2,0	88,0	98
Železo	55,0	2,0	53,0	91

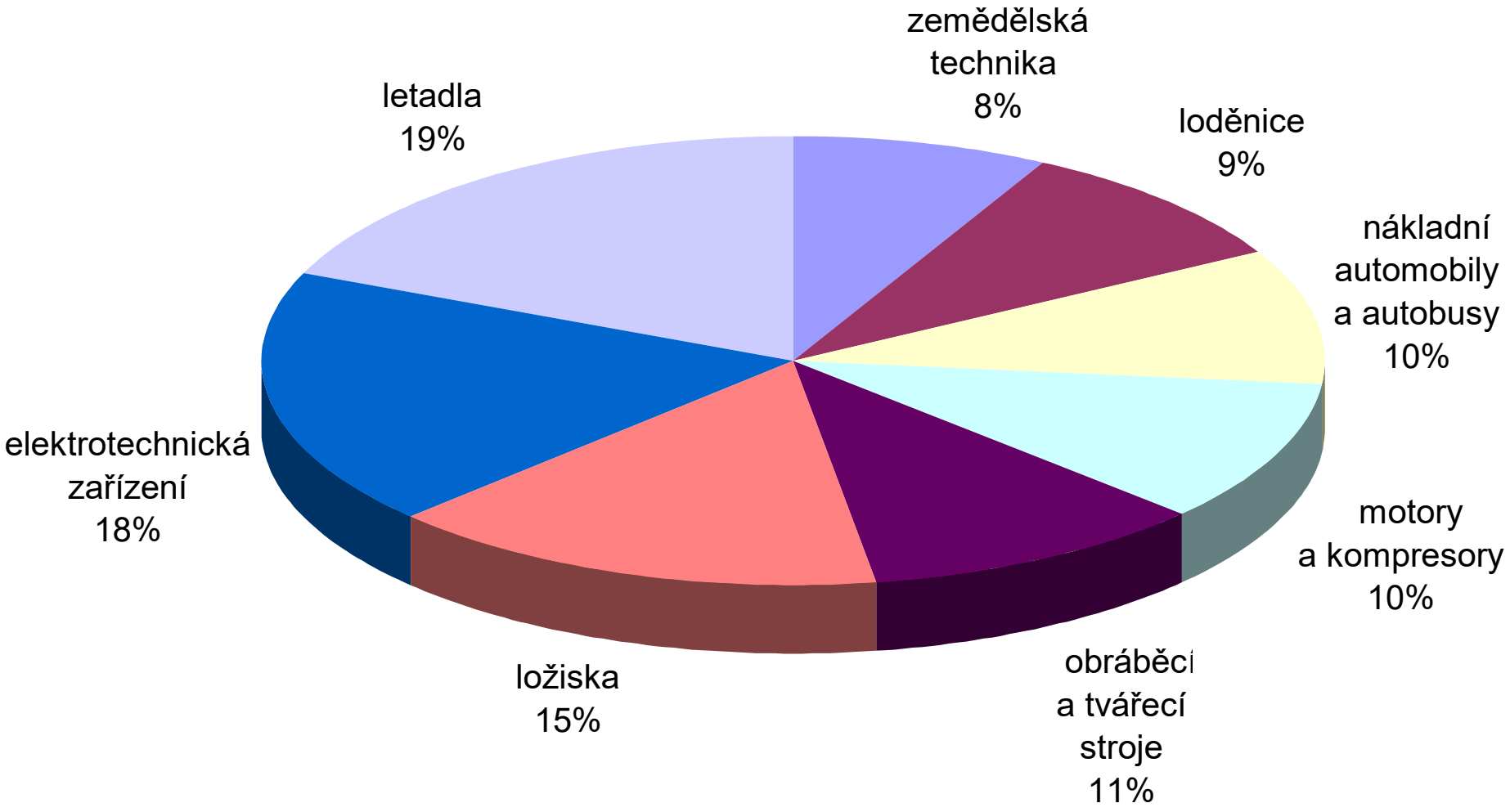
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, obrázek 10.1: Celkový podíl vznikajícího výrobního odpadu připadajícího na jednotlivé druhy hutních výrobků



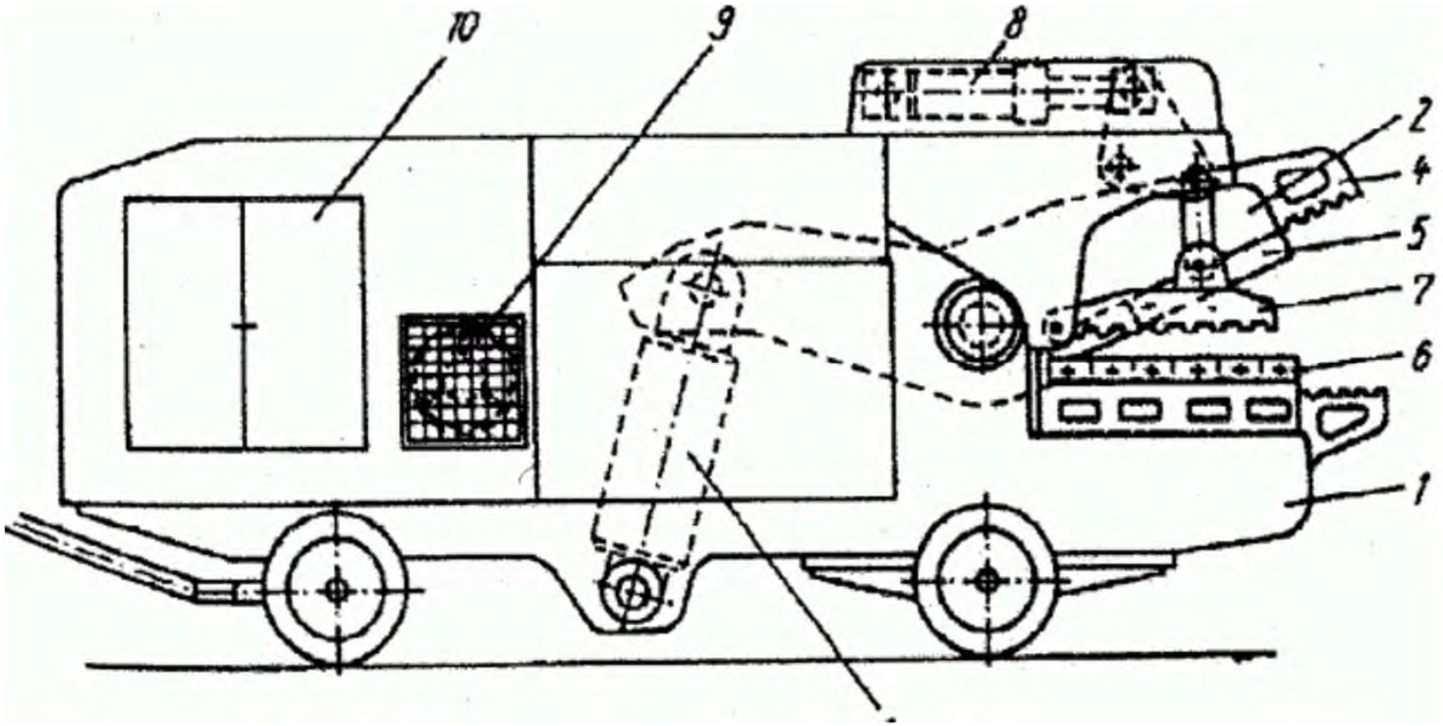
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, obrázek 10.2 Celkový podíl vznikajícího množství zpracovatelského odpadu v jednotlivých výrobních odvětvích



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

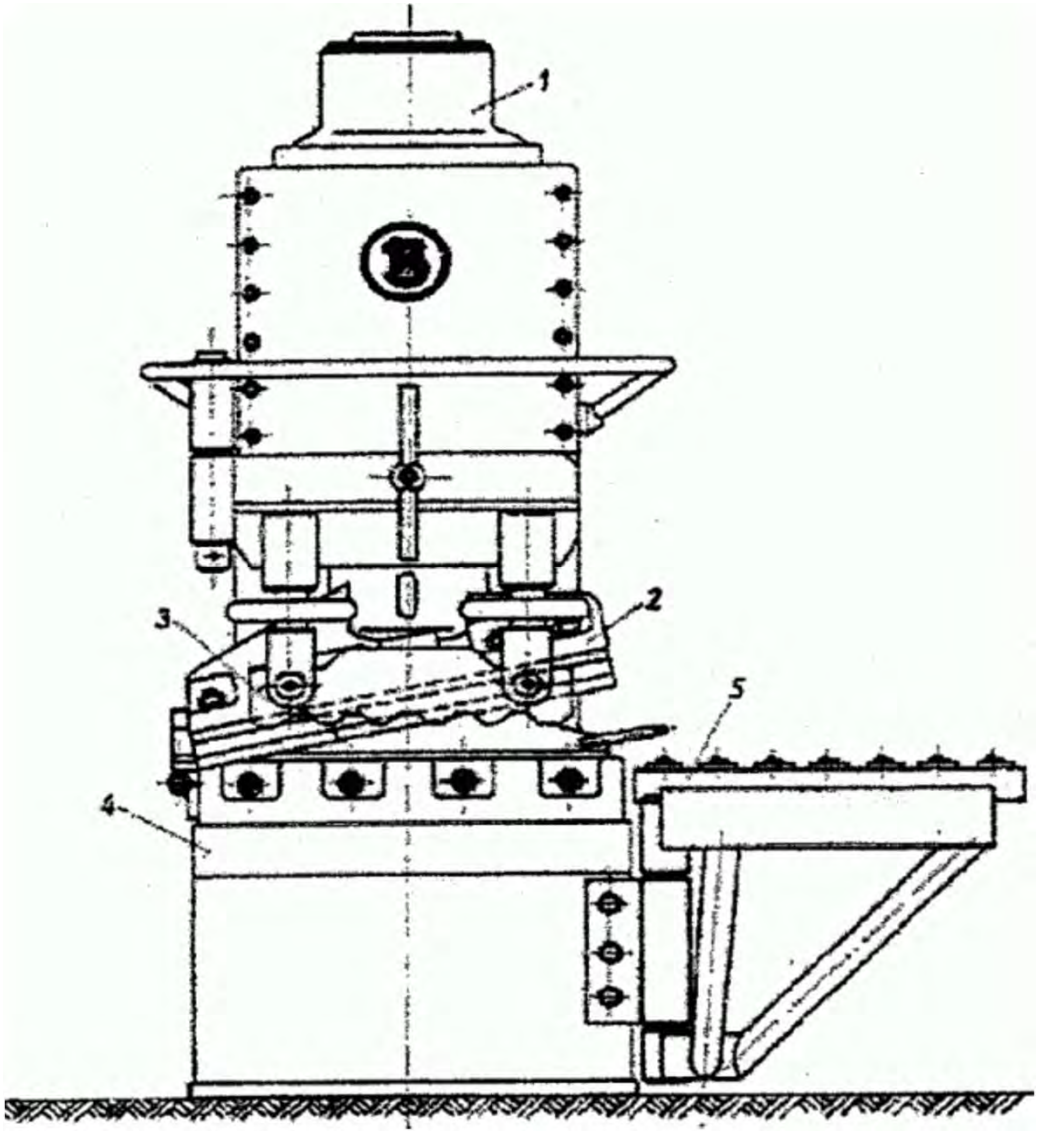
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.3 Aligátorové nůžky (Schaffer)



1 – rám, 2 – horní nůž, 3 – hydraulický válec, 4 – nožové rameno, 5 – vrchní nůž, 7 – spodní nůž, 8 – hydraulický válec přidržovače, 9 – chladič oleje, 10 – rozvodná skříň

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

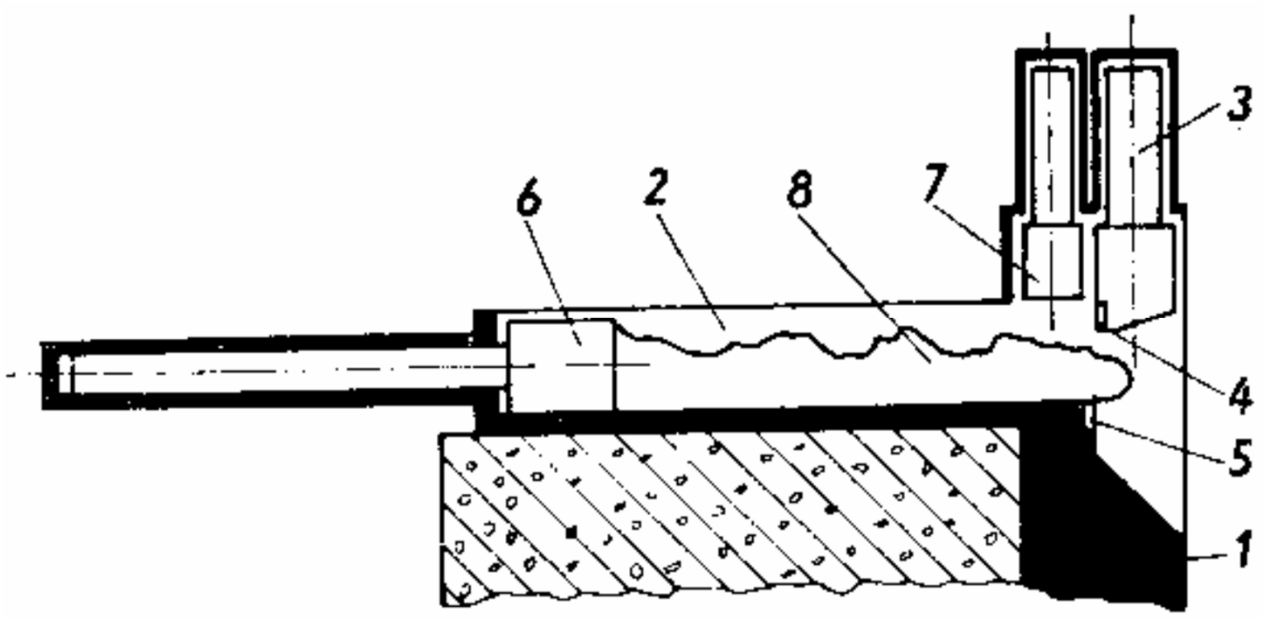
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.4 Gilotinové nůžky



1 – hydraulický válec, 2 – horní nůž, 3 – přidržovač, 4 – stůl se spodním nožem, podávací stůl

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

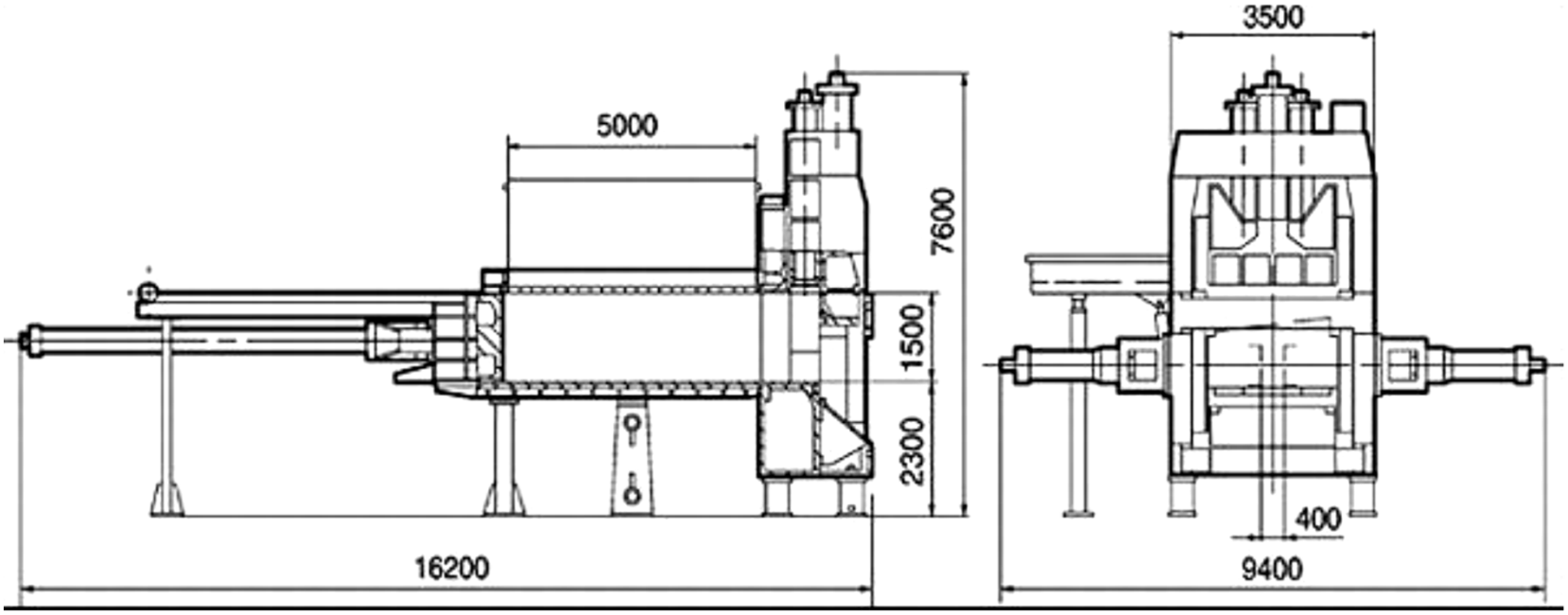
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.5 Základní schéma hydraulických nůžek



1 – rám, 2 – násypka, 3 – nožové saně, 4 – horní nůž, 5 – spodní pevný nůž, 6 – tlačka pro posun šrotu, 7 – přidržovač, 8 – vrstva šrotu

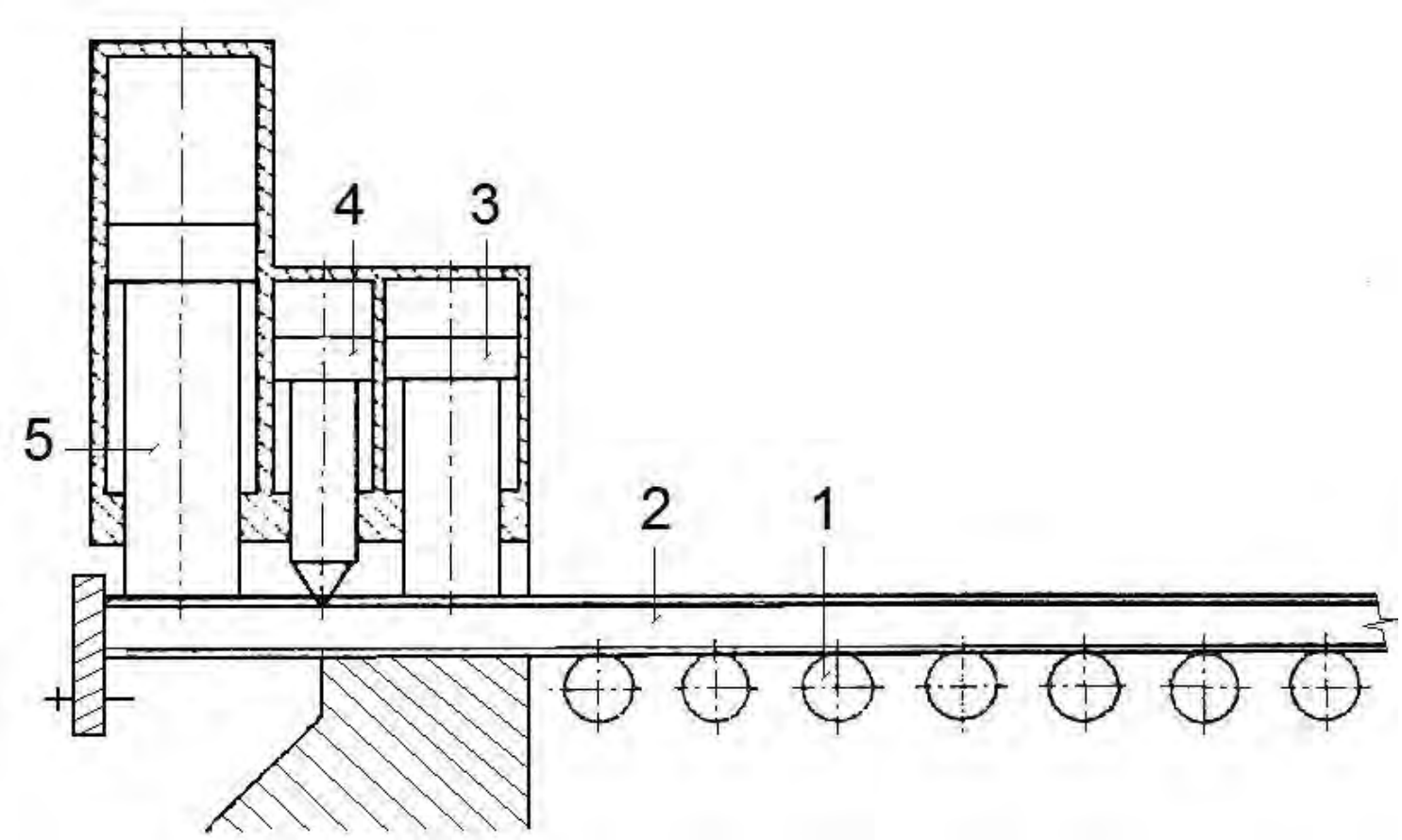
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, obrázek 10.6 Schéma stříhacího a paketovacího lisu CPN 400 ŽDAS



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

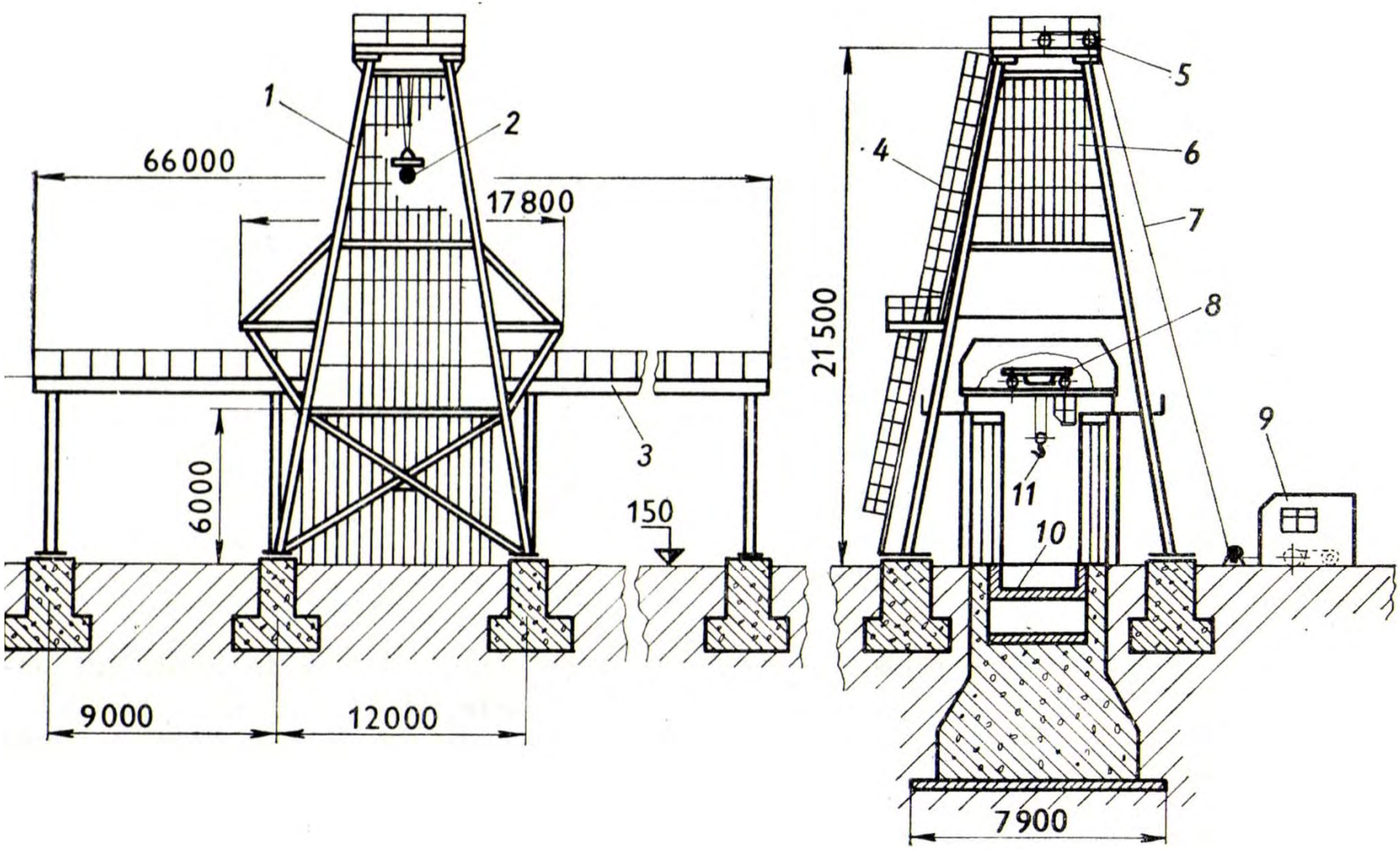
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.7 Lamač kolejnic



1 – válečkový dopravník, 2 – kolejnice, 3 – píst prvního válce, 4 – píst druhého válce, 5 – píst vytvářející ohybový moment

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

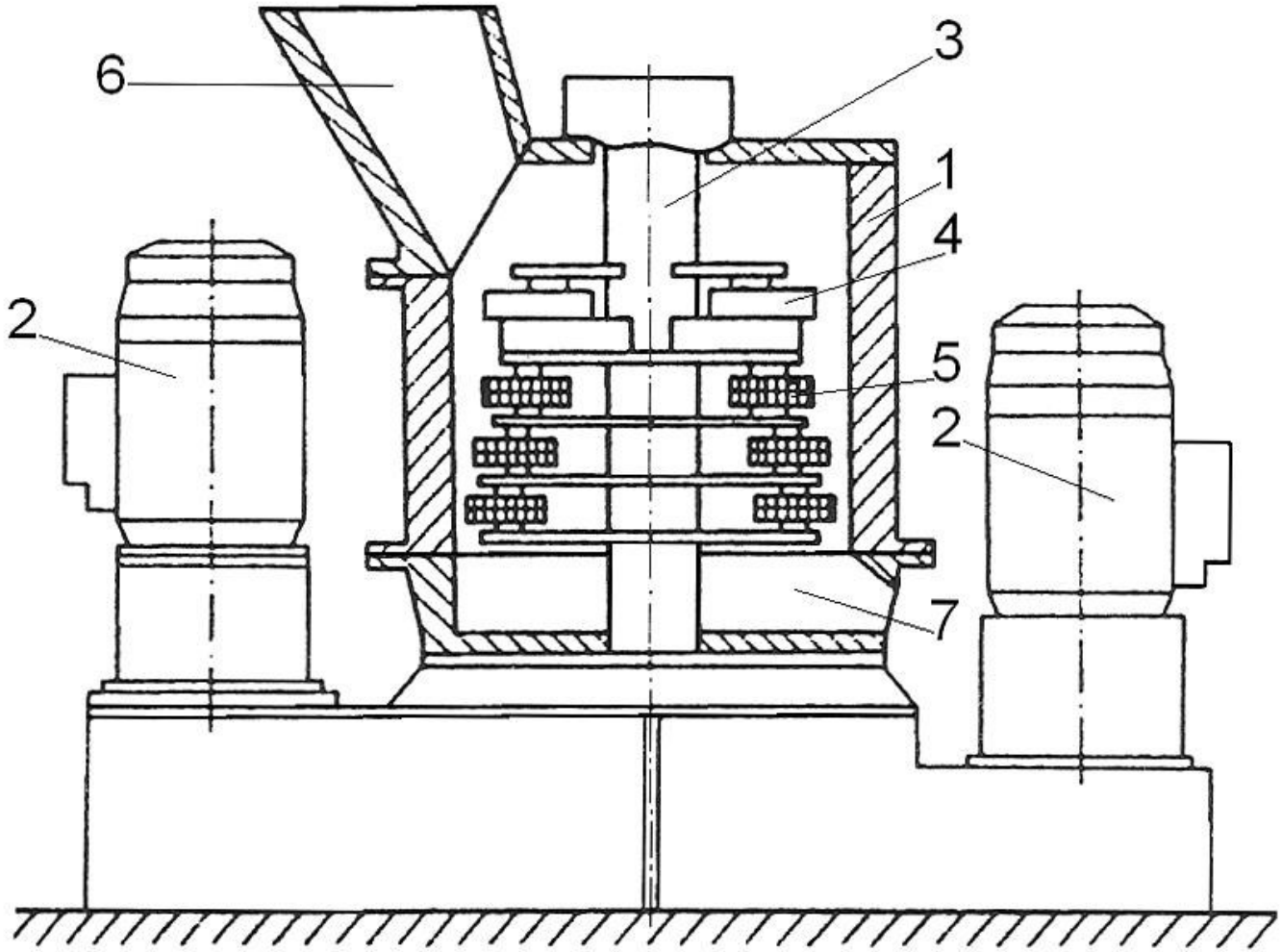
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.8 Věžová tlučka



1 – lešení, 2 – kulový beran, 3 – jeřábová dráha, 4 – žebřík, 5 – kladky pro zvedání beranu, 6 – zástěna, 7 – zvedací lano, 8 – jeřábová kočka, 9 – kabina obsluhy s navijákem, 10 – šabota, 11 – hák obslužného jeřábu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

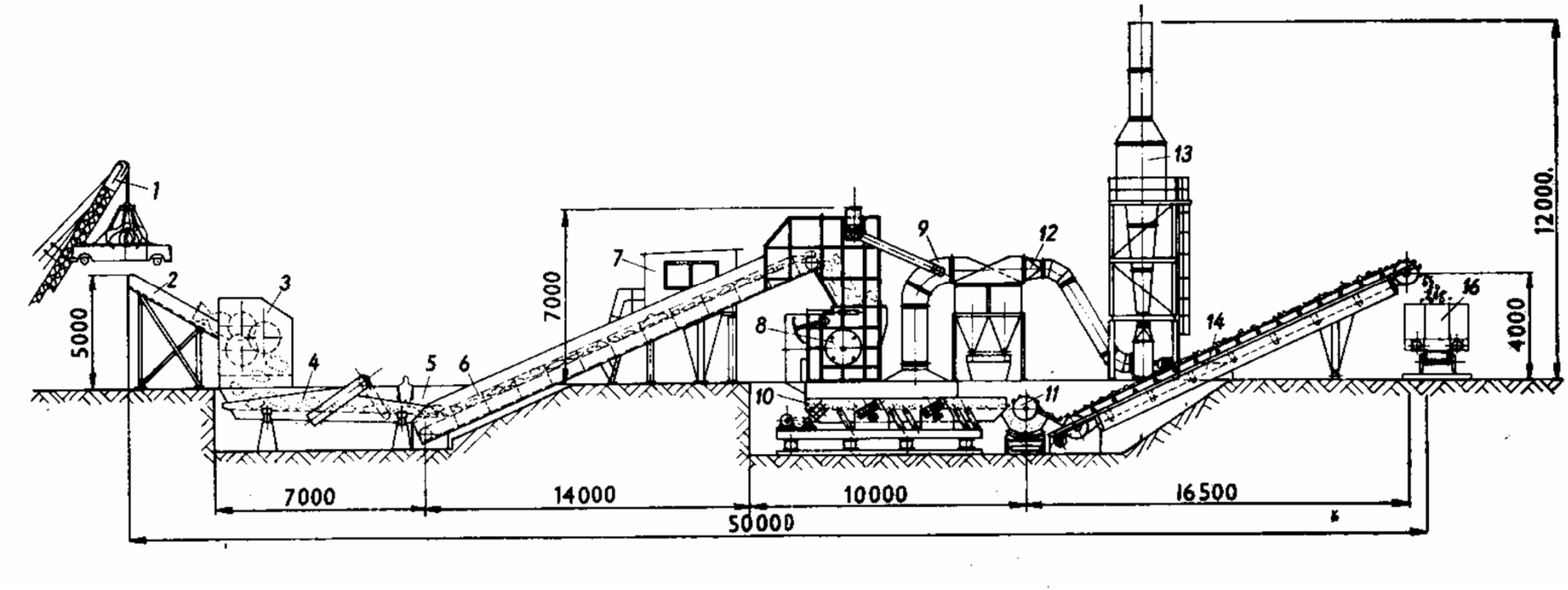
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.9 Šrédr s vertikálním rotorem



1 – hranolovité kladivo, 2 – elektromotory, 3 – skříň, 4 – rotor, 5 – kotoučové kladivo, 6 – násypka, 7 – vynášecí otvor

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

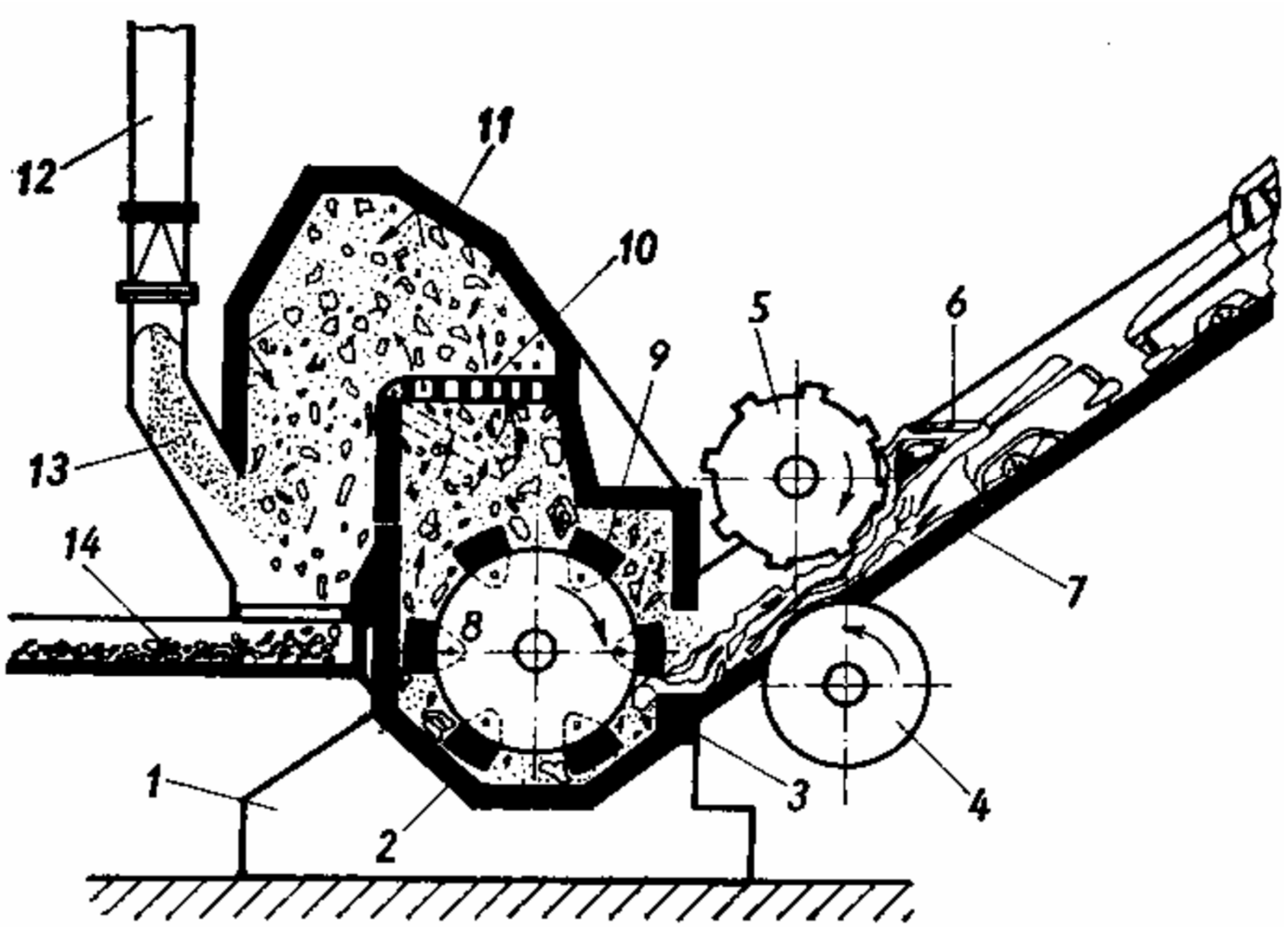
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.10 Drtící linka Becker



1 – nakladač, 2, 4, 10 – skluz, 3 – trhač, 5 – ruční třídění, 6, 14 – dopravník, 7 – ovládací kabina, 8 – drtič, 9 – odprašování, 11 – magnetická separace, 12 – odsávací potrubí, 13 – výfuk vzduchu, 15 – odvoz šrotu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

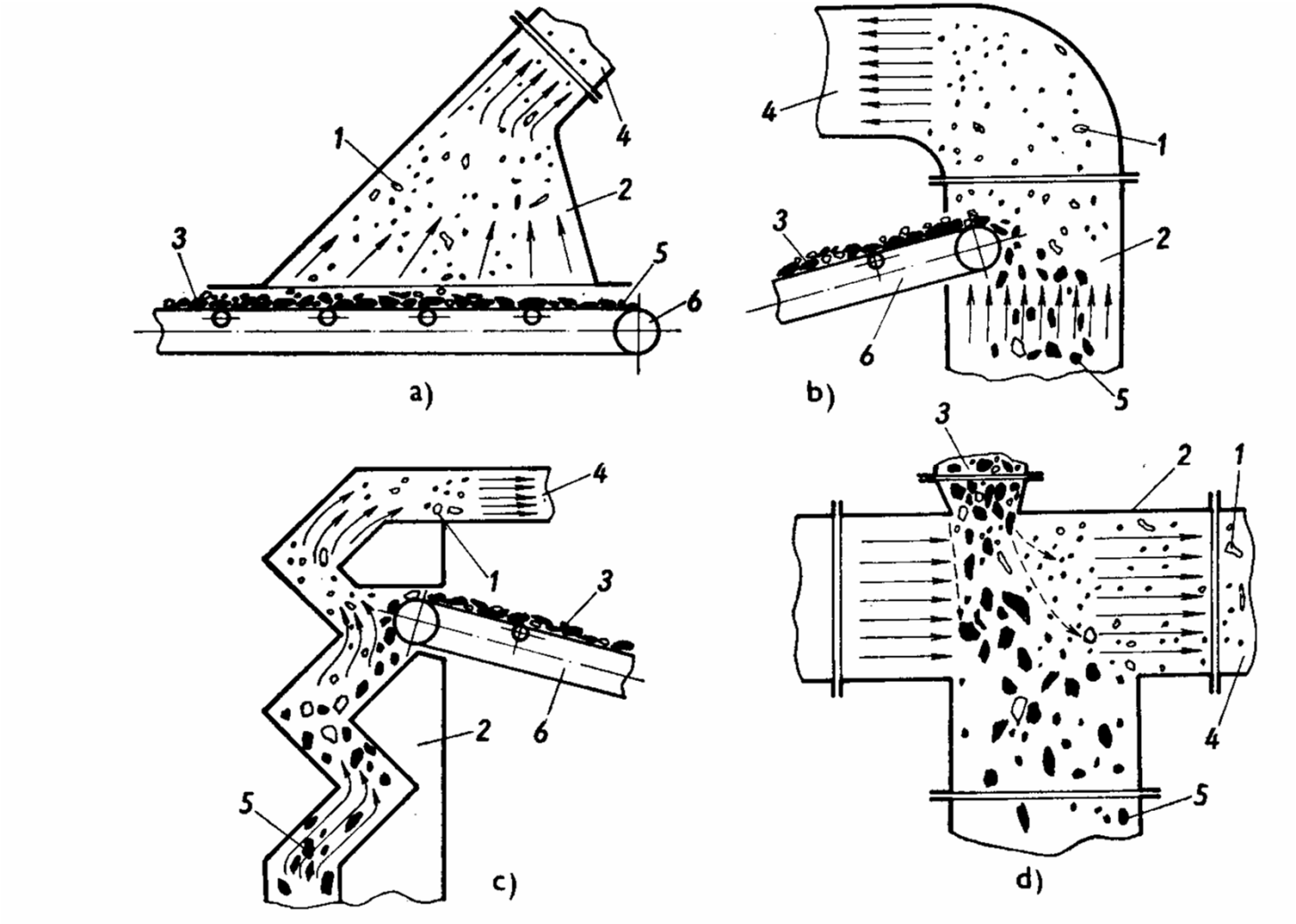
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.11 Schéma drtiče



1 - rám, 2 – skříň, 3 – kovadlina, 4 – otočný válec, 5 – poháněný válec, 6 – autovrak, 7 – skluz, 8 – rotor, 9 – otočná kladiva, 10 – rošt, 11 – odrazová skříň, 12 – odsávání, 13 – odsávaný prach, 14 – dopravník drtě

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

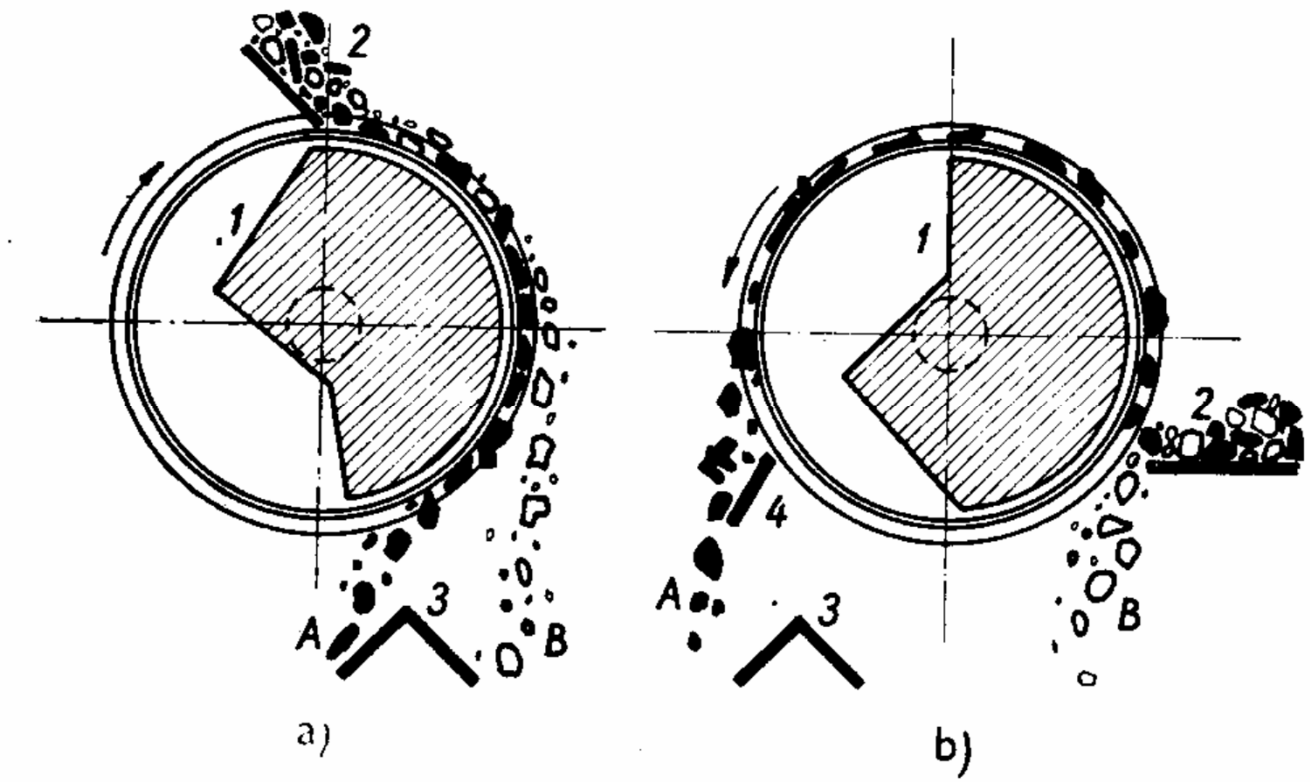
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.12 Principy vzduchových třídičů



a) odsávání, b) svislý trubkový třídič, c) lomený třídič, d) trubkový třídič tvaru T s horizontálním proudem vzduchu
1 – lehké částice, 2 – těleso třídiče, 3 – zavážený šrot, 4 – výstup vzduchu, 5 – vytříděné těžší částice, 6 – dopravník

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

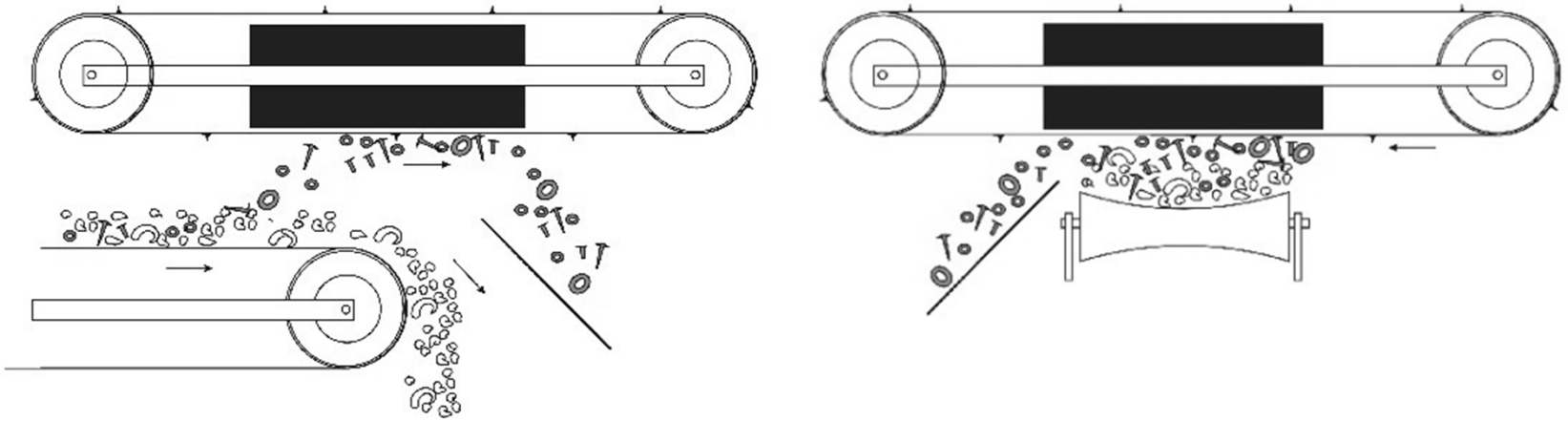
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.13 Bubnový magnetický separátor



a) horní přívod materiálu, b) spodní přívod materiálu,
A) feromagnetický materiál, B) nemagnetický materiál,
1 - bubnový magnetický separátor, 2 – přísun materiálu, 3 – rozdělovací přepážka

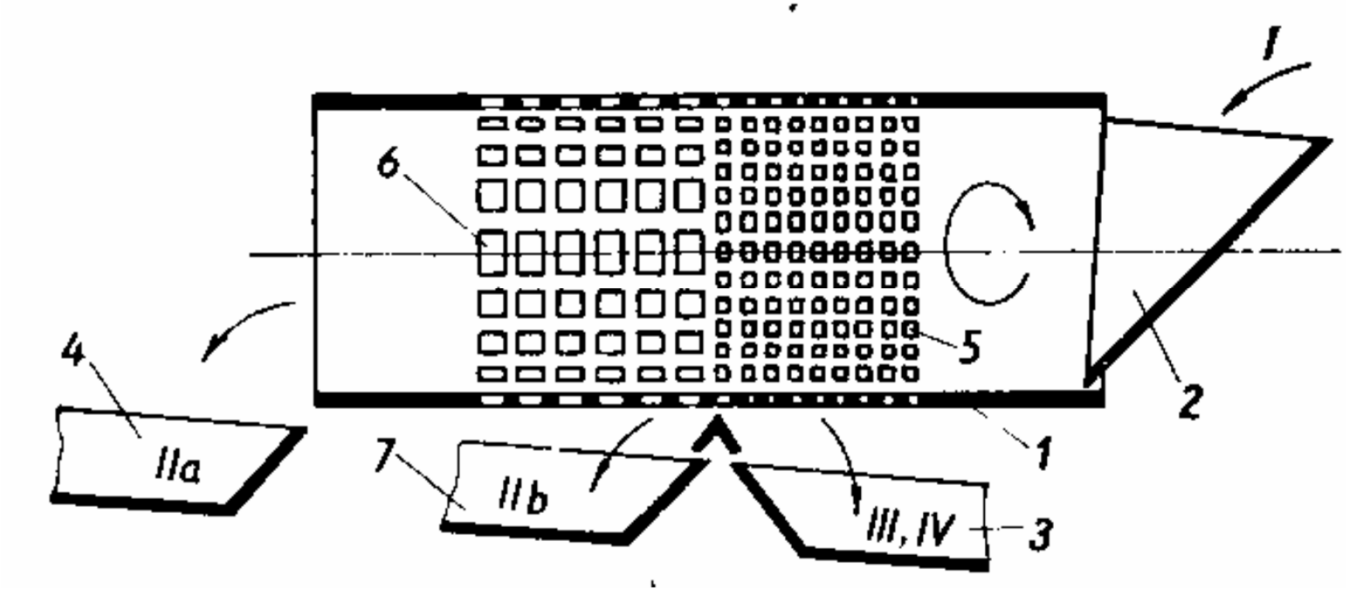
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, obrázek 10.14 Pásový magnetický separátor



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

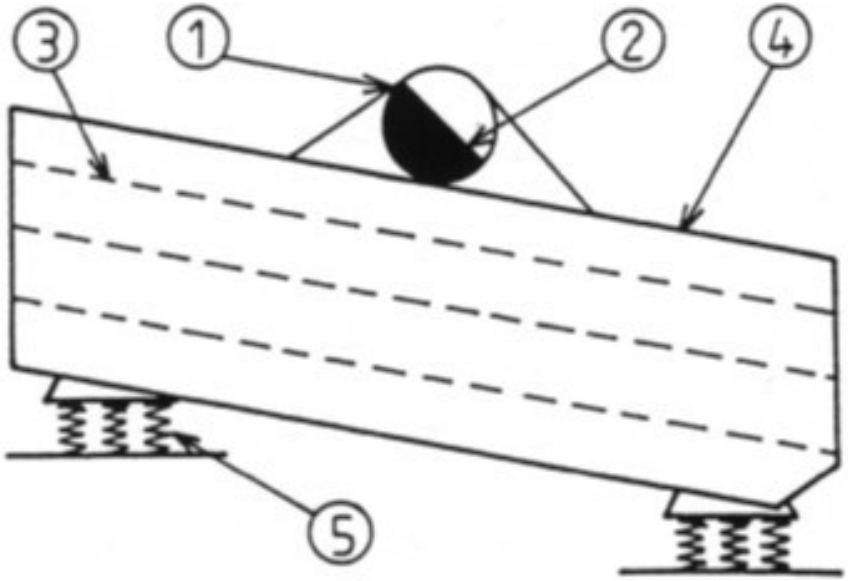
Příloha kapitoly 10, obrázek 10.15 Bubnový třídič – třídění na 3 rozměrové frakce



1 – buben, 2 - pevná násypka, 3 – drobný šrot, 4 – hrubý šrot, 5, 6 – třídící otvory, 7 – střední šrot

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 10, obrázek 10.16 Schéma vibračního třídiče s nerovnoměrným rozložením hmot setrvačníku



1 – pohon, 2 - nevyvážená hmota, 3 – síto, 4 – skříň třídiče, 5 – podpěrné pružiny

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha Kapitoly 11 Recyklácia elektroodpadu

video 11.1:

Electric motors treatment (input 10/15 kg)

[www.youtube.com/watch?v=23dag-5zEjU]

video 11.2:

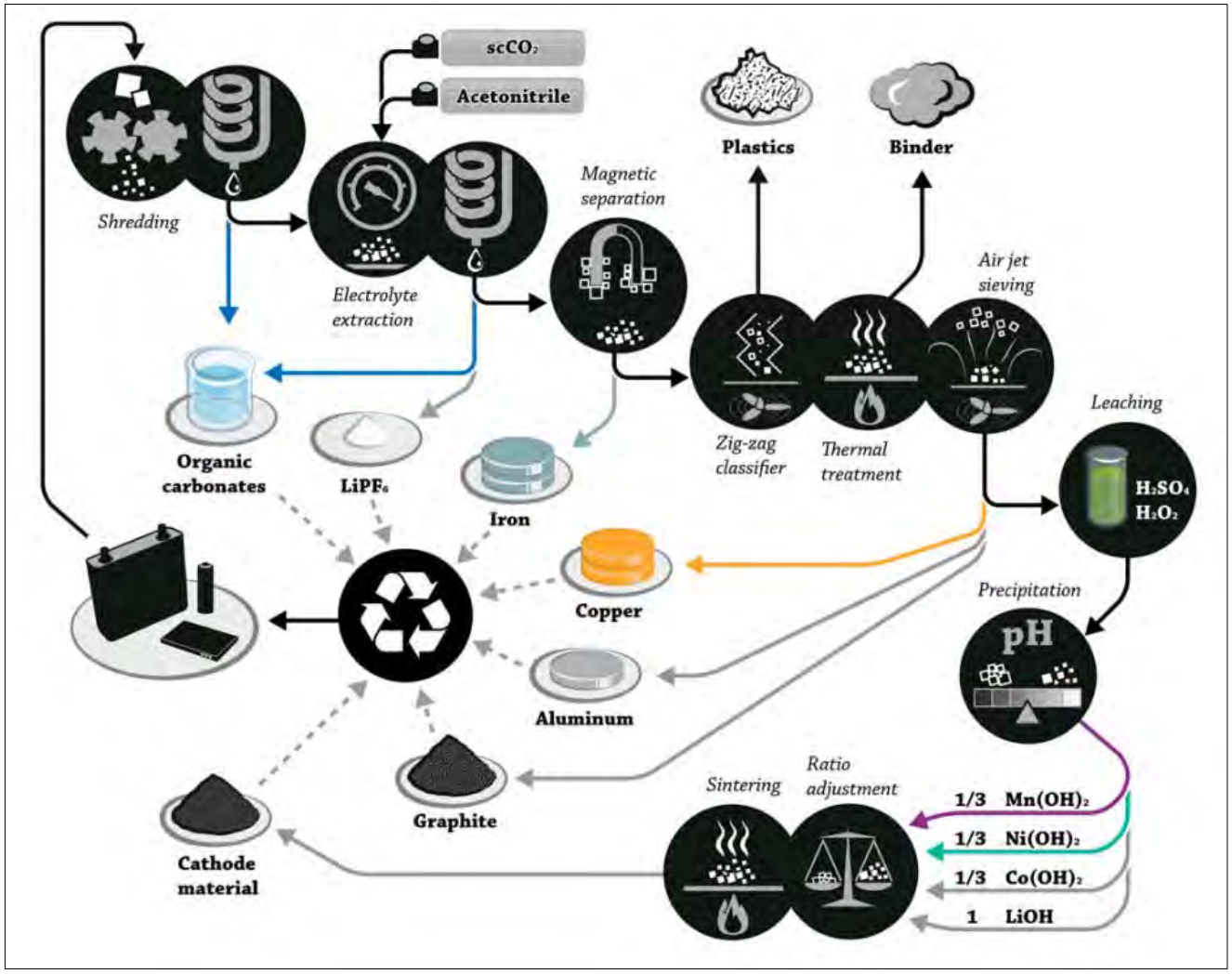
Super Strip Cable Stripper

[https://www.youtube.com/watch?v=VOglvebvEa4]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 11, obrázok 11.5 Recyklácia Lítium-ion batérie

Zdroj: John Wiley & Sons 2016. scCO2 : supercritical carbon dioxide [https://www.researchgate.net/publication/314243271]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 11, video 11.3: Ekologická likvidácia baterií z elektroautomobilov

Eco-friendly method of recycling EV batteries
https://www.youtube.com/watch?v=wxCFDWMPu38

Príloha kapitoly 11, video 11.4: 3D vizualizácia recyklácie Lithium -ion batérií

Taisen Advanced Lithium-ion Battery Recycling Technology
https://www.youtube.com/watch?v=1kOciqGJDTY

Príloha kapitoly 11, video 11.5: Triedička monočlánkov

The OBS 500, 3rd gen battery sorter from Refind
https://www.youtube.com/watch?time_continue=69&v=EQMLzAIdJbM&feature=emb_title

Príloha kapitoly 11, video 11.6: Princíp činnosti akumulátora

The Chemical Process Inside A Bosch Battery
https://www.youtube.com/watch?v=nd3Q5QV6GjQ

Príloha kapitoly 11, video 11.7: Recyklácia oloveného akumulátora

3Lead Battery Recycling Process https://www.youtube.com/watch?v=eO-X8Gw2nXY

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 12

Príloha kapitoly 12, video 12.1:

Car tire retreading process - Marix by Marangoni

https://www.youtube.com/watch?v=wmjT_XFNkuU

Príloha kapitoly 12, video 12.2:

Recyklácia pneumatík / Tire recycling

https://www.youtube.com/watch?v=wge9TqGZg_M

Príloha kapitoly 12, video 12.3:

Drtič pneumatik v jednoduché lince na recyklaci pneumatik. Tire shredder in simple recycling plant.
https://youtube.com/watch?v=VNPWB5So20I

Príloha kapitoly 12, video 12.4:

Линия по переработке шин РДК 650. Принцип работы с комментариями.
https://www.youtube.com/watch?v=nm-kdHLGgpw

Príloha kapitoly 12, video 12.5:

Beston Fully Continuous Waste Tyre to Oil Machine 3D Video

https://www.youtube.com/watch?v=C3cZo8smzqc

Príloha kapitoly 12, video 12.6:

Latest design fully continuous waste plastic and tyre recycling to fuel oil plant 3D video

https://www.youtube.com/watch?v=hHSmsorx5RU

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zaujímavosti zo sveta pneumatík

Viete že:

Celosvetová produkcia pneumatík sa pohybuje okolo hranice 1,4 miliardy. Ide o odvetvie s najväčšou spotrebou prírodnej gumy. Len pre zaujímavosť porovnanie s inými veľkými číslami: ročná produkcia smartfónov je 1,5 miliardy, bicyklov 150 miliónov kusov a nových áut sa tento rok vyrobí približne 80 miliónov

Najťažšia pneumatika váži 5,5 tony

Pneumatika pre ťažobný Caterpillar 797B je naozaj extrémna - meria 4,3 metra, váži viac ako 5,5 tony, má nosnosť 100 ton a na výrobu jednej je použitých cca 900 kg ocele. Z množstva materiálu, ktorý si vyžaduje výroba jednej takejto pneumatiky by sa dalo vyrobiť približne 600 kusov bežných osobných pneumatík.

Najväčším výrobcom pneumatík je Lego

Výrobca hračiek Lego je najväčším svetovým producentom pneumatík! Hoci Lego vyrába pneumatiky len pre svoje hračky, napriek tomu je s 320 miliónmi vyrobených pneumatík ročne (údaj za rok 2011) zapísané v Guinnessovej knihe rekordov. Za ním nasledujú s veľkým odstupom Bridgestone, Michelin, Goodyear a Continental.

Najvyššia dosiahnutia rýchlosť na sériových pneumatikách

Malosériový Koeingsegg Agera RS mal z dvoch meraných jjázd koncom minulého roku priemer 447 km/h, pričom pri druhej dosiahol maximálku až 457,5 km/h. Auto malo obuté pneumatiky Michelin Pilot Sport Cup 2. Preddtým tento rekord držalo Bugatti Veyron s maximálkou 415 km/h. S Chironom by chcela automobilka Bugatti Koenigsegg prekonať, problémom sú však pneumatiky, ktoré by to umožnili a zniesli extrémnu záťaž pri rýchlosti, ktorá by teoreticky mohla dosiahnuť až 480 km/h. Chiron ale drží svetový rekord pri zrýchlení z 0 na 400 km/h - 42 sekúnd.

Najdrahšie pneumatiky na svete majú cenu Rolls-Roycu

Cena za sadu špeciálnych pneumatík Michelin Pilot Sport Cup 2 pre Veyron sa pohybovala na hranici 42-tisíc dolárov a výmena bola potrebná každých 4-tisíc kilometrov, Pri Chirone je to však už lacnejšie. Táto suma však nemá nič spoločné s najdrahšími pneumatikami na svete - v Dubaji bola v roku 2016 na predaj sada, vytvorená spoločnosťou Z Tyres, za ktorú majiteľ zaplatil vyše pol milióna eur. Pneumatiky sú špecifické tým, že majú časť bočnice pozlátenú 24-karátovým zlatom a v telese pneumatiky sa nachádza niekoľko diamantov.

Najstaršie obuté pneumatiky na Slovensku

V rámci pravidelného prieskumu obutia vozového parku našli zástupcovia spoločnosti Continental aj skutočne dlhoveké slovenské pneumatiky. K najstarším patrili pneumatiky Barum OR 37 použité na vozidle Škoda Favorit v Košiciach, ktoré mali 23 rokov.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Pri testovaní obíde nová pneumatika 500 krát Zem

Vývoj novej pneumatiky je zložitý a zdĺhavý proces. V priemere trvá cca 4 roky. Novinka je vždy podrobená dôkladným testom, pri ktorých prejde vzdialenosť zodpovedajúcu vzdialenosti vyše 20 miliónov kilometrov.

Pneumatiky s najkratšou životnosťou fungujú naplno 15 minút

Špeciálne pneumatiky pre Bugatti Veyron boli navrhnuté na rýchlosť nad 400km / h. Touto rýchlosťou je však možné na daných pneumatikách ísť len 100km, respektíve 15 minút.

Pneumatiky do najextrémnejších podmienok

Sú zo stechiometrickej zliatiny niklu a titánu, nemajú vo vnútri žiaden vzduch, je to vlastne len mriežka zvinutého kovu, ktorá sa dokáže pri prejazde prekážoť účinne ohýbať a keďže ide o materiál s tvarovou pamäťou, vracia sa následne do pôvodnej podoby. Ide o experimentálne pneumatiky, určené pre marsovské prieskumné rovery novej generácie.

Najinteligentnejšie pneumatiky komunikujú so smartfónom

Inžinieri v Pirelli vytvorili smart technológiu. Pomocou senzora zabudovaného priamo v pneumatike môžete mať v smartfóne v reálnom čase podrobné informácie o jej stave, vrátane toho, koľko kilometrov by vám mala ešte vydržať. Ako komunikačné rozhranie slúži cloud. Každá pneumatika má svoj vlastný ID kód, pomocou ktorého spoločnosť monitoruje jej životný cyklus od výroby až po recykláciu. Neustále sa monitoruje tlak a teplota pneumatiky, a to v pohybe aj počas státia, statické zaťaženie, jej celkové opotrebovanie a v blízkej budúcnosti aj predpokladaný počet kilometrov zostávajúcich do jej úplného opotrebenia, teda v podstate životnosť.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.1 Stavební suť

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.2 Druhy recyklátů – cihelný, betonový, asfaltový

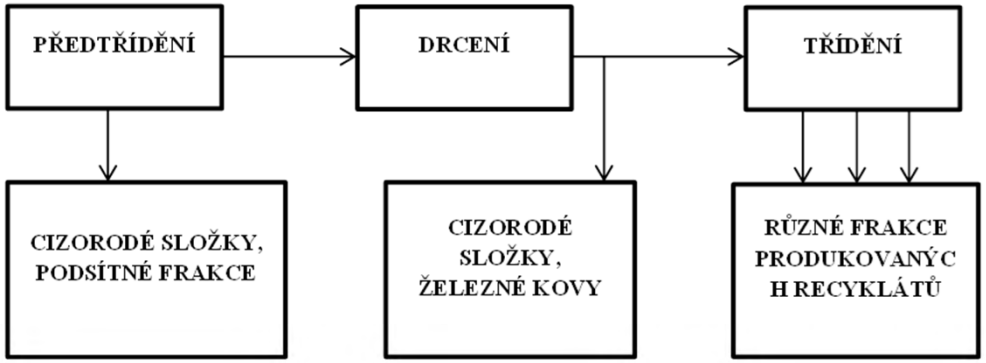
Cihelný recyklát (frakce jemná, střední, hrubá)

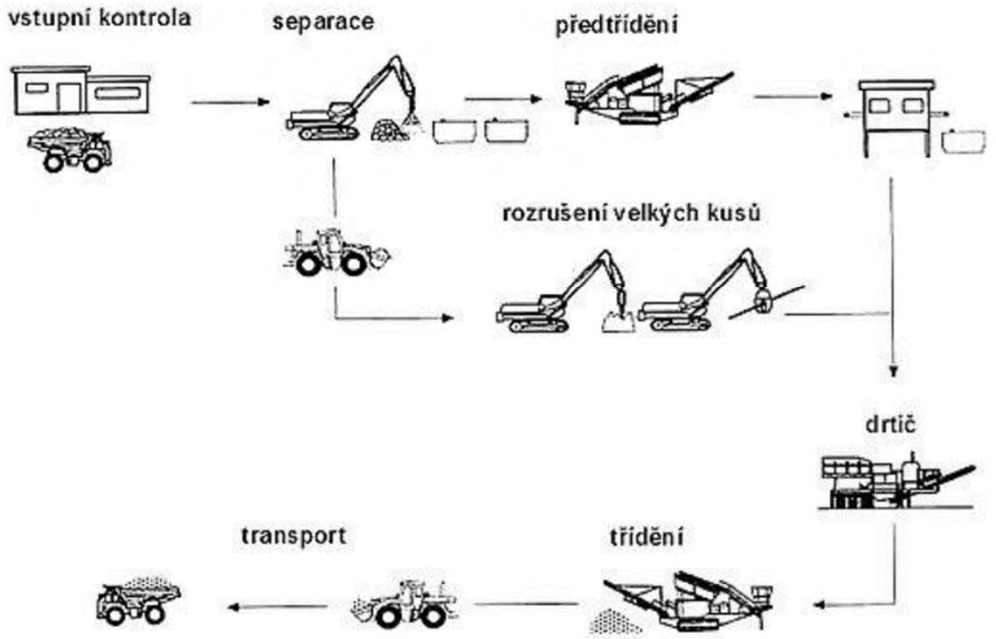
Betonový recyklát (frakce jemná, střední, hrubá)

Asfaltový recyklát (frakce jemná, střední, hrubá)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

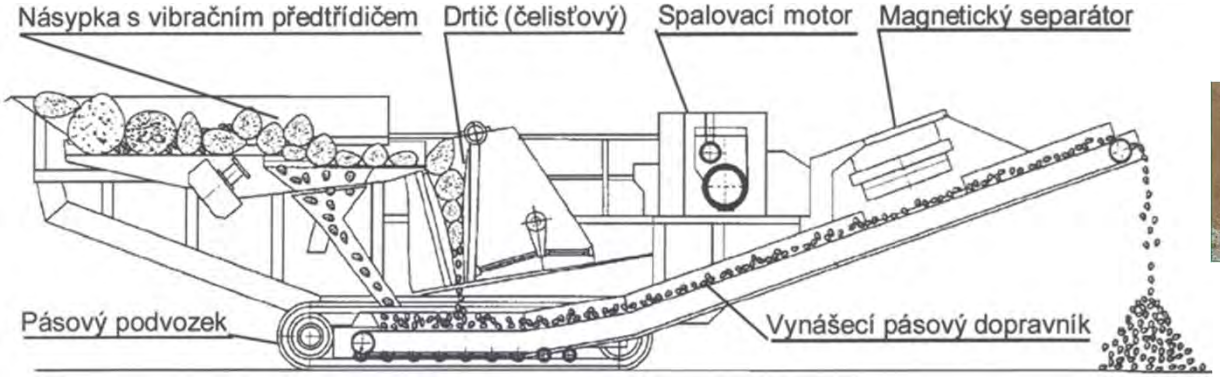
Příloha kapitoly 13, obrázek 13.3 Příklad technologického toku typického zařízení pro recyklaci stavebního odpadu



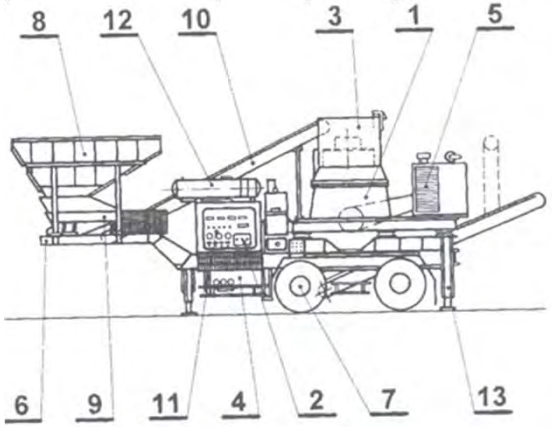


DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.4 Příklad uspořádání mobilních recyklačních souprav



Příklad uspořádání mobilní recyklační soupravy na pásovém podvozku



Příklad uspořádání mobilní recyklační soupravy na kolovém podvozku (1 – kuželový drtič, 2 – panel systému řízení, 3 – zásobník materiálu u drtiče, 4 – hydraulické zařízení ovládání velikosti výstupní štěrbiny drtiče, 5 – spalovací motor, 6 – rám návěsu, 7 – dvouosý podvozek, 8 – zásobník zpracovávaného materiálu, 9 – vibrační podavač, 10 – pásový dopravník, 11 – ovládací panel, 12 – skrápěcí zařízení, 13 – hydraulicky ovládané podpěry)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.5 Schéma uspořádání stacionární recyklační soupravy

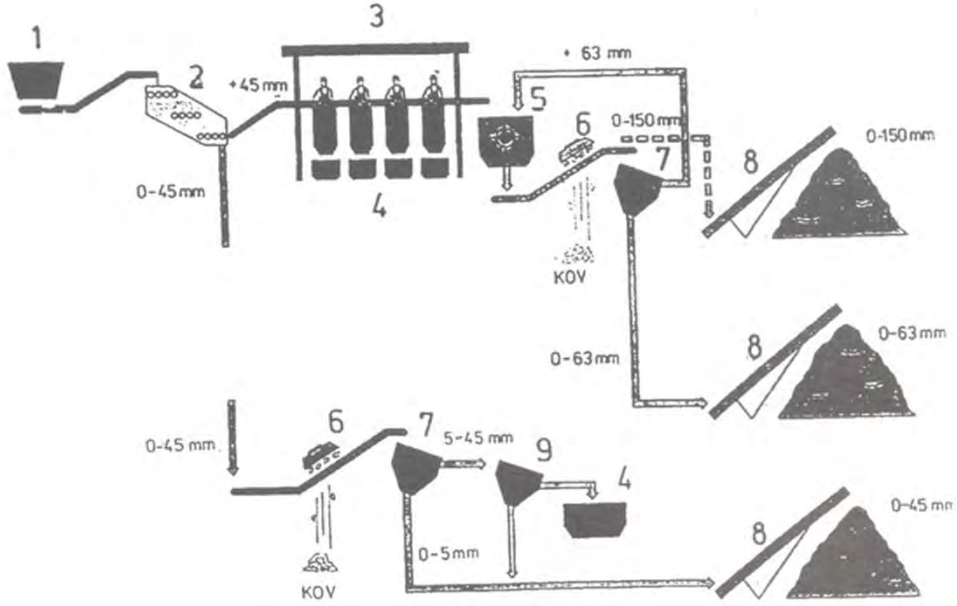
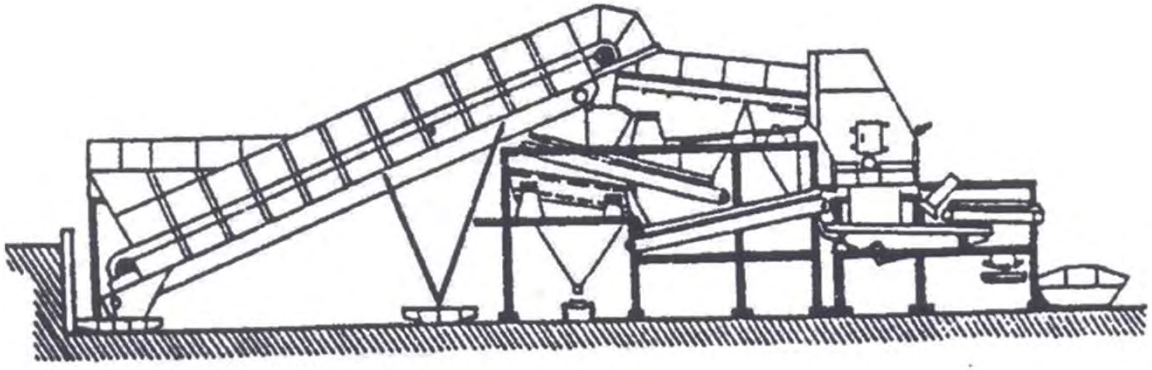
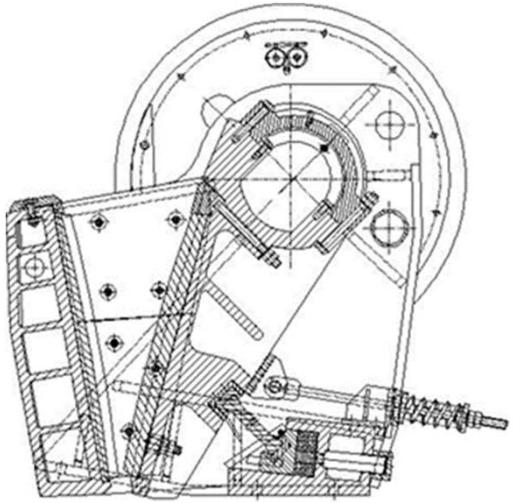


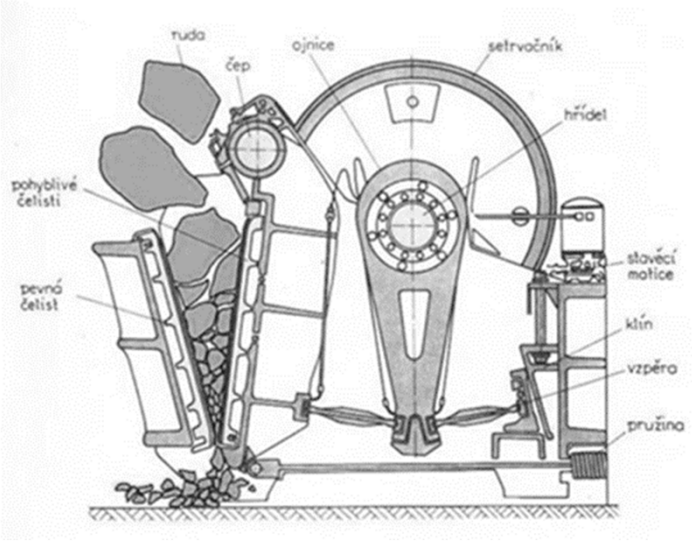
Schéma uspořádání stacionární recyklační soupravy (1 – rošt, 2 – diskový třídič, 3 – dopravník pro ruční dotřídění, 4 – kontejner na vytříděné příměsi, 5 – odrazový drtič, 6 – magnetický separátor, 7 – síto, 8 – haldovací dopravník, 9 – separátor nežádoucích příměsí)



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.6 Schéma čelisťového drtiče





DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 13, obrázek 13.7 Schéma uspořádání odrazového drtiče

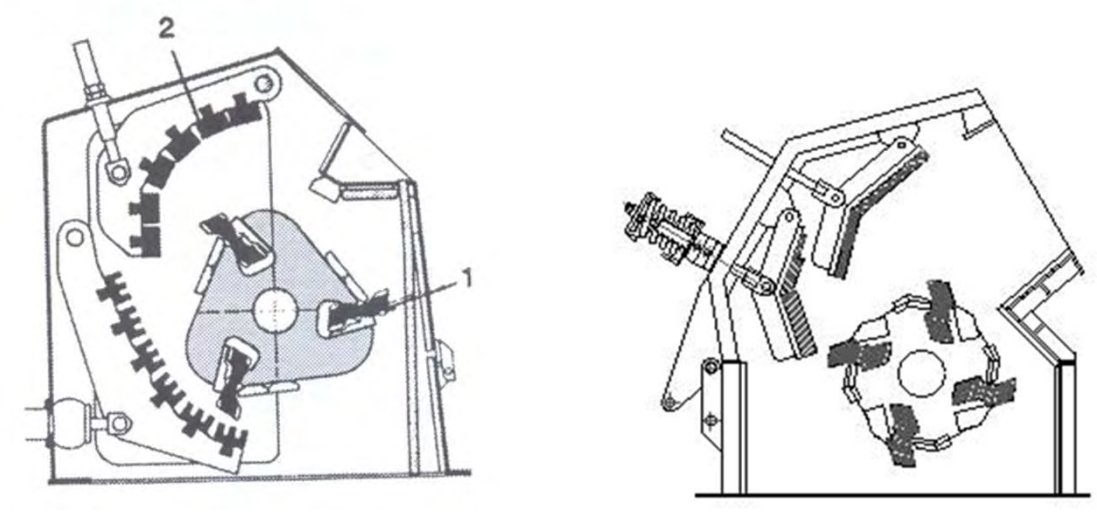
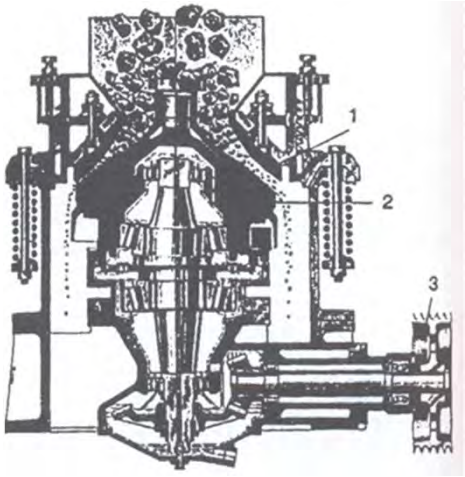


Schéma uspořádání odrazového drtiče (1 – tuhé lišty na rotoru, 2 – nárazové desky)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

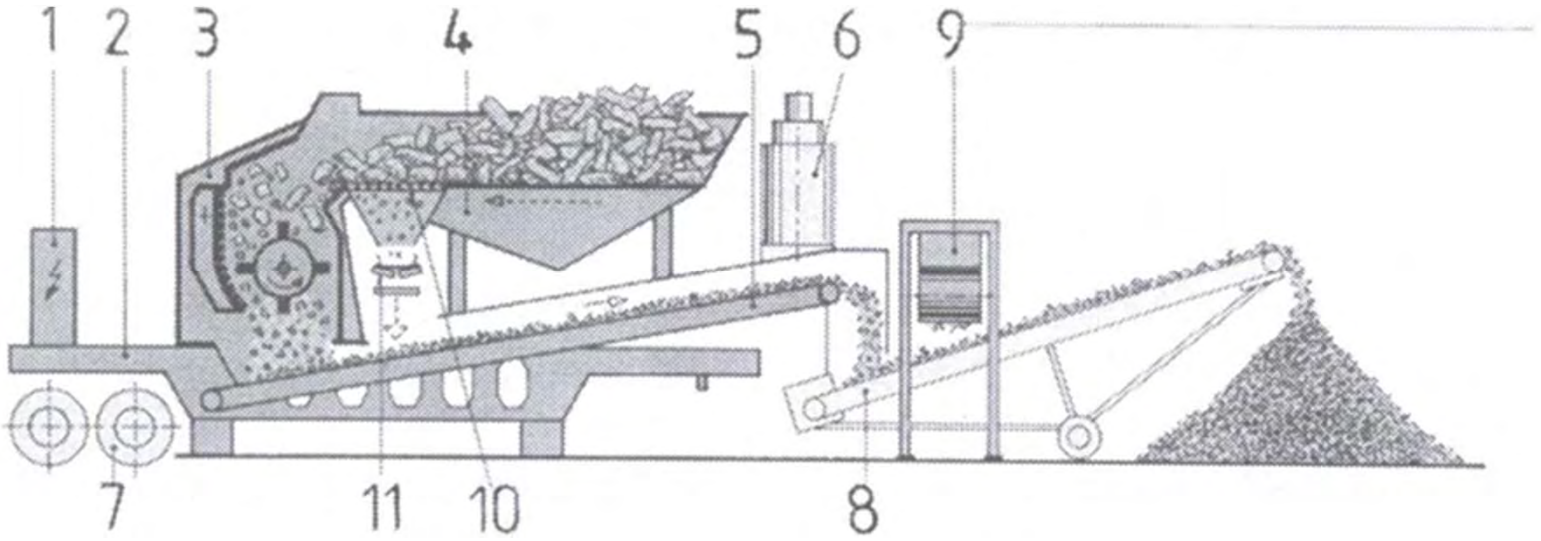
Příloha kapitoly 13, obrázek 13.8 Schéma uspořádání kuželového drtiče



Příklad uspořádání kuželového drtiče (1 – pevná čelist, 2 – kuželová pohyblivá čelist, 3 – hnací mechanismus)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

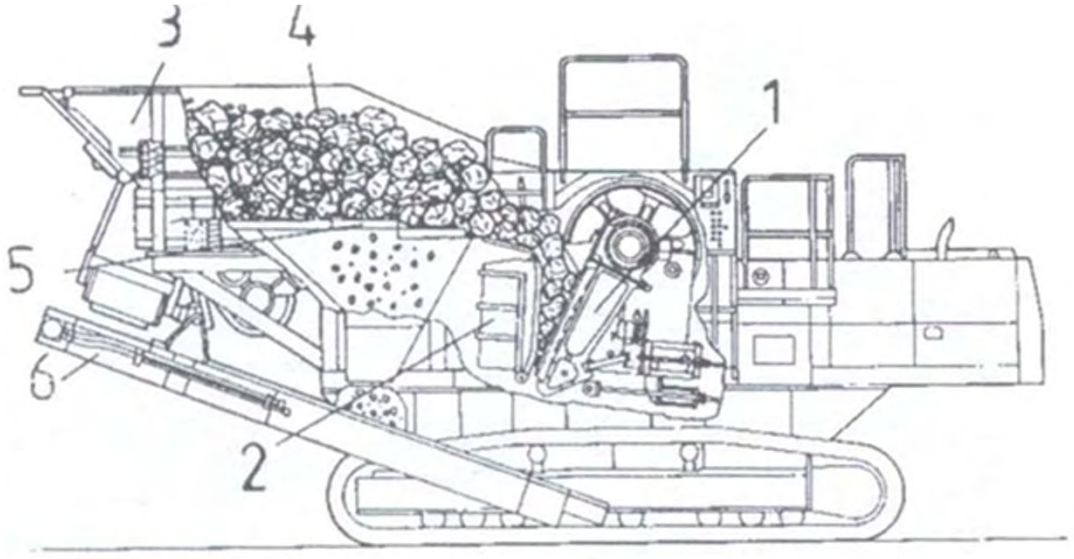
Příloha kapitoly 13, obrázek 13.9 Příklad typického uspořádání jednoduché recyklační soupravy pro zpracování stavebního odpadu



1 – energetický zdroj, 2 – rámový podvozek, 3 – odrazový nebo čelisťový drtič, 4 – zásobník zpracovávaného materiálu, 5 – pásový dopravník, 6 – odprašovací zařízení, 7 – pojezdová kola, 8 – haldovací dopravník, 9 – magnetický separátor, 10 – sítový rošt, 11 – příčný pásový dopravník pro nežádoucí příměsi hlín a písků

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

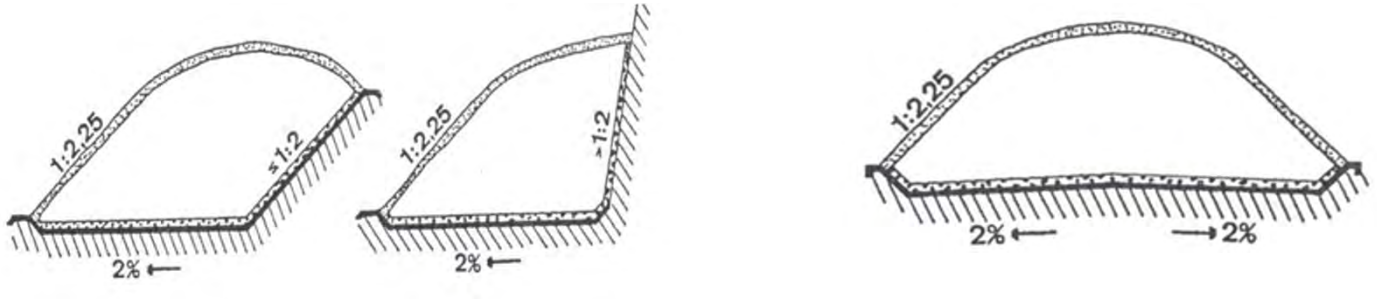
Příloha kapitoly 13, obrázek 13.10 Příklad mobilní, pásové recyklační soupravy KOMATSU pro zpracování stavebního odpadu



1 – pohyblivá čelist drtiče, 2 – pevná čelist drtiče, 3 – zásobník materiálu, 4 – zpracovávaný materiál, 5 – sítový rošt, 6 – magnetický separátor a dopravní pás

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.1 Příklady umístění skládek (svahové a násypové)



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

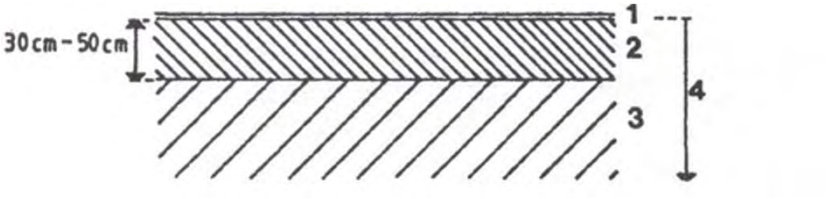
Příloha kapitoly 14, obrázek 14.2 Příklad situování skladky komunálních odpadův krajině

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.3 Znázornění nejdůležitějších objektů skládky komunálních odpadů na leteckém snímku

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.4 Těsnění skladky 1



Skladba podloží skládky (1 – základová spára, 2 – upravená část podloží, 3 – neupravená část podloží, 4 – základ skládky)

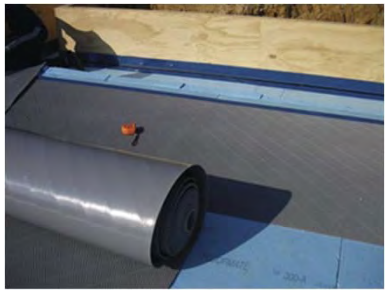
Provádění minerálního těsnění - vrstvení

Provádění minerálního těsnění - hutnění

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.5 Těsnění skládky 2

Těsnění geosyntetickými bentonitovými rohožemi

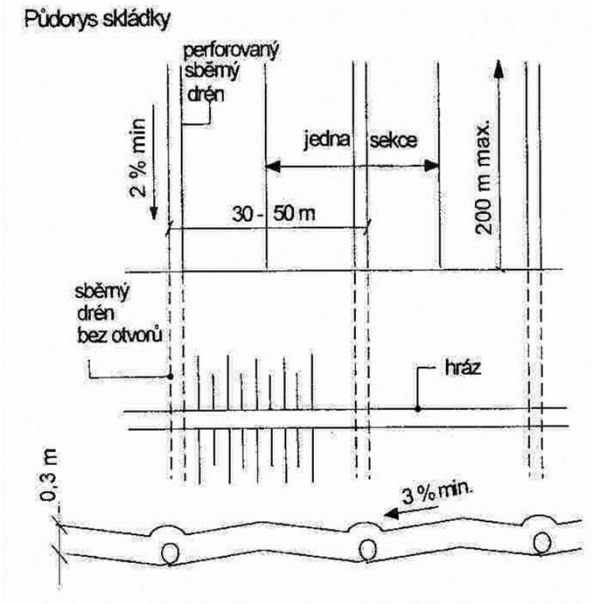


Těsnění geomembránami z plastových fólií

Funkce syntetické geotextilie v těsněních

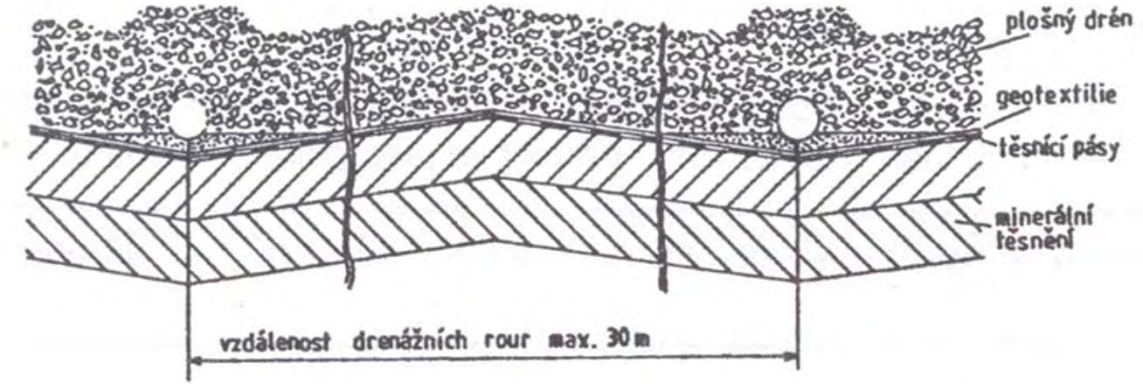
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.6 Odvodnění skládky



Drenážní systém – plošné a sběrné drény

Drenážní systém – plošný drén



Vzorový průřez dnem skládky – těsnící i odvodňovací systém

Odvodňovací systém - sběrná jímka skládkových vod

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.7 Systém odplynění skládky

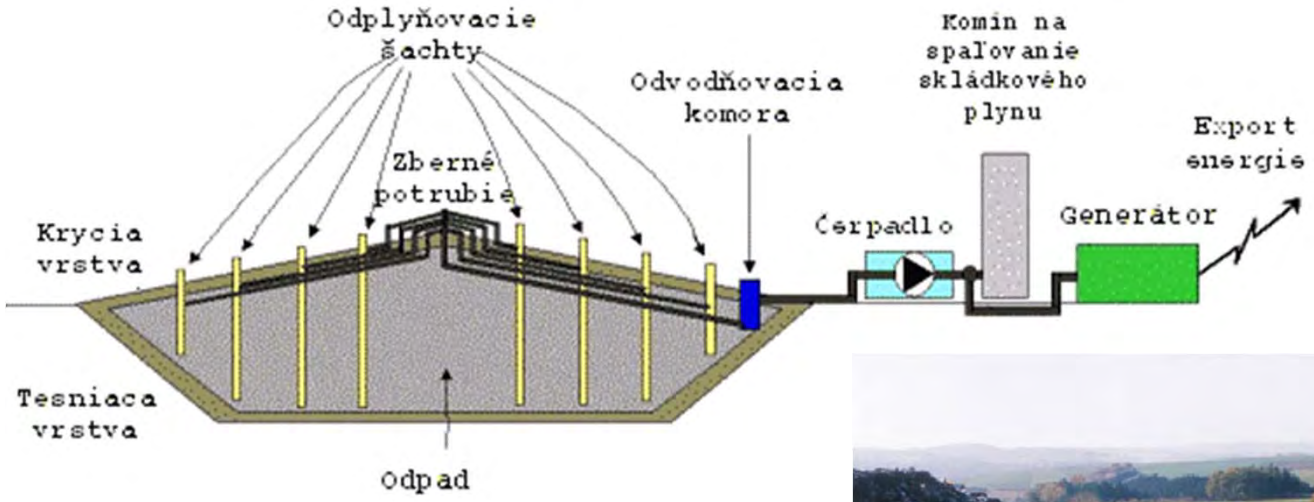


Schéma systému odplynění skládky

Realizace odplyňovacího systému skládky

Zařízení pro využití nebo zneškodnění skládkového plynu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

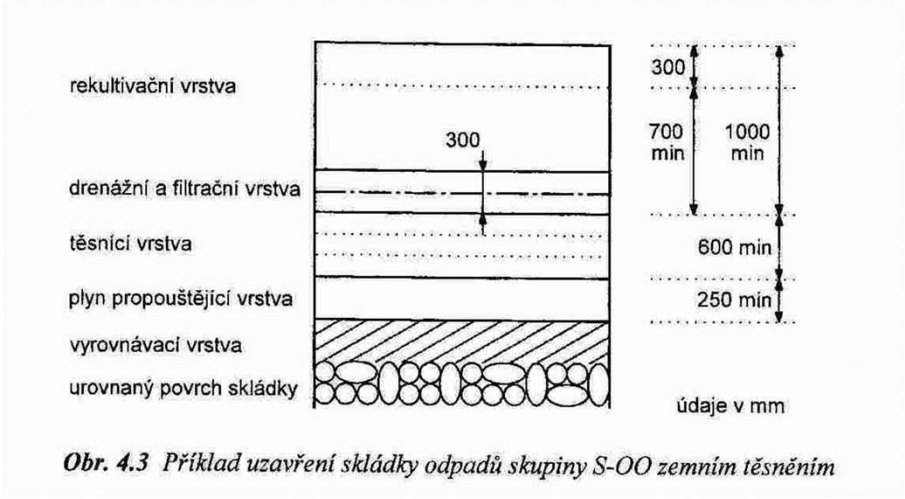
Příloha kapitoly 14, obrázek 14.8 Zabezpečení – oplocení skládky

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.9 Ukládání a hutnění odpadu kompaktorem - homogenizace

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha kapitoly 14, obrázek 14.10 Uzavírání a rekultivace skládek



Obr. 4.3 Příklad uzavření skládky odpadů skupiny S-OO zemním těsněním

Uzavírání skládky – těsnící vrstva

Uzavírání skládky – drenážní a filtrační vrstva

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15

Príloha kapitoly 15, video 15.1: Ako prebieha recyklácia papiera?

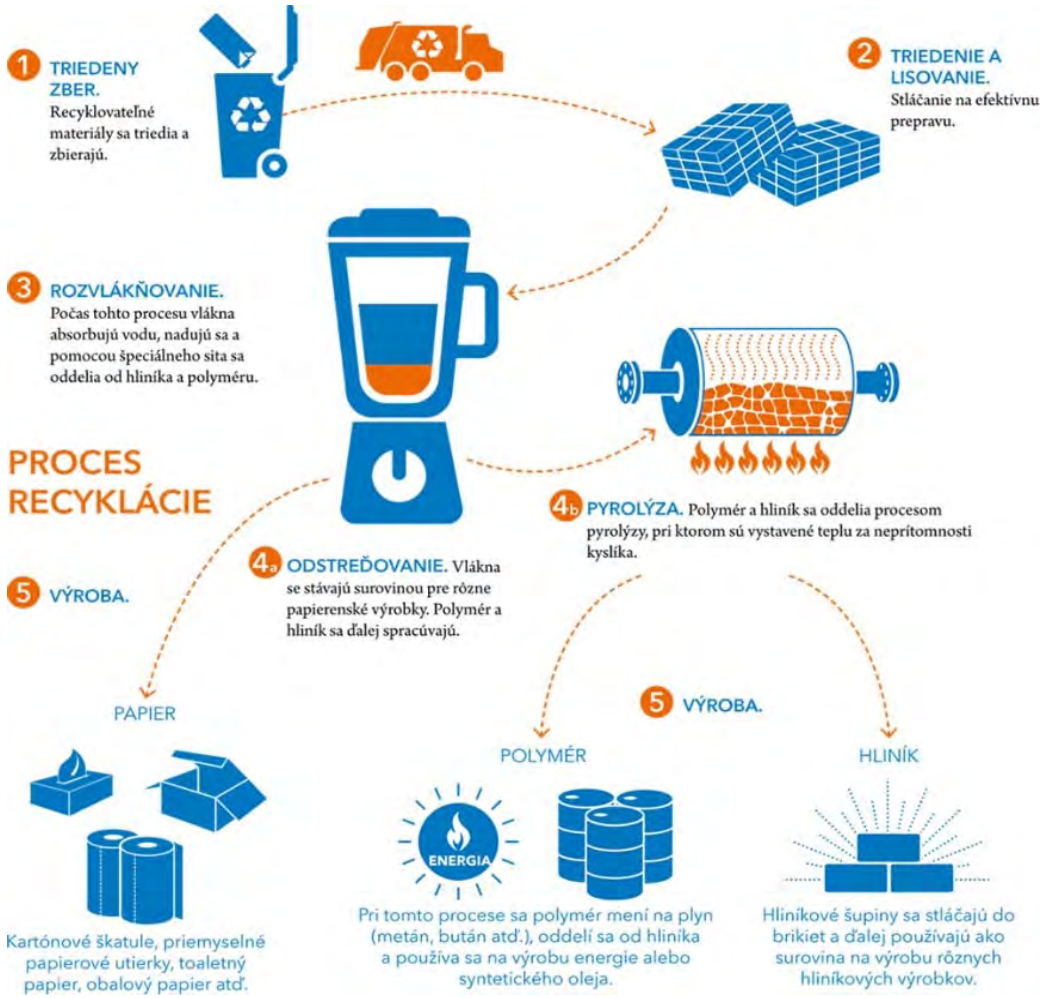
[https://youtube.com/watch?v=VzHPjv2sx10]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15 obrázok 15.6 Životný kolobeh triedeného papiera
[https://marius-pedersen.sk]

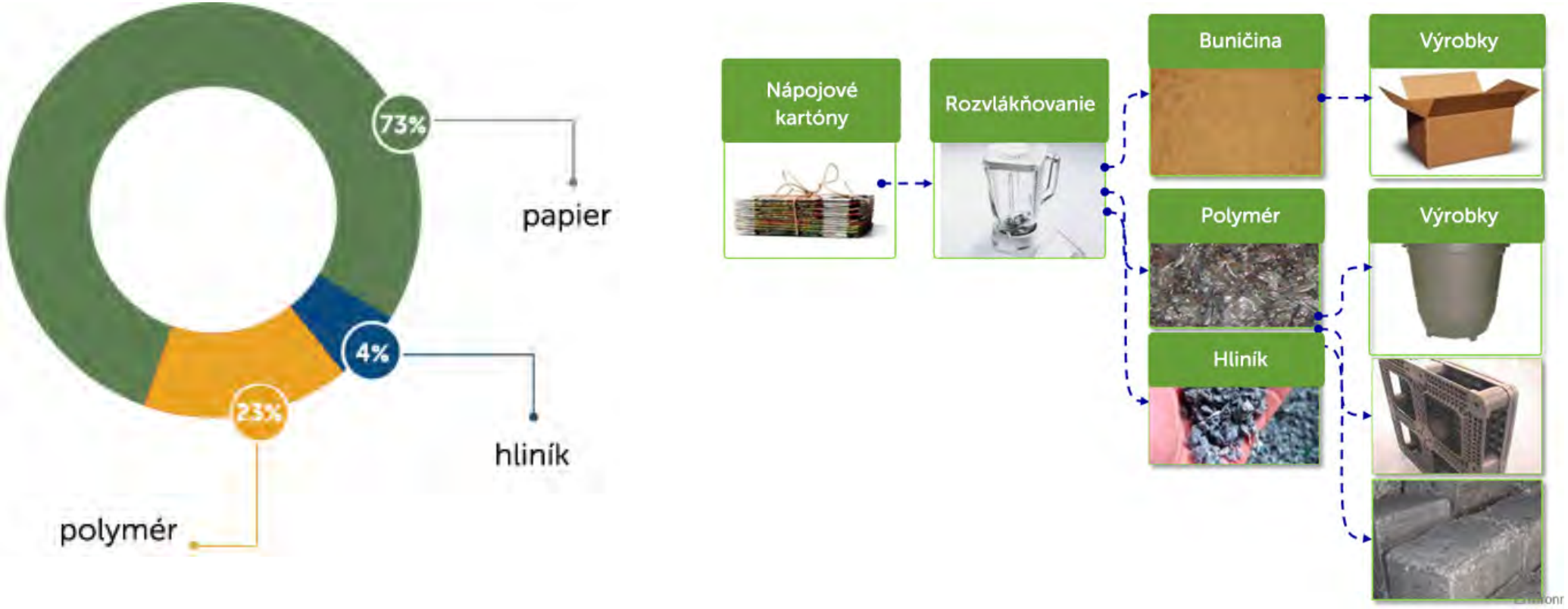
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.7:Schéma recyklácie viacvrstvového kartónového obalu[http://napojovy-karton.sk/recyklacia]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.8:Podiel jednotlivých materiálov z recyklácie viacvrstvového materiálu[http://napojovy-karton.sk]



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.10:Zber a recyklácia skla
[https://mariuspedersen.sk/obcan/preco-triedit-odpad]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.11: Ako prebieha recyklácia skla
[https://odpady-portal.sk/Dokument/105338/ako-prebieha-recyklacia-skla-pozrite-si-ako-recykluje-sklo-vetropack-nemsova.aspx]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, obrázok 15.12 Životný kolobeh plastov [https://marius-pedersen.sk]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15 obrázok15.13 Triedenie odpadu do farebne rozlíšených zberných nádob v domácnosti podľa druhu odpadu [http://beecopack.sk]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Príloha kapitoly 15, video 15.2: Recycling plastics – Resource efficiency with an optimized sorting method

[https://youtube.com/watch?v=I_fUpP-hq3A]

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha č. 1, kapitoly 16: Teorie spalovacích procesů

1. Spalování

Využití odpadů spalováním lze tento termochemický proces řadit mezi nejstarší a nejvíce rozšířený způsob, který je nejlépe definován v dynamice spalovacích procesů.

Spalováním je definováno okysličování látek až na konečné zplodiny reakce s maximálním uvolněním tepla. Spalování někdy probíhá bez světelného efektu. Procesem hoření se definuje prudké okysličování, které po zavedení probíhá samovolně v přítomnosti okysličovadla a je provázeno vývojem tepla a světelným efektem. Každý proces hoření je možný jen v určitém intervalu hodnot parametrů podmiňujících proces hoření, jako např. rychlosti vzduchu, velikosti přebytku vzduchu atp.

Při spalování probíhají exotermické oxidační reakce, endotermické reakce tepelného rozkladu, fyzikální pochody směšování palivových a vzduchových proudů, výměna hmot a tepla aj. Difúzně kinetická teorie spalování objasňuje tento složitý proces po stránce fyzikální a chemické, kvalitativně analyzuje vliv jednotlivých faktorů na průběh hoření, zobecňuje experimentální výsledky atp.

Celková doba hoření paliva a je dána dobou fyzikální přípravy paliva a okysličovadla k zapálení τ_f a dobou vlastní chemické reakce τ_{ch},:

$$\tau = \tau_f + \tau_{ch} \qquad /1/$$

Jestliže mísení paliva a vzduchu je nesrovnatelně rychlejší než průběh chemické reakce ($\tau_f < \tau_{ch}$), řídí se průběh spalování chemickými zákony a proces hoření se nazývá kinetickým spalováním. Je-li tomu naopak a doba hoření je určena dobou potřebnou k mísení, hoření probíhá v difúzní oblasti, tj. $\tau_{ch} < \tau_f$ (součinitel y vyjadřuje překrytí časů τ_f a τ_{ch}).

1.1 Kinetické spalování

Proces hoření v kinetické oblasti je určen průběhem chemických reakcí paliva a okysličovadla. Kinetika chemických reakcí je věda o rychlosti průběhu chemických reakcí a závislostech faktorů této rychlosti, kterými jsou složení a koncentrace reagujících hmot, teplota a tlak, při nichž reakce probíhají, vliv katalyzátorů aj. Na rychlosti chemické reakce závisí velikost reakčního prostoru, množství produktů reakce za jednotku času. Započetí a průběh reakce závisí na řadě vlastností reagujících hmot, na vytvoření vhodných podmínek pro reakci aj. Podle chemické kinetiky, elementární reakce se uskutečňuje srážkou molekul nebo jejich rozpadem.

Chemické reakce mezi látkami A a B, jejímž výsledkem jsou produkty C a D, se znázorňuje stechiometrickou rovnicí:

$$n_A + n_B <=> n_C + n_D \qquad /2/$$

kde: n_A, n_B, n_C, n_D jsou počty molekul v elementárním ději.

Šipkami je vyznačen směr reakce přímé a vratné. Reakce probíhající v obou směrech jsou zvratné. Některé reakce probíhají prakticky jen jedním směrem a jsou proto nazývány reakce nezvratné. Nezvratné reakce probíhají až do vyčerpání výchozích reagentů. Uskutečňují se v těch případech, kdy zplodiny reakce se odvádějí z reakční zóny nebo kdy rychlost vratných reakcí je velmi malá v porovnání s rychlostí reakcí přímých.

Chemické reakce rozdělujeme podle fází paliva a okysličovadla na homogenní a heterogenní. *Homogenní reakce* probíhá mezi látkami ve stejné fázi. *Heterogenní reakce* probíhá mezi palivem a okysličovadlem v různých fázích. V praxi se vyskytují homogenní reakce reagentů v plynné fázi, jako např. plynné palivo ve směsi se vzduchem, odpařené páry kapalného paliva se vzduchem, prchavý podíl uhlí se vzduchem atp. Příkladem heterogenní reakce je hoření tuhého uhlíku s kyslíkem ze vzduchu.

Rychlost chemické reakce lze vyjádřit rychlostí tvoření molekul produktů reakce, a to obvyklou závislostí:

$$v_1 = k_1 \cdot C_A^{n_A} \cdot C_B^{n_B} \qquad /3/$$

kde: k_1 je součinitel úměrnosti neboli konstanta reakční rychlosti,

C_A, C_B jsou koncentrace látek, vyjádřené např. počtem molekul v objemové jednotce.

Exponenty nA a nB určují řád reakce podle daného reagentu. Celkový řád reakce je roven součtu částečných řádů, tj.:

$$N = n_A + n_B \qquad /4/$$

Probíhá-li reakce ve zpětném směru, tj. je-li reakce vratná, je její rychlost:

$$v_2 = k_2 \cdot C_C^{n_C} \cdot C_D^{n_D} \qquad /5/$$

kde: C_C a C_D jsou koncentrace produktů přímé reakce.

U chemických vratných reakcí se nastaví rovnováha při $v_1 = v_2$. Z této podmínky lze určit konstantu rovnovážného stavu:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

$$K = \frac{k_1}{k_2} = \frac{C_C^{n_C}.C_D^{n_D}}{C_A^{n_A}.C_B^{n_B}} \qquad /6/$$

Konstanta rovnovážného stavu určuje složení soustavy v rovnovážném stavu. Přímými reakcemi procesu hoření jsou *exotermické reakce* okysličování hořlavých složek paliva a meziproduktů procesu hoření, přičemž uvolněné teplo je tepelným efektem reakce. Vratnými reakcemi procesu hoření jsou *endotermické reakce* tepelného rozkladu neboli disociace, např. oxidu uhličitého CO_2 na oxid uhelnatý CO a kyslík O_2, nebo vodní páry H_2O na vodík H_2 a kyslík O_2 aj. Teplo potřebné k průběhu disociačních reakcí je tzv. disociační teplo Q_{dis} (kJ.m^{-3}). Disociační reakce CO_2 a H_2O začínají se prakticky uplatňovat při spalovacích teplotách nad 1500 °C.

Na rychlost chemických reakcí má vliv teplota a tlak. S růstem teploty rychlost reakce vzrůstá. Pro průběh reakce musí mít slučující se molekuly dostatečnou aktivační energii ΔE k překonání energetické bariéry.

Závislost rychlosti reakce na teplotě je velmi výrazná. Vliv tlaku na průběh rychlosti chemické reakce se u reakce prvního řádu neprojevuje, neboť jde o rozpad molekul. Vliv tlaku se projevuje u reakcí druhého a vyšších řádů. Pro reakci druhého řádu je rychlost reakce úměrná tlaku. Protože skutečné spalovací reakce jsou prvního a druhého řádu, projevuje se růst tlaku na vzrůst rychlosti hoření.

Heterogenní reakce jsou prakticky povrchové reakce, probíhající např. při spalování tuhého uhlíku nebo při spalování plynů na povrchu tuhého katalyzátoru. Při průběhu těchto reakcí jsou značné odchylky vůči průběhu homogenních reakcí, projevující se vznikem zlomkových a nulových řádů reakce.

1.2 Difúzní spalování

V difúzní oblasti spalování se intenzita směšování paliva a kyslíku opožďuje proti rychlosti chemické reakce, a tak reguluje průběh spalovacího procesu jako celku. Difúzní hoření se uskutečňuje v převážné většině technických pochodů hoření. Rychlost difúzního hoření je určena fyzikálními činiteli. V této oblasti přestávají mít vliv vlastnosti paliva a okysličovadla na rychlost hoření a uplatňují se především druh proudění plynu a vzduchu, rozdělení rychlostí, koncentrací a teplot v proudu plynu a vzduchu, tvar a rozměry obtékaných těles, výměna tepla mezi proudem a okolím atp.

Difúzní homogenní hoření probíhá v ohništích na plynná paliva při odděleném přívodu proudu plynného paliva a proudu vzduchu do ohniště, v ohništích na kapalná paliva při směšování odpařeného paliva se spalovacím vzduchem. Při spalování tuhých paliv difúzním homogenním principem vyhořívá prchavý podíl hořlaviny.

Rychlost difúzně heterogenního hoření lze vyjádřit vztahem:

$$v = \beta \cdot (C_{od} - C_{st}) \qquad /7/$$

kde: β je součinitel výměny plynu,
C_{od} .. koncentrace kyslíku v reakčním objemu,
C_{st} .. koncentrace kyslíku na povrchu částice.

Rozdíl Δv mezi difúzní a kinetickou rychlostí tvoří rezervu, které by se dalo využít ke zvýšení rychlosti hoření zlepšením fyzikální stránky spalovacího procesu, např. zintenzívněním směšovacích procesů bez utržení plamene.

Při hoření koksových částic probíhají na povrchu rychlejší oxidační reakce $C + O_2 = CO_2$ a pomalejší redukční, tzv. zplyňovací reakce:

$C + CO_2 = 2\ CO$	172,92 kJ.Mol^{-1}	/8/
$C + H_2O = H_2 + CO$	131,9 kJ.Mol^{-1}	/9/
$C + 2\ H_2O = CO_2 + 2\ H_2$	87,615 kJ.Mol^{-1}	/10/

Při těchto zplyňovacích reakcích se spotřebuje teplo k uvolňování atomů uhlíku z uhlíkové mřížky. První dvě reakce probíhají při zdvojnásobování objemů plynů, neboť jedna molekula tříatomového plynu je štěpena na dvě molekuly hořlavého plynu, čímž dochází k místnímu zvýšení tlaků plynů.

Vzniklé hořlavé plyny shoří v mezní vrstvě u povrchu částice podle rovnic:

$2\ CO + O_2 = 2\ CO_2$	566,92 kJ.Mol^{-1}	/11/
$2\ H_2 + O_2 = 2\ H_2O$	484,32 kJ.Mol^{-1}	/12/

Při těchto reakcích se naopak objem plynů zmenšuje, neboť výsledný počet molekul je menší a vzniká místní podtlak.

Při nižších teplotách hoření uhlíkových částic se uplatňuje na povrchu oxidační reakce $C + O_2 = CO_2$, spalování probíhá v kinetické oblasti a na povrchu částice je přítomen kyslík. Při vyšších teplotách probíhá hoření v difúzní oblasti, neboť intenzita přívodu kyslíku k povrchu brzdí možný průběh chemické reakce, zvyšuje se podíl zplyňovacích reakcí oproti přímé oxidaci. Protože uvolněné hořlavé plyny CO, H_2 reagují s kyslíkem difundujícím k povrchu částice, zmenšuje se množství kyslíku na povrchu. Při teplotě asi 2 000 °C volný kyslík u povrchu mizí, a tím se změní i chemické složení vrstvy u částice. Zplyňovací reakce umožňují odhořívání částice při vyšších teplotách i v místech s nedostatkem kyslíku.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

1.3 Spalné teplo a výhřevnost tuhých paliv

Při spalování se hořlavé látky paliva slučují s kyslíkem a vznikají produkty spalování, nazývané spaliny. Tento pochod je doprovázen uvolňováním určitého množství tepla, které se u tuhých a kapalných paliv vztahuje na hmotnostní jednotku kJ.kg^{-1} (za normálních podmínek: t = 0 °C, p = 101,3 kPa, označení m^3_N). V technické praxi se uvolněné teplo vyjadřuje jako spalné teplo Q_s nebo jako výhřevnost Q_i paliva.

Spalné teplo je množství tepla, které se uvolní při dokonalém spálení měrné jednotky paliva kg.m^{-3} za předpokladu, že se spaliny ochladí na 0 °C a že veškerá pára vzniklá při spalování zkondenzuje.

Protože při spalování paliva ve spalovacích zařízeních odcházejí spaliny s teplotou vyšší než 100 °C, voda se mění v páru, používá se při tepelných výpočtech častěji výhřevnost paliva Q_i.

Výhřevnost paliva Q_i je množství tepla uvolněné při dokonalém spálení měrné jednotky paliva při ochlazení spalin na 0 °C, přičemž vlhkost paliva zůstane ve spalinách jako vodní pára. Hodnota výhřevnosti paliva je tedy nižší než spalné teplo o množství tepla potřebného k ohřevu vody z původní teploty paliva na 100 °C a o skupenské teplo vypařování vody. Celkové množství tepla se uvažuje přibližně 2 500 kJ na 1 kg vlhkosti.

V praxi se běžně počítá s výhřevností paliva, protože při spalování tuhých paliv v topeništích odchází odpařená voda se spalinami do komína o vyšší teplotě, než je rosný bod vodní páry, takže nedojde k její kondenzaci, odnáší tedy s sebou část tepla v podobě tepla výparného.

Závislost mezi spalným teplem Q_s a výhřevností Q_i lze vyjádřit vztahem:

$$Q_i = Q_s - 24{,}42 \cdot \left(W_t + 8{,}94 \cdot H_t\right) \text{ (kJ.kg}^{-1}\text{)} \quad /13/$$

kde: W_t je obsah vody v analytickém vzorku (% hm.);
8,94 .. koeficient pro přepočet vodíku na vodu;
H_t .. obsah vodíku v analytickém vzorku (% hm.);
24,42.. hodnota, která odpovídá energii spotřebované na ohřev a vytápění 1 % vody při teplotě 25 °C.

Přepočet výhřevnosti Q_i^r při obsahu veškeré vody W_t na jiný obsah veškeré vody W_{ti} se provádí podle vzorce:

$$Q_{in} = \frac{100 - W_{ti}}{100 - W_t} \cdot \left(Q_i + 24{,}42 \cdot W_t\right) - 24{,}42 \cdot W_{ti}$$

(kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}) /14/

kde: W_{tI} je obsah veškeré vody, na kterou provádíme přepočet (%);
W_t .. obsah veškeré vody v původním vzorku (%);
Qt .. výhřevnost původního vzorku (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}).

Spalné teplo lze nejpřesněji určit měřením v kalorimetrech podle technických norem. V technické praxi je určeno spalné teplo a výhřevnost výpočtem, k čemuž se využívá výsledků celkové (elementární) nebo technické (immediatní) analýzy paliva.

1.4 Stechiometrie spalovacích procesů

Stechiometrické výpočty spalovacích procesů, doplňují charakteristiky paliva a jsou základem pro jakýkoliv tepelný výpočet. Jsou důležité zejména pro řešení celé řady problémů návrhové praxe, stejně jako při kontrole práce stávajících spalovacích zařízení. Při těchto výpočtech se stanoví:

- výhřevnost paliva (odpadu),
- množství kyslíku (vzduchu) potřebného k dokonalému spalování paliva (odpadu),
- množství a složení spalin,
- měrná hmotnost spalin,
- adiabatická, teoretická a praktická spalná teplota.

1.4.1 Výpočty spotřeby vzduchu a množství spalin

Podle podmínek, které se vytvoří pro spalovací proces, rozeznáváme:

1. Dokonalé spalování, při němž nastane spálení všech hořlavých složek v palivu, takže ve vzniklých spalinách nejsou již obsaženy.

Dokonalé spalování s teoretickým přebytkem vzduchu (L_{min}), které se dá vypočítat ze stechiometrických vztahů spalovacích rovnic, lze dosáhnout jen při zcela dokonalém promísení paliva se vzduchem a při ideálních spalovacích podmínkách. V praktickém provozu však je pro zajištění dokonalého spalování spotřeba vzduchu (kyslíku) větší než teoretická a závisí na druhu paliva, spalovacího zařízení, oblasti spalování (difúzní nebo kinetická) atd. Mluvíme pak o tzv. přebytku spalovacího vzduchu, který je tím menší, čím dokonaleji se palivo smísí se vzduchem. Poměr mezi skutečnou a teoretickou spotřebou vzduchu se nazývá součinitel přebytku vzduchu *n* a tento vztah můžeme vyjádřit jako poměr:

$$n = \frac{L_{skut}}{L_{\min}} = \frac{O_{skut}}{O_{\min}} \doteq \frac{20{,}95}{20{,}95 - O_2} \doteq \frac{CO_{2_{\max}}}{CO_2} \quad /15/$$

Přebytek vzduchu je nutný, aby bylo zaručeno dokonalé spalování. Na druhé straně nutno však míti na zřeteli škodlivost příliš velikého přebytku. Čím více vzduchu se spalování zúčastní, tím více tepla je odnášeno spalinami, klesá spalná teplota, součinitel využití paliva apod. Proto je nutno používat optimální přebytek vzduchu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

2. Nedokonalé spalování, při němž je určitý obsah hořlavých látek ve spalinách.

Tento způsob spalování vzniká vždy při $n < 1$. Může však i nastat i v případě, že $n = 0$ nebo $n > 1$, když dojde k nedokonalému smíšení paliva s oxidačním činidlem. Tento způsob spalování, zhoršující tepelnou účinnost spalování, je ve většině případů nežádoucí a používá se z technologických důvodů pro spalování výjimečně.

Základní stechiometrický vztah pro nedokonalé spalování uhlíku je:

C	+	0,5 O_2	=	CO	+ teplo /16/
12 kg	+	16 kg	=	28 kg	+ 123 MJ
12,01 kg	+	0,5.22,39 m^3	=	22,37 m^3	

Při spalování uhlíku na CO se spotřebuje pouze poloviční objem kyslíku, než při dokonalém spalování na CO_2. Výhřevnost CO je 12 645 $kJ.m^{-3}$. V důsledku značně vyšší rychlosti reakce hoření vodíku proti průběhu hoření uhlíku je prakticky i při $n < 1$ ztráta nespáleným vodíkem nulová.

Jestliže *a* je podíl uhlíku, který shoří na *CO*, a *b* je podíl uhlíku, který vůbec neshoří, zmenší se při nedokonalém spalování objem CO_2 ve spalinách:

$$\Delta v_{CO_2} = (a+b)\cdot\frac{22{,}37}{12{,}01}\cdot C \qquad (m^3.kg^{-1})\ /17/$$

a navíc vzniká objem CO:

$$v_{CO} = a\cdot\frac{22{,}37}{12{,}01}\cdot C \qquad (m^3.kg^{-1})/18/$$

Spotřeba kyslíku se zmenší o:

$$\Delta v_{O_{2\min}} = \frac{22{,}39}{24{,}02}\cdot a\cdot C + \frac{22{,}39}{12{,}01}\cdot b\cdot C\ (m^3.kg^{-1})$$

/19/

a množství spalovacího vzduchu klesne o:

$$\Delta v^{s}_{sp_{\min}} = \frac{100}{21}\cdot\Delta v_{O_{2\min}} \qquad (m^3_N.kg^{-1}) \qquad /20/$$

Obsah kyslíku ve spalinách je měřítkem přebytku vzduchu jen v případě, že spalování je dokonalé.

3. Obsahují-li spaliny jak oxid uhličitý CO_2 tak oxid uhelnatý *CO*, hovoříme o *spalování smíšeném.*

Výpočet spotřeby vzduchu a množství spalin je možno uskutečnit těmito způsoby:

1) podle údajů elementární analýzy pomocí stechiometrických rovnic (analytický způsob),
2) pomocí přibližných vzorců, odlišných pro různé druhy paliv (na základě výhřevnosti),
3) grafickými metodami.

Pro spalování odpadních látek přichází v úvahu pouze prvý z uvedených způsobů, tedy na základě stechiometrických výpočtů. Při těchto výpočtech spalování se zjednodušuje zaokrouhlením molekulových hmotností a molekulových objemů. Jako okysličovadlo se dále uvažuje suchý vzduch o zjednodušeném složení:

a) Objemově: 21% O_2, 78,05% N_2. Z toho složení lze vypočítat poměr kyslíku, dusíku a vzduchu ze vztahu:

$$O_2 : N_2 : vzduch = \frac{21}{21} : \frac{78{,}05}{21} : \frac{100}{21} = 1 : 3{,}716 : 4{,}76$$

/21/

b) Hmotnostně: 23,2% O_2, 75,47% N_2. Obdobně určíme poměr vztahem:

$$O_2 : N_2 : vzduch = \frac{23{,}2}{23{,}2} : \frac{75{,}47}{23{,}2} : \frac{100}{23{,}2} = 1 : 3{,}253 : 4{,}31$$

/22/

Objemové a hmotnostní složení suchého vzduchu bez vodní páry, při zanedbání vzácných plynů, obsažených v nepatrných množstvích, je uvedeno v tabulce 1.

Tab. 1 Objemové a hmotnostní složení suchého vzduchu

Plyn	Objemové složení (%)	Hmotnostní složení (%)
O_2	21,000	23,200
N_2	78,050	75,474
Ar	0,920	1,280
CO_2	0,030	0,046

Ke spalování použitý atmosférický vzduch však obsahuje určité množství vodní páry, které je závislé na teplotě vzduchu t_v a na relativní vlhkosti vzduchu φ. Objem vodní páry připadající na 1 m^3 suchého vzduchu o teplotě t_v:

$$v_{H_2O} = \varphi\cdot\frac{p_s}{p_c - p_s\cdot\varphi} \qquad (m^3_N.kg^{-1})\ /23/$$

kde: p_s je tlak vodní páry na mezi sytosti při teplotě t_v (kPa),

p_c .. celkový tlak vlhkého vzduchu (kPa).

Součinitel, který vyjadřuje objemové množství vodní páry obsažené ve vzduchu, má při dané relativní vlhkosti a teplotě vzduchu velikost:

$$v = 1 + \varphi\cdot\frac{p_s}{p_c - \varphi\cdot p_s} \qquad /24/$$

Jeho hodnota bývá přibližně $v = 1{,}04$.

Při přesných výpočtech objemových množství produktů spalování (kouřových plynů) a potřebného objemu spalovacího vzduchu se při spalování vychází z molekulové hmotnosti jednotlivých prvků hořlaviny. Molekulové hmotnosti prvků jsou uvedeny v tabulce 2.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Tab. 2 Molekulové hmotnosti prvků v hořlavině.

Prvek	Kilomol	
	Hmotnostní (kg)	Objemový (m³)
Vodík H	2,016	22,39
Uhlík C	12,01	22,39
Kyslík O	32,00	22,39
Síra S	32,06	22,39
Dusík N	28,02	22,39

1.4.2 Spalování tuhých a kapalných odpadů

Použitím molekulových hmotností jednotlivých prvků lze vyjádřit vztahy pro oxidační reakce při spalování stechiometrickými rovnicemi:

Spalování uhlíku na oxid uhličitý:

C + O_2 = CO_2 + teplo /25/
12 kg + 32 kg = 44 kg + 406,3 MJ
12,01 kg + 22,39 m³ = 22,27 m³

Výhřevnost 1 kg čistého uhlíku je 33,85 MJ.kg^{-1}.
Spalování vodíku na vodní páru:

2 H_2 + O_2 = 2 H_2O + teplo /26/
2 kg + 16 kg = 18 kg + 241 MJ
4,032 kg + 22,39 m³ = 44,81 m³

Výhřevnost 1 kg vodíku je 120,5 MJ.kg^{-1}.
Spalování síry na oxid siřičitý:

S + O_2 = SO_2 + teplo /27/
32 kg + 32 kg = 64 kg + 290 MJ
32,06 kg + 22,39 m³ = 21,89 m³

Výhřevnost 1 kg síry je 9,0625 MJ.kg^{-1}.
Pro převod ostatních prvků a vlhkosti (vody) do plynné fáze platí:
Pro dusík:

2 N = N_2 /28/
28,013 kg = 28,013 kg
28,013 kg = 22,40 m³

Pro kyslík:

2O = O_2 /29/
31,999 kg = 31,999 kg
31,999 kg = 22,39 m³

Pro vlhkost platí:

H_2O_{kap} = $H_2O_{pára}$ /30/
18,015 kg = 18,015 kg
18,015 kg = 22,41 m³

Všechny objemy a hmotnosti spalovacího vzduchu a spalin v rovnicích č. 1.25 až 1.30 jsou udávány za tzv. normálních podmínek tj. při teplotě t=0 °C a tlaku p=101,3 kPa.

1.4.2.1 Hmotnostní spalování

K uvedeným výpočtům se použily rovnice z kapitoly 1.4.2.

Teoretické množství kyslíku pro dokonalé spalování:

$$O_{\min} = \frac{32}{12}\cdot C + \frac{32}{4}\cdot H + \frac{32}{32}\cdot S - \frac{32}{32}\cdot O \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /31/$$

Teoretické množství vzduchu pro dokonalé spalování:

$$L_{\min} = O_{\min}\cdot\frac{100}{23{,}2} \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /32/$$

Skutečné množství vzduchu pro dokonalé spalování:

$$L_{skut} = O_{\min}\cdot\frac{100}{23{,}2}\cdot n \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /33/$$

Teoretické hmotnostní množství suchých spalin:

$$m^{s}_{sp_{\min}} = \frac{44}{12}\cdot C + \frac{64}{32}\cdot S + N + 0{,}75474\cdot L_{\min} \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /34/$$

kde: C, H, O, S, N, W jsou poměrná množství uhlíku, vodíku, kyslíku, síry, dusíku a veškeré vody v původním palivu (kg.kg^{-1}),
n .. součinitel přebytku vzduchu ( ).
Hmotnostní množství vlhkých spalin:

$$m^{v}_{sp} = m_{CO_2} + m_{SO_2} + m_{H_2O} + m_{N_2} + m_{O_2} + m_{Ar} \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /35/$$

Hmotnostní množství suchých spalin:

$$m^{s}_{sp} = m_{CO_2} + m_{SO_2} + m_{N_2} + m_{O_2} + m_{Ar} \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /36/$$

kde:
$$m_{CO_2} = \frac{44}{12}\cdot C + 0{,}00046\cdot L_{skut}$$

$$m_{SO_2} = \frac{64}{32}\cdot S$$

$$m_{H_2O} = \frac{18}{2}\cdot H + W + (v-1)\cdot L_{skut} \quad (\text{kg.kg}^{-1}) \quad /37/$$

$$m_{N_2} = N + O_{\min}\cdot\frac{75{,}474}{23{,}2}\cdot n$$

$$m_{O_2} = O_{\min}\cdot(n-1)$$

$$m_{Ar} = 0{,}0128\cdot L_{skut}$$

Vyjádření jednotlivých složek spalin v %:

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Teoretická hmotnostní koncentrace oxidu uhličitého v suchých spalinách:

$$CO_{2_{max}} = \frac{\frac{44}{12}\cdot C}{m^s_{sp_{min}}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /38/$$

Teoretická hmotnostní koncentrace oxidu siřičitého v suchých spalinách:

$$SO_{2_{max}} = \frac{\frac{64}{32}\cdot S}{m^s_{sp_{min}}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /39/$$

Hmotnostní koncentrace složek spalin ve vlhkých spalinách:

$$CO_2 = \frac{m_{CO_2}}{m^v_{sp}}\cdot 100 \qquad H_2O = \frac{m_{H_2O}}{m^v_{sp}}\cdot 100$$

$$SO_2 = \frac{m_{SO_2}}{m^v_{sp}}\cdot 100 \qquad N_2 = \frac{m_{N_2}}{m^v_{sp}}\cdot 100$$

$$O_2 = \frac{m_{O_2}}{m^v_{sp}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /40/$$

1.4.2.2 Objemové spalování (hodnoty reálných molárních objemů plynů)

K výpočtům byly použity rovnice z kapitoly 1.4.2. V praxi pro přepočty se používají hodnoty reálných molárních objemů plynů.

Teoretické množství kyslíku pro dokonalé spalování:

$$O_{min} = \frac{22,39}{12,01}\cdot C + \frac{22,39}{4,032}\cdot H + \frac{22,39}{32,06}\cdot S - \frac{22,39}{31,99}\cdot O$$

($m^3.kg^{-1}$) /41/

Teoretické množství vzduchu pro dokonalé spalování:

$$L_{min} = O_{min}\cdot\frac{100}{21} \quad (m^3_N.kg^{-1}) \quad /42/$$

Skutečné množství vzduchu pro dokonalé spalování:

$$L_{skut} = O_{min}\cdot\frac{100}{21}\cdot n \quad (m^3_N.kg^{-1}) \quad /43/$$

Teoretické objemové množství suchých spalin:

$$v^s_{sp_{min}} = \frac{22,27}{12,01}\cdot C + \frac{21,89}{32,06}\cdot S + \frac{22,40}{28,013}\cdot N + 0,7805\cdot L_{min}$$

($m^3.kg^{-1}$) /44/

kde: C, H, O, S, N, W jsou poměrná množství uhlíku, vodíku, kyslíku, síry, dusíku a veškeré vody v původním palivu ($kg.kg^{-1}$),

n .. součinitel přebytku vzduchu ( ).

Objemové množství vlhkých spalin:

$$v^v_{sp} = v_{CO_2} + v_{SO_2} + v_{H_2O} + v_{N_2} + v_{O_2} + v_{Ar}$$

($m^3_N.kg^{-1}$) /45/

Objemové množství suchých spalin:

$$v^s_{sp} = v_{CO_2} + v_{SO_2} + v_{N_2} + v_{O_2} + v_{Ar}$$

($m^3_N.kg^{-1}$) /46/

kde:
$$v_{CO_2} = \frac{22,27}{12,01}\cdot C + 0,0003\cdot L_{skut}$$

$$v_{SO_2} = \frac{21,89}{32,06}\cdot S$$

$$v_{H_2O} = \frac{44,81}{4,032}\cdot H + \frac{22,41}{18,015}\cdot W + (v-1)\cdot L_{skut}$$

($m^3_N.kg^{-1}$) /47/

$$v_{N_2} = \frac{22,40}{28,013}\cdot N + O_{min}\cdot\frac{78,05}{21}\cdot n$$

$$v_{O_2} = O_{min}\cdot(n-1)$$

$$v_{Ar} = 0,0092\cdot L_{skut}$$

Vyjádření jednotlivých složek spalin v %:

Teoretická objemová koncentrace oxidu uhličitého v suchých spalinách:

$$CO_{2_{max}} = \frac{\frac{22,27}{12,01}\cdot C}{v^s_{sp_{min}}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /48/$$

Teoretická objemová koncentrace oxidu siřičitého v suchých spalinách:

$$SO_{2_{max}} = \frac{\frac{21,89}{32,06}\cdot S}{v^s_{sp_{min}}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /49/$$

Objemová koncentrace složek spalin ve vlhkých spalinách:

$$CO_2 = \frac{v_{CO_2}}{v^v_{sp}}\cdot 100 \qquad H_2O = \frac{v_{H_2O}}{v^v_{sp}}\cdot 100$$

$$SO_2 = \frac{v_{SO_2}}{v^v_{sp}}\cdot 100 \qquad N_2 = \frac{v_{N_2}}{v^v_{sp}}\cdot 100$$

$$O_2 = \frac{v_{O_2}}{v^v_{sp}}\cdot 100 \quad (\%) \quad /50/$$

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

1.5 Spalné teploty a jejich výpočet

Spalná teplota je jednou ze základních vlastností, která charakterizuje palivo vzhledem k jeho technologickému použití. Na dosažitelné teplotě plamene totiž závisí i teplota v pracovním prostoru spalovacího zařízení, která určuje použití optimálního technologického výrobního postupu.

Spalnou teplotu můžeme stanovit z rovnice tepelné rovnováhy, určující příjem a výdej tepla při spalování paliva (odpadu):

$$Q_{ch} + Q_p + Q_{vz} = Q_{sp} + Q_{ned} + Q_{dis} + Q_z$$

(kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}) /51/

Příjem tepla:

Q_{ch} je chemické teplo, které je určeno výhřevností paliva (odpadu) (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}),

Q_p .. entalpie předehřátého paliva (odpadu).

$$Q_p = c_p \cdot t_p \qquad \text{(kJ.kg}^{-1}\text{, kJ.m}^{-3}\text{)} \quad /52/$$

Q_{vz} je entalpie předehřátého vzduchu.

$$Q_{vz} = c_{vz} \cdot t_{vz} \cdot n \cdot L_{\min} \qquad \text{(kJ.kg}^{-1}\text{, kJ.m}^{-3}\text{)} \quad /53/$$

Výdej tepla:

Q_{sp} je entalpie spalin (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3})

$$Q_{sp} = V_{sp} \cdot c_{sp} \cdot t_{sp} \qquad \text{(kJ.kg}^{-1}\text{, kJ.m}^{-3}\text{)} \quad /54/$$

Q_{ned} je chemický a mechanický nedopal (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}),

Q_{dis} .. disociační teplo (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}),

Q_z .. teplo odvedené do konstrukce pece a do okolí (kJ.kg^{-1}, kJ.m^{-3}).

c_p, c_{vz}, c_{sp} .. měrná tepelná kapacita paliva, vzduchu, spalin (kJ.kg^{-1}.K^{-1}, kJ.m^{-3}.K^{-1}),

t_p, t_{vz}, t_{sp} .. teplota paliva (odpadu), vzduchu, spalin (°C),

n .. součinitel přebytku vzduchu ( ),

L_{min} .. teoretické (minimální) množství vzduchu potřebného ke spálení jednotky paliva (odpadu), (m^3.m^{-3}),

V_{sp} .. množství spalin (m^3.m^{-3}).

Dosazením rovnice do rovnice umožňuje vypočítat teplotu spalin, která charakterizuje spalnou teplotu paliva (odpadu):

$$t_{sp} = \frac{Q_{ch} + Q_p + Q_{vz} - Q_{ned} - Q_{dis} - Q_z}{V_{sp} \cdot c_{sp}} \quad (^{o}C) \; /55/$$

1.5.1 Základní druhy spalných teplot

Protože skutečná spalná teplota závisí nejen na vlastnostech paliva, ale i na podmínkách spalovacího procesu, je její stanovení v praxi velmi obtížné. Při řešení této problematiky se proto používají různé druhy spalných teplot, které se snáze stanovují, avšak poskytují řešení vždy s určitým omezením.

a) Adiabatická spalná teplota t_a určuje vlastnosti paliva (odpadu). Tato teplota vzhledem k palivu charakterizuje adiabatické podmínky jak v přívodu, tak i v odvodu tepla a stanovuje podmínky dokonalého spalování při $n = 1$. U ostatních teplot nejsou již adiabatické podmínky vzhledem k palivu samému dodrženy, takže se uvažují adiabatické podmínky jen vzhledem k vlastnímu spalovacímu procesu, ale ne vzhledem k palivu.

Z definice adiabatické teploty vyplývá, že v rovnici je $Q_p = 0$; $Q_{ned} = 0$; $Q_{dis} = 0$; $Q_z = 0$; $n = 1$. Za těchto podmínek lze adiabatickou spalnou teplotu vyjádřit vztahem:

$$t_{á} = \frac{Q_n}{V_{sp,\min} \cdot c_{sp}} \qquad (^{o}C) \quad /56/$$

kde: $V_{sp, min}$ je objem spalin při n=1 (m^3.kg^{-1}, m^3.m^{-3}).

b) Teoretická spalná teplota t_t se používá jako srovnávací pro stejná a odlišná paliva při různých nebo stejných podmínkách spalovacího procesu. Tato teplota umožňuje měnit hodnoty spotřeby spalovacího vzduchu ($n \geq 1$), hodnoty entalpie paliva ($Q_p \geq 0$) a měrné entalpie vzduchu ($Q_{vz} \geq 0$).

Pro teoretickou spalnou teplotu platí, že $Q_{ned} = 0$, $Q_{dis} = 0$, $Q_z = 0$, $n \geq 1$, takže je určena rovnicí:

$$t_t = \frac{Q_n + Q_p + Q_{vz}}{V_{sp} \cdot c_{sp}} \qquad (^{o}C) \quad /57/$$

Výpočet teoretické spalné teploty a obdobně i ostatních teplot je obtížný v tom, že hodnota měrné tepelné kapacity spalin v rovnicích se mění v závislosti na teplotě. Uvedeme si nejpoužívanější způsoby výpočtu:

Iterační řešení (iterace – opakování výpočtů, krok přiblížení se k výsledku) volí se předpokládaná hodnota teploty, pro niž vyhledáme v tabulkách měrnou tepelnou kapacitu spalin a dosadíme do rovnice 1.57. Vyjde-li jiná teplota než zvolená, výpočet je nutno opakovat, přičemž se zvolí teplota bližší vypočtené teplotě.

Řešení pomocí entalpie spalin vychází z rovnice 1.55, upravené na tvar:

$$t_t \cdot c_{sp} = \frac{Q_n}{V_{sp}} + \frac{Q_p}{V_{sp}} + \frac{Q_{vz}}{V_{sp}} = \frac{Q_n}{V_{sp}} + \frac{c_p \cdot t_p}{V_{sp}} + \frac{c_{vz} \cdot t_{vz} \cdot n \cdot L_{\min}}{V_{sp}}$$

(kJ.m^{-3}) /58/

kde:

$t_t \cdot c_{sp} = i_{sp}$ je celková měrná entalpie spalin (kJ.m^{-3}),

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

$\frac{Q_n}{V_{sp}} = i_{ch}$ .. entalpie spalin odpovídající výhřevnosti (kJ.m^{-3}),

$\frac{c_p \cdot t_p}{V_{sp}} = i_p$ .. entalpie spalin odpovídající předehřátí paliva, (kJ.m^{-3}),

$\frac{c_{vz} \cdot t_{vz} \cdot n \cdot L_{\min}}{V_{sp}} = i_{vz}$ .. entalpie spalin odpovídající předehřátí spalovacího vzduchu, (kJ.m^{-3}).

Výpočet se provede za předpokladu, že měrná entalpie spalin se mění v rozmezí rozdílu teplot 100 °C. Zvolíme dvě teploty lišící se o 100 °C, a to takové, aby vypočtená entalpie spalin byla v rozmezí, odpovídajícím zvoleným dvěma teplotám. Hodnoty entalpií spalin pro tyto zvolené teploty stanovíme z tabulek. Interpolací pak nalezneme teplotu odpovídající vypočtené měrné entalpii spalin.

c) Praktická spalná teplota t_p respektuje skutečné podmínky spalování, včetně odvodu tepla do okolí a ostatních ztrátových položek.

Pro výpočet praktické spalné teploty je nutno uvažovat všechny položky v rovnici 55, tedy:

$$t_{sp} = \frac{Q_{ch} + Q_p + Q_{vz} - Q_{ned} - Q_{dis} - Q_z}{V_{sp} \cdot c_{sp}}, \quad (^oC) \qquad /59/$$

Při propočtu je nutno počítat již dříve uvažované položky i se ztrátami tepla vzniklými při chemickém a mechanickém nedopalu (Q_{ned}) a s odvodem tepla do okolí (Q_z). Obtížnost tohoto výpočtu vedla k zavedení zjednodušeného orientačního propočtu pomocí pyrometrického efektu η_{pyr} z rovnice:

$$t_p = t_t \cdot \eta_{pyr} \qquad (^oC) \qquad /60/$$

kde: η_{pyr} je pyrometrický efekt, charakterizující tepelné ztráty pro určité typy pecí.

1.6 Kontrola spalování

Spalování všech druhů paliv probíhá za provozních podmínek s určitým přebytkem vzduchu. Přebytek vzduchu musí být minimální, aby ztráty tepla spalinami byly co nejmenší, avšak dostatečný, aby se zaručilo dokonalé spálení paliva. Přitom nerozhoduje pouze množství spalovacího vzduchu, ale i způsob spalování a míšení paliva s okysličovadlem.

V provozní praxi se pro určení součinitele přebytku spalovacího vzduchu osvědčil způsob, který je založen na tom, že se změnou součinitele přebytku vzduchu se mění i složení spalin. Složení spalin se určuje analyzátorem a podle změn jednotlivých složek spalin se pak vypočítává skutečná hodnota součinitele přebytku vzduchu.

1.6.1 Stanovení přebytku vzduchu v závislosti na CO_2

Při dokonalém spalování tuhých a kapalných paliv s teoretickým množstvím vzduchu by dosáhlo každé palivo v minimálním objemu spalin $V_{sp,\ min}$ (m^3) maximální hodnoty $CO_{2,\ max}$ (%). Tuto hodnotu $CO_{2,\ max}$ v procentech můžeme pro suché spaliny vypočítat teoreticky z analýzy paliva. Skutečnou hodnotu CO_2 (%) v suchých spalinách určíme analyzátorem spalin. Zjistí-li se při analýze spalin menší obsah CO_2, než je teoreticky vypočtený $CO_{2,\ max}$,, znamená to, že buď jsou spaliny zředěny přebytkem vzduchu, nebo že nastává nedokonalé spalování a tvorba *CO*. Na základě uvedených znalostí můžeme nyní provést výpočet součinitele přebytku vzduchu n.

Celkový objem oxidu uhličitého CO_2, při spalování s teoretickým množstvím vzduchu vypočteme ze vztahu:

$$CO_2 = CO_{2,\max} \cdot \frac{V^s_{sp,\min}}{100} \qquad (m^3) \qquad /61/$$

kde: $CO_{2,\ max}$ je vypočtená hodnota při *n = 1* (%).

Toto množství CO_2 vyjádřené v m^3 zůstává stejné i při dokonalém skutečném spalování s větším množstvím vzduchu, jen je jiný jeho procentový obsah ve skutečných spalinách, $V_{sp,\ min}$, tedy:

$$CO_2 = CO_2 \cdot \frac{V^s_{sp}}{100} = CO_2 \cdot \frac{V^s_{sp,\min} + (n+1) \cdot L_{\min}}{100} \qquad (m^3) \qquad /62/$$

kde: CO_2 na pravé straně rovnice je hodnota oxidu uhličitého při skutečném spalování zjištěná analyzátorem, (%).

Srovnáním rovnic 61, 62 a po úpravě pak dostáváme:

$$n = 1 + \left(\frac{CO_{2,\max}}{CO_2} - 1 \right) \cdot \frac{V^s_{sp,\min}}{L_{\min}} \qquad /63/$$

Použitá literatura

MALATÁK, J - JEVIC, P - GÜRDIL, G.A.K - SELVI, K.C. 2009. Biomass heat-emission characteristics of energy plants. AMA, Agricultural Mechanization in Asia, Africa and Latin America 39(4), pp. 9-13.

MALAŤÁK J - JEVIČ P - VACULÍK P. 2010. Účinné využití tuhých biopaliv v malých spalovacích zařízeních s ohledem na snižování emisí znečišťujících látek. Powerprint, Praha 2010, pp. 240, ISBN 978-80-87415-02-3.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

MALAŤÁK, J – ŠKARKOVÁ, L – PROŠKOVÁ, A. 2013. Chemical, stoichiometric and thermal analysis of fatty acid methyl esters from processed animal fat. In: Research in Agricultural Engineering, 59: 83–90.

MALAŤÁK, J - PASSIAN, L. 2011. Heat-emission analysis of small combustion equipments for biomass. In: *Research in Agricultural Engineering*, roč. 57, č. 2, s. 37-50.

MALAŤÁK, J - VACULÍK, P. 2008 Biomasa pro výrobu energie. ČZU v Praze, Technická fakulta, tisk. Powerprint, Praha 2008, 206 s., ISBN: 978-80-213-1810-6.

OBROUČKA, K. 2001. *Termické odstraňování a energetické využívání odpadů.* VŠB TU Ostrava, Ostrava 2001, 143 s., ISBN: 80-248-0009-8.

SAZIMA, M - KMONÍČEK, V - SCHNELLER, J. 1989 *Teplo*. SNT Praha, Praha 1989, s. 203-222.

RYBÍN, M. 1985. *Spalování paliv a hořlavých odpadů v ohništích průmyslových kotlů.* 1985, SNTL, Praha, 520 s., 04-227-85.

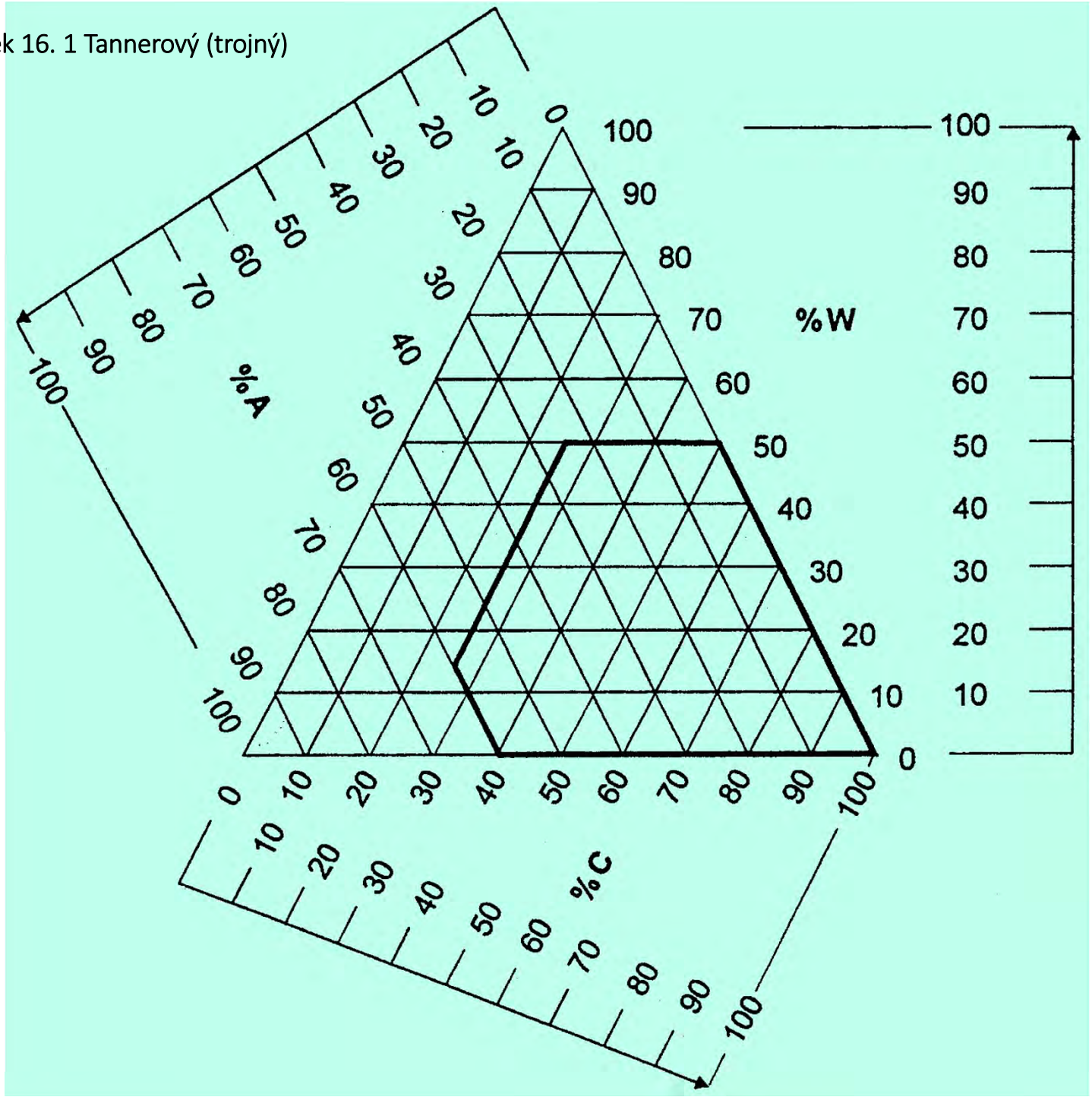
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16 Spalování odpadů

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 1 Tannerový (trojný) diagram

- obsah popela A
- obsah vlhkosti W
- obsah hořlaviny C



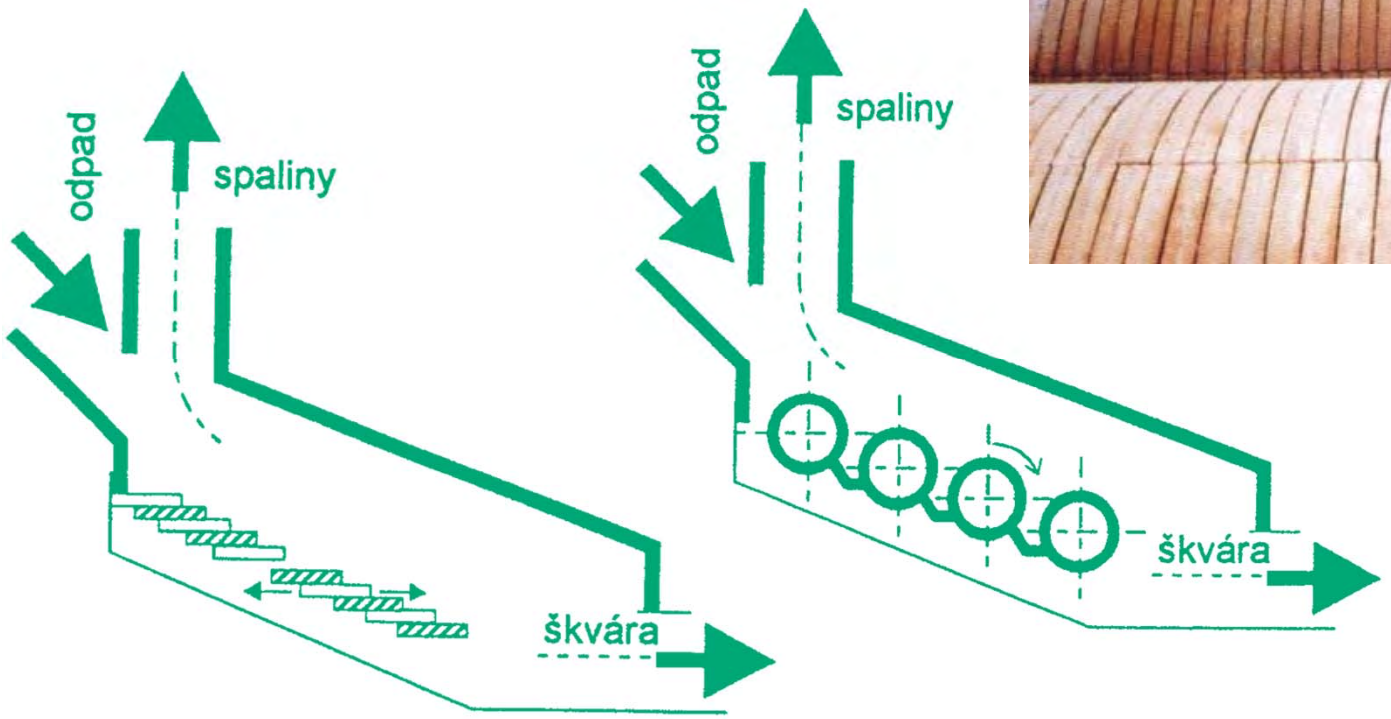
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Základní druhy spalovacích zařízení na zneškodňování odpadů

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 2 Roštové spalovací zařízení

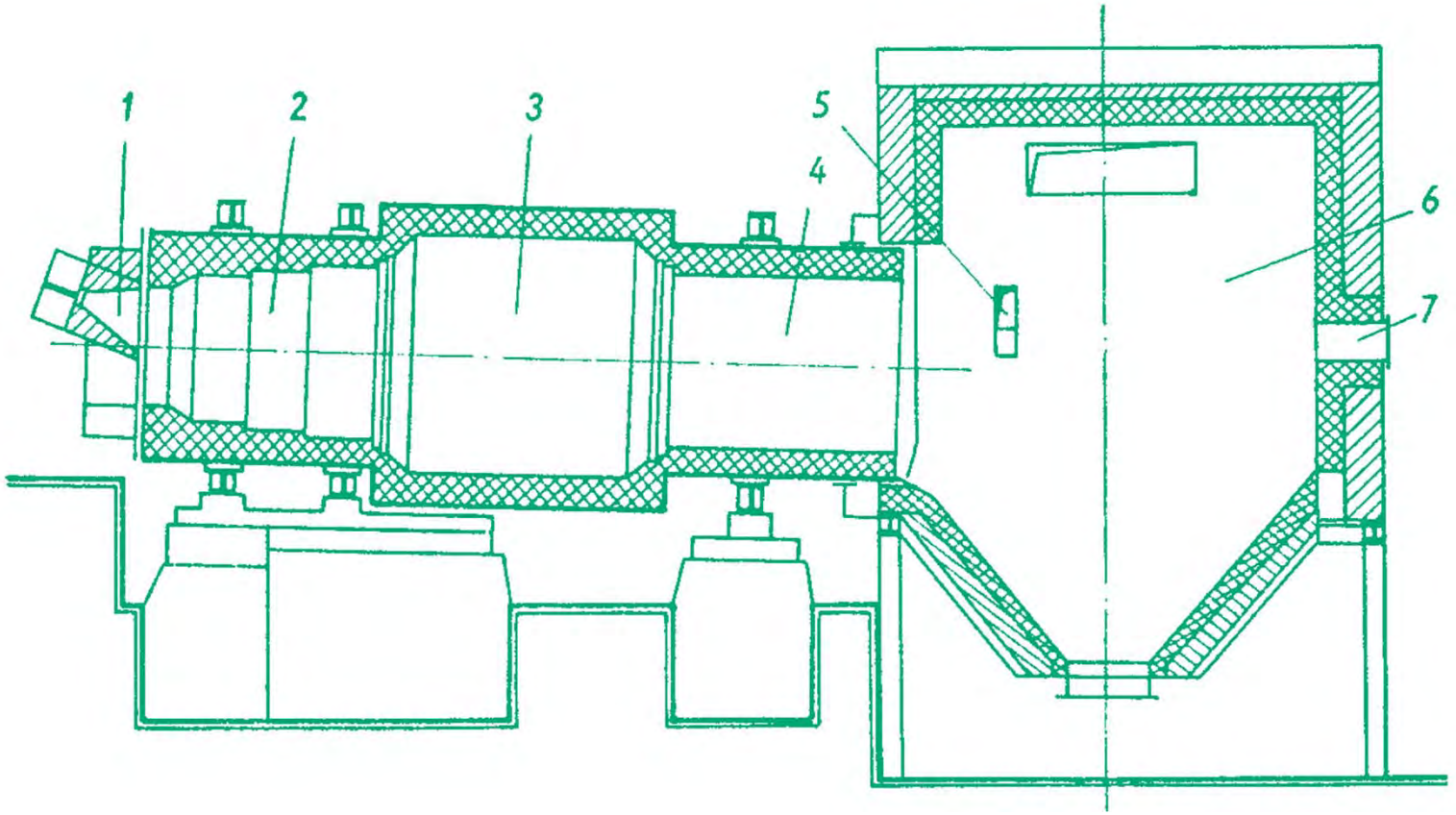
- s pevnými rošty
- s pohyblivými rošty:

a) natřásací rošty,
b) pásové rošty,
c) posuvné rošty,
d) otočné rošty,
e) válcové rošty.



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 3 Bubnové spalovací zařízení

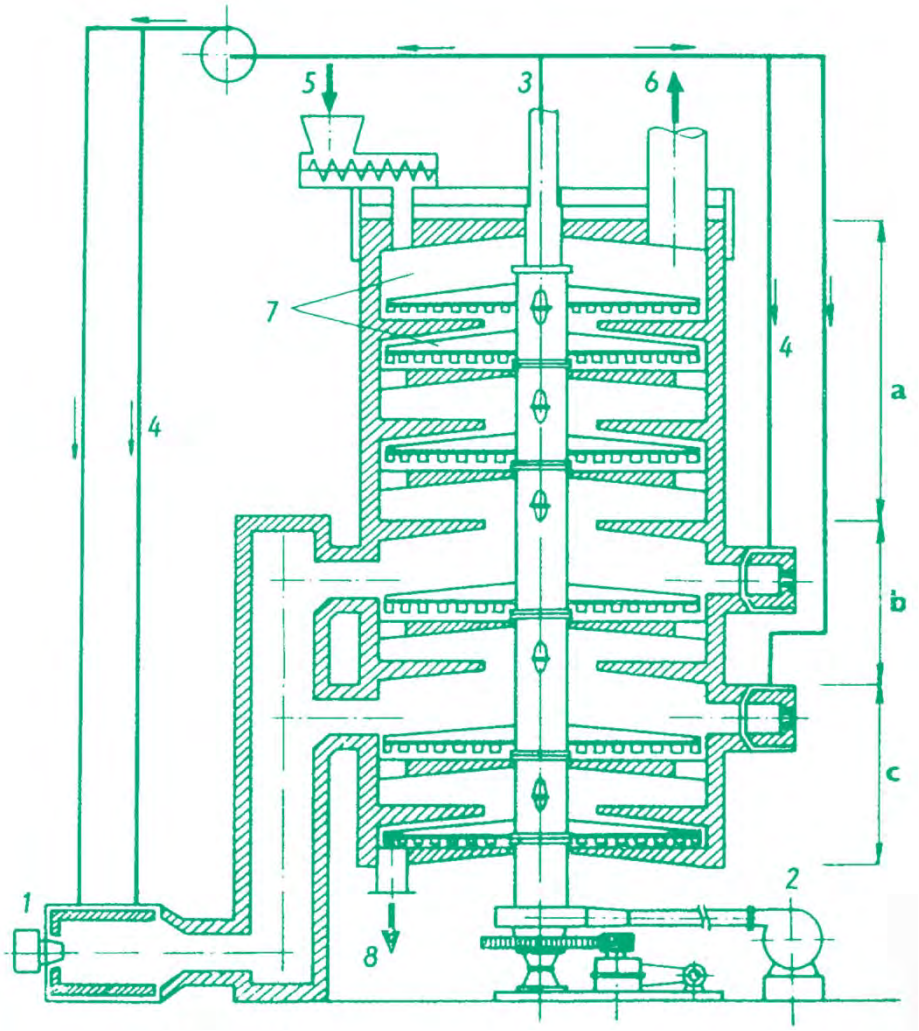


Bubnové spalovací zařízení s dohořívací komorou:
1-hořák v pevné vstupní hlavě, 2-sušicí pásmo, 3-spalovací pásmo, 4-vychlazovací pásmo, 5-sekundární vzduch, 6-dohořívací a usazovací komora, 7-kontrolní okénko.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Základní druhy spalovacích zařízení na zneškodňování odpadů

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.4 Etážové spalovací zařízení

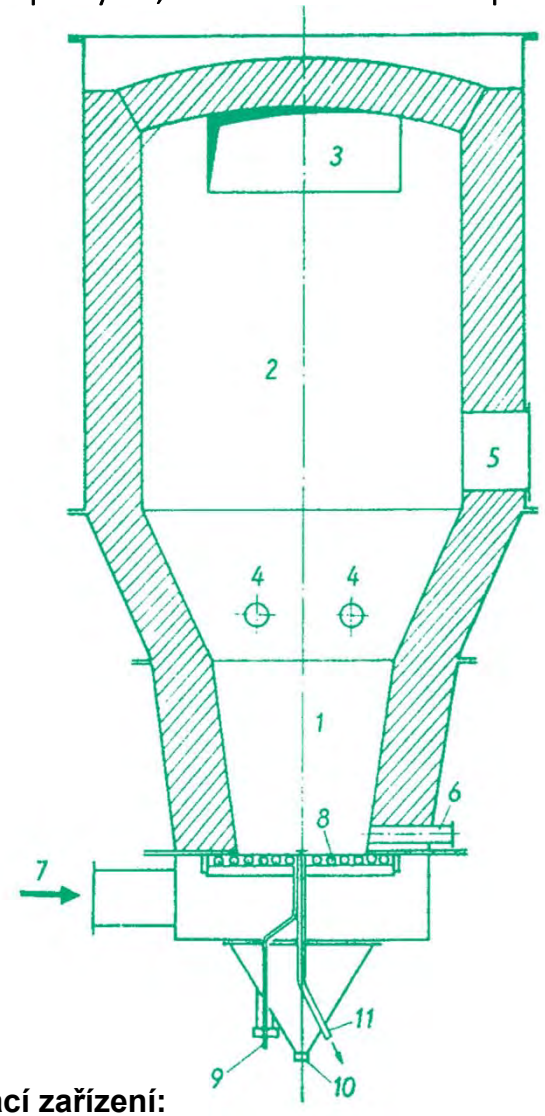


Etážová pec:
a-sušící pásmo, b-spalovací pásmo, c-chladící pásmo, 1-přídavné spalování odpadních kapalných paliv, 2-ventilátor chladícího vzduchu, 3-výstup ohřátého vzduchu, 4-ohřátý vzduch do hořáků, 5-přívod odpadního materiálu, 6-odvod plynných spalin, 7-etáže sušícího pásma, 8-odvod tuhých zbytků po spalování.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

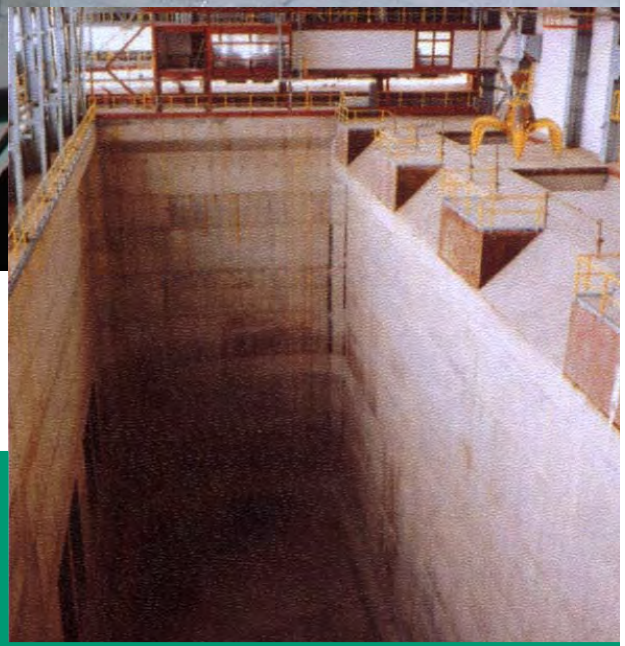
Základní druhy spalovacích zařízení na zneškodňování odpadů

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.5 Fluidní spalovací zařízení



Fluidní ohniště jako přídavné spalovací zařízení:
1-prostor fluidní vrstvy, 2-uklidňovací prostor, 3-výstup spalin, 4-přívod paliva, 5-průlezová dvířka, 6-zapalovací otvor, 7-fluidizační vzduch, 8-fluidní rošt, 9-chladící voda, 10-výpusť propadu, 11-výpusť popela z fluidní vrstvy.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 6 Provoz příjmu a skladování odpadů

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

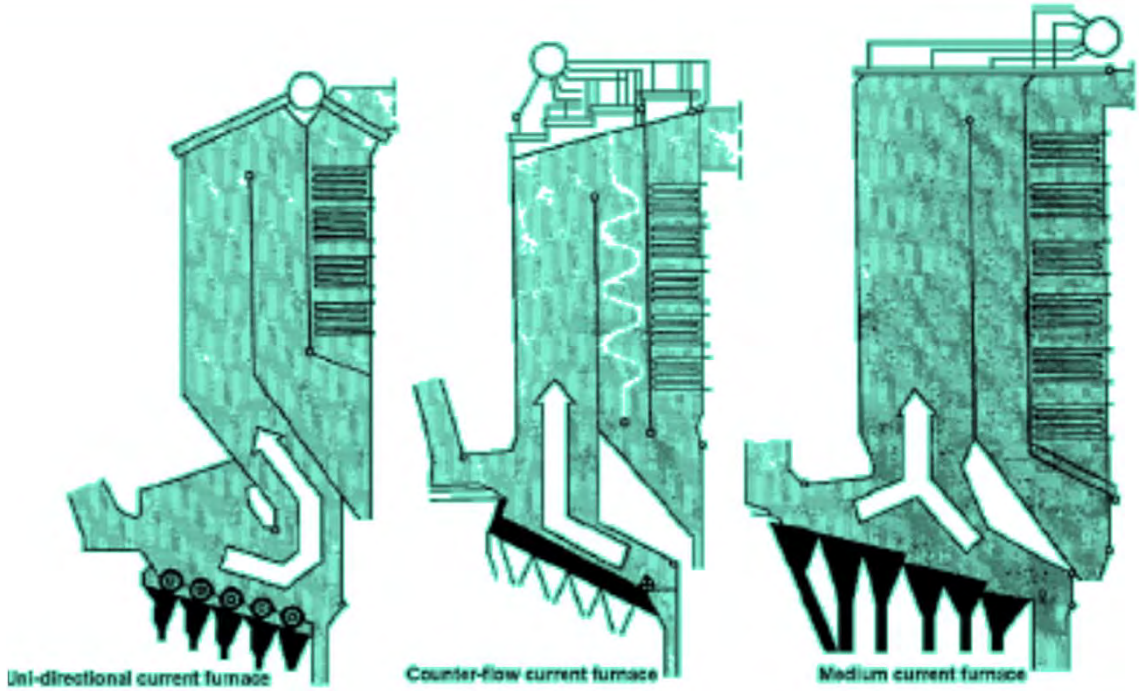
Příloha 2, kapitoly 16, tabulka 16.1 Příklady použitelných metod ukládání pro různé druhy odpadů

Obecné problémy, použitelné na všechny druhy odpadů	
❑ zapáchající materiály jsou uskladněny uvnitř, s kontrolovanou vzduchotechnikou a používají vypouštěný vzduch jako spalovací vzduch ❑ vyhrazené prostory nakládání/vykládání s kontrolovaným odvodňováním ❑ jasně označené oblasti (např. barevné značky) odvodňování z potencionálně kontaminovaných oblastí (sklad/nakládka/transport) ❑ uskladnění časově omezené podle druhu odpadu a rizika ❑ adekvátní kapacita skladů ❑ pro dočasné uložení některých odpadů je možné použití balíků či ochranných kontejnerů, v závislosti na odpadu a rizikových faktorech daného umístění ❑ požární opatření, např. žáruvzdorné stěny mezi zásobníkem a spalovací halou	
Pevný komunální odpad a průmyslový odpad neklasifikovaný jako nebezpečný	**Pevný přetříděný TKO a palivo z odpadu**
❑ nepropustné podlahy zásobníků nebo nepropustné úrovně skladovacích prostor ❑ kryté budovy obehnané zdí ❑ některé objemné složky s nízkým potenciálem znečišťování mohou být uložené bez speciálních opatření	❑ uzavřené násypníky ❑ nepropustné podlahy zásobníků nebo úrovní skladovacích prostor ❑ kryté budovy obehnané zdí ❑ zabalené či v kontejnerech mohou být vhodné k venkovnímu uskladnění bez speciálních opatření, avšak závisí to na povaze odpadu
Objemné kapalné odpady a kaly	**Sudové kapalné odpady a kaly**
❑ objemné hrazené tanky odolné proti útoku ❑ obruby a ventily uvnitř oddělených oblastí ❑ potrubí vedoucí z tanku do spalovny těkavé látky ❑ protiexplozní zařízení umístěná v potrubí atd.	❑ skladování v uzavřených oblastech ❑ hrazené a odolné povrchy
Nebezpečný odpad	**Klinický/biologicky nebezpečný odpad**
❑ oddělené sklady podle zhodnocených rizik ❑ zvláštní pozornost vyžaduje délka úložného času ❑ automatické manipulační a nakládací zařízení ❑ čistící příslušenství na povrchy a kontejnery	❑ oddělené skladování ❑ chlazené či mrazící sklady pro biologicky nebezpečné odpady ❑ zvláštní pozornost věnovaná omezení časů skladování ❑ automatické manipulační a nakládací zařízení ❑ desinfekční vybavení kontejnerů ❑ mrazící sklady, pokud uskladnění překročí určitý časový limit, např. 48 hodin

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, tabulka 16.2 Srovnání vlastností pecí podle toku spalovacího vzduchu a spalovaného materiálu

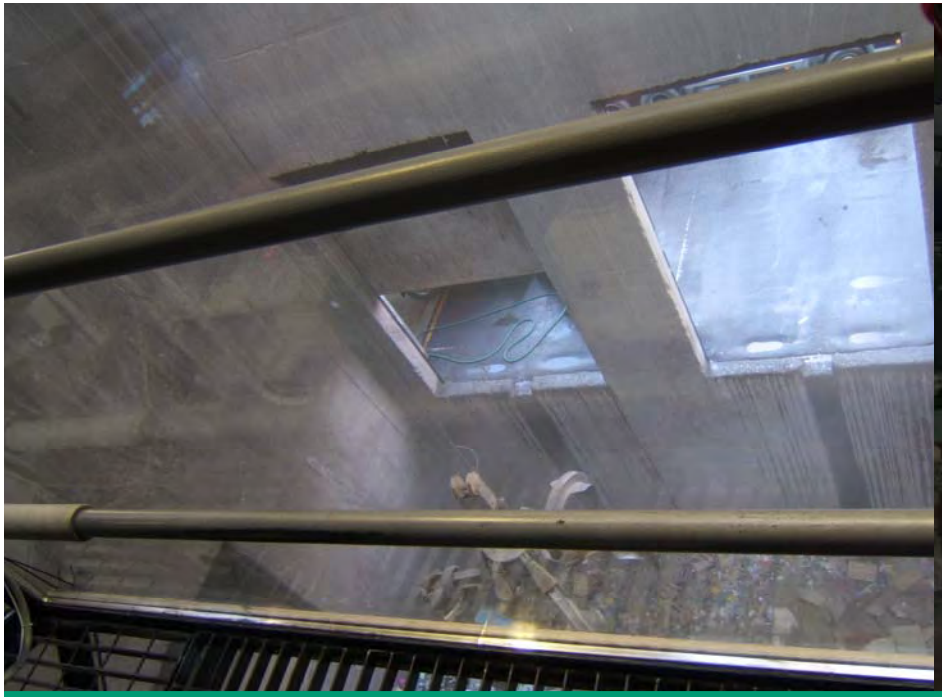
Srovnání vlastností pecí podle toku spalovacího vzduchu a spalovaného materiálu	
Souproudý či paralelní tok	**Protiproudý tok**
❑ výstup ze spalovací komory na konci pece ❑ průtok plynu ve stejném směru jako odpad ❑ vhodné pro odpady s vyšší čistou výhřevností ❑ všechny vznikající plyny musí projít skrze zóny o maximální teplotě a mají dlouhou dobu zdržení ❑ v zážehové zóně je zapotřebí primární zahřívání vzduchu	❑ výstup ze spalovací komory na začátku pece ❑ tok plynu v opačném směru než odpad ❑ vhodné pro odpad s nižší čistou výhřevností (vyšší vlhkostí) s vysokým obsahem popílku (jak horké plyny z nestabilních zón jdou skrze sušící zóny) ❑ vyšší požadavky na sekundární vzduchová zařízení, aby zajištěno spálení plynu
Středový tok	**Oddělený tok**
❑ výstup ze spalovací komory ve středu pece ❑ kompromis mezi výše zmíněnými pro široké spektrum odpadu ❑ nastavení pece a sekundární vzduch jsou důležité k zajištění spálení plynů	❑ výstup ze spalovací komory ve středu, ale je rozdělen ve střední sekci ❑ středová zóna pomáhá zdržení plynů a umožňuje vstřikování sekundárního vzduchu z pomocných míst ❑ používané především pro velmi objemné pece



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

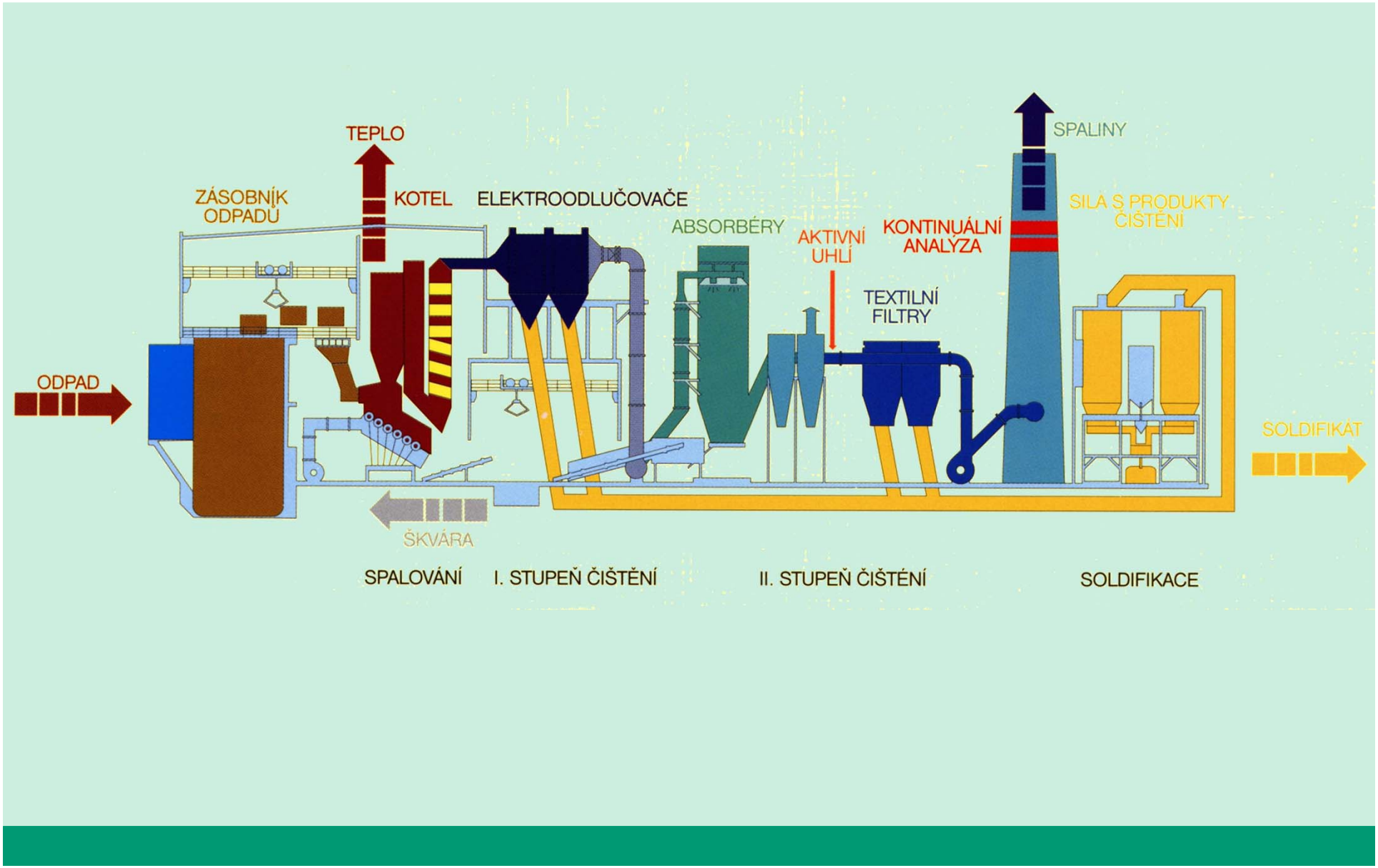
Příloha 2, kapitoly 16, tabulka 16.3 Spalovací specifikace používané při spalování odpadů

Spalovací specifikace používané při spalování odpadů	
Minimální spalovací teplota během doby zdržení plynu	**Minimální doba styku plynu**
❑ alespoň 850 oC, nebo ❑ alespoň 1 100 oC pro nebezpečné odpady s vyšším než 1% obsahem halogenovaných organických látek (jako Cl) ❑ vhodná teplota k umožnění oxidace	❑ 2 sekundy po posledním vstřiku spalovacího vzduchu ❑ dostatečná doba styku při dostatečně vysokých teplotách a v přítomnosti dostatečného množství kyslíku pro reakci a oxidaci
Turbulence	**Koncentrace kyslíku (přebytek)**
❑ dostatečné k zajištění účinného turbulence plynu a spalovací reakce ❑ turbulence plynu umožňuje pokračování reakce během celého toku plynu	❑ vyšší než 6 % (přesné množství požadovaného kyslíku bylo z většiny legislativ v EU odstraněno) aby byla umožněná oxidace musí být dodané dostatečné množství kyslíku



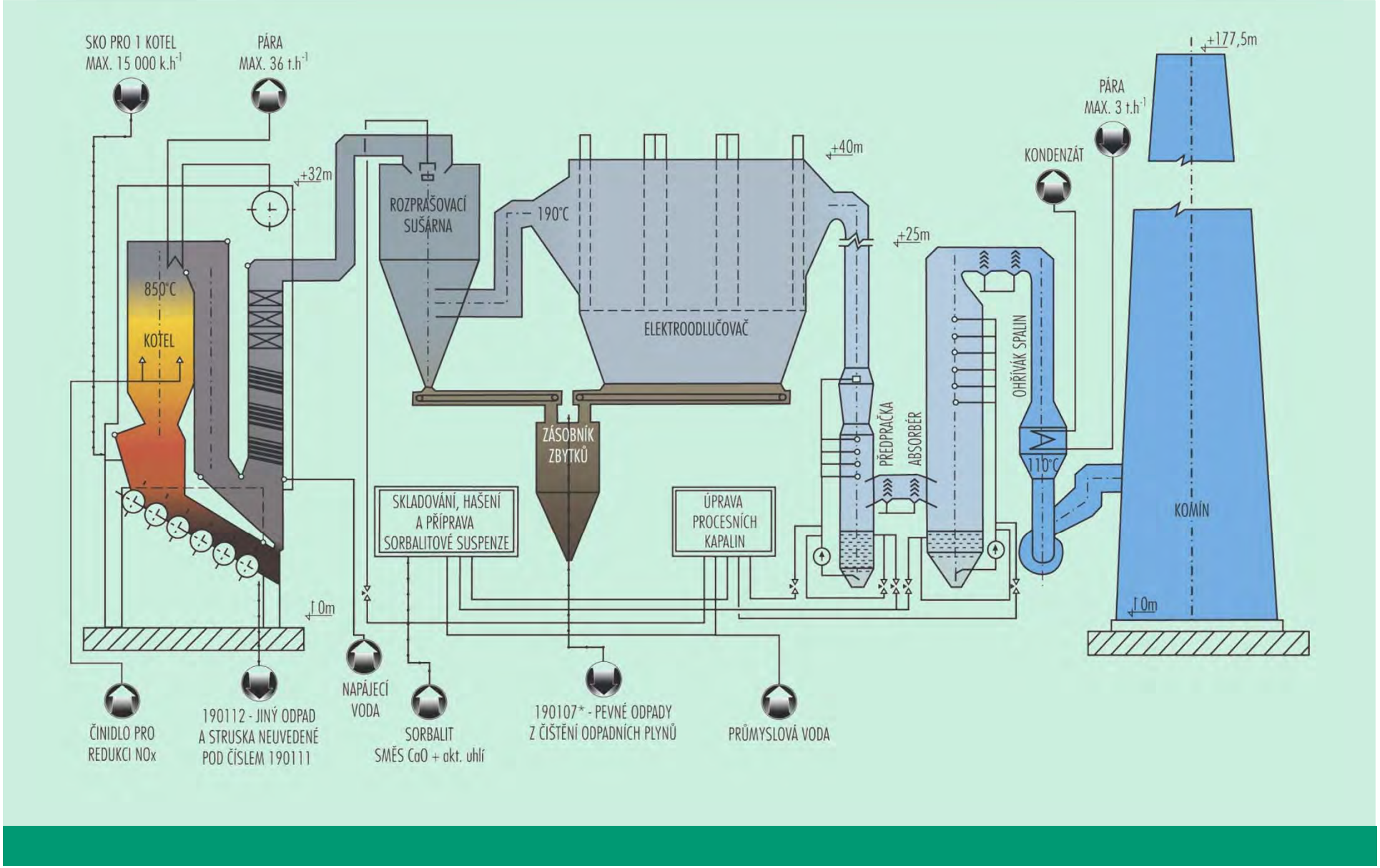
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.7 Schéma roštové spalovny komunálního odpadu



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.8 Schéma roštové spalovny komunálního odpadu



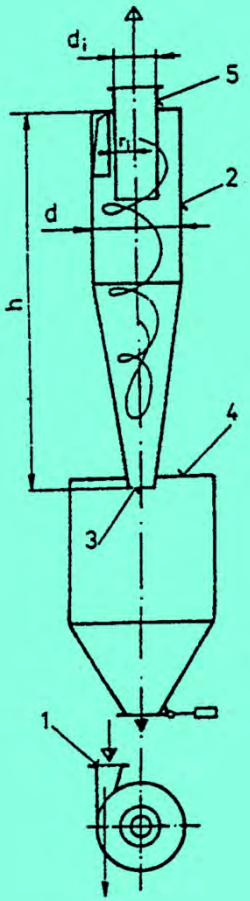
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 4 Typické složení surových spalin ze spalovny odpadů

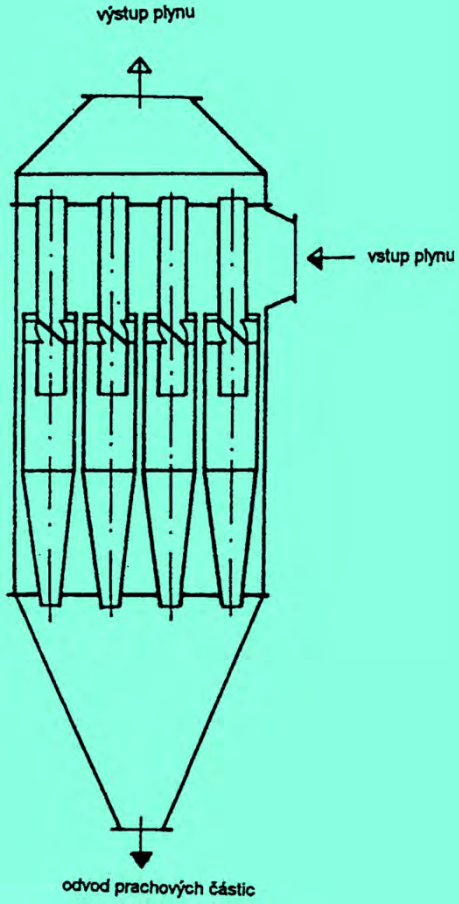
Složka	Obsah
H_2O	10 - 18 % obj.
CO_2	6 - 12 % obj.
O_2	7 - 14 % obj.
CO	< 0 1 % obj.
Prach	2 - 15 $g.m^{-3}$
Cl	400 - 2 000 $mg.m^{-3}_N$ (jako HCl)
F-	0,5 - 2 $mg.m^{-3}$ (jako HF)
$SO_2 + SO_3$	400 - 1 000 $mg.m^{-3}$ (převážně SO_2)
$NO + SO_2$	100 - 400 $mg.m^{-3}$ (převážně NO)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

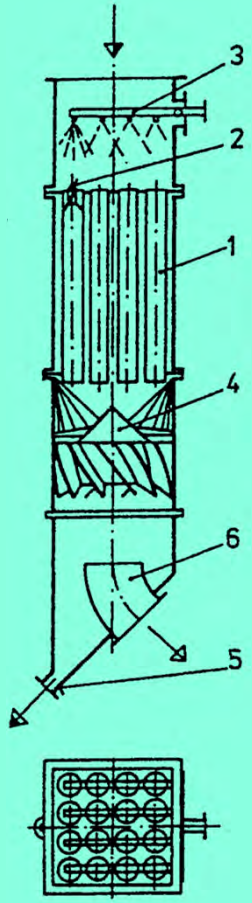
Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 9 Odlučovače mechanické (suché, mokré)



Suchý vírový odlučovač
(cyklón)
1 – vstup plynu; 2 – odstředivá komora;
3 – výmetný otvor; 4 – výsypka;
5 – výstup vyčištěného plynu



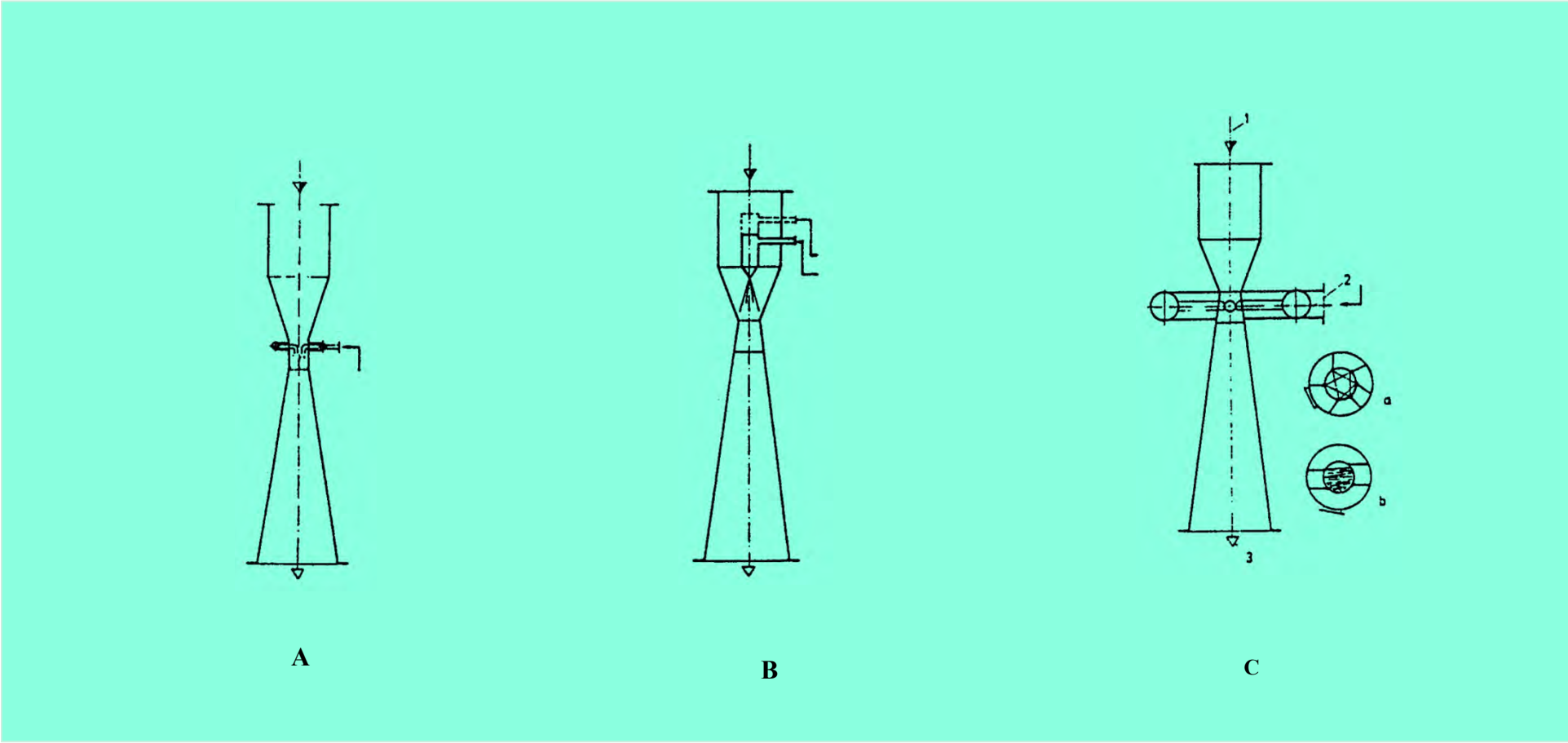
Sestava vírových článků



Mokrý vírníkový
odlučovač
1 – vírové trubice; 2 – rozváděcí lopatky;
3 – trysky; 4 – vírník; 5 – odvod kalu;
6 - výstup

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 10 Odlučovače mechanické (suché, mokré)



Příklady uspořádání mokrých proudových odlučovačů (pračky Venturi)
A **-** proudový odlučovač Korting, Aeroget; B - proudový odlučovač Matra, Venturi; C - proudový odlučovač Pease Antony skruber; 1- vstup plynů; 2 - výstup plynu; 3 - výstup plynu

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 11 Odlučovače elektrické

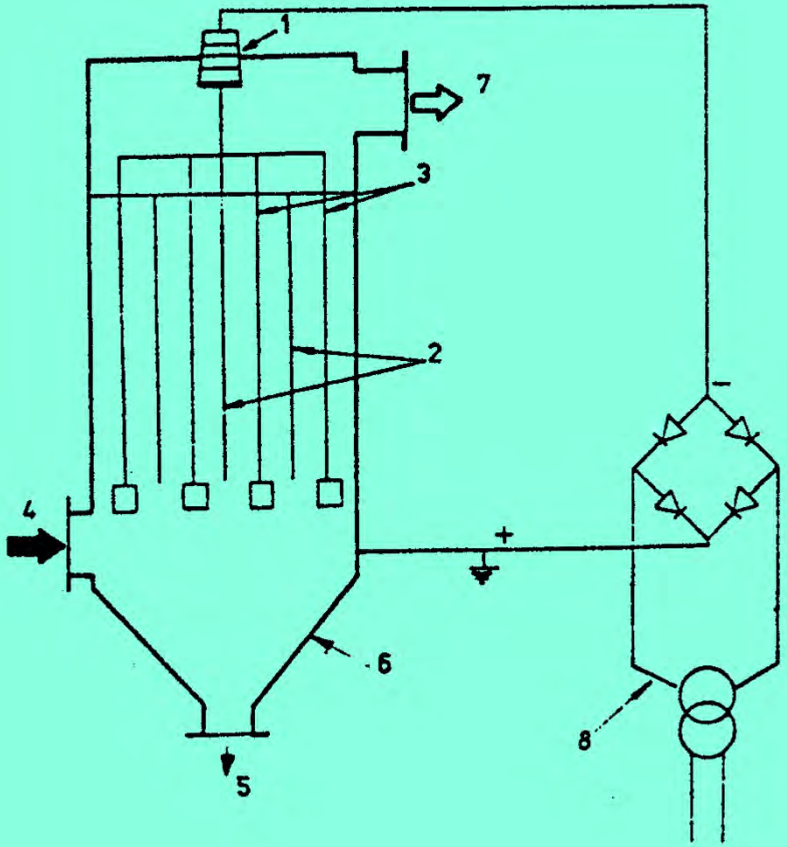
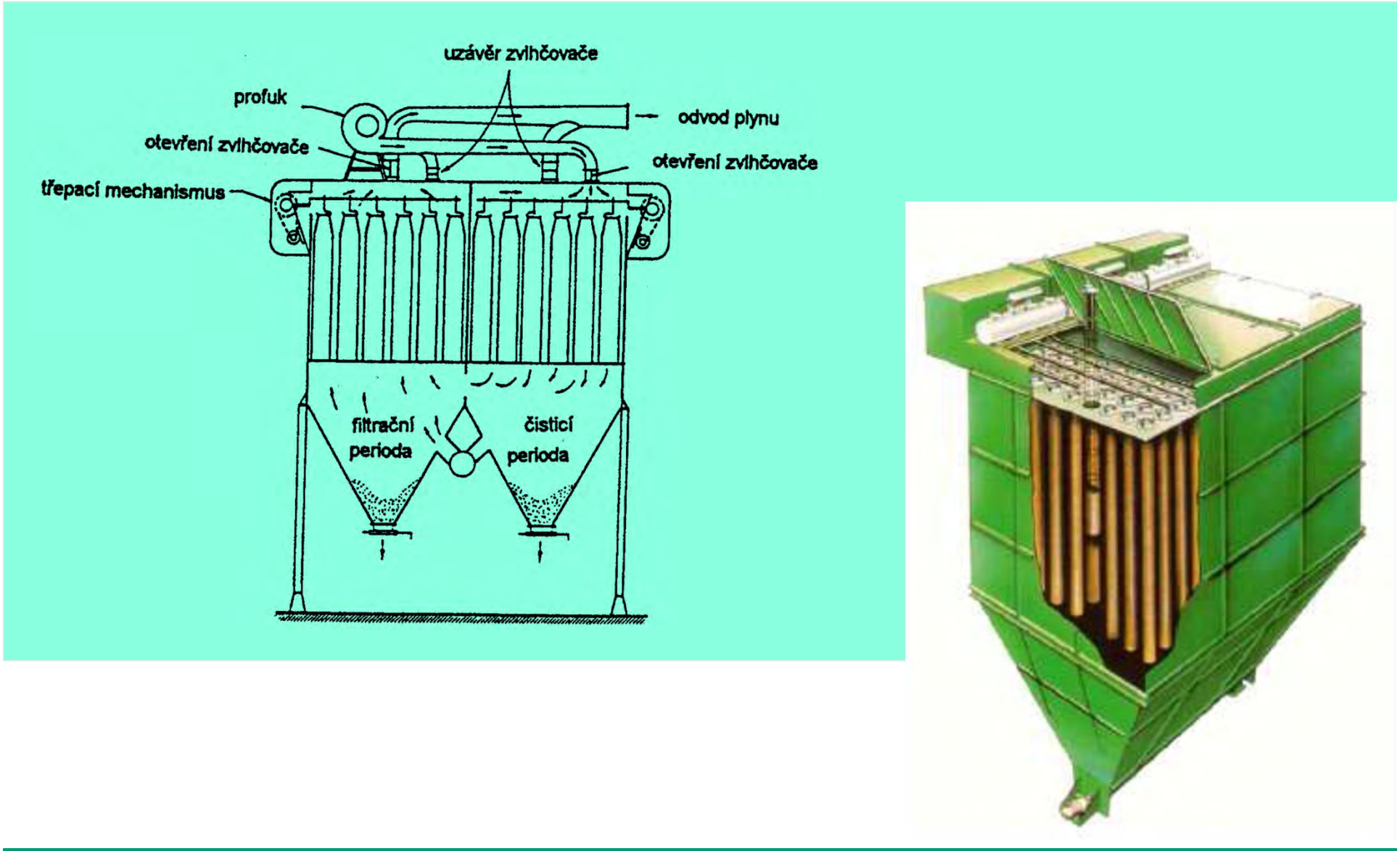


Schéma elektrostatického odlučovače
1 – izolátor; 2 – vyzařovací elektrody; 3 – sběrné elektrody; 4 – vstup znečištěných plynů; 5 – prach; 6 – zásobník prachu; 7 – výstup čistých plynů; 8 – transformátor a usměrňovač vysokého napětí

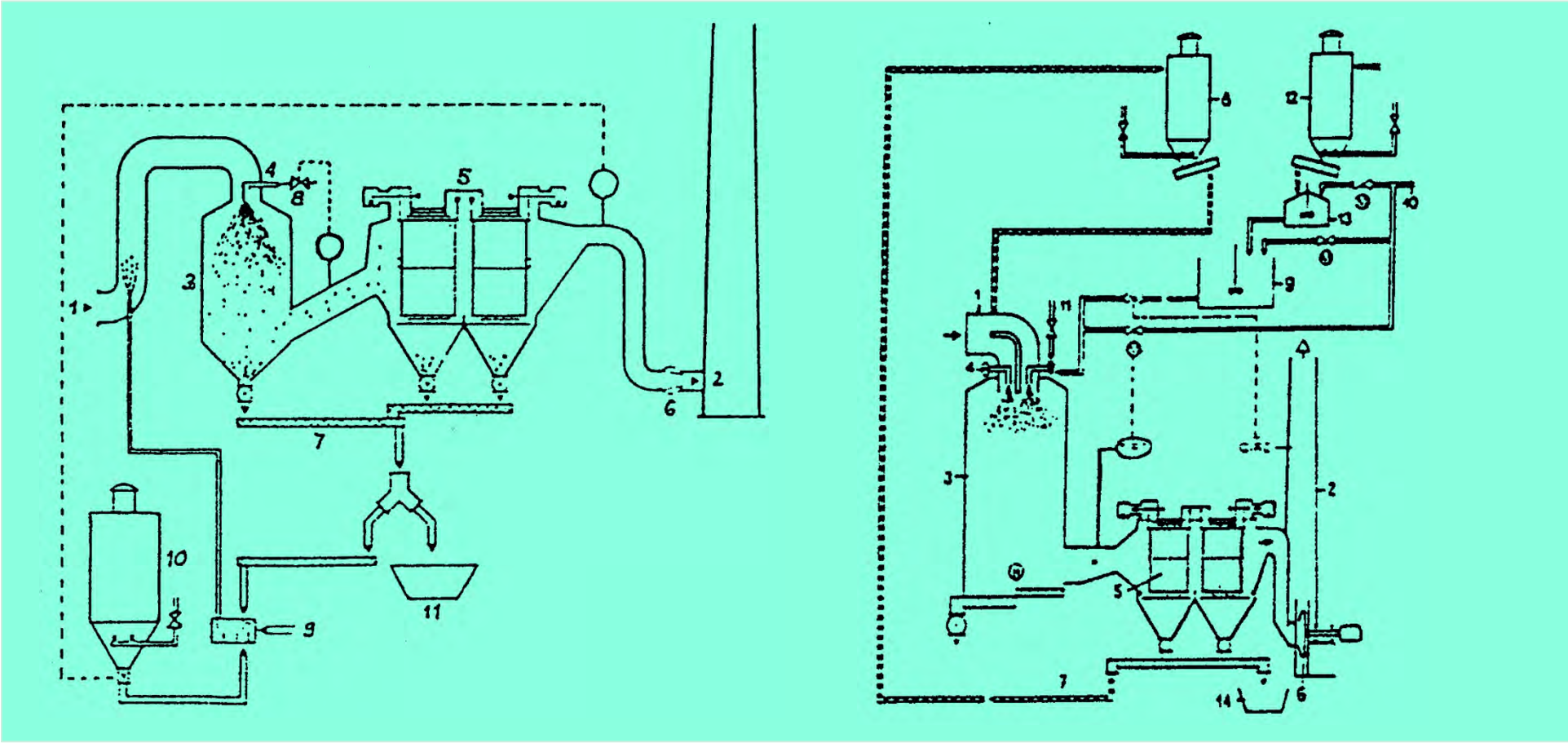
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16. 12 Rukávový filtr s mechanickým oklepáváním



DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.13 Suché a polosuché procesy

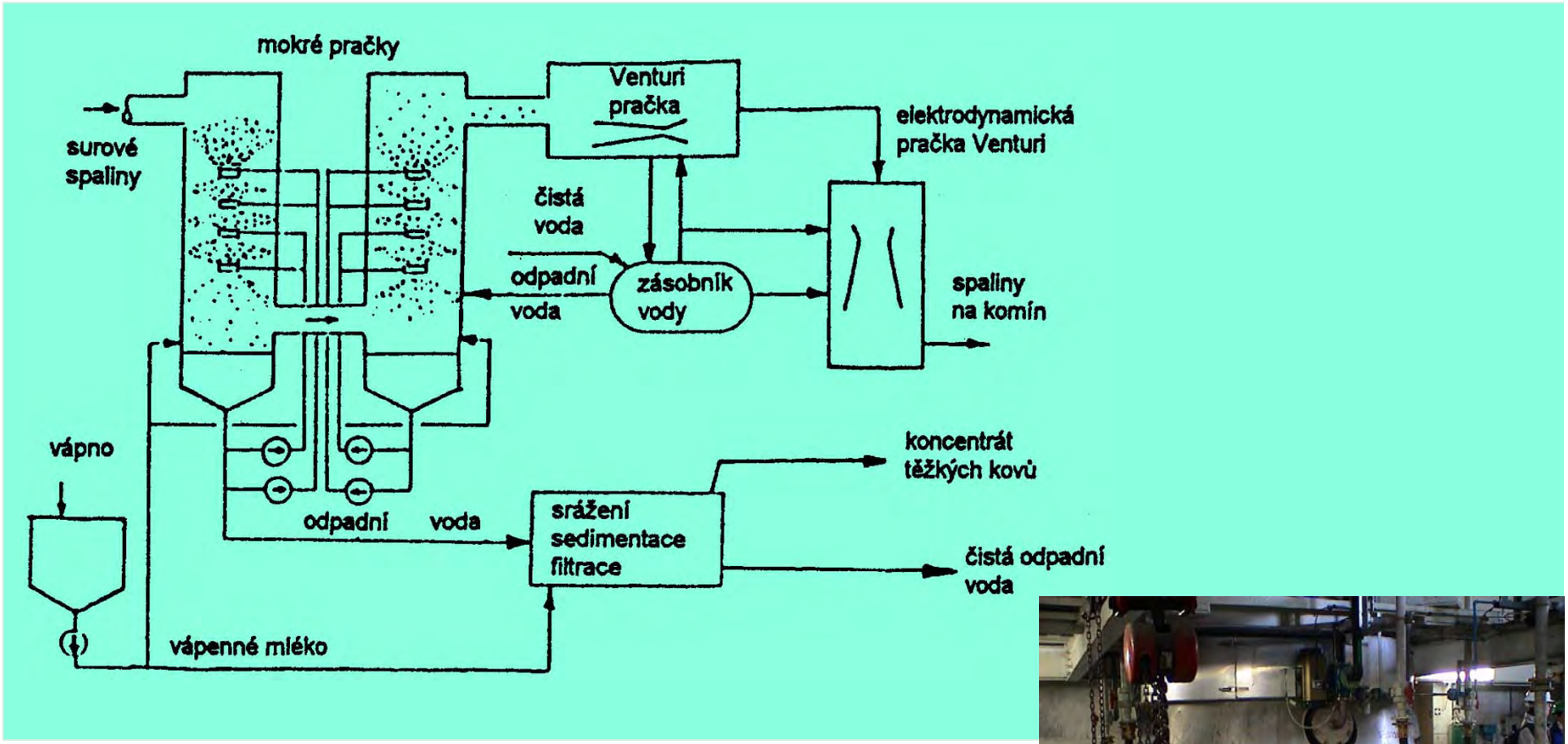


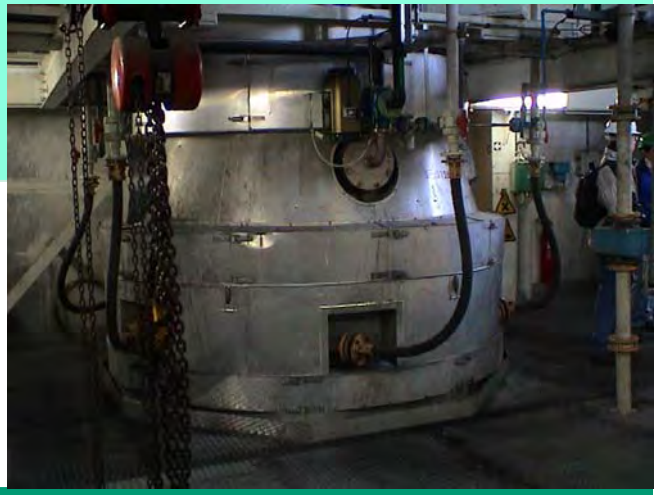
Suché čištění spalin
1 – surové spaliny; 2 – čisté spaliny; 3 – reaktor; 4 – trysky; 5 – elektrofiltr; 6 – spalinový ventilátor; 7 – dopravníky prachu; 8 – procesní voda; 9 – stlačený vzduch; 10 – zásobník aditiva

Polosuché čištění spalin
1 – surové spaliny; 2 – čisté spaliny; 3 – rozprašovací absorbér; 4 – trysky; 5 – fitr; 6 – spalinový ventilátor; 7 – dopravník prachu; 8 – silo recyklu; 9 – vápenné mléko; 10 – procesní voda; 11 – tlakový vzduch; 12 – silo páleného vápna; 13 – hašení vápna; 14 – tuhý produkt

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.14 Mokré procesy





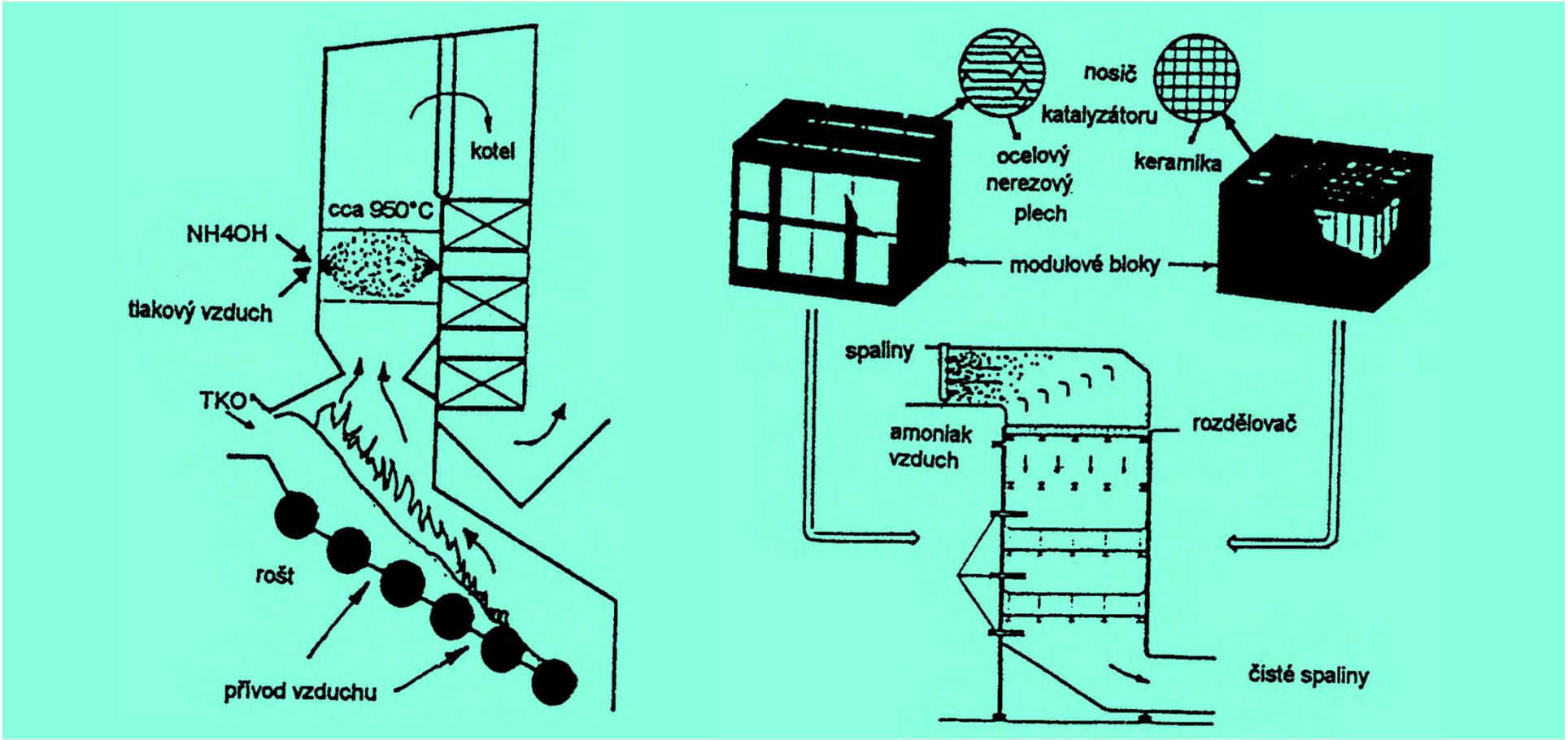
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, tabulka 16.5 Základní primární techniky snížení tvorby NOx

Dodávky vzduchu, turbulence plynů a kontrola teploty	**Recirkulace spalin**
❑ Primárním široce používaným a důležitým opatřením ke snižování produkce NOx. Při této metodě je dobré rozdělení dodávek primárního a sekundárního vzduchu, které zabraňuje nerovnoměrnému gradientu teplot a tím vytváření vysokoteplotních zón, což vede k vyšší produkci NOx. Důležité je dosáhnout efektivního promíchání plynů a provádět kontrolu teplot.	❑ Tato technologie zahrnuje nahrazení asi 10-20 % sekundárního spalovacího vzduchu recirkulovanými spalinami. Snížení NOx je dosaženo vzhledem k tomu, že recirkulované spaliny mají nižší obsah kyslíku a tím i nižší teplotu, což vede ke snížení tvorby oxidů dusíku.
Vstřikování kyslíku	**Vstřikování vody do spalovacího prostoru, resp. plamene**
❑ Vstřikování buď čistého kyslíku nebo kyslíkem obohaceného vzduchu umožňuje dodávky kyslíku potřebného ke spalování, přičemž se současně snižují dodávky dalšího dusíku, které by mohly přispět k vyšší produkci NOx.	❑ Řádně navržené a provedené vstřikování vody buď do pece nebo přímo do plamene lze použít ke snížení teploty horkých míst v primární spalovací zóně. Tento pokles vrcholové teploty může vést ke snížení tvorby termického NOx.
Vstřikování zemního plynu (opětovné hoření)	**Postupné spalování**
❑ Vstřikování zemního plynu do prostoru pece nad roštem lze použít ke kontrole emisí NOx ze spalování. Pro spalovny komunálních tuhých odpadů byly vyvinuty dva odlišné postupy použití zemního plynu: ▪ opětovné hoření – třístupňový proces konverze NOx na N_2 je založený na vstřikování zemního plynu do samostatné zóny pro opětovné spalování umístěné nad primární spalovací zónou ▪ metanová denitrifikace (Metan DENOX) – tato technologie zahrnuje vstřikování zemního plynu přímo do primární spalovací jednotky, aby se zabránilo vzniku NOx.	❑ V některých případech se uplatňuje postupné spalování. Zahrnuje snížení dodávek kyslíku v primárních reakčních zónách a poté zvýšení dodávek vzduchu (a tím i kyslíku) v pozdějších spalovacích zónách, kde se oxidují vzniklé plyny. Takové technologie vyžadují efektivní turbulence vzduchu resp. plynu v sekundární zóně, aby se tvorba CO (a jiných produktů nedokonalého spalování) udržela na minimální úrovni.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Příloha 2, kapitoly 16, obrázek 16.15 Schéma technologie snižování emisí oxidů dusíku SNCR a SCR



Nekatalytický (horký) proces (Selective NonCatalytic Reduction SNCR)

Katalytický proces (Selective Catalytic Reduction, SCR)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

CATERPILLAR®

Návod na obsluhu a údržbu

Teleskopické manipulátory TH220B a TH330B

S/N TBF00100 a viac
S/N TBG00100 a viac

Tento manuál nechávajte vždy v stroji.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Dôležité informácie o bezpečnosti práce

Väčšina úrazov vyskytujúcich sa pri prevádzke stroja, jeho údržbe a opravách, je spôsobená nedodržaním základných pravidiel bezpečnosti práce alebo bezpečnostných opatrení. Úrazu sa často možno vyhnúť hoci aj tým, že rozoznáme potenciálne nebezpečenstvo skôr než dôjde ku nehode. Každý človek si musí dávať pozor na možné riziká. Pracovníci musia byť zaškolení, mať skúsenosti a musia byť patrične vybavení náradím, aby mohli riadne vykonávať svoje činnosti.

Nesprávna obsluha, mazanie, údržba alebo oprava stroja môže byť nebezpečná a môže spôsobiť zranenie alebo smrť.

So strojom nemanipulujte, ani nevykonávajte žiadnu údržbu, opravu alebo mazanie stroja, pokiaľ ste sa podrobne nezoznámili a neporozumeli informáciám o obsluhe stroja, jeho mazaní, údržbe a opravách.

V tejto príručke a na stroji sú uvedené opatrenia pre bezpečnú prácu a príslušné výstrahy. Ak tieto výstrahy a upozornenia nie sú rešpektované, môže dôjsť ku zraneniu alebo usmrteniu Vás alebo iných osôb.

Nebezpečenstvo je signalizované výstražným symbolom “Výkričník” a “signálnym slovom” ako je “DANGER - NEBEZPEČENSTVO”, “WARNING - VÝSTRAHA ” alebo “CAUTION - UPOZORNENIE”. Výstražný štítok “WARNING - VÝSTRAHA” je zobrazený nižšie.

⚠ VÝSTRAHA

Význam tohto výstražného symbolu je nasledovný:

Pozor! Buďte opatrný! Vaša bezpečnosť je ohrozená.

Správa alebo informácia, ktorá sa nachádza pod výstražným symbolom, vysvetľuje nebezpečné okolnosti, a to buď slovne, alebo vyobrazením.

Činnosti, ktoré môžu viesť k poškodeniu stroja, sú na stroji a v návode uvádzané ako “NOTICE – UPOZORNENIE” .

Caterpillar nemôže predvídať všetky okolnosti, ktoré môžu predstavovať potenciálne nebezpečenstvo úrazu. Výstrahy uvádzané v tejto publikácii a na stroji nie sú preto vyčerpávajúce a nepokrývajú všetky možnosti. Pri použití nástrojov, postupov, pracovných metód alebo prevádzkových techník, ktoré nie sú firmou Caterpillar výslovne odporúčané, sa musíte sami presvedčiť, či sú pre vás a ostatných bezpečné. Rovnako by ste sa mali presvedčiť, že nedôjde k poškodeniu stroja alebo k zníženiu bezpečnosti vami zvoleným postupom obsluhy, mazania, údržby alebo opravy.

Informácie, technické údaje či špecifikácie a ilustrácie uvedené v tomto návode, vychádzajú z aktuálneho stavu známeho v dobe, kedy bola táto publikácia vydaná. Špecifikácie, uťahovacie momenty, tlaky, miery, zoradenia, nastavenia, ilustrácie a iné informácie sa môžu kedykoľvek zmeniť. Tieto zmeny môžu ovplyvniť spôsob a postup starostlivosti o stroj. Z tohto dôvodu si zadovážte najnovšie informácie skôr, než naštartujete stroj a začnete s ním pracovať. Zástupca Caterpillar má takéto informácie vždy k dispozícii.

⚠ VÝSTRAHA

Ak je na tomto stroji potrebná výmena dielov, firma Caterpillar odporúča používať iba originálne diely Caterpillar alebo diely s rovnakou špecifikáciou druhu, typu, rozmerov a materiálu.

Nedodržanie tohto pokynu môže viesť k predčasným poruchám, poškodeniu stroja, úrazu alebo k usmrteniu osôb.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obsah

Úvod 4

Bezpečnosť práce

Výstražné znaky a štítky 6

Doplnkové informácie 19

Všeobecné bezpečnostné informácie 23

Ochrana pred pomliaždením a porezaním 25

Ochrana pred popálením 26

Ochrana pred požiarom a explóziou 26

Umiestnenie hasiaceho prístroja 28

Informácie o pneumatikách 28

Prevencia úrazu bleskom počas búrky 29

Pred naštartovaním motora 29

Štartovanie motora 30

Pred prevádzkou stroja 30

Prevádzka stroja 30

Zastavenie motora 32

Pracovné nástroje 32

Parkovanie 32

Spúšťanie pracovného nástroja pri poruche hydrauliky 32

Informácie o hlučnosti a vibráciách 33

Kabína obsluhy 33

Ochrany (ochrana obsluhy) 33

Informácie o stroji

Všeobecné informácie 35

Informácie o označení stroja 39

Prevádzková časť

Pred prevádzkou stroja 44

Ovládanie stroja 46

Štartovanie motora 94

Parkovanie 96

Informácie o preprave stroja 98

Informácie o vlečení 100

Štartovanie motora (alternatívne spôsoby) 105

Časť o údržbe

Prístup k miestam údržby 107

Informácie o plnení pneumatík 108

Viskozita maziva a objemy náplní 111

Podpora údržby 115

Časový plán intervalov údržby 116

Doplnkové informácie

Doplnkové materiály 175

Index

Index 180

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Úvod

Informácie o návode

Tento návod musí byť uložený v kabíne obsluhy stroja na mieste k tomu určenom alebo v kapse na zadnej strane operadla sedadla.

Návod obsahuje informácie o bezpečnosti práce, informácie o obsluhe stroja, o jeho preprave, mazaní a údržbe.

Niektoré fotografie alebo ilustrácie v tejto publikácii znázorňujú súčiastky alebo zariadenia stroja, ktoré sa môžu líšiť od vášho stroja. Pre lepšiu názornosť mohli byť kryty a ochrany odstránené.

Neustály vývoj a pokrok v konštrukcii stroja mohli viesť k zmenám, ktoré nie sú obsiahnuté v tejto publikácii. Návod si prečítajte, preštudujte a uložte na určenom mieste na stroji.

Ak budete mať akékoľvek otázky týkajúce sa stroja alebo tohto návodu, obráťte sa na svojho zástupcu Caterpillar a vyžiadajte si od neho najnovšie informácie.

Bezpečnosť práce

Kapitola o bezpečnosti práce obsahuje základné bezpečnostné opatrenia pri práci. Okrem toho sú v tejto kapitole uvedené texty a umiestnenia štítkov s výstražnými nápismi tak, ako sú použité na stroji.

So strojom nemanipulujte, ani nevykonávajte žiadnu údržbu, opravu alebo mazanie stroja, pokiaľ si neprečítate a neporozumiete základným bezpečnostným opatreniam uvedeným v tejto kapitole.

Prevádzka stroja

Kapitola týkajúca sa obsluhy stroja je určená hlavne pre nového strojníka, ale rovnako aj pre skúseného, na pripomenutie už známych informácií. Táto kapitola obsahuje informácie o prístrojoch, vypínačoch, ovládačoch stroja a pracovného príslušenstva a informácie o preprave a vlečení stroja.

Fotografie a ilustrácie naznačujú obsluhe stroja správny postup pri kontrole stroja, pri jeho štartovaní, prevádzke a zastavení.

V tejto publikácii sú uvedené len základné pracovné techniky a postupy. Zručnosť a techniky práce sa rozvíjajú postupne, ako sa obsluha zoznamuje so strojom a s jeho možnosťami.

Údržba

Kapitola týkajúca sa údržby je návodom, ako sa starať o stroj. V časovom pláne intervalov údržby sú uvedené položky, ktoré vyžadujú údržbu v určitých intervaloch. Položky, ktoré nevyžadujú údržbu v určitých intervaloch sú uvedené v odseku "Podľa potreby". V časovom pláne intervalov údržby sú uvedené čísla strán, na ktorých sú uvedené podrobné inštrukcie, ako vykonať plánovanú údržbu. Časový plán intervalov údržby používajte ako index alebo "spoľahlivý zdroj informácií" o všetkých postupoch údržby.

Intervaly údržby

Na určenie intervalu údržby použite počítadlo motohodín. Namiesto intervalov podľa počítadla motohodín je možné použiť aj uvedené kalendárne intervaly (denne, týždenne, mesačne atď.), ak sa tým dosiahne vhodnejší harmonogram údržby približne zodpovedajúci intervalom podľa počítadla motohodín. Odporučený servisný zásah je potrebné vykonať vždy v tom intervale, ktorý sa vyskytne ako prvý.

V prípade extrémne náročných prevádzkových podmienok v prašnom alebo mokrom prostredí je možné, že bude potrebné častejšie mazanie, než stanovuje tabuľka intervalov mazania.

Odborná údržba motora

Pre udržiavanie systémov motora a stroja v dobrom prevádzkovom stave je nevyhnutná správna údržba a opravy. Ako používateľ vznetového motora ste zodpovedný za vykonávanie požadovanej údržby uvedenej v tomto návode a servisnej príručke.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Osobe vykonávajúcej servis, opravy, leasing alebo predaj motorov a strojov je zakázané odstraňovať, vymieňať alebo meniť funkciu súčiastok alebo dielov ovplyvňujúcich emisie, ktoré sú inštalované na alebo v motore alebo stroji, a ktoré zabezpečujú splnenie emisných požiadaviek podľa príslušnej normy (40 CFR časť 89). Niektoré súčasti stroja a motora, ako sú výfukový systém, palivový systém, elektrický systém, sací a chladiaci systém ovplyvňujú tvorbu emisií a nesmú byť nahradzované bez súhlasu výrobcu Caterpillar.

Nosnosť stroja

Doplnkové príslušenstvo alebo úpravy môžu prekročiť konštrukčnú nosnosť stroja, čo môže nepriaznivo ovplyvniť jeho výkonové charakteristiky. Týka sa to tiež stability a certifikátov systémov stroja, ako sú brzdy, ovládanie a ochranná konštrukcia pri prevrátení (ROPS). Obráťte sa na zástupcu Caterpillar a vyžiadajte si ďalšie informácie.

Kontaktné údaje

Pre:

- Hlásenie nehôd a publikácie o bezpecnosti výrobkov
- Aktuálne aktualizácie pre majitelov
- Otázky týkajúce sa montáže výrobkov a ich bezpecnosti
- Informácie o dodržiavaní štandardov a predpisov
- Otázky týkajúce sa modifikácii výrobkov

Kontakt:

Oddelenie bezpecnosti výrobkov a ich spolahlivosti,

JLG Industries, Inc.
1 JLG Drive
McConnellsburg, PA 1723

Spojených štátoch amerických

Resp. vaša miestna kancelária JLG

V Spojených štátoch amerických:
Bezplatné:: 877-JLG-SAFE (877-554-7233)

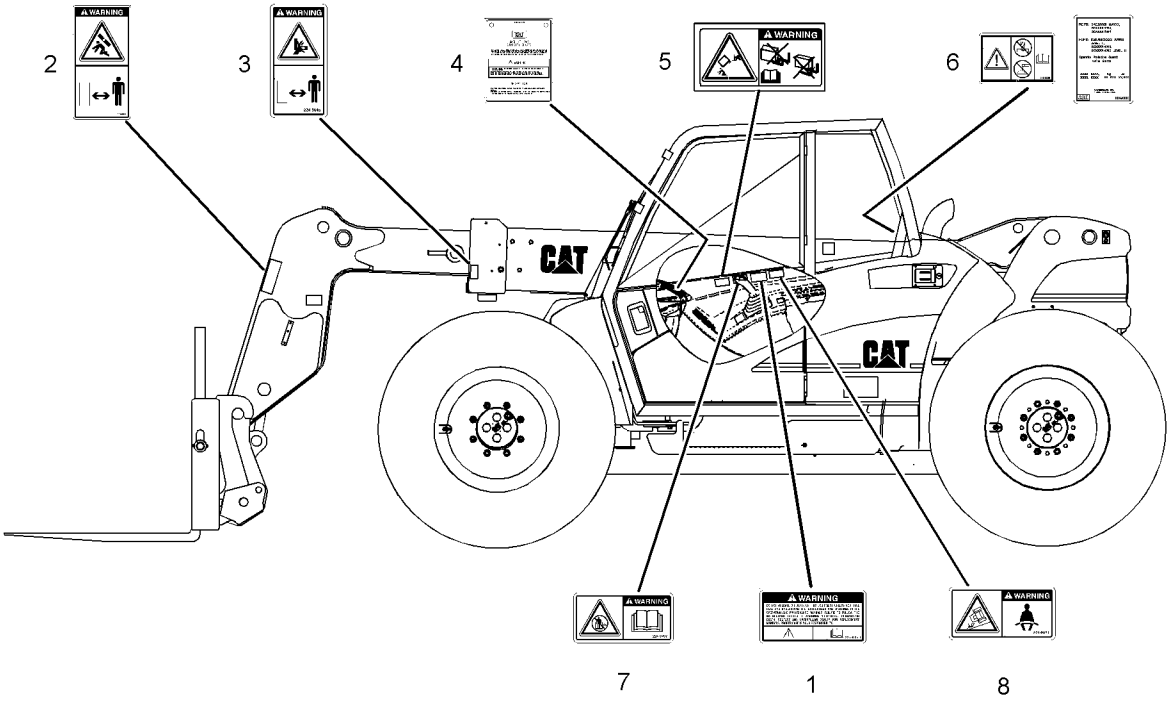
Mimo Spojených štátov amerických:
Telefón: 717-485-5161 or 717-485-6591

E-mail: ProductSafety@JLG.com

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Bezpečnosť práce

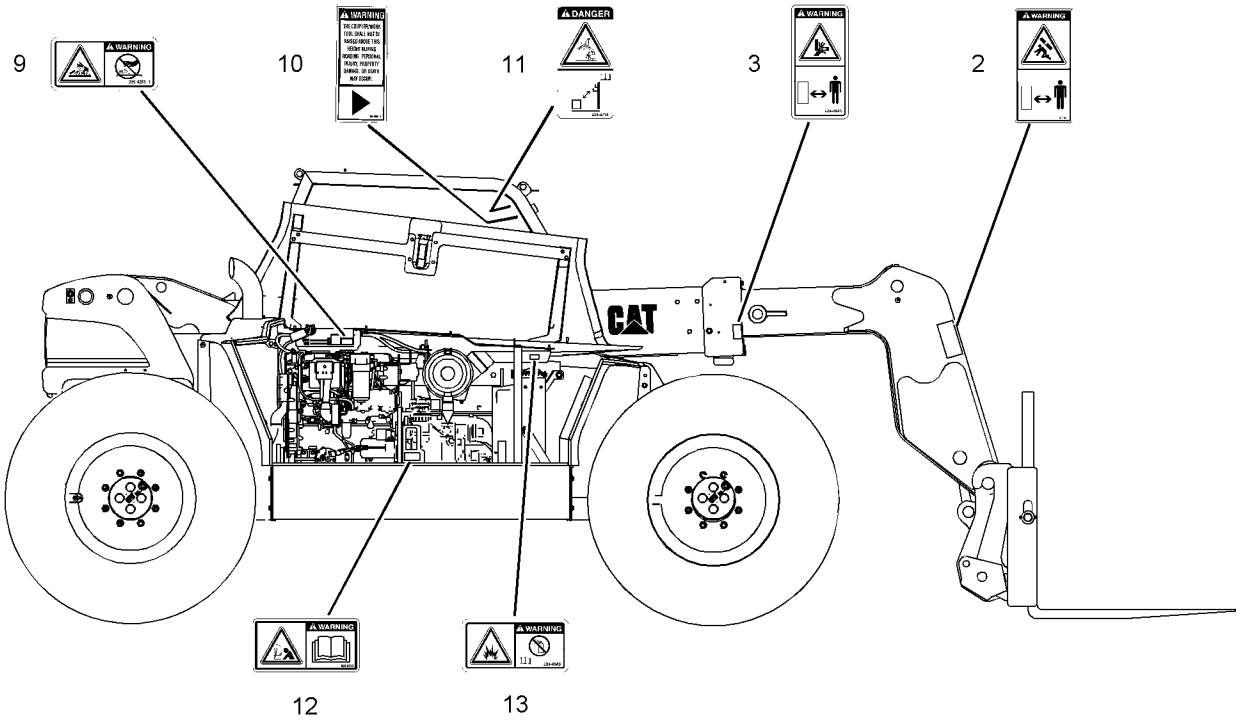
Výstražné znaky a štítky



Obrázok 2

g01106280

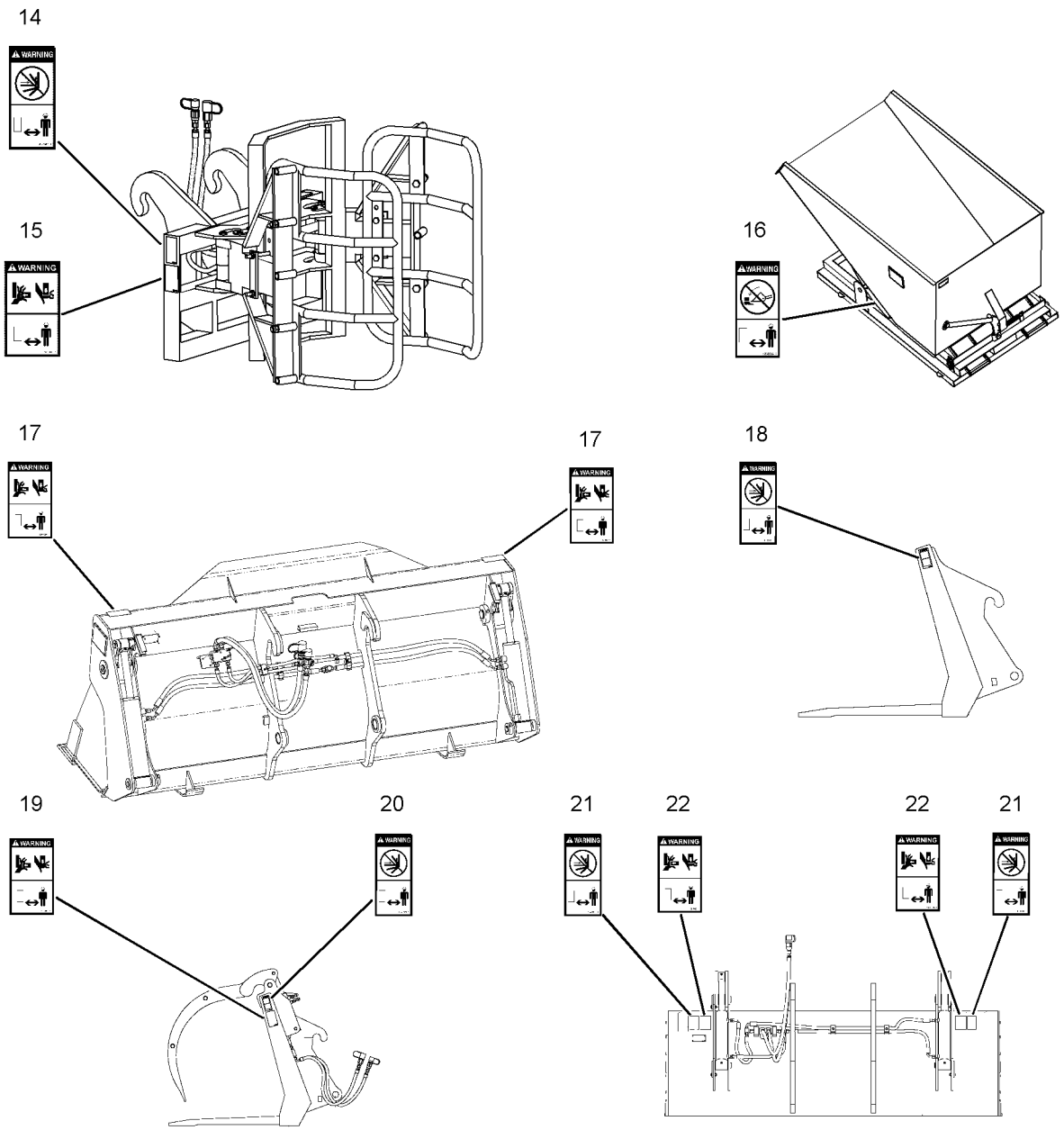
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 3

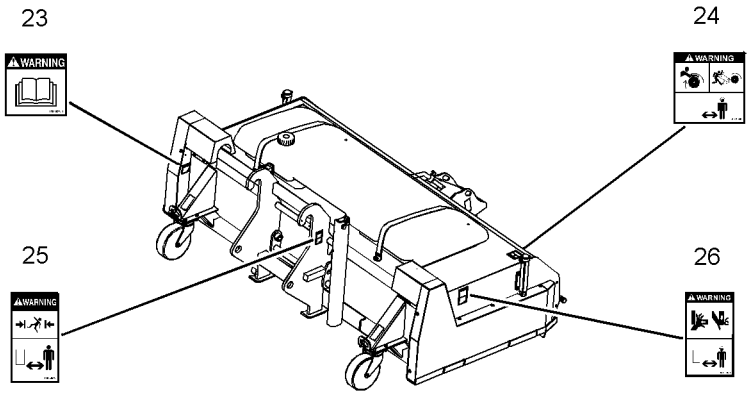
g01106290

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 4

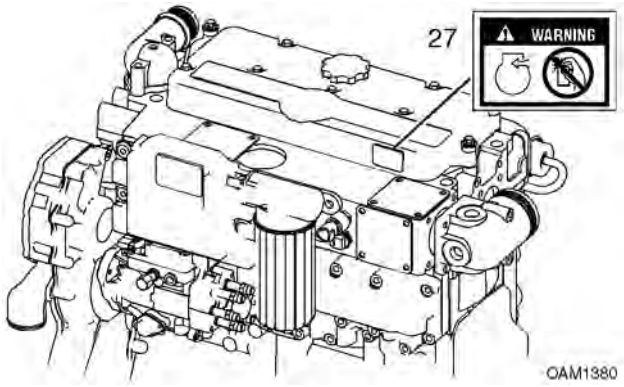
g01106462



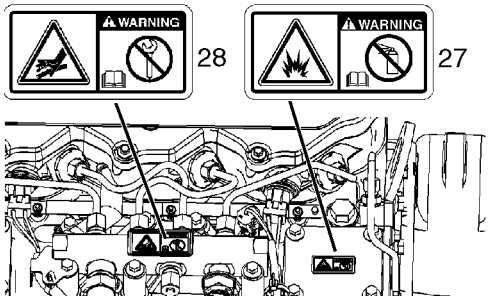
Obrázok 5

g01106485

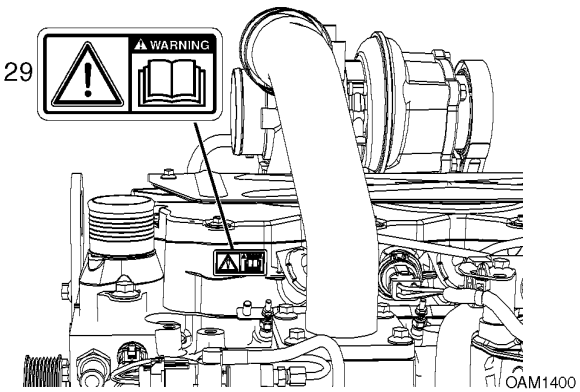
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Tier II



Tier III



Tier III

Na týchto strojoch je umiestnených niekoľko špecifických výstražných štítkov. Presné miesta štítkov spolu s popisom signalizovaných rizík sú uvedené v tejto kapitole. Prosíme vás, aby ste sa zoznámili so všetkými výstražnými štítkami.

Presvedčte sa, či sú všetky výstražné štítky dobre čitateľné. Očistite alebo vymeňte výstražné štítky, ak text nie je čitateľný. Vymeňte ilustrácie, ak obrázok nie je dobre viditeľný. Pri čistení štítku používajte handričku, vodu a mydlo. Na čistenie výstražných symbolov a štítkov nepoužívajte agresívne chemikálie. Rozpúšťadlá, benzín a agresívne chemikálie môžu rozpustiť lepiacu vrstvu, ktorou je štítok upevnený. Uvoľnená lepiaca vrstva spôsobí odpadnutie výstražného štítku.

Poškodený alebo chýbajúci štítok nahraďte novým. Ak je štítok upevnený na súčiastke, ktorú meníte, tak na novú súčiastku upevnite nový štítok. Zástupca Caterpillar vám na požiadanie dodá nové štítky.

Neuvádzajte do činnosti (1)

Tento štítok je umiestnený na paneli na pravej strane kabíny.

g00931194

VÝSTRAHA

So strojom nepracujte, pokiaľ ste sa nezoznámili s pokynmi a výstrahami obsiahnutými v Návode na obsluhu a údržbu. Nerešpektovanie pokynov alebo nedbanie výstrah môže viesť k úrazu alebo usmrteniu osôb. Od zástupcu Caterpillar si vyžiadajte náhradný návod. Osobne zodpovedáte za správnu starostlivosť o stroj.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nestojte pod bremenom (2)

Štítok je umiestnený na boku hlavy výložníka na oboch stranách stroja.

g00930659

VÝSTRAHA

Pri spúšťaní vyložníka alebo pri spadnutí bremena na zem môže vzniknúť nebezpečenstvo pritlačenia. Nepohybujte sa v dosahu výložníka, keď je stroj v prevádzke. Nedodržanie týchto pokynov môže viesť k zraneniu alebo usmrteniu.

Nedotýkajte sa (3)

Štítok je umiestnený na boku prvej sekcie výložníka na oboch stranách stroja.

g00930870

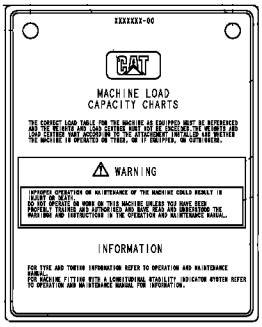
VÝSTRAHA

Počas vysúvania alebo zasúvania výložníka je v jeho dosahu nebezpečenstvo úrazu pritlačením. Nepohybujte sa v dosahu výložníka, keď je stroj v prevádzke. Nedodržanie bezpečnej vzdialenosti od výložníka, keď je stroj v činnosti, môže viesť k úrazu alebo usmrteniu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Neuvádzajte do činnosti (4)

Tento štítok je umiestnený v kabíne na prednom prístrojovom paneli.



g00936539

VÝSTRAHA

Nesprávna obsluha alebo údržba stroja môže spôsobiť úraz alebo usmrtenie. So strojom nepracujte ani nerobte servis, ak nemáte potrebné školenie a oprávnenie, a pokiaľ ste si nepreštudovali a neporozumeli výstrahám a inštrukciám uvedeným v Návode na obsluhu a údržbu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Zdvihové nosnosti”, kde sú ďalšie informácie.

Vidlice (5)

Tento štítok je umiestnený na paneli na pravej strane kabíny.

g01059274

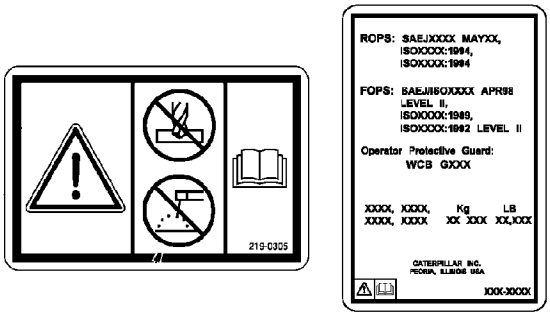
VÝSTRAHA

Bočné nakladanie vidlicami môže spôsobiť trvalú poruchu vidlíc a taktiež nebezpečenstvo pritlačenia, čo môže vyústiť v zranenie osoby alebo smrť. Nikdy nezatláčajte bremeno vidlicami a denne kontrolujte, či vidlice nie sú skrutené alebo ohnuté. Ak spozorujete skrútenie alebo zakrivenie, vymeňte vidlicu (vidlice) ešte pred zdvíhaním. Pre získanie podrobných informácií o správnom používaní vidlíc si prečítajte Návod na obsluhu a údržbu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Na konštrukcii ROPS/FOPS nezvárajte (6)

Tento štítok je umiestnený za sedadlom v blízkosti zadného okna.



g00932470

VÝSTRAHA

Poškodenie konštrukcie, prevrátenie stroja, úpravy, zmeny alebo nesprávne opravy môžu nepriaznivo ovplyvniť ochranné vlastnosti tejto konštrukcie a viesť k strate jej osvedčenia. Na konštrukcii nič nezvárajte a nevŕtajte do nej otvory. Tým by sa zrušila platnosť osvedčenia. So zástupcom Caterpillar sa poraďte o možnostiach úprav ochrannej konštrukcie bez narušenia platnosti osvedčenia.

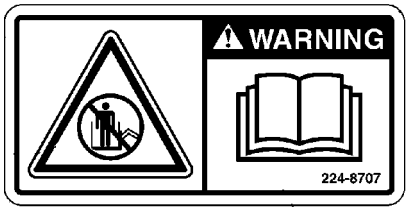
Tento stroj bol certifikovaný v súlade s normami uvedenými na certifikačnom štítku. Maximálna hmotnosť stroja, ktorá zahŕňa hmotnosť strojníka a prídavných náradí bez nákladu, nesmie prekročiť hmotnosť uvedenú na certifikačnom štítku.

Vyššie sú zobrazené typické príklady výstražného štítku a certifikátu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Kryty a ochrany (Ochrana obsluhy)”, kde sú ďalšie informácie.

Na plošinu nevstupujte (7)

Tento štítok je umiestnený na paneli na pravej strane kabíny.



g00931203

VÝSTRAHA

Tento stroj nebol vyrobený ani upravený na používanie montážnej plošiny.

Používanie montážnej plošiny na stroji, ktorý nebol vyrobený ani upravený na používanie tohto prídavného zariadenia môže spôsobiť úraz alebo usmrtenie.

Tento stroj nepoužívajte na prácu s montážnou plošinou.

Obráťte sa na zástupcu Caterpillar ohľadne ďalších informácií o stroji a montážnych plošinách.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Bezpečnostný pás (8)

Tento štítok je umiestnený na paneli na pravej strane kabíny.

g00931188

VÝSTRAHA

Počas práce so strojom majte vždy zapnutý bezpečnostný pás, aby v prípade havárie alebo prevrátenia nedošlo k ťažkému alebo smrteľnému úrazu. Nepoužívanie bezpečnostného pásu počas prevádzky stroja môže viesť k úrazu alebo usmrteniu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Bezpečnostný pás”.

Chladiaca kvapalina (9)

Tento štítok je umiestnený v motorovom priestore na nádrži chladiacej kvapaliny.

g00931247

VÝSTRAHA

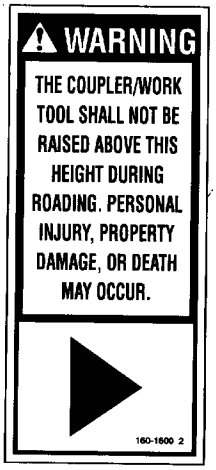
Tlakový systém! Horúca chladiaca kvapalina môže spôsobiť vážne popáleniny, úraz alebo usmrtenie. Pred otvorením plniacej zátky chladiaceho systému vypnite motor a počkajte, kým komponenty systému vychladnú. Pomaly uvoľnite tlakovú zátku chladiča, aby sa uvoľnil pretlak. Pred začatím údržby na chladiacom systéme si prečítajte a oboznámte sa s Návodom na obsluhu a údržbu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Chladiaca kvapalina – Výmena”, kde je uvedený správny postup.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nízky most (10)

Tento štítok je umiestnený v kabíne na pravej strane predného okna. Tento štítok býva umiestnený iba na strojoch dodávaných do Veľkej Británie.



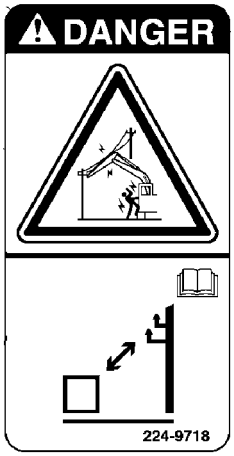
g00931533

VÝSTRAHA

Počas jazdy nezdvíhajte upínací mechanizmus/ pracovný nástroj nad túto úroveň. Môže dôjsť k poškodeniu majetku, úrazu alebo usmrteniu osôb.

Zabráňte dotyku s elektrickým vedením (11)

Tento štítok je umiestnený v kabíne na pravej strane predného okna.



g00936329

NEBEZPEČENSTVO

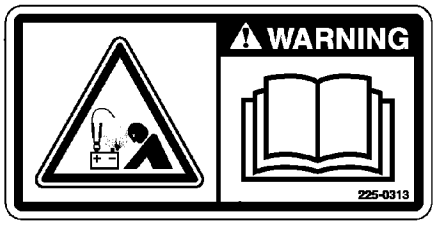
Nebezpečenstvo úrazu elektrickým prúdom! Stroj a pracovné nástroje udržujte v bezpečnej vzdialenosti od elektrických vedení. Dodržujte vzdialenosť 3 m (10 ft) plus dvojnásobok dĺžky izolátora vedenia. Prečítajte a oboznámte sa s pokynmi a výstrahami v Návode na obsluhu a údržbu. Nerešpektovanie pokynov alebo nedbanie výstrah môže viesť k úrazu alebo usmrteniu osôb.

Pred zdvihnutím výložníka vždy skontrolujte, či v blízkosti nie sú elektrické vedenia. Ak pred zdvihnutím výložníka neskontrolujete, či v blízkosti nie sú elektrické vedenia, môže dôjsť k úrazu alebo usmrteniu elektrickým prúdom. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Pred naštartovaním motora”, kde sú ďalšie informácie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Prepojovacie káble (12)

Tento štítok je umiestnený na konzole vedľa akumulátora.



g00931020

VÝSTRAHA

Nebezpečenstvo výbuchu! Nesprávne zapojenie prepojovacích káblov môže viesť k explózii a poraneniu alebo usmrteniu osôb. Akumulátory môžu byť umiestnené v samostatných schránkach. Správny postup štartovania motora pomocou prepojovacích káblov je uvedený v Návode na obsluhu a údržbu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Štartovanie pomocou prepojovacích káblov”, kde sú uvedené ďalšie informácie.

Éter (13)

Tento štítok je umiestnený na kryte filtra vzduchu.

g00931562

VÝSTRAHA

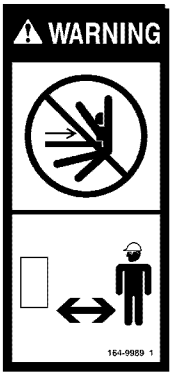
Nebezpečenstvo výbuchu! Nepoužívajte éter! Tento stroj má vo výbave ohrievač vzduchu. Používanie éteru môže spôsobiť požiar alebo výbuch, s následným ublížením na zdraví alebo usmrtením. Prečítajte si a dodržiavajte postup štartovania motora uvedený v Návode na obsluhu a údržbu.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Ochrana pred požiarom a explóziou”, kde sú ďalšie informácie.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nebezpečenstvo napichnutia (14)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách manipulačných čeľustí.



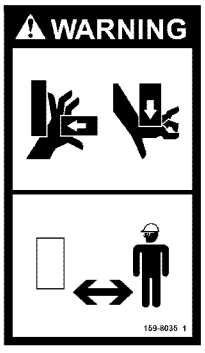
g00951569

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Riziko pomliaždenia (15)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách manipulačných čeľustí.



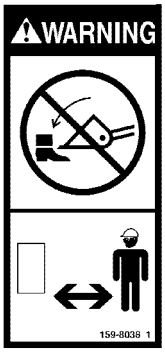
g00951565

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Riziko pomliaždenia (16)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách výsypníka.



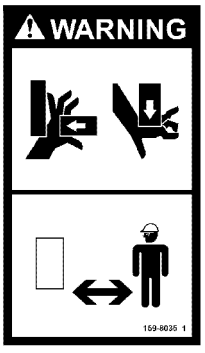
g00951560

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Riziko pomliaždenia (17)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách lopaty hore.



g00951565

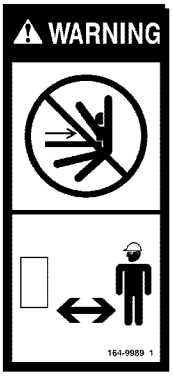
VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nebezpečenstvo napichnutia (18)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách hnojových vidlíc.



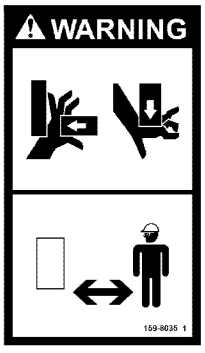
g00951569

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Riziko pomliaždenia (19)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách vidlíc s pridržiavačom.



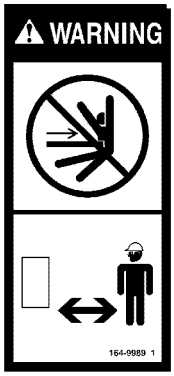
g00951565

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Nebezpečenstvo napichnutia (20)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách vidlíc s pridržiavačom.



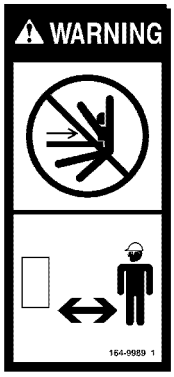
g00951569

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Nebezpečenstvo napichnutia (21)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách lopaty s pridržiavačom.



g00951569

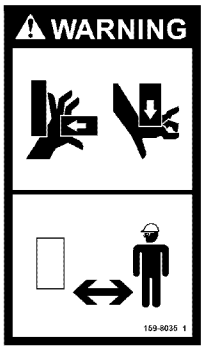
VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Riziko pomliaždenia (22)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách lopaty s pridržiavačom.



g00951565

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

Prevádzka (23)

Tento štítok je umiestnený na ľavom kryte na zadnej časti metly.

g00984073

VÝSTRAHA

So strojom nepracujte, pokiaľ ste sa nezoznámili s pokynmi a výstrahami obsiahnutými v Návode na obsluhu a údržbu. Nerešpektovanie pokynov alebo nedbanie výstrah môže viesť k úrazu alebo usmrteniu osôb. Od zástupcu Caterpillar si vyžiadajte náhradný návod. Osobne zodpovedáte za správnu starostlivosť o stroj.

Lietajúce predmety (24)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách horného krytu metly.

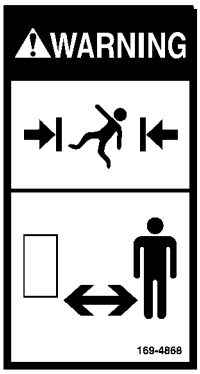
g00984064

VÝSTRAHA

Počas práce so strojom stojte mimo dosah pracovného nástroja. Nedodržaním môže dôjsť k úrazu alebo usmrteniu osôb. Predmety odletujúce od tohto nástroja môžu spôsobiť úraz alebo usmrtenie.

Miesto zachytenia (25)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách závesu na metle.



g00984061

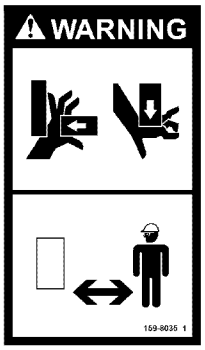
VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Riziko pomliaždenia (26)

Tento štítok je umiestnený na oboch stranách horného krytu metly.



g00951565

VÝSTRAHA

V tomto priestore počas otáčania stroja nesmú byť žiadne osoby. Pritlačením môže dôjsť k vážnemu úrazu alebo usmrteniu. Dodržujte bezpečnú vzdialenosť od nástroja počas prevádzky.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Eter (27)

Tier II - Táto správa sa nachádza na bocnej strane krytu ventilu.

g00924889

VÝSTRAHA

Ak je zariadenie vybavené ohrievacom prívodného vzduchu na štartovanie v chladnom pocasí, nepoužívajte aerosólové typy pomocných štartovacích prípravkov, ako je napríklad éter. Takéto použitie by mohlo mat za následok výbuch alebo zranenie osôb.

Tier III - Táto správa sa nachádza na kryte prívodného potrubia.

OAM1280

VÝSTRAHA

Nepoužívajte aerosólové typy pomocných štartovacích prípravkov, ako je napríklad éter. Takéto použitie by mohlo mat za následok výbuch alebo zranenie osôb.

Roka (Visok Pritisk) (28)

Tier III - Táto správa sa nachádza na hornej strane palivového potrubia.

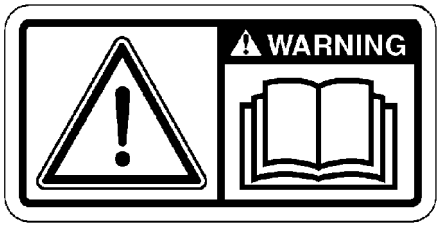
OAM1270

VÝSTRAHA

Kontakt s palivom pod vysokým tlakom môže spôsobit preniknutie kvapaliny a nebezpecenstvo popálenia. Rozprášenie paliva pod vysokým tlakom môže spôsobit nebezpecenstvo popálenia. Nedodržanie pokynov na kontrolu, údržbu a servis môže spôsobit poranenie osôb alebo smrt.

Splošnost Svarilen (29)

Tier III - Táto správa sa nachádza na oboch stranách spodnej casti krytu rozvodového mechanizmu.



OAM1260

VÝSTRAHA

Toto zariadenie sa smie obsluhovat, resp. na nom pracovat, až po precítaní a porozumení pokynov a výstrah v návodoch na obsluhu a údržbu. Nedodržanie pokynov alebo ignorovanie výstrah môže mat za následok závažné poranenie alebo smrt.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

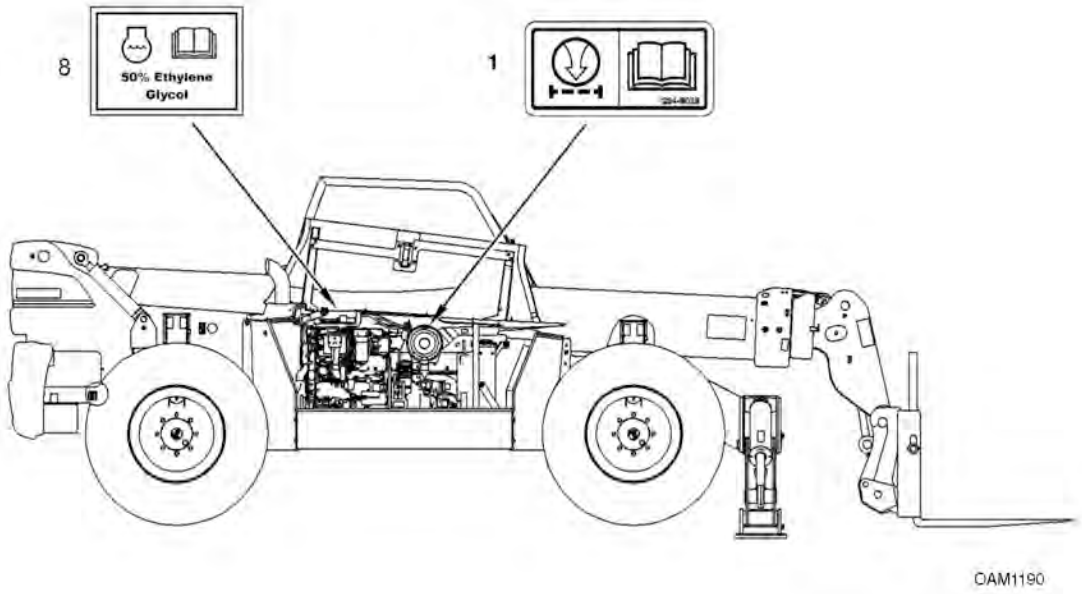
Doplnkové informácie

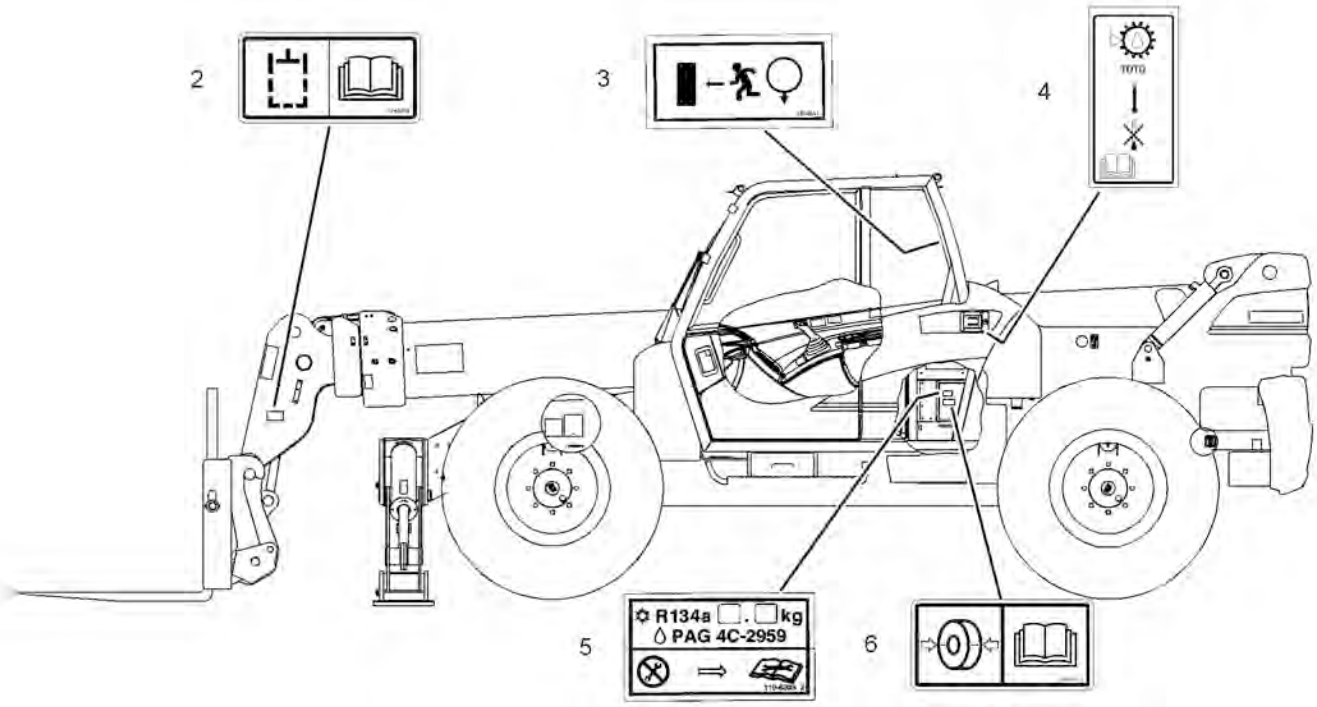
Na týchto strojoch je umiestnených niekoľko špecifických výstražných štítkov. Presné miesta štítkov spolu s popisom signalizovaných rizík sú uvedené v tejto kapitole. Vo vlastnom záujme sa zoznámte so všetkými výstražnými štítkami.

Presvedčte sa, či sú všetky výstražné štítky dobre čitateľné. Očistite alebo vymeňte výstražné štítky, ak text alebo obrázky nie sú čitateľné. Pri čistení štítku používajte handričku, vodu a mydlo. Na čistenie štítkov nepoužívajte rozpúšťadlá, benzín alebo iné agresívne chemikálie. Rozpúšťadlá, benzín a agresívne chemikálie môžu rozpustiť lepiacu vrstvu, ktorou je štítok upevnený. Uvoľnená lepiaca vrstva spôsobí odpadnutie výstražného štítku.

Poškodený alebo chýbajúci štítok nahraďte novým. Ak je štítok upevnený na súčiastke, ktorú meníte, tak na novú súčiastku upevnite nový štítok. Zástupca Caterpillar vám na požiadanie dodá nové štítky.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

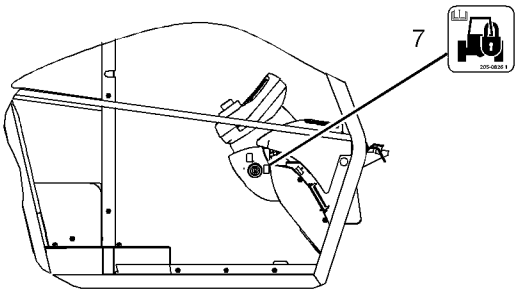




Obrázok 7

g01106499

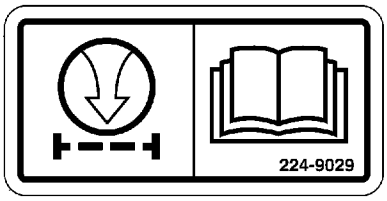
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 8 g01106884

Čistič vzduchu (1)

Tento štítok je umiestnený na kryte vzduchového filtra.

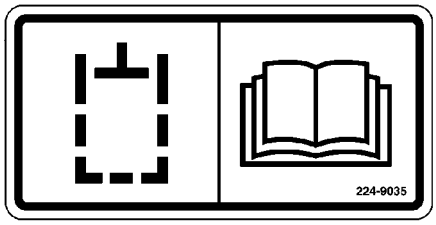


Obrázok 9 g00931688

Ak je indikátor upchatia filtra v červenej zóne, filtračnú vložku vyčistite alebo vymeňte. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Vložka hrubého filtra vzduchu motora – Čistenie/Výmena” a Návod na obsluhu a údržbu, “Vložka jemného filtra vzduchu motora – Výmena”, kde sú ďalšie informácie.

Prídavné hydraulické okruhy (2)

Ak je vo výbave, tento štítok je umiestnený na ľavej strane hlavy výložníka.

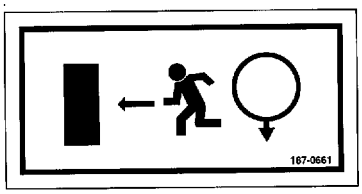


Obrázok 10 g00934458

Používajte iba pracovné nástroje schválené firmou Caterpillar. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Ovládacie prvky” a Návod na obsluhu a údržbu, “Pracovné nástroje”, kde sú uvedené podrobnejšie informácie.

Núdzový východ (3)

Tento štítok je umiestnený na zadnom okne kabíny.



Obrázok 11 g00931915

Ak je hlavný východ zablokovaný, stroj opustite cez zadné okno. Pomocou krúžku na zámku zadného okna vytiahnite poistný kolík. Tým sa odomkne zadné okno.

Olej prevodovky a hydraulický olej (4)

Ak je vo výbave, tento štítok sa nachádza vedľa hladinomeru oleja prevodovky a hydraulického systému.

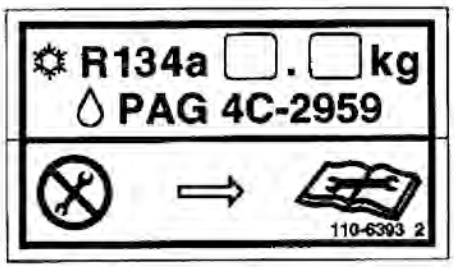
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Obrázok 12 g01059267

Olej prevodovky a hydraulického systému kontrolujte, keď je teplý. Olej nedopĺňajte, ak je systém studený. Ak je systém studený a olej doplníte, môže dôjsť k preplneniu systému. To môže spôsobiť poškodenie stroja. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, "Hladina prevodového a hydraulického oleja – Kontrola", kde je uvedený správny postup.

Klimatizácia (5)

Na strojoch vybavených klimatizačnou jednotkou je tento štítok umiestnený za ochranným krytom na zadnej strane dverí.

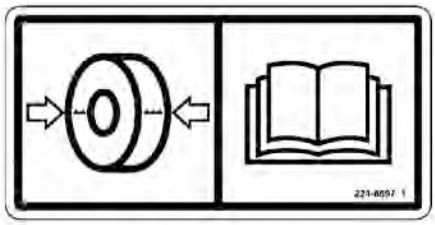


Obrázok 13 g00934175

Na klimatizačnom systéme nerobte žiadne práce, pokiaľ sa neoboznámite s príslušnou servisnou príručkou.

Tlaky plnenia pneumatík (6)

Tento štítok je umiestnený za ochranným krytom na ľavej strane kabíny.



Obrázok 14 g00931919

Nesprávny tlak v pneumatikách môže spôsobiť úraz. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, "Informácie o plnení pneumatík", kde sú uvedené ďalšie informácie.

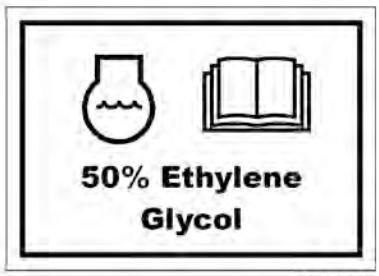
Zabezpečovací systém (7)

Ak je vo výbave, tento štítok je umiestnený na ľavej strane stĺpika riadenia nad spínačom štartovania motora.

Obrázok 15 g00951606

Tento stroj je vybavený zabezpečovacím systémom. Pred začatím prevádzky si prečítajte Návod na obsluhu a údržbu.

Chladiaca kvapalina (8)

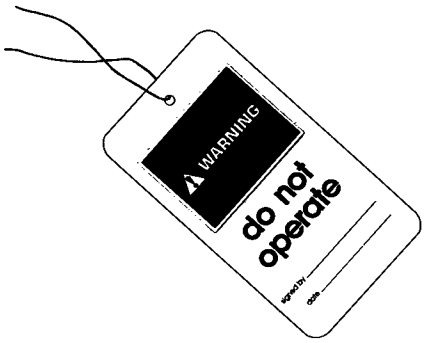


OAM1010

Doplnajte iba s 50/50 zmesou etylenglykolu a vody. Bližšie informácie o chladiacej kvapaline nájdete v príslušnom servisnom manuáli.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Všeobecné bezpečnostné informácie

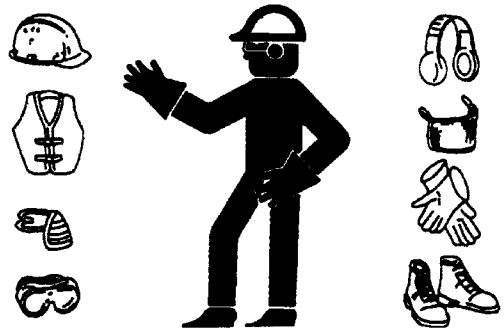


Obrázok 16 g00104545

Tabuľku “Nemanipulovať” alebo podobnú výstražnú tabuľku upevnite na spínaciu skrinku alebo ovládač stroja ešte pred tým, než začnete ošetrovať alebo opravovať stroj. Tieto tabuľky vám na požiadanie dodá váš zástupca Caterpillar.

Poznajte dobre šírku pracovného zariadenia a udržiavajte dostatočný odstup, ak so strojom pracujete blízko plotov alebo pevných prekážok.

Dávajte pozor na vedenia vysokého napätia a silové káble pod zemou. Ak dôjde ku kontaktu stroja s takýmto vedením, môže vzniknúť elektrický skrat, ktorý spôsobí vážne poranenie alebo usmrtenie osôb.



Obrázok 17 g00702020

Noste prilbu, ochranné okuliare a ďalšie ochranné pomôcky tak, ako to vyžaduje povaha vykonávanej práce.

Nenoste voľný odev alebo šperky, ktoré sa môžu zachytiť za ovládače alebo iné časti stroja.

Presvedčte sa, či sú na svojom mieste na stroji nasadené všetky ochranné kryty a viečka.

Zo stroja odstráňte cudzí materiál a predmety. Odstráňte nečistoty a smeti, olej, náradie a iné predmety z podlahy stroja, z plošín a schodov.

Zabezpečte všetky voľné predmety, ako je obedová súprava, náradie a iné, ktoré nie sú súčasťou stroja.

Oboznámte sa s príslušnými ručnými signálmi daného pracoviska a tiež osobami, ktoré sú oprávnené ručné signály dávať. Signály prijímajte iba od jednej osoby.

Pri údržbe systému klimatizácie kabíny nefajčite. Rovnako nefajčite, ak vo vzduchu môžu byť výpary chladiva. Vdychovanie dymu uvoľneného z plameňa, ktorý prišiel do styku s chladivom klimatizácie, môže spôsobiť poškodenie zdravia alebo smrť. Vdychovanie plynu, vzniknutého z chladiva klimatizácie pri fajčení, môže spôsobiť poškodenie zdravia alebo smrť.

Prevádzkové kvapaliny neskladujte v sklenených nádobách. Všetky prevádzkové kvapaliny vypúšťajte do vhodných nádob.

Dodržujte všetky platné predpisy o bezpečnej likvidácii prevádzkových náplní.

Všetky čistiace prípravky používajte opatrne. Ohláste všetky potrebné opravy.

Zabráňte prístupu nepovolaných osôb na stroj.

Ak nie je stanovené inak, údržbu stroja vykonávajte po zaparkovaní na vodorovnej ploche. V návode na obsluhu a údržbu pozrite postup ako stroj správne zaparkovať pred vykonaním údržby alebo opravy.

Stlačený vzduch a voda

Stlačený vzduch alebo voda môže vymrštiť nečistotu alebo vriacu vodu. Týmto môže dôjsť k poraneniu osôb.

Ak na čistenie používate stlačený vzduch alebo tlakovú vodu, noste ochranný odev, ochrannú obuv a chráňte si oči. Ochranu očí tvoria okuliare alebo ochranný štít.

Maximálny tlak vzduchu použitého na čistenie musí byť menej ako 205 kPa (30 psi). Maximálny tlak vody použitej na čistenie musí byť menej ako 275 kPa (40 psi).

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

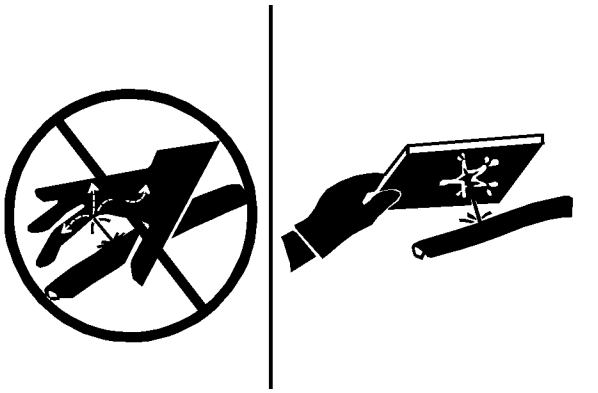
Zostatkový tlak

V hydraulickom systéme môže byť zostatkový tlak. Uvoľnenie takéhoto tlaku môže spôsobiť náhly pohyb stroja alebo jeho príslušenstva. Pri rozpájaní hydraulických vedení alebo koncoviek postupujte opatrne. Uvoľnený vysoký tlak oleja môže spôsobiť ohnutie a kmitanie hadice. Uvoľnený vysoký tlak oleja môže spôsobiť rozstrekovanie oleja. Vniknutie kvapaliny do tela môže vážne poškodiť zdravie alebo spôsobiť aj smrť.

Vniknutie kvapaliny do tela

Aj po dlhšej dobe po vypnutí motora stroja môže zostať v hydraulickom systéme zostatkový tlak. Ak sa tlak správne a postupne neuvoľní, hydraulická kvapalina alebo iné materiály, ako napríklad zátky, môžu byť prudko vymrštené.

Kým nedôjde k zníženiu tlaku, nevymieňajte žiadny z komponentov v hydraulickom systéme, v opačnom prípade sa vystavujete riziku poranenia. Kým nedôjde k zníženiu tlaku, nedemontuje žiadny z komponentov v hydraulickom systéme, v opačnom prípade sa vystavujete riziku poranenia. V Servisnom návode sú uvedené postupy, ktorými sa dá znížiť tlak v hydraulickom systéme.



Obrázok 18 g00687600

Pri kontrole tesnosti vždy použite kartón alebo lepenku. Unikajúca tlaková kvapalina môže vniknúť do tkanív tela. Vniknutie kvapaliny do tela môže vážne poškodiť zdravie alebo spôsobiť aj smrť. Únik tlakovej kvapaliny otvorom veľkosti iba špendlíkovej hlavičky môže spôsobiť vážny úraz. Ak vnikne kvapalina do pokožky, musíte okamžite vyhľadať ošetrenie. Vyhľadajte pomoc lekára, ktorý vie vykonať zákrok nutný pri takomto úraze.

Zabráňte rozlievaniu kvapalín

Buďte opatrný a zabezpečte, aby pri prehliadkach, údržbe, testovaní, nastavovaní a opravách nedochádzalo k rozliatiu kvapalných prevádzkových náplní. Pred otvorením skrine s ktoroukoľvek náplňou alebo pred demontážou súčiastky obsahujúcej kvapalinu buďte pripravený zachytiť kvapalinu do vhodnej nádoby.

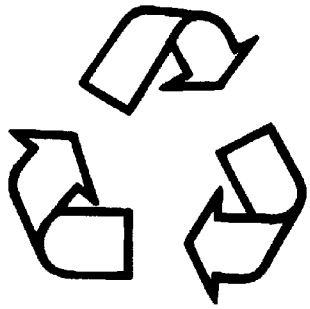
V Špeciálnej príručke, NENG2500, “Náradie a dielenské nástroje” nájdete nasledovné informácie:

- Náradie a zariadenia vhodné na zachytenie prevádzkových kvapalín.
- Náradie a zariadenia vhodné na skladovanie prevádzkových kvapalín.

Dodržujte všetky platné predpisy o bezpečnej likvidácii prevádzkových náplní.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Bezpečná likvidácia odpadu



Obrázok 20 g00706404

Nesprávna manipulácia s odpadom môže ohroziť životné prostredie. Manipulácia s potenciálne škodlivými kvapalinami musí byť v súlade s platnými predpismi.

Na zachytenie vypúšťanej kvapaliny zo stroja použite iba vodotesné nádoby. Odpadovú kvapalinu nevypúšťajte ani nevylievajte na zem, do pôdy, ani do vody a vodných zdrojov.

Ochrana pred pomliaždením a porezaním

Bezpečne podoprite pracovné zariadenie a príslušenstvo stroja, ak budete pod ním pracovať. Nespoliehajte sa na hydraulické valce, že zariadenie udržia v žiadanej polohe. Zariadenie môže spadnúť, ak niekto pohne ovládačom alebo praskne hydraulické vedenie.

Pod kabínou stroja nepracujte, ak nie je dostatočne podložená.

Pokiaľ nie je stanovené inak, nepokúšajte sa nastavovať činnosť alebo funkcie stroja počas pohybu stroja alebo za chodu motora.

Nikdy neštartujte motor prepájaním svoriek cievky štartéra. Mohlo by dôjsť k neočakávanému pohybu stroja.

Pri pohybe stroja alebo mechanizmu s náradím sa zmenia bezpečné vzdialenosti v priestore pohybového mechanizmu. Stojte mimo priestorov, ktorých bezpečná vzdialenosť sa môže náhle zmeniť pohybom stroja alebo jeho zariadenia.

Stojte mimo dosahu všetkých otočných a pohyblivých častí stroja.

Ak pre vykonanie údržby je potrebné odstrániť kryt, vždy po ukončení takejto údržby založte kryt späť.

Nepribližujte žiadne predmety k lopatkám ventilátora. Lopatky môžu vymrštiť alebo preseknúť predmet.

Nepoužívajte rozpletené alebo rozstrapkané oceľové laná. Pri manipulácii s takýmito lanami používajte ochranné rukavice.

Pri údere na kolíky alebo čapy môžu tieto spojovacie časti odletieť. Tieto časti môžu zraniť ľudí. Presvedčte sa, či niekto nestojí v blízkosti, keď vyrážate alebo narážate kolíky alebo čapy. Použite ochranné okuliare, aby ste sa vyhli poraneniu očí, keď udierate na kolíky alebo čapy.

Pri údere na akýkoľvek predmet môžu odlietať štiepky alebo úlomky. Presvedčte sa, že nemôže dôjsť k úrazu žiadnej osoby odlietajúcimi úlomkami.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ochrana pred popálením

Nedotýkajte sa žiadnej časti bežiaceho motora. Pred začatím údržby nechajte motor najprv vychladnúť. Uvoľnite tlak vo vzduchovom systéme, v hydraulickom systéme, v systéme mazania, v palivovom systéme alebo v chladiacom systéme, pred tým než odpojíte vedenia, koncovky alebo akúkoľvek súčiastku v danom systéme.

Chladiaca kvapalina

Pri prevádzkovej teplote motora je chladiaca kvapalina horúca. Chladiaca kvapalina je tiež pod tlakom. Chladič a celé vedenie k vykurovacím telesám alebo k motoru obsahuje horúcu chladiacu kvapalinu.

Kontakt s horúcou kvapalinou alebo parou môže spôsobiť vážne popáleniny. Pred vypustením chladiacej kvapaliny nechajte vychladnúť všetky komponenty chladiaceho systému.

Hladinu chladiacej kvapaliny kontrolujte iba po zastavení motora.

Dbajte, aby plniaca zátka chladiča vychladla, skôr ako ju demontujete. Plniaca zátka musí byť dostatočne chladná, aby sa dala chytiť holou rukou. Plniacu zátku chladiča odnímajte pomaly, aby sa mohol uvoľniť pretlak.

Prísady do chladiacej kvapaliny obsahujú alkálie. Alkálie môžu spôsobiť zdravotné problémy alebo úraz. Zabráňte kontaktu alkálií s pokožkou, s očami alebo ústami.

Oleje

Horúci olej a horúce súčiastky môžu spôsobiť úraz. Zabráňte styku horúceho oleja s pokožkou. Taktiež zabráňte styku horúcich komponentov s pokožkou.

Zátku plniaceho hrdla hydraulickej nádrže odnímajte iba po zastavení motora. Plniaca zátka musí byť dostatočne chladná, aby sa dala chytiť holou rukou. Pri demontovaní zátky plniaceho hrdla hydraulickej nádrže postupujte podľa návodu v tejto príručke.

Akumulátory

Elektrolyt je kyselina. Elektrolyt môže spôsobiť úraz. Zabráňte kontaktu elektrolytu s pokožkou a očami. Počas údržby akumulátora vždy použite ochranné okuliare. Po dotyku svoriek akumulátora si vždy umyte ruky. Odporúčame používať ochranné rukavice.

Ochrana pred požiarom a explóziou

Obrázok 21 g00704000

Všetky palivá, väčšina mazív a niektoré chladiace zmesi sú horľavé.

Vytekajúce horľavé kvapaliny alebo kvapaliny rozliate na horúci povrch alebo na elektrické súčiastky môžu spôsobiť požiar. Požiar môže spôsobiť zranenie osôb alebo materiálne škody.

Odstráňte zo stroja všetky horľavé materiály, ako palivo, olej a drobný odpad. Zabráňte hromadeniu horľavého materiálu na stroji.

Palivá a mazivá skladujte v správne označených nádobách mimo dosahu nepovolaných osôb. Zaolejované handry a akýkoľvek horľavý materiál skladujte v ochranných kontajneroch. Nefajčite v priestoroch, kde sa skladuje horľavý materiál.

So strojom nepracujte v blízkosti ohňa.

Kryty a štíty (ak sú vo výbave) chránia výfukové časti pred striekajúcim olejom alebo palivom v prípade poškodenia potrubia, hadice alebo tesnenia. Kryty a štíty musia byť správne namontované.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Nezvárajte vedenia alebo nádrže, ktoré obsahujú horľavé kvapaliny. Nerežte plameňom potrubia alebo nádrže, ktoré obsahujú horľavé kvapaliny. Potrubia a nádrže pred zváraním alebo rezaním plameňom dôkladne vyčistite nehorľavým prostriedkom.

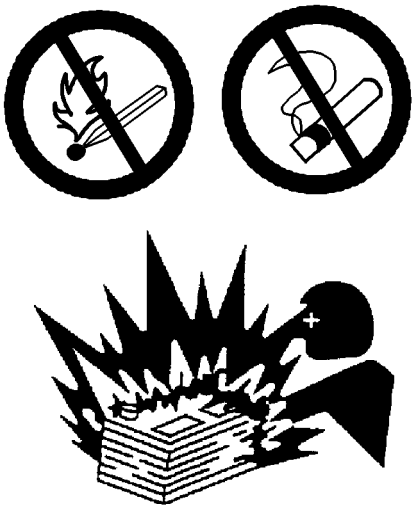
Denne kontrolujte elektrické vedenia. Pred naštartovaním stroja opravte všetky uvoľnené alebo odreté vedenia. Vyčistite a dotiahnite všetky elektrické kontakty.

Počas opravy nekovových kapôt a blatníkov vzniká prach, ktorý môže byť horľavý alebo aj výbušný. Opravy takýchto komponentov vykonávajte v dobre vetraných priestoroch, mimo dosahu otvoreného ohňa alebo iskier.

Kontrolujte opotrebovanie alebo starnutie všetkých vedení a hadíc. Hadice musia byť správne vedené. Potrubia a hadice musia mať dostatočné opory a bezpečné svorky. Všetky spoje dotiahnite odporúčaným uťahovacím momentom. Netesnosti môžu spôsobiť požiar.

Obrázok 22 g00704059

Buďte opatrný počas čerpania paliva. Pred doplnením paliva odstráňte nečistoty na vrchu nádrže. Počas čerpania paliva nefajčite. Palivo nečerpajte v blízkosti otvoreného ohňa a iskier. Pred čerpaním paliva vypnite motor. Palivo čerpajte na otvorenom priestore.



Obrázok 23 g00704135

Výpary z akumulátora sú výbušné. Zabráňte kontaktu otvoreného ohňa a iskier s krytom akumulátora. V priestoroch dobíjania akumulátorov nefajčite.

Nikdy nekontrolujte stav nabitia akumulátora kovovým prepojením svoriek akumulátora. Stav nabitia kontrolujte voltmetrom alebo hustomerom.

Nesprávne zapojenie prepojovacích štartovacích káblov môže spôsobiť výbuch s následným poranením. Správny postup nájdete v prevádzkovej časti tohto návodu.

Nedobíjajte zamrznuté akumulátory. Môže dôjsť k výbuchu.

Hasiaci prístroj

Vždy majte poruke hasiaci prístroj. Oboznámte sa s používaním hasiaceho prístroja. Hasiaci prístroj pravidelne kontrolujte a zabezpečte jeho odborný servis. Dodržiavajte odporúčania na inštrukčnom štítku.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Rozvody, potrubia a hadice

Vysokotlakové rozvody neohýnajte. Do vysokotlakových rozvodov neudierajte. Nemontujte ohnuté alebo poškodené vedenia.

Opravte uvoľnené alebo poškodené rozvody. Netesnosti môžu spôsobiť požiar. Opravu alebo výmenu náhradných dielov konzultujte so zástupcom Caterpillar.

Rozvody, potrubia a hadice dôkladne kontrolujte. Kontrolu tesnosti nevykonávajte holou rukou. Na kontrolu tesnosti používajte kartón alebo lepenku. Všetky spoje dotiahnite odporúčaným uťahovacím momentom.

Súčiastku vymeňte, ak zistíte niektorú z nasledujúcich okolností:

- Koncovky sú poškodené alebo netesné.
- Vonkajšie opláštenie je rozpradené alebo prerezané.
- Výstužné drôty sú odkryté.
- Vonkajšie opláštenia sú lokálne vyduté.
- Pružné časti hadíc sú zauzlené alebo prasknuté.
- Pancierovanie vonkajšieho obalu je poškodené.
- Koncovky spojov sú uvoľnené.

Presvedčte sa, či všetky príchytky, ochranné kryty a tepelné štíty sú správne nainštalované. Počas prevádzky stroja sa tým zabráni vzniku vibrácií a chveniu, odieraniu o ostatné časti a nadmernému ohrevu.

Umiestnenie hasiaceho prístroja

Presvedčte sa, či je hasiaci prístroj na stroji. Oboznámte sa s obsluhou hasiaceho prístroja. Hasiaci prístroj kontrolujte a zabezpečte jeho pravidelný odborný servis. Dodržujte odporúčania na inštrukčnom štítku.

Odporúčané miesto pre uloženie hasiaceho prístroja je na pravej strane montážnej platne sedadla.

Ak hasiaci prístroj upevníte na konštrukcii ROPS, montážnu dosku priviažte páskou na oporu ROPS. Ak je hmotnosť hasiaceho prístroja väčšia ako 4,5 kg (10 lb), prístroj upevnite na opore čo najnižšie. Hasiaci prístroj nemontujte v hornej tretine opornej konštrukcie.

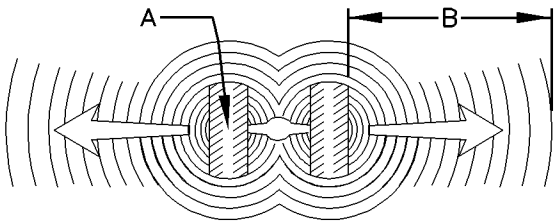
Poznámka: Na konštrukcii ROPS nezvárajte, ak chcete namontovať hasiaci prístroj. Na konštrukcii ROPS taktiež nevŕtajte otvory, ak chcete namontovať hasiaci prístroj.

Informácie o pneumatikách

V dôsledku stláčania vzduchu vo vnútri pneumatík môže dôjsť vplyvom tepla k explózii vzduchom plnených pneumatík. Explóziu môže spôsobiť aj teplo, ktoré vzniká pri zváraní alebo nahrievaní ráfiku, pri vonkajšom požiari alebo nadmerným používaním bŕzd.

Explózia pneumatiky prebieha omnoho prudšie ako defekt. Explózia môže odhodiť pneumatiku, časti ráfiku alebo časti nápravy až do vzdialenosti 500 m (1500 ft) a viac. Tlaková vlna a letiace úlomky môžu spôsobiť vážny alebo smrteľný úraz, alebo materiálne škody.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



Obrázok 24 g00847810

(A) Najmenej 15 m (50 ft)
(B) Najmenej 500 m (1500 ft)

Nepribližujte sa k horúcej pneumatike. Dodržujte minimálne vzdialenosti uvedené na obrázku. Stojte mimo plochy, ktorá je na obrázku 24 zvýraznená šrafovaním.

Aby nedošlo k prehusteniu pneumatiky, je potrebné použiť vhodné tlakovacie zariadenie a oboznámiť sa s jeho obsluhou. Použitím nesprávneho tlakovacieho zariadenia alebo postupu môže dôjsť k roztrhnutiu plášťa alebo poškodeniu ráfika.

Počas plnenia pneumatiky stojte za behúňom a použite samosvornú koncovku.

Ošetrovanie pneumatík a ráfikov môže byť nebezpečné. Tieto práce môžu vykonávať len zaškolení pracovníci, ktorí používajú vhodné nástroje a postup. Ak sa pri údržbe pneumatík a ráfikov nepostupuje správnym spôsobom, môže dôjsť k roztrhnutiu zostavy silou explózie. Sila explózie môže spôsobiť vážny alebo smrteľný úraz. Starostlivo dodržujte špeciálne inštrukcie dodávateľa pneumatík.

Prevencia úrazu bleskom počas búrky

Ak je v blízkom okolí stroja búrka doprevádzaná bleskami, obsluha stroja vtedy za žiadnych okolností nesmie:

- nastupovať na stroj,
- zostupovať zo stroja.

Ak sa pri vzniku elektrických výbojov počas búrky nachádzate v kabíne obsluhy, zostaňte v nej. Ak ste počas búrky sprevádzanej bleskami mimo stroja, nepribližujte sa ku stroju.

Pred naštartovaním motora

Strojník musí mať ukončené príslušné školenie a musí byť oboznámený so všetkými aspektmi prevádzky stroja. Ak to vyžadujú miestne predpisy, strojník musí získať príslušné oprávnenie alebo certifikát.

Stroj musíte dobre poznať, aby ste porozumeli jeho schopnostiam a možnostiam. Pred začatím práce so strojom sa tiež musíte oboznámiť so staveniskom. Ak je to potrebné, urobte obhliadku staveniska a zamerajte sa na nasledovné veci.

- Skontrolujte voľné plochy. Skontrolujte prejazdné profily vo vertikálnom aj horizontálnom smere.
- Skontrolujte prekážky nad hlavou.
- Skontrolujte prítomnosť elektrických vedení. Stroj a pracovné náradie udržujte od elektrických vedení najmenej 3 m (10 ft).
- Skontrolujte prítomnosť parných rozvodov. Skontrolujte prítomnosť rozvodov stlačeného vzduchu.
- Skontrolujte zmeny v stabilite povrchu staveniska. Skontrolujte zasypané výkopové ryhy. Skontrolujte poškodené stropy pivníc a tunelov.
- Skontrolujte kanalizačné vedenia a inžinierske siete.

Pri zdvihnutí bremena alebo vysunutí výložníka skontrolujte, či terén poskytuje rovnomernú oporu na všetkých pneumatikách. Taktiež pri zdvihnutí bremena alebo vysunutí výložníka skontrolujte, či sa výsuvné podpery rovnomerne zaborili do pôdy.

Presvedčte sa, či tabuľky nosnosti a štítky s inštrukciami sú na svojom mieste a či sú čitateľné. So strojom nepracujte, dokiaľ neporozumiete správnej metóde používania tabuliek zaťaženia.

Na strojoch vybavených kabínou zaistite dvere v uzavretej polohe. Okná zaistite buď v otvorenej, alebo zavretej polohe. Dbajte, aby všetky okná boli čisté a umožňovali dobrý výhľad.

Skontrolujte stav bezpečnostného pásu a jeho montážnych dielov. Vymeňte všetky opotrebované alebo poškodené diely. Bezpečnostný pás vymeňte po troch rokoch používania, bez ohľadu na jeho vzhľad. Pri samonavíjacom bezpečnostnom páse nepoužívajte predĺženie bezpečnostného pásu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Presvedčte sa, či sú všetky ochranné kryty a štíty na stroji bezpečne upevnené.

Sedadlo nastavte tak, aby ste dosiahli úplné stlačenie pedálov s chrbtom opretým o operadlo.

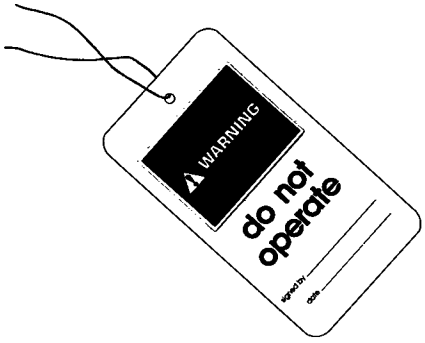
Presvedčte sa, či je stroj vybavený osvetlením potrebným pre dané prevádzkové podmienky. Presvedčte sa, či všetky svetlá na stroji fungujú správne.

Presvedčte sa, či klaksón, výstražný signál pri cúvaní a ostatné výstražné zariadenia správne fungujú.

Odstráňte všetky prekážky z dráhy stroja.

Pred naštartovaním motora alebo pred uvedením stroja do pohybu sa presvedčte, či niekto nie je na stroji, pod strojom alebo v jeho blízkosti. Presvedčte sa, či v priestore okolo stroja nie sú ľudia. Pripútajte sa bezpečnostným pásom.

Štartovanie motora



Obrázok 25 g00100846

Skôr než začnete ošetrovať alebo opravovať stroj, na spínaciu skrinku alebo ovládací panel umiestnite tabuľku Špeciálna “Nemanipulovať” alebo podobnú výstražnú tabuľku. Túto tabuľku získate aj u vášho zástupcu Caterpillar.

Neštartujte motor, ak je na spínacej skrinke alebo ovládačoch umiestnená výstražná tabuľka. Taktiež nemanipulujte s ovládačmi.

Presvedčte sa, či je prepínač radenia prevodovky v polohe NEUTRÁL (N). Motor nenaštartuje, pokiaľ prepínač radenia prevodovky nie je v polohe NEUTRÁL.

Presvedčte sa, či je parkovacia brzda zabrzdená.

Výfukové plyny vznetového motora obsahujú splodiny horenia, ktoré môžu byť zdraviu škodlivé. Motor vždy štartujte v dobre vetranom priestore. V uzavretom priestore zaistite odťah výfukových plynov motora do voľného priestoru.

Motor naštartujte, len keď sedíte v priestore obsluhy. Motor neštartujte prepojením svoriek štartéra alebo prepojením medzi akumulátormi. Prepojením sa obíde ochrana motora pre štartovanie v neutráli, v dôsledku čoho sa stroj so zaradeným rýchlostným stupňom môže pohnúť.

Pred prevádzkou stroja

Vykážte všetky osoby od stroja a z pracovnej plochy.

Odstráňte všetky prekážky z dráhy stroja. Buďte si vedomý rizík, ako sú drôty elektrického vedenia, priekopy a pod.

Presvedčte sa, či sú všetky okná čisté. Zaistite dvere buď v otvorenej, alebo zavretej polohe. Zaistite okná buď v otvorenej, alebo zavretej polohe.

Skontrolujte, či sú čisté všetky zrkadlá (ak sú vo výbave). Zrkadlá nastavte tak, aby ste mali dobrý výhľad do priestoru okolo stroja. Všetky zrkadlá treba nastaviť na správny výhľad, keď strojník sedí na sedadle.

Presvedčte sa, či klaksón, výstražný signál pri cúvaní (ak je vo výbave) a ostatné výstražné zariadenia správne fungujú.

Spoľahlivo sa pripútajte bezpečnostným pásom.

Presvedčte sa, či tabuľky nosnosti a štítky s inštrukciami sú na svojom mieste a či sú čitateľné.

Prevádzka stroja

Rozsah prevádzkových teplôt stroja

Štandardná výbava stroja je určená na použitie pri vonkajších teplotách v rozsahu od −40 °C (−40 °F) do 50 °C (122 °F). Pre odlišné vonkajšie teploty sa dodáva špeciálna výbava. Ďalšie informácie o špeciálnej výbave pre váš stroj vám poskytne zástupca Caterpillar.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ovládanie stroja

Počas pomalej jazdy strojom na otvorenom priestranstve skontrolujte správnu funkciu riadenia a bŕzd stroja. Skontrolujte ovládacie prvky riadenia a bŕzd s plne zasunutým výložníkom a pracovným nástrojom tesne nad zemou. Zastavte stroj a skontrolujte správnu činnosť ostatných ovládacích prvkov stroja. Výložník nevysúvajte, ak rám stroja nie je vo vodorovnej polohe. Výložník vysúvajte iba v prípade, ak je rám stroja vo vodorovnej polohe. Výložník niekoľkokrát opakovane vysuňte a zasuňte, aby sa zohrial hydraulický olej.

Jazda

So strojom pracujte iba v prípade, ak sedíte na sedadle. Počas práce so strojom musíte mať zapnutý bezpečnostný pás. S ovládacími prvkami manipulujte iba za chodu motora.

Pri jazde po cestách používajte iba režim riadenia dvoch kolies.

Než začnete manévrovať so strojom, uistite sa, či medzi strojom a pracovným nástrojom nie sú žiadne osoby. Pri zmene smeru jazdy postupujte opatrne. Počas práce s výložníkom postupujte opatrne. Počas zdvíhania alebo ukladania nákladu buďte opatrný. Jazdite v smere najlepšieho výhľadu. Jazdite s úplne zatiahnutým výložníkom. Taktiež jazdite s výložníkom čo najviac spusteným. Dodržiavajte primeranú vzdialenosť od prekážok na zemi. Nikdy nejazdite s nákladom zdvihnutým nad dopravnú výšku. Starostlivo sa vyhýbajte všetkým pozemným prekážkam, ktoré môžu spôsobiť prevrátenie stroja. Vyhýbajte sa všetkým situáciám, ktoré by mohli viesť k prevráteniu stroja. K prevráteniu stroja môže dôjsť počas práce na: násypoch, kopcoch a svahoch. Ak je stroj vybavený stabilizačnými podperami, tieto musia byť pred začatím jazdy úplne zdvihnuté.

Zdvihové nosnosti

Udržiavajte si kontrolu nad strojom. Nepreťažujte stroj a nepracujte s ním nad jeho možnosti. Presvedčte sa, či používate správny graf nosností. Náklad musí byť v rámci limitu nosnosti stroja a nesmie presahovať mimo limit ťažiska stroja. Nosnosť stroja sa znižuje so vzďaľovaním nákladu od stroja.

Poznámka: Ak je na rýchloupínacom mechanizme inštalovaný adaptér 180-6137 pre pracovný nástroj, znížte nosnosť stroja o 200 kg (440 lb) pre všetky nástroje a polohy výložníka. Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Zdvihové nosnosti”, kde sú ďalšie informácie.

Dbajte na to, aby pneumatiky boli prevádzkyschopné a nahustené na správny tlak.

Na strojoch vybavených spínačom vyrovnávania polohy rámu, rám vždy vyrovnajte skôr, ako zdvihnete výložník alebo spustíte stabilizačné podpery. Ovládač polohy rámu nikdy nezapínajte, ak je výložník zdvihnutý alebo podpery spustené. Po vysunutí podpier skontrolujte, či je rám stroja vo vodorovnej polohe. V prípade potreby upravte vyrovnanie rámu. Na úpravu polohy použite stabilizačné podpery. Polohu výsuvných podpier neupravujte. keď je výložník zdvihnutý. Ak rám nie je vo vodorovnej polohe, výložník nezdvíhajte.

Pred začatím zdvíhania alebo prepravovania nákladu tento musíte vhodne a bezpečne zaistiť na vidliciach alebo inom pracovnom nástroji. Bremená ako rúry, lešenia, trámy a nosníky musia byť vhodne a bezpečne zaistené.

Používajte schválené a testované viazacie a zdvíhacie prostriedky. Všetky oceľové laná a reťaze musia by správne udržiavané. Oceľové laná a reťaze musia vyhovovať miestnym predpisom. Musíte sa oboznámiť s nosnosťou týchto prostriedkov a musíte ich vedieť správne používať.

Pracovné nástroje

VÝSTRAHA

Používanie neschválených pracovných nástrojov na teleskopických manipulátoroch môže spôsobiť úraz alebo usmrtenie.

Pred inštalovaním pracovného nástroja na tento stroj sa presvedčte, či je schválený firmou Caterpillar a či je v kabíne umiestnená tabuľka nosnosti Caterpillar s uvedením jeho prípustného použitia.

UPOZORNENIE

Pri namontovaní určitých pracovných nástrojov, tieto sa môžu dotýkať predných kolies alebo blatníkov. Takáto situácia nastane, keď je výložník úplne zasunutý a pracovný nástroj natočený dopredu. Vždy skontrolujte kontakt s kolesami, keď prvýkrát používate nový pracovný nástroj.

Pred použitím pracovného nástroja sa presvedčte, či je schválený spoločnosťou Caterpillar. Taktiež sa presvedčte, či je na stroji graf nosností Caterpillar. Informácie o vhodnej aplikácii a správnom použití konkrétneho pracovného nástroja konzultujte so zástupcom Caterpillar.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zastavenie motora

Motor nevypnite ihneď, ako stroj ukončil prácu s nákladom. Mohlo by dôjsť k prehriatiu a rýchlemu opotrebovaniu komponentov stroja.

Po zaparkovaní a zabrzdení stroja parkovacou brzdou nechajte motor bežať päť minút a až potom ho vypnite. Tým umožníte, aby sa horúce zóny motora postupne ochladili.

Pre ďalšie podrobnosti si pozrite nasledujúce témy v časti obsluha Návodu na obsluhu a údržbu:

- “Zastavenie motora”
- “Zastavenie motora pri poruche v elektrickom systéme”

Pracovné nástroje

⚠ VÝSTRAHA

Používanie neschválených pracovných nástrojov na teleskopických manipulátoroch môže spôsobiť úraz alebo usmrtenie.

Pred inštalovaním pracovného nástroja na tento stroj sa presvedčte, či je schválený firmou Caterpillar a či je v kabíne umiestnená tabuľka nosnosti Caterpillar s uvedením jeho prípustného použitia.

Ak si nie ste istý, či je daný pracovný nástroj vhodný pre váš stroj, obráťte sa na zástupcu Caterpillar.

Presvedčte sa, či na stroji a na pracovnom náradí sú všetky kryty a ochrany na svojom mieste.

Okná a dvere na stroji majte zatvorené. Vždy noste ochranné okuliare. Vždy používajte ochranné prostriedky, ktoré sú odporúčané v návode pre dané pracovné nástroje. Taktiež použite iné ochranné prostriedky, ktoré sa vyžadujú pre dané pracovné prostredie.

Aby nedošlo k zasiahnutiu ľudí lietajúcimi predmetmi, zabezpečte, aby nikto nebol v pracovnom priestore.

Počas údržby, skúšania alebo nastavovania pracovného nástroja buďte v bezpečnej vzdialenosti od: rezných hrán, ostrých hrotov a drviacich plôch.

Parkovanie

Stroj zaparkujte na rovnej ploche. Ak musíte zaparkovať na svahu, stroj zabezpečte zakladacími klinmi. Výložník musí byť úplne zasunutý. Výložník úplne zasuňte a spustite dolu, až sa pracovný nástroj dotkne zeme.

Na zastavenie stroja použite prevádzkovú brzdu. Ovládač radenia prevodovky presuňte do polohy NEUTRÁL. Presuňte ovládač akcelerátora do polohy POMALÉ OTÁČKY. Zabrzdite parkovaciu brzdu.

Výložník spustite na zem. Aktivujte všetky blokovania ovládacích prvkov.

Vypnite motor.

Kľúč štartovania motora otočte do polohy VYPNUTÝ a kľúč vyberte.

Kľúč odpojovača akumulátora (ak je vo výbave) otočte do polohy VYPNUTÝ. Kľúč odpojovača akumulátora vyberte, ak so strojom nebudete pracovať dlhšiu dobu. Tým zabránite vybitiu akumulátora. K vybitiu akumulátora môže dôjsť skratom, odberom prúdu niektorým zo spotrebičov alebo v dôsledku vandalizmu.

Spúšťanie pracovného nástroja pri poruche hydrauliky

Pred spúšťaním pracovného nástroja pri poruche hydrauliky, vykážte z priestoru okolo stroja všetky osoby. Postup spustenia nástroja sa bude meniť v závislosti od typu spúšťaného zariadenia. Väčšina systémov používa na ovládanie zariadenia stlačený vzduch alebo kvapalinu. Pracovný postup môže uvoľniť vysoký tlak v systéme, aby došlo k spusteniu zariadenia. Používajte vhodné ochranné pomôcky. Dodržujte postup na spúšťanie zariadenia pri poruche hydrauliky, ktorý je uvedený v prevádzkovej časti Návodu na obsluhu a údržbu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Informácie o hlučnosti a vibráciách

Hlučnosť

Hladina hluku v uzavretej kabíne, ktorá sa meria podľa metodiky a za podmienok špecifikovaných v norme “EN 12053:2001” je 80 dB(A). Kabína musí byť správne inštalovaná a udržiavaná. Skúška sa robí so zatvorenými dverami a oknami.

Doplnková ochrana sluchu sa môže vyžadovať, ak stroj dlhší čas pracuje s otvorenou kabínou alebo v hlučnom prostredí. Doplnková ochrana sluchu sa môže vyžadovať, ak stroj dlhší čas pracuje v hlučnom prostredí alebo s kabínou, ktorá nie je správne udržiavaná alebo má otvorené dvere a okná.

Úroveň vibrácií

Ruky a ramená sú vystavené strednej geometrickej hodnote zrýchlenia nižšej ako 2,5 m/sec^2 (8,20 ft/sec^2).

Celé telo je vystavené strednej geometrickej hodnote zrýchlenia menšej ako 0,5000 m/s^2 (1,70 ft/sec^2).

Merania sa robili na štandardnom stroji. Merania boli urobené použitím metód a postupov uvedených v nasledovných normách:

- “ISO 2631-1:1997”
- “ISO 5349-1:2001”
- “SAE J1166”

Kabína obsluhy

Úpravy vnútorného priestoru kabíny nesmú zasahovať do vymedzeného priestoru obsluhy. Rádioprijímač, hasiaci prístroj a iné zariadenia musia byť inštalované tak, aby nezasahovali do vymedzeného priestoru obsluhy. Predmety donesené do kabíny nesmú zasahovať do vymedzeného priestoru obsluhy. Obedár alebo iné voľné predmety musia byť zaistené. Predmety musia zostať na svojom mieste pri pohybe stroja po nerovnom teréne alebo pri prevrátení stroja.

Ochrany (ochrana obsluhy)

Je niekoľko rôznych ochrán, ktoré slúžia na ochranu obsluhy. Vlastný stroj a jeho spôsob nasadenia určuje druh použitej ochrany.

Je potrebné denne kontrolovať kryty a ochrany, aby ste včas zistili ohnutie, popraskanie alebo uvoľnenie konštrukcií. Nikdy nepracujte so strojom s poškodenou konštrukciou.

Strojník sa vystavuje nebezpečenstvu, ak stroj nie je správne obsluhovaný, alebo používa nesprávnu pracovnú techniku. Nebezpečná situácia môže nastať aj vtedy, ak je stroj vybavený zodpovedajúcimi ochrannými prvkami. Pracujte podľa overených postupov, ktoré sú odporúčané pre váš stroj.

Konštrukcia ochrany pri prevrátení stroja (ROPS), konštrukcia ochrany pred padajúcimi predmetmi (FOPS)

Ochranné konštrukcie ROPS/FOPS (ak sú vo výbave) sú špeciálne konštruované, testované a certifikované pre daný stroj. Rýpadlá nie sú vybavené konštrukciou ROPS. Akákoľvek zmena alebo zásah do konštrukcie ROPS/FOPS spôsobí oslabenie konštrukcie. Tým sa strojník dostáva do nechráneného priestoru. Úpravy alebo doplnky, ktoré spôsobia prekročenie hmotnosti stroja uvedenej na osvedčení, majú za následok, že sa strojník dostáva do nechráneného priestoru. Nadmerná hmotnosť môže obmedziť účinnosť bŕzd, ovládania a ochrannú schopnosť konštrukcie ROPS. Štrukturálne zmeny na konštrukcii ROPS/FOPS spôsobia oslabenie deklarovanej ochrany konštrukcie ROPS/FOPS. Poškodenie konštrukcie môže nastať prevrátením, padajúcim predmetom, kolíziou atď.

Žiadne predmety (hasiace prístroje, súpravy prvej pomoci, svetlomety atď.) neupevňujte privarovaním konzol alebo vŕtaním dier do konštrukcie ROPS/FOPS. Privarovanie konzol alebo vŕtanie dier do konštrukcie ROPS/FOPS zoslabí ochrannú konštrukciu. So zástupcom Caterpillar konzultujte postup montáže.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Iné ochrany (ak sú vo výbave)

Ochrana pred lietajúcimi a padajúcimi predmetmi sa vyžaduje pre špeciálne aplikácie. Manipulácia s drevom a demolačné práce sú dva príklady činností, ktoré vyžadujú špeciálnu ochranu.

Ak použijete pracovný nástroj, od ktorého môže odletovať materiál, je potrebná čelná ochrana. Pre stroje Caterpillar s kabínou alebo otvorenou plošinou obsluhy sa dodávajú čelné sieťové mreže alebo polykarbonátové čelné okná schválené firmou Caterpillar. Stroje vybavené kabínou by mali pracovať so zavretými oknami. V prípade rizika lietajúcich predmetov sa odporúča používať ochranné okuliare na strojoch s kabínou alebo otvorenou plošinou.

Ak spracovávaný materiál presahuje nad kabínu, je potrebné použiť horné a čelné kryty. Typické príklady aplikácií tohto druhu sú uvedené nižšie:

- demolácie,
- kameňolomy,
- ťažba dreva.

Pre špeciálne aplikácie alebo pracovné nástroje môžu byť potrebné doplnkové ochrany a kryty. V návode na obsluhu a údržbu stroja alebo pracovného nástroja sú uvedené špecifické požiadavky na ochrany a kryty. Ďalšie informácie vám poskytne váš zástupca Caterpillar.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Informácie o stroji

Všeobecné informácie

Zdvihové nosnosti

VÝSTRAHA

Nestabilita stroja môže spôsobiť úraz alebo usmrtenie osôb. Aby ste zaručili stabilitu stroja počas prevádzky, je nutné dodržať nasledovné podmienky:

Pneumatiky musia mať správny tlak a správnu záťaž (ak je vo výbave).

Stroj musí byť vo vodorovnej polohe.

Musíte použiť správne tabuľky nosnosti podľa nainštalovaného pracovného nástroja. Nikdy nesmiete prekročiť špecifikované hmotnosti a polohu ťažiska bremena.

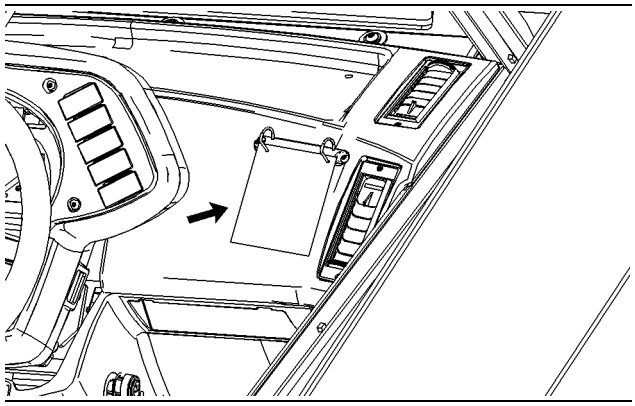
So strojom nesmiete nikdy pohybovať, ak je výložník zdvihnutý nad prepravnú úroveň.

Ukazovateľ sklonu a vysunutia výložníka sú v štandardnej výbave na strojoch 340B.

Na niektorých trhoch sa ukazovateľ sklonu a vysunutia výložníka dodáva ako voliteľná položka na strojoch 220B a 330B. Ukazovateľ sklonu a vysunutia výložníka vám môže dodatočne namontovať váš zástupca Caterpillar.

Na strojoch, ktoré nemajú inštalovaný ukazovateľ sklonu a vysunutia výložníka, bude pomerne ťažké umiestniť bremeno presne v oblasti vyznačenej v tabuľkách nosnosti.

Caterpillar dôrazne odporúča používať ukazovateľ sklonu a vysunutia výložníka súčasne s tabuľkami nosnosti. Používanie tabuliek nosnosti je jediný odporúčaný spôsob, ako znížiť riziko spojené s pozdĺžnou stabilitou stroja. Ani s nainštalovaným systémom LSI sa nedosiahne taká úroveň pozdĺžnej stability, akú môžete dosiahnuť presným používaním tabuliek nosnosti. Pozrite kapitolu “Indikátor pozdĺžnej stability” v Návode na obsluhu a údržbu, “Monitorovací systém”, kde sú uvedené ďalšie informácie o systéme LSI.

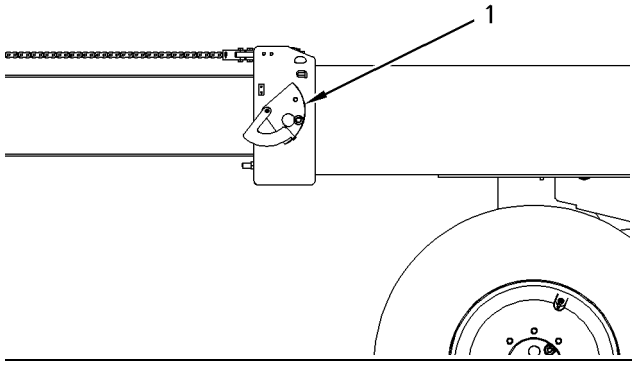


Obrázok 26 g00955167

Tabuľky nosnosti sú umiestnené na prístrojovom paneli na pravej strane. Presvedčte sa, či používate správnu tabuľku nosnosti. Tabuľka je určená pre typ pracovného nástroja, ktorý je symbolicky zobrazený na hornej strane tabuľky. Tabuľky nosnosti môžu byť v metrických mierach (metre a kilogramy) alebo tradičných (stopy a libry).

Ak stroj pracuje na pneumatikách, hmotnosť bremena určuje maximálnu výšku zdvihu nad zemou. Hmotnosť bremena tiež určuje maximálnu vzdialenosť, ktorá je medzi ťažiskom bremena a prednými kolesami.

Výložník má dve stupnice, ktoré treba použiť ako referenciu pre tabuľku nosnosti pri určení parametrov zdvíhania. Ukazovateľ vysunutia výložníka poskytuje informáciu o dĺžke výložníka. Pre stroje 220B a 330B písmená “B” a “C” zodpovedajú rovnakým písmenám v tabuľke nosnosti. Písmeno “A” v tabuľke zodpovedá polohe úplne zasunutého výložníka. Písmeno “D” v tabuľke zodpovedá polohe úplne vysunutého výložníka.



Obrázok 27 g00955168

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Stupnica sklonu výložníka (1) poskytuje informáciu o uhle sklonu výložníka.

Pri posudzovaní bremena, ktoré budete zdvíhať, postupujte podľa nasledovných inštrukcií:

1. Stroj opatrne umiestnite. Stroj by mal byť čo najbližšie k zdvíhanému bremenu. Pozrite príslušnú tému v Prevádzkovej časti v Návode na obsluhu a údržbu, kde sú uvedené ďalšie informácie o prevádzke stroja.
2. Aby ste pracovný nástroj dostali do vhodnej pracovnej polohy, podľa potreby zdvihnite a vysuňte výložník. **Bremeno zatiaľ nezdvíhajte.**
3. Pozrite na stupnice vysunutia a sklonu výložníka a poznamenajte si ich hodnoty. Pozrite do tabuľky nosnosti a použite zistené hodnoty na určenie ekvivalentnej zóny bremena.
4. Ak bremeno, ktoré máte zdvíhať sa rovná hodnote v ekvivalentnej zóne nosnosti, bremeno môžete začať opatrne zdvíhať. Podobne, ak je bremeno, ktoré máte zdvíhať menšie ako hodnota v ekvivalentnej zóne nosnosti, bremeno môžete začať opatrne zdvíhať.
5. Ak je bremeno, ktoré máte zdvíhať ťažšie ako hodnota v ekvivalentnej zóne nosnosti, bremeno nemôžete zdvíhať.

Príklady odhadu zdvihu bremena podľa tabuľky nosnosti

Poznámka: V nasledovných príkladoch sú použité čísla z tabuľky nosnosti, ktorá je uvedená na konci tejto kapitoly. Táto tabuľka nosnosti je len na ilustráciu. Táto tabuľka nosnosti sa nevzťahuje na žiadny konkrétny stroj. Uvedené čísla nemajú žiadne merné jednotky. Jednotky v tabuľke nosnosti, ktorá je dodaná so strojom, môžu byť v kilogramoch alebo librách.

Príklad 1

- Hmotnosť bremena je 45 jednotiek.
- Uhol sklonu výložníka je 56 stupňov,
- Ukazovateľ vysunutia výložníka je na písmene “D”.

S odvolaním na tabuľku nosnosti, “X” je priesečník referenčných hodnôt sklonu a vysunutia výložníka. Tento priesečník je v zóne nosnosti pre 80 jednotiek. Bremeno s hmotnosťou 45 jednotiek je menej, ako určuje hodnota v zóne nosnosti, to znamená, že podľa tabuľky nosnosti je bremeno v rámci nosnosti stroja.

Príklad 2

- Hmotnosť bremena je 125 jednotiek.
- Uhol sklonu výložníka je 40 stupňov,
- Ukazovateľ vysunutia výložníka je na písmene “B”.

S odvolaním na tabuľku nosnosti, “Y” je priesečník referenčných hodnôt sklonu a vysunutia výložníka. Tento priesečník je v zóne nosnosti pre 125 jednotiek. Bremeno s hmotnosťou 125 jednotiek sa rovná hodnote v zóne nosnosti, to znamená, že podľa tabuľky nosnosti je bremeno na hranici maximálnej nosnosti stroja.

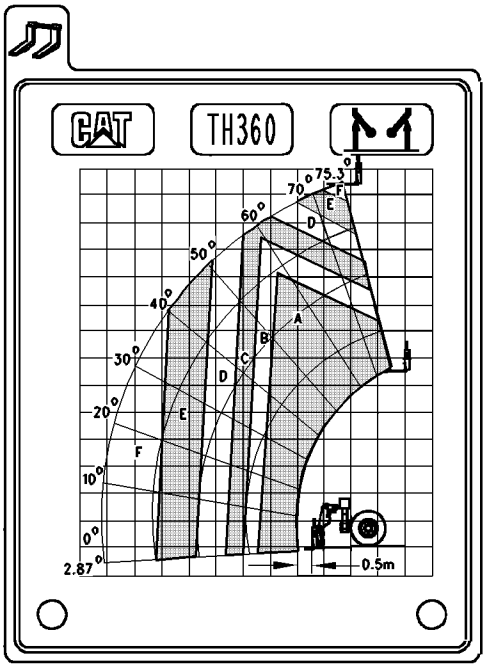
Príklad 3

- Hmotnosť bremena je 27 jednotiek.
- Uhol sklonu výložníka je 22 stupňov,
- Ukazovateľ vysunutia výložníka je približne 66 percent medzi značkou “D” a plným vysunutím. Úplné vysunutie je v tabuľke nosnosti označené písmenom “E”.

S odvolaním na tabuľku nosnosti, “Z” je priesečník referenčných hodnôt sklonu a vysunutia výložníka. Tento priesečník je v zóne nosnosti pre 20 jednotiek. Bremeno s hmotnosťou 27 jednotiek je viac, ako určuje hodnota v zóne nosnosti, to znamená, že podľa tabuľky nosnosti je bremeno nad rámec nosnosti stroja. **Bremeno nesmiete zdvíhať.**

Ak tabuľka nosnosti ukazuje, že operácia zdvíhania je v rámci nosnosti stroja, bremeno môžete začať zdvíhať, ale postupujte opatrne. Pamätajte, že bremeno môže byť v skutočnosti ťažšie, než je jeho odhad hmotnosti. Tabuľka nosnosti slúži len na odhad operácie zdvíhania.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

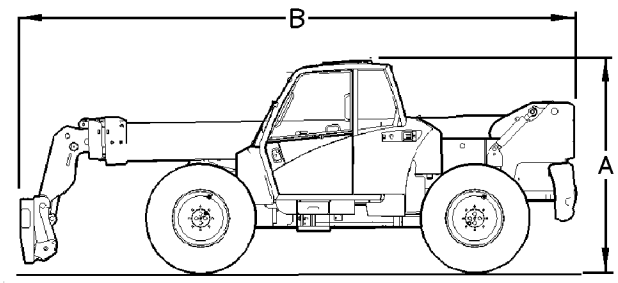


Obrázok 28 g00913591

Typická tabuľka nosnosti

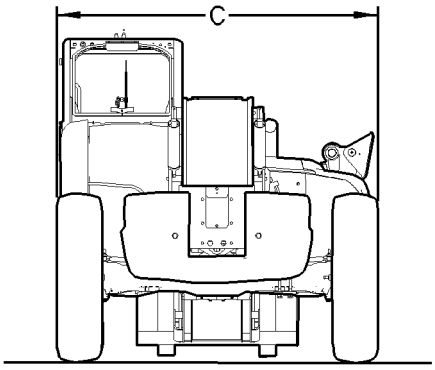
Špecifikácia

\



Obrázok 29 g00855391

Bočný pohľad



Obrázok 30 g00855455

Zadný pohľad

Špecifikácie platia pre základné vybavenie strojov, bez pracovného nástroja na rýchloupínacom mechanizme.

Tabuľka 1

TH220B	
Celková výška (A)	2250 mm (7 ft 4,6 in)
Celková dĺžka (B)	4740 mm (15 ft 6,6 in)
Celková šírka (C)	2350 mm (7 ft 8,5 in)
Rázvor kolies	2950 mm (9 ft 8,1 in)
Svetlá výška podvozku	425 mm (1 ft 4,7 in)
Približná hmotnosť(1)	6420 kg (14154 lb)

(1) Toto je hmotnosť bez zaťaženia a bez pracovných nástrojov. Uvedená hmotnosť platí pre stroje vybavené pneumatikami plnenými vzduchom.

Tabuľka 2

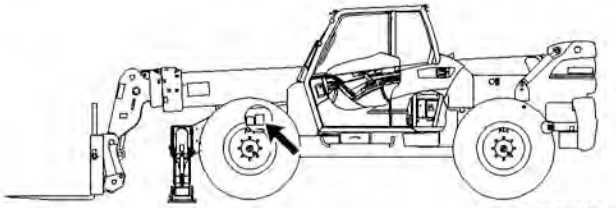
TH330B	
Celková výška (A)	2270 mm (7 ft 5,3 in)
Celková dĺžka (B)	4960 mm (16 ft 3,3 in)
Celková šírka (C)	2350 mm (7 ft 8,5 in)
Rázvor kolies	3050 mm (10 ft 0,1 in)
Svetlá výška podvozku	425 mm (1 ft 4,7 in)
Približná hmotnosť(1)	6910 kg (15234 lb)

(1) Toto je hmotnosť bez zaťaženia a bez pracovných nástrojov. Uvedená hmotnosť platí pre stroje vybavené pneumatikami plnenými vzduchom.

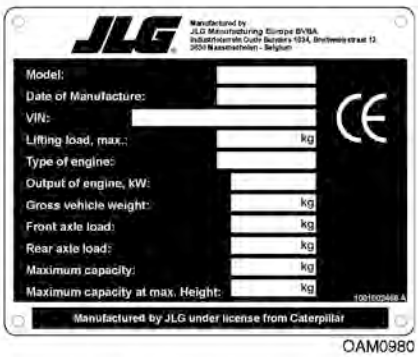
DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Informácie o označení stroja

Umiestnenie štítkov a nálepiek



Obrázok 31 g00937576



OAM0980

Na týchto strojoch je osadený informačný štítok. Na strojoch dodávaných do krajín Európskej únie je značka CE a číslo PIN vytlačené na tomto štítku. Na strojoch dodávaných do krajín mimo Európskej únie je číslo PIN vytlačené na štítku. Tento štítok je umiestnený na prednej strane hlavného rámu.

Číslo PIN sa používa na označenie stroja s pohonom, ktorý je konštruovaný ako stroj riadený strojníkom. Štítok s číslom PIN je umiestnený na ľavej strane rámu stroja.

Na štítku je číslo PIN a číslo označujúce konfiguráciu stroja.

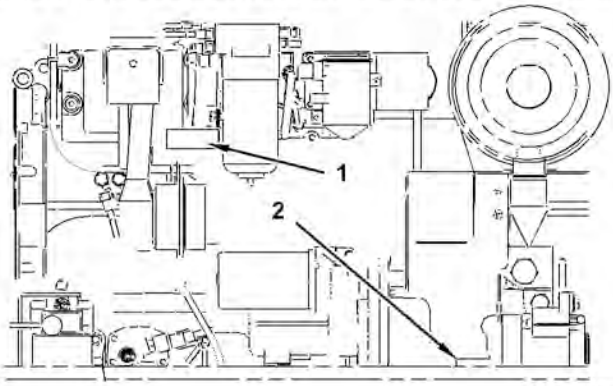
Na štítku PIN sú vytlačené aj ďalšie informácie. Pre rýchle vyhľadávanie si tieto údaje poznamenajte do voľných riadkov nižšie.

- Model_____
- PIN _____
- Výrobné číslo motora _____
- Výrobné číslo prevodovky _____

Výrobné číslo

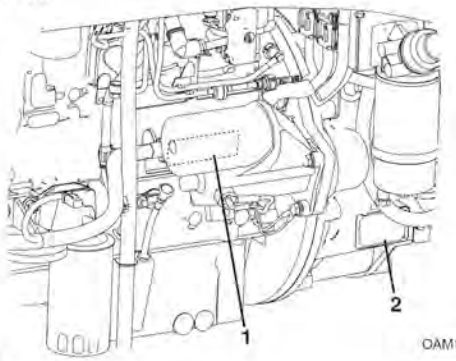
Výrobky Caterpillar, ako sú motory, prevodovky a hlavné komponenty, ktoré nie sú konštruované ako zariadenia riadené strojníkom, sú označované výrobným číslom.

Pre rýchlu orientáciu si poznamenajte identifikačné čísla svojho stroja do voľných riadkov pod obrázkami.



Obrázok 33 g01042684

Tier II



OAM1290

Tier III

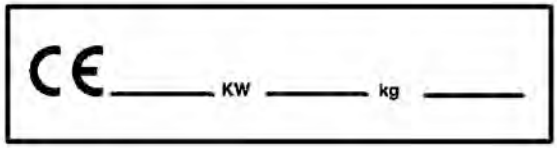
(1) Výrobné číslo motora _____

(2) Výrobné číslo prevodovky_____

(3) Výrobné číslo motora _____

Certifikát

Európska únia



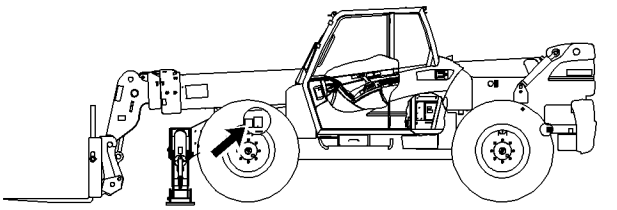
Obrázok 34 g00853367

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ak je stroj vybavený certifikačným štítkom pre Európsku úniu, tento štítok je pripevnený na štítku PIN. Na štítku CE sú vytlačené aj ďalšie informácie. Pre rýchle vyhľadávanie si tieto údaje poznamenajte do voľných riadkov nižšie.

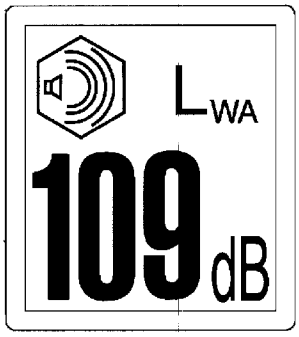
- Výkon motora (kW)_____
- Hmotnosť stroja (kg)_____
- Rok výroby_____

Hlučnosť



Obrázok 35 g00937584

Tento štítok je umiestnený na ľavej strane hlavného rámu stroja.



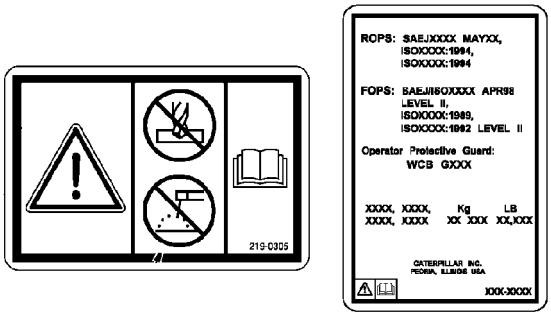
Obrázok 36 g00933634

Zobrazený je typický príklad. Váš stroj môže mať odlišnú hodnotu.

Ak je vo výbave, tento certifikačný štítok slúži ako potvrdenie certifikátu pre hlučnosť stroja. Hodnota uvedená na štítku uvádza garantovanú úroveň hluku. Hladina hluku bola meraná počas výroby. Hladina hluku sa meria podľa podmienok špecifikovaných v norme “2000/14/EC”.

Štítok ROPS/FOPS

Bezpečnostný štítok sa nachádza za sedadlom v blízkosti zadného okna.



Obrázok 37 g00932470

⚠ VÝSTRAHA

Poškodenie konštrukcie, prevrátenie stroja, úpravy, zmeny alebo nesprávne opravy môžu nepriaznivo ovplyvniť ochranné vlastnosti tejto konštrukcie a viesť k strate jej osvedčenia. Na konštrukcii nič nezvárajte a nevŕtajte do nej otvory. Tým by sa zrušila platnosť osvedčenia. So zástupcom Caterpillar sa poraďte o možnostiach úprav ochrannej konštrukcie bez narušenia platnosti osvedčenia.

Tento stroj bol certifikovaný v súlade s normami uvedenými na certifikačnom štítku. Maximálna hmotnosť stroja, ktorá zahrňuje hmotnosť strojníka a prídavných náradí bez nákladu, nesmie prekročiť hmotnosť uvedenú na certifikačnom štítku.

Pozrite Návod na obsluhu a údržbu, “Kryty a ochrany (Ochrana obsluhy)”, kde sú ďalšie informácie.

Zabezpečovací systém

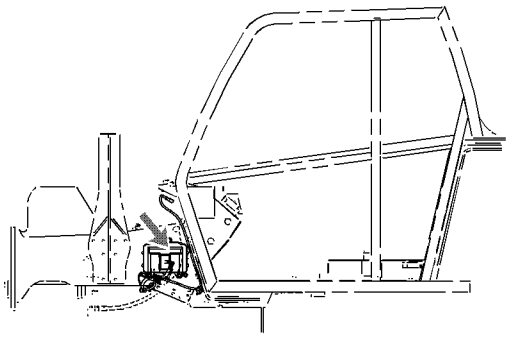
Ak je vo výbave, tento údaj slúži na potvrdenie certifikátu zabezpečovacieho systému ako vysielača RF. Nasledovná špecifikácia slúži na pomoc pri získaní potvrdenia o zhode podľa miestnych predpisov:

Tabuľka 5

Sila poľa(1)	16,12 dB mikro-amp/meter
Prevádzkový frekvenčný rozsah	134,2 kHz
Doba prevádzky(2)	0,055 sekundy (1/18 sekundy)

(1) Sila poľa pri 10 m
(2) Doba prevádzky sa meria od prvého zapnutia kľúča štartovania.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684



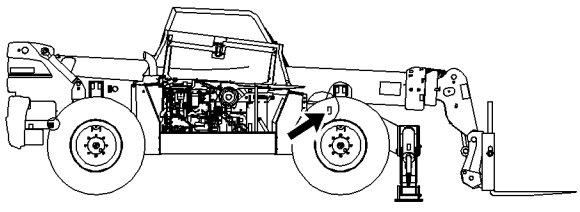
Obrázok 38 g01015547

Tento štítok je umiestnený na ovládacích prvkoch zabezpečovacieho systému stroja. Systém riadenia je umiestnený v motorovom priestore.

Obrázok 39 g00995393

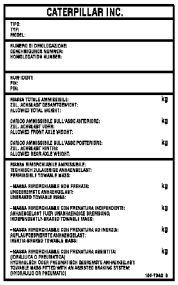
Obráťte sa na zástupcu Caterpillar ohľadne ďalších informácií o prevádzke systému MSS v danej krajine.

Homologačné osvedčenie pre jazdu na cestách v Taliansku



Obrázok 40 g00937590

Tento štítok je umiestnený na pravej strane stroja, za prednou pneumatikou.



Obrázok 41 g00937218

Na štítku sú vyrazené nasledovné informácie:

- “Model” _____
- “ Homologačné číslo” _____
- “IN” _____
- “Celková prípustná hmotnosť” _____
- “Prípustná hmotnosť prednej nápravy” _____
- “Prípustná hmotnosť zadnej nápravy” _____
- “Prípustná hmotnosť vlečenia” _____
- “Nebrzdená hmotnosť vlečenia” _____
- “Nezávisle brzdená hmotnosť vlečenia” _____
- “Zotrvačnosťou brzdená hmotnosť vlečenia” _____
- “Hmotnosť vlečenia s podporným systémom brzdenia (hydraulickým alebo pneumatickým)”_____

Nálepka s emisným osvedčením

Poznámka: Táto informácia sa vyžaduje v USA a v Kanade.

Ak je vo výbave, certifikačný štítok EPA/EU je na strane bloku motora.

Zobrazený je typický príklad.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Karta bezpečnostných údajov

podľa nariadenia (EÚ) č. 830/2015, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie (ES) č. 1907/2006

Kyselina sírová p.a.

Dátum vytvorenia: 10.10.2007
Číslo revízie: 4
Dátum poslednej revízie: 27.02.2018

ODDIEL 1: IDENTIFIKÁCIA LÁTKY/ZMESI A SPOLOČNOSTI/PODNIKU

1.1 Identifikátor produktu:

Chemický názov:	**Kyselina sírová p.a.**
Synonimá:	Sulphuric acid, acidum sulfuricum; vitriol; sulfur acid; hydrogen sulfate; acid mist; dipping acid; vitriol brown oil; oil of vitriol
CAS:	7664-93-9
EINECS:	231-639-5
Indexové číslo:	016-020-00-8
Registračné číslo REACH:	01-2119458838-20-xxxx
Vzorec:	H_2SO_4
Molekulová hmotnosť:	98 g/mol

1.2 Relevantné identifikované použitia látky alebo zmesi a použitia, ktoré sa neodporúčajú:

Použitie látky/zmesi:	Použitie ako medziprodukt. Použitie na extrakciu a spracovanie nerastných surovín, rúd. Použitie v elektrolytických procesoch. Použitie v procese povrchových úprav, čistenie a leptanie. Použitie v recyklácii batérií obsahujúcich kyselinu sírovú. Použitie pri servise / údržbe batérií obsahujúcich kyselinu sírovú.
Neodporúčané použitia:	Produkt nesmie byť používaný inými spôsobmi, než ktoré sú uvedené v oddiele 1.

1.3 Podrobnosti o dodávateľovi karty bezpečnostných údajov:

Identifikácia dodávateľa alebo podniku (distribútor v SR):	Mikrochem Trade, spol. s r.o., Za dráhou 33, 902 01 Pezinok, SR Tel. 00421/ 33/ 6905 611, Fax 00421/ 33/ 6905 600 mikrochemtrade@mikrochem.sk
1.4 Núdzové telefónne číslo:	**+ 421 2 5477 4166** (nepretržitá služba pri akútnych intoxikáciách) + 421 2 5465 2307 (tel. dostupný len v úradných hodinách) + 421 911 166 066 (mobil dostupný len v úradných hodinách)
Informácie v prípade núdze:	Národné toxikologické informačné centrum (NTIC), FNsP Bratislava Limbová 5, 833 05 Bratislava, SR Fax 00421/ 2/ 5477 4605 ntic@ntic.sk

ODDIEL 2: IDENTIFIKÁCIA NEBEZPEČENSTIEV

2.1 Klasifikácia látky alebo zmesi

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Klasifikácia (NARIADENIE (ES) č. 1272/2008):
Met. Corr. 1, H290
Skin Corr. 1A, H314

Plný text všetkých klasifikácií a H-viet je uvedený v oddieli 16.

Najzávažnejšie nepriaznivé fyzikálno-chemické účinky
Môže byť korozívna pre kovy.

Najvýznamnejšie nepriaznivé účinky na ľudské zdravie a na životné prostredie
Spôsobuje vážne poleptanie kože a poškodenie očí.

2.2 Prvky označovania

Označovanie NARIADENIE (ES) č.1272/2008:

Výstražné piktogramy:

Výstražné slovo:
Nebezpečenstvo

Výstražné upozornenia:
H290: Môže byť korozívna pre kovy.
H314: Spôsobuje vážne poleptanie kože a poškodenie očí.

Bezpečnostné upozornenia:
P223: Zabráňte kontaktu s vodou.
P234: Uchovávajte iba v pôvodnej nádobe.
P260: Nevdychujte výpary resp. aerosóly.
P264: Po manipulácii starostlivo umyte ruky a zasiahnuté časti.
P280: Používajte ochranné rukavice, ochranný odev, ochranné okuliare resp. ochranu tváre.
P301 + P330 + P331: PO POŽITÍ: vypláchnite ústa. Nevyvolávajte zvracanie.
P303 + P361 + P353: PRI KONTAKTE S POKOŽKOU (alebo vlasmi): Všetky kontaminované časti odevu okamžite vyzlečte. Pokožku opláchnite vodou.
P305 + P351 + P338: PO ZASIAHNUTÍ OČÍ: Niekoľko minút ich opatrne vyplachujte vodou. Ak používate kontaktné šošovky a ak je to možné, odstráňte ich. Pokračujte vo vyplachovaní.
P363: Kontaminovaný odev pred ďalším použitím vyperte.
P304 + P340: PO VDÝCHNUTÍ: Presuňte osobu na čerstvý vzduch a umožnite jej pohodlne dýchať.
P310: Okamžite volajte NÁRODNÉ TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÉ CENTRUM alebo lekára.
P390: Absorbujte uniknutý produkt, aby sa zabránilo materiálnym škodám.
P406: Uchovávajte v nádobe odolnej proti korózii.

2.3 Iná nebezpečnosť

Látka nespĺňa kritéria pre látky PBT alebo vPvB v súlade s prílohou XIII, nariadenia (ES) č. 1907/2006 v znení zmien a doplnení.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ďalšie informácie:
Kyselina sírová je bezfarebná a bez zápachu viskózna kvapalina kryštalizujúca pri teplote 3 až 10 ° C v závislosti od obsahu vody.
Výrobok je silne žieravý, spôsobuje ťažké poškodenie očí, dýchacích ciest a kože. Pri požití spôsobuje bolestivé poleptanie pažeráka a žalúdka.
Výpary (vznikajú pri teplotách vyšších ako 30°C) aj kvapalina majú silné poleptanie oka, kožu a dýchacie orgány. Pri vysokých koncentráciách alebo inhaláciou pár po dlhšiu dobu dochádza rýchlo k strate vedomia a poškodenie pľúc. Vysoké koncentrácie pár môžu viesť až k zástave dýchania a zástave srdca.
Pary kyseliny spôsobujú pálenie a bolesti v očiach, pálenie v nose a nosohltane, záchvaty kašľa a dýchavičnosť, na postriekaných miestach tela zle sa hojace rany a po prehltnutí veľmi silné bolesti v zažívacom trakte, vracanie a šok.
Rozkladá väčšinu organických látok. Neobmedzene sa rozpúšťa vo vode a aj zriedené roztoky sú silne žieravé.
Pri úniku prípravku do kanalizácie vznikajú žieravé zmesi, z ktorých sa môže následkom pôsobenia na kovy vyvíjať ľahko zápalný a výbušný vodík.

ODDIEL 3: ZLOŽENIE/INFORMÁCIE O ZLOŽKÁCH

3.1 Látky

1.) Niektoré látky (kyseliny, bázy apod.) sú zaradené na trhu vo vodných roztokoch v rôznych koncentráciách, preto tieto roztoky vyžadujú rôzne označovanie, keďže nebezpečenstvo je rôzne pri rôznych koncentráciách. V tomto prípade výrobca alebo ktorákoľvek iná osoba, ktorá predáva látku vo vodnom roztoku, musí uvádzať percentuálnu koncentráciu roztoku na nálepke.
2.) Látka, pre ktorú existujú expozičné limity Spoločenstva pre pracovné prostredie.

Názov látky	CAS	EC číslo	Klasifikácia 1272/2008 (CLP)				Obsah (% w/w)
			Kat. nebezp.	Výstr. Upoz.	Pikt.+ výstr. slovo	Ďalšie výstr. upoz.	
Kyselina sírová	7664-93-9	231-639-5	Skin Corr. 1A	H314	GHS05 Dgr	-	Min. 94

Špecifické koncentračné limity:
Skin Corr. 1A;H314; C ≥ 15 %
Skin Irrit. 2; H315; 5 % ≤ C < 15 %
Eye Irrit. 2; H319; 5 % ≤ C < 15 %

Úplné znenie H- a EUH viet je uvedené v oddieloch 2 a 16.

3.2 Zmesi

-

ODDIEL 4: OPATRENIA PRVEJ POMOCI

4.1 Opis opatrení prvej pomoci
Dbajte na vlastnú bezpečnosť. Ak sa prejavia zdravotné ťažkosti alebo v prípade pochybností, upovedomte lekára a poskytnite mu informácie z tejto karty bezpečnostných údajov. Pri bezvedomí umiestnite postihnutú osobu do stabilizovanej polohy naboku s mierne zaklonenou hlavou a dbajte o priechodnosť dýchacích ciest, nikdy nevyvolávajte vracanie. Ak vracia postihnutý sám, dbajte na to, aby nedošlo k vdýchnutiu zvratkov. Pri stavoch ohrozujúcich život najprv vykonávajte resuscitáciu postihnutej osoby a zaistite lekársku pomoc. Zástava dychu - okamžite vykonávajte umelé dýchanie. Zástava srdca - okamžite vykonávajte nepriamu masáž srdca.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

4.1.1 Pri nadýchnutí:

Dbajte na vlastnú bezpečnosť, nenechajte postihnutého chodiť! Ihneď prerušte expozíciu, dopravte postihnutú osobu na čerstvý vzduch. Pozor na kontaminovaný odev. Podľa situácie volajte záchrannú službu a zaistite lekárske ošetrenie vzhľadom k častej nutnosti ďalšieho sledovania po dobu najmenej 24 hodín.

4.1.2 Pri zasiahnutí očí:

Ihneď vyplachujte oči prúdom tečúcej vody, roztvorte viečka (aj násilím); ak má postihnutá osoba kontaktné šošovky, ihneď ich vyberte. V žiadnom prípade nevykonávajte neutralizáciu! Vyplachujte 10-30 minút od vnútorného kútika k vonkajšiemu, aby nebolo zasiahnuté druhé oko. Podľa situácie volajte záchrannú službu alebo zaistite čo najrýchlejšie lekárske ošetrenie. Na vyšetrenie musí byť odoslaný každý aj v prípade malého zasiahnutia.

4.1.3 Pri kontakte s kožou:

Zoblečte postriekaný odev. Pred umytím alebo v jeho priebehu odložte prstene, hodinky, náramky, ak sú v miestach zasiahnutej pokožky. Podľa situácie volajte záchrannú službu a zaistite vždy lekárske ošetrenie. Zasiahnuté miesta oplachujte prúdom pokiaľ možno vlažnej vody po dobu 10-30 minút; nepoužívajte kefu, mydlo ani neutralizáciu. Pokožku opláchnite vodou/sprchou. Opatrne niekoľko minút oplachujte vodou.

4.1.4 Pri požití:

NEVYVOLÁVAJTE VRACANIE - hrozí nebezpečenstvo ďalšieho poškodenia tráviaceho traktu!!! Hrozí perforácia pažeráka aj žalúdka! OKAMŽITE VYPLÁCHNITE ÚSTNU DUTINU VODOU A DAJTE VYPIŤ 2-5 dl chladnej vody na zmiernenie tepelného účinku žieraviny. Väčšie množstvo požitej tekutiny nie je vhodné, mohlo by vyvolať zvracanie a prípadné vdýchnutie žieravín do pľúc. Postihnutý osobu nenúťte piť, najmä ak už má bolesti v ústach alebo v krku. V tom prípade nechajte postihnutého iba vypláchnuť ústnu dutinu vodou. NEPODÁVAJTE AKTÍVNE UHLIE! Podľa situácie volajte záchrannú službu alebo zaistite čo najrýchlejšie lekárske ošetrenie.

4.2 Najdôležitejšie príznaky a účinky, akútne aj oneskorené

Pozri odd. 11.

4.3 Údaj o akejkoľvek potrebe okamžitej lekárskej starostlivosti a osobitného ošetrenia

Postupujte symptomaticky.

ODDIEL 5: PROTIPOŽIARNE OPATRENIA

5.1 Hasiace prostriedky

5.1.1 Vhodné hasiace prostriedky:

Použite spôsob hasenia požiaru odpovedajúci miestnej situácii a okoliu. Produkt sám nehorí.

5.1.2 Nevhodné hasiace prostriedky:

Voda - plný prúd. Nehasiť vodou!
Voda môže byť použitá len na ochladzovanie kontajnerov.

5.2 Osobitné ohrozenia vyplývajúce z látky alebo zo zmesi

Nehorľavá látka. Pri požiari môže dochádzať k vzniku oxidu uhoľnatého a uhličitého a ďalších toxických plynov ako napr. oxidy síry. Vdychovanie nebezpečných rozkladných (pyrolýznych) produktov môže spôsobiť vážne poškodenie zdravia.
Reaguje exotermicky s vodou.

5.3 Rady pre požiarnikov

Samostatný dýchací prístroj (SDP) s chemickým ochranným oblekom len v prípade možného osobného (tesného) kontaktu. Použite izolačný dýchací prístroj a celotelový ochranný oblek.

5. 4 Ďalšie údaje

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Zberajte kontaminovanú vodu použitú na hasenie oddelene. Táto sa nesmie vypúšťať do kanalizácie. Ochladzujte uzatvorené nádoby vystavené požiaru striekaním vody.

ODDIEL 6: OPATRENIA PRI NÁHODNOM UVOĽNENÍ

6.1. Osobné bezpečnostné opatrenia, ochranné prostriedky a núdzové postupy

6.1.1 Pre iný ako pohotovostný personál

Môže byť korozívna pre kovy. Postupujte podľa pokynov, obsiahnutých v oddieloch 7 a 8. Zabráňte kontaktu s pokožkou a očami. Nevdychujte výpary, aerosól. Zabezpečte primerané vetranie. Zabráňte kontaktu s vodou (prudká reakcia). Evakuujte miesto ohrozenia, dodržujte havarijné postupy, obráťte sa na odborníka.

6.1.2 Pre pohotovostný personál

Používajte osobné ochranné pomôcky.
Vhodný materiál rukavíc: fluórovaný kaučuk (< 60 min.).

6.2. Bezpečnostné opatrenia pre životné prostredie

Nesplachujte do povrchových vôd ani do systému sanitárnej kanalizácie. Zabráňte vniknutiu do pôdneho podložia. Ak materiál znečistí rieky a jazerá alebo kanalizácie, informujte príslušné úrady. Ak nie je možné zastaviť značný únik materiálu, mali by byť informované miestne úrady.

6.3 Metódy a materiál na zabránenie šíreniu a čistenie

Zastavte únik, ak je to bez rizika. Presuňte kontajnery z miesta úniku. Zabráňte vniknutiu do kanalizácie, vodných tokov, pivníc alebo uzavretých priestorov.
Zneutralizujte: uhličitanom sodným, hydrogén uhličitanom sodným alebo hydroxidom sodným.
Rozliaty produkt pokryte vhodným (nehorľavým) absorbujúcim materiálom (piesok, kremelina, zemina a iné vhodné absorpčné materiály), zhromaždite v dobre uzavretých nádobách a odstráňte podľa oddielu 13. Pri úniku veľkého množstva produktu informujte hasičov a iné kompetentné orgány. Po odstránení produktu umyte kontaminované miesto veľkým množstvom vody. Nepoužívajte rozpúšťadlá. Absorbujte uniknutý produkt, aby sa zabránilo materiálnym škodám.

6.4 Odkaz na iné oddiely

Informácie o bezpečnej manipulácii viď. *oddiel 7.*
Informácie o osobnej ochrane viď. *oddiel 8.*
Informácie o zneškodnení viď. *oddiel 13.*

ODDIEL 7: ZAOBCHÁDZANIE A SKLADOVANIE

7.1 Bezpečnostné opatrenia na bezpečné zaobchádzanie

7.1.1 Pokyny pre bezpečnú manipuláciu

Uchovávajte nádobu tesne uzavretú. Použite prostriedky osobnej ochrany. Vyvarujte sa kontaktu s pokožkou a očami. Nedýchajte pary alebo hmlu zo spreja. V blízkosti má byť núdzové zariadenie na výplach očí a bezpečnostná sprcha. Pri riedení pridávajte vždy produkt do vody. Nikdy nepridávajte vodu do produktu.

7.1.2 Hygienické opatrenia

Uchovávajte mimo dosahu potravín, nápojov a krmív pre zvieratá. V priestore aplikácie by malo byť zakázané fajčiť, jesť a piť. Pred pracovnými prestávkami a po skončení zmeny si umyte ruky. Okamžite si vyzlečte kontaminovaný odev. Zabráňte kontaktu s pokožkou, očami a odevom. Nedýchajte pary alebo hmlu zo spreja.

7.2 Podmienky na bezpečné skladovanie vrátane akejkoľvek nekompatibility

Skladovacie plochy a zásobníky: Uchovávajte v priestoroch s podlahou odolávajúcou kyselinám. Skladujte v pôvodnej nádobe. Kontajnery, ktoré boli otvorené, musia byť starostlivo uzavreté a udržiavané vo vzpriamenej polohe, aby nedošlo k úniku. Neskladujte v neoznačených kontajneroch.
Návod na ochranu pred požiarom a výbuchom: Produkt nie je horľavý. Bežné protipožiarne opatrenia. Pri reakcii s kovmi uvoľňuje vodík. Nebezpečenstvo výbuchu.
Iné informácie o skladovacích podmienkach: Skladujte v tesne uzatvorených, označených pôvodných obaloch

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

na chladnom, suchom, čistom a dobre vetranom mieste. Chráňte pred vlhkosťou. Výrobok je hygroskopický.
Návod na obyčajné skladovanie: Uchovávajte mimo dosahu potravín, nápojov a krmív pre zvieratá.
Uchovávajte mimo dosahu horľavých látok. Uchovávajte mimo dosahu nepovolaných osôb.
Nevhodný materiál: žiadne kovové nádoby.
Skladovacia teplota: bez obmedzení.
Skladovacia trieda: 8B - Nehorľavé žieraviny

7.3 Špecifické konečné použitie(-ia)
Pre identifikované použitia viď expozičný scenár.

ODDIEL 8: KONTROLY EXPOZÍCIE/OSOBNÁ OCHRANA

8.1 Kontrolné parametre
Expozičné limity:
Najvyšší prípustný expozičný limit (**NPEL**) chemických faktorov v pracovnom ovzduší podľa Nariadenia vlády SR č. 471/2011, ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 a 300/2007 Z.z. (Príloha č. 1):
NPEL krátkodobý: neuvedený.
NPEL priemerný : 0,05 mg/m^3.
Biologické medzné hodnoty (**BMH**) podľa Nariadenia vlády SR č.355/2006 (Príloha č.2) :
Prípustná hodnota **BMH** : neuvedená

Odvodená úroveň bez účinku (**DNEL**):
Pracovníci
Akútne - lokálne účinky (inhalačne): 0,1 mg/m3
Dlhodobé - lokálne účinky (inhalačne): 0,05 mg/m3

Predpokladaná koncentrácia, pri ktorej nedochádza k žiadnemu účinku (**PNEC**):
Sladká voda: 0,0025 mg/l
Morská voda: 0,00025 mg/l
Sladkovodný sediment: 0,002 mg/kg
Morský sediment: 0,002 mg/kg
Čistiareň odpadových vôd (ČOV): 8,8 mg/l

8.2 Kontroly expozície
8.2.1 Primerané technické zabezpečenie
Technickými opatreniami minimalizovať možnosti expozície.
Zaistiť dostatočné vetranie/odsávanie pracoviska.
Antikorozívna ventilácia musí byť oddelená od iných ventilačných systémov. Používať antikorozívne materiály.
Pokiaľ nie je možné zabrániť expozícii inými prostriedkami, je nutné použiť individuálne ochranné opatrenia vrátane osobných ochranných prostriedkov.
Nevdychovať výpary. Zabrániť kontaktu s očami a kožou. Na pracovisku zabezpečiť zdroj vody na vyplachovanie očí a splachovanie prúdom vody.

8.2.2 Individuálne ochranné opatrenia, osobné ochranné prostriedky
Pre dané pracovisko je potrebné zvoliť konkrétne pracovné oblečenie, v závislosti na koncentrácii a množstve nebezpečných látok, s ktorými sa zaobchádza. Odolnosť ochranného odevu je potrebné zabezpečiť u príslušného dodávateľa.

Osobné ochranné pomôcky:
Ochrana dýchacích ciest:

Pri tvorbe výparov resp. aerosólov je potrebné používať ochrannú masku s filtrom typu **E-P2** podľa normy **STN EN 14387:2004+A1:2008**. Pri intenzívnom alebo dlhšom zaťažení použiť dýchací prístroj nezávislý na okolitom vzduchu.
Odporúčaná polomaska: norma **STN EN 140: 1998.**
Odporúčaná celotvárová maska: norma **STN EN 136:1998 CL1**

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Ak je dýchací prístroj jediným zdrojom ochrany, použite dýchací prístroj, ktorý ako zdroj využíva vzduch a chráni celú tvár. Použite dýchacie prístroje a pomôcky, ktoré testovali a schválili ako vhodný štandard štátne organizácie ako napr. CEN (EU).

Ochrana rúk/kože:

Na ochranu pokožky rúk treba použiť ochranné rukavice v závislosti od expozície.
- Na ochranu pokožky rúk sa odporúča používať ochranné rukavice:
-*úplný kontakt*: Materiál rukavíc: *Viton*
Hrúbka rukavíc: 0,7 mm
Doba prieniku: > 480 min.

-*postriekanie*: Materiál rukavíc: *butylkaučuk*
Hrúbka rukavíc: 0,5 mm
Doba prieniku: > 120 min.
Rukavice musia byť kontrolované pred použitím. Pri odkladaní rukavíc sa nedotýkajte povrchu rukavíc, aby sa vaša pokožka nedostala do kontaktu s produktom. Kontaminované rukavice zneškodnite v súlade s miestnymi predpismi. Umývajte si ruky. Zvolené ochranné rukavice majú vyhovovať špecifikáciám smernice EU 89/686/EEC a štandardu **STN EN 374**.
Rešpektujte pokyny výrobcu rukavíc ohľadne časov odolnosti voči presakovaniu a voči mechanickému poškodeniu rukavíc, ako aj špecifické okolnosti na pracovisku.

Ochrana očí / tváre:

Na ochranu očí používať ochranné okuliare s bočnou ochranou.
Celotvárový ochranný štít s prilbou, kde je pravdepodobné nebezpečenstvo rozstreknutia látky.
Okuliare musia vyhovovať štandardu **STN EN 166**.

Iné ochranné pomôcky:
Kyselinovzdorný odev a obuv – prípadne gumovú zásteru.

8.2.3 Kontroly environmentálnej expozície
Nesplachujte do povrchových vôd ani do systému sanitárnej kanalizácie. Zabráňte vniknutiu do pôdneho podložia. Ak materiál znečistí rieky a jazerá alebo kanalizácie, informujte príslušné úrady. Ak nie je možné zastaviť značný únik materiálu, mali by byť informované miestne úrady.

ODDIEL 9: FYZIKÁLNE A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

9.1 Informácie o základných fyzikálnych a chemických vlastnostiach

Vzhľad:	bezfarebná až hnedá viskózna kvapalina
Zápach:	kyslý
Prahová hodnota zápachu:	Ako SO_2 už od 0,1 ppm
pH:	1-3
Teplota topenia/tuhnutia:	100%: 10,94 °C 99%: 5°C 98% : -1,11°C 97%: -6,94°C 96%: -13,89°C 95%: -22,2°C 94%: -33,3°C 77%: -15°C 70%: -42°C
Počiatočná teplota varu a destilačný rozsah:	100% konc.: 290°C 98% konc.: 310-335°C 96% konc.: 330°C 77% konc.: 360°C
Teplota vzplanutia:	Nepoužiteľné.
Rýchlosť odparovania:	Tieto informácie nie sú k dispozícii.
Horľavosť (tuhá látka, plyny):	Nehorľavá.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Horné/dolné limity horľavosti alebo výbušnosti:	Nepoužiteľné.
Tlak pár:	cca.0,0001 hPa pri 20 °C
Relatívna hustota pár:	cca.3,4
Relatívna hustota:	Tieto informácie nie sú k dispozícii.
Hustota:	90-100% konc.: 1,8144 - 1,8305 kg/l
Rozpustnosť vo vode:	miešateľná pri 20°C (exotermická reakcia)
Rozpustnosť v iných rozpúšťadlách:	Tieto informácie nie sú k dispozícii.
Rozdeľovací koeficient: n-oktanol/voda:	nie je podstatné
Teplota samovznietenia:	Nepoužiteľné.
Teplota rozkladu:	151°C
Viskozita, dynamická:	je závislá od koncentrácie kyseliny a teploty: 95%: 22,5 mPa.s (20°C) 90%: 25 mPa.s (20°C) 75%: 15 mPa.s (20°C)
Výbušné vlastnosti:	Látka nie je výbušná.
Oxidačné vlastnosti:	Žiadne.

9.2 Ďalšie údaje

Disociačná konštanta:	pKa = 1,92
Korozívnosť:	Môže byť korozívna pre kovy.

ODDIEL 10: STABILITA A REAKTIVITA

10.1 Reaktivita
Pôsobí korozívne pre kovy. Leptavé/korozívne účinky.

10.2 Chemická stabilita
Stabilná za normálnych podmienok (teplota, tlak).

10.3 Možnosť nebezpečných reakcií
Možné búrlivé reakcie s: Alkalické kovy, alkalické zlúčeniny, Amoniak, Aldehydy, acetonitril, Kovy alkalických zemín, zásady, Kyseliny, zlúčeniny kovov alkalických zemín, Kovy, zliatiny kovov, Kysličníky fosforu, fosfor, hydridy, halogén-halogénové zlúčeniny, oxyhalogénové zlúčeniny, manganistany, dusičnany, karbidy, horľavé látky, organické rozpúšťadlo, acetylidén, Nitrily, organické nitrozlúčeniny, aníliny, Peroxidy, pikrany, nitridy, kremičitan lítny, zlúčeniny železa (III), bromičnany, chlorečnany, Amíny, chloristany, peroxid vodíka.

10.4 Podmienky, ktorým sa treba vyhnúť
Teplo (nastáva rozklad).

10.5 Nekompatibilné materiály
Organické materiály, Zásady, Redukčné činidlá, Kovy.

10.6 Nebezpečné produkty rozkladu
Pozri odd.5.

10.7 Ďalšie informácie:
Nie sú dostupné žiadne údaje.

ODDIEL 11: TOXIKOLOGICKÉ INFORMÁCIE

11.1 Informácie o toxikologických účinkoch

Akútna orálna toxicita:	LD_{50}: 2140 mg/kg hm. Druh: potkan
Akútna dermálna toxicita:	Tieto informácie nie sú k dispozícii.
Akútna inhalačná toxicita:	LC_{50}: 375 mg/m^3 Druh: potkan

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

	Metóda: OECD č. 403
	Metóda: ekvivalent k OECD č 403 Druh: myš LC_{50} (4h) = 0,85 mg /l LC_{50} (8h) = 0,6 mg / l
	Metóda: neštandardné akútnej inhalačnej štúdie toxicity, ktoré sú k dispozícii v literatúre. Druh: štúdie boli vykonané u rôznych druhov LC_{50} (1 h): 347 ppm LC_{50} (1 h): 420 ppm LC_{50} (8 h): 18 mg / m³ (samec / samica, morča, vek: 1-2 mesiacov) LC_{50} (8 h): 50 mg / m³ (samec / samica, morča, vek: 1,5 roka) LC_{50} (8 h): 30,3 mg / m³ (samec / samica, morča; veľkosť častice: 0.8 mikrometrov) LC_{50} (8 h): 109 mg / m³ (samec / samica, morča; veľkosť častice: 0.4µm) LC_{50} (3.5 h): 1470 mg / m³ (samec / samica, králik) LC_{50} (7 h): 1610 mg / m³ (samec / samica, králik)
Poleptanie/podráždenie kože:	Spôsobuje silné popáleniny/poleptanie.
Vážne poškodenie/podráždenie očí:	Spôsobuje vážne poškodenie očí. Riziko oslepnutia!
Respiračná a kožná senzibilizácia:	Látka nevyvoláva senzibilizáciu pri kontakte s pokožkou, pôsobí však ako silná žieravina.
Mutagenita zárodočných buniek:	*test reverznej mutácie na baktériách* Druh: S.typhimurium Metóda: OECD č. 471 Výsledok: negatívny s/bez metabolickej aktivácie
Karcinogenita:	Látka nie je klasifikovaná ako karcinogénna. Môže byť promótorom gastrickej karcinogenézy, hrtana a pľúc. Druh: myš Cesta expozície: orálne - sonda Expozícia: celý život (týždenne) Výsledky: NOAEL nebol identifikovaný; 0,2 ml 0,2% -ného vodného roztoku - benígne nádory žalúdka
Reprodukčná toxicita:	Negatívna. Metóda: Ekvivalent k OECD 414 Druh: králik, myš Cesta expozície: inhalačne - celé telo LOAEC (materská toxicita, myš) = 19,3 mg/m³ NOAEC (materská toxicita, myš) = 5,7 mg /m³ NOAEC (teratogenita, myš) = 19,3 mg /m³ NOAEC (vývojová toxicita, myš) = 19,3 mg/m³ LOAEC (materská toxicita, králik)= 19,3 mg/m³ NOAEC (teratogenita, králik) = 19,3 mg / m³ NOAEC (vývojová toxicita králik)= 19,3 mg/m³
Toxicita pre špecifický cieľový orgán - jednorazová expozícia:	Na základe dostupných údajov nie sú splnené kritéria pre klasifikáciu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Toxicita pre špecifický cieľový orgán - opakovaná expozícia:	Na základe dostupných údajov nie sú splnené kritéria pre klasifikáciu.
Aspiračná nebezpečnosť:	Poleptanie dýchacích ciest, nosné a ústnej sliznice, krvácanie z nosa, kašeľ, kŕč hlasiviek. Pri veľkej expozícii môže dôjsť k strate vedomia vplyvom edému pľúc.

11.2 Potenciálne akútne účinky na zdravie:
Pri nadýchnutí: výpary kyseliny sírovej silne dráždia sliznicu a dýchacie cesty. Možnosť poleptania.
Po požití: Poleptanie v ústach a hrdle. Môže sa objaviť bolesť, zvracanie, mdloby.
Pri kontakte s pokožkou: podráždenie, poleptanie, poranenie v dôsledku spálenia.
Pri zasiahnutí očí: výpary silne dráždia oči. Ak sa tekutina dostane do očí, vyskytuje sa silné poleptanie, vo vážnejších prípadoch spôsobuje slepotu. Môže sa objaviť pocit pálenia, slzenia.
V chronických prípadoch sa môže objaviť pľúcny edém, zápal spojiviek.
Počas chemických procesov môže byť vytváraná vyššia toxicita plynov, výparov, tekutín.

11.3 Ďalšie údaje:
Vdýchnutie: dlhodobé: krysa: > 1 mg/m^3

ODDIEL 12: EKOLOGICKÉ INFORMÁCIE

12.1 Toxicita
12.1.1 Akútna toxicita pre ryby:
Toxicita pre ryby:
LC_{50}: 16-28 mg/l/ 96 h
Druh: Lepomis macrochinus

Toxicita pre vodné bezstavovce:
EC_{50}: >100 mg/l
Druh: Daphnia magna
Metóda: OECD č. 202

Toxicita pre riasy:
EC_{50}: >100 mg/l/ 72 h
Druh: Desmodesmus subspicatus
Metóda: OECD č. 201

12.1.2 Chronická toxicita pre vodné organizmy
NOEC: 0,31 mg / L ((sub) smrteľné účinky)
Druh: Salvelinus fontinalis

NOEC: 0,025 mg / l/ 65 d (reprodukcia, rast a prežitie)
Druh: Jordanella floridae

12.2 Perzistencia a degradovateľnosť
Jednoduchá anorganická látka, ktorá nepodlieha biodegradácii.

12.3 Bioakumulačný potenciál
Neočakáva sa. Celkový rozklad kyseliny sírovej pri pH životného prostredia znamená, že sa nebude absorbovať do častíc alebo akumulovať v živých tkanivách.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

12.4 Mobilita v pôde

Kyselina sírová je silná minerálna kyselina, ktorá sa vo vode ľahko rozkladá na ióny vodíka a ióny síranu a je úplne miešateľná s vodou. Aj keď sa ióny vodíka nerozkladali ako také, následkom ich podstaty prispievajú k pH miestneho životného prostredia. Ióny síranu sú začlenené do rôznych minerálnych druhov prítomných v životnom prostredí.

12.5 Výsledky posúdenia PBT a vPvB

Produkt neobsahuje látky, ktoré spĺňajú kritériá pre látky PBT alebo vPvB v súlade s prílohou XIII, nariadenie (ES) č. 1907/2006 (REACH) v platnom znení.

12.6 Iné nepriaznivé účinky

Škodlivý účinok na vodné prostredie (vrátane pôdy) vzhľadom na zníženie pH.
Trieda ohrozenia vody 1: mierne ohrozuje vody.
Nesmie sa dostať nezriedená alebo vo väčšom množstve do spodnej vody alebo kanalizácie.
Nesmie nezriedený alebo nezneutralizovaný preniknúť do odpadových vôd resp. jímok: EC_{10} / LC_{10} (NOEC) pre mikroorganizmy v aktivovanom kale = 26000 mg / l.
Splachovanie väčších množstiev do kanalizácie alebo odpadových vôd môže viesť k zníženiu hodnoty pH.
Pri zriedení na aplikačnú koncentráciu sa hodnota pH výrazne zvyšuje, takže vypustené odpadové vody do kanalizácie po použití výrobku len mierne ohrozuje vôd.

ODDIEL 13: OPATRENIA PRI ZNEŠKODŇOVANÍ

13.1 Metódy spracovania odpadu

Nebezpečenstvo kontaminácie životného prostredia, postupujte podľa Zákona NR SR č. 79/2015 Z.z. o odpadoch, v znení neskorších predpisov a podľa vykonávacích predpisov o zneškodňovaní odpadov. Postupujte podľa platných predpisov o zneškodňovaní odpadov. Nepoužitý výrobok a znečistený obal uložte do označených nádob na zber odpadu a predajte na odstránenie oprávnenej osobe na odstránenie odpadu (špecializovanej firme), ktorá má oprávnenie na túto činnosť. Nepoužitý výrobok nevylievajte do kanalizácie. Nesmie sa odstraňovať spoločne s komunálnymi odpadmi. Prázdne obaly je možné energeticky využiť v spaľovni odpadov alebo ukladať na skládke príslušného zariadenia. Dokonale vyčistené obaly je možné odovzdať na recykláciu.

Právne predpisy o odpadoch

Zákon NR SR č. 79/2015 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení neskorších predpisov. Vyhláška MŽP SR č. 371/2015 Z. z., ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch. Vyhláška MŽP SR č.365/2015 Z.z. ktorou sa ustanovuje Katalóg odpadov. Vyhláška 310/2013 Z.z ktorou sa vykonávajú niektoré ustanovenia zákona o odpadoch.

Kód druhu odpadu

06 01 01: kyselina sírová a kyselina siričitá *

Kód druhu odpadu pre obal

15 01 10: obaly obsahujúce zvyšky nebezpečných látok alebo kontaminované nebezpečnými látkami *

(*) - nebezpečný odpad podľa smernice 91/689/EHS o nebezpečných odpadoch

ODDIEL 14: INFORMÁCIE O DOPRAVE

Pozemná preprava: ADR/RID:

14.1 UN číslo:	UN1830
14.2 Správne expedičné označenie OSN	Kyselina sírová
14.3 Triedy nebezpečnosti pre dopravu	8 – Žieravé látky
Klasifikačný kód:	C1
Identifikačné číslo nebezpečnosti:	80 (kemlerov kód)
Bezpečnostná značka:	8

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

14.4 Obalová skupina II - látky stredne nebezpečné
14.5 Nebezpečnosť pre životné prostredie: neuvedené.
14.6 Osobitné bezpečnostné opatrenia pre užívateľa : neuvedené.
14.7 Doprava hromadného nákladu podľa prílohy II k dohovoru MARPOL 73/78 a Kódexu IBC
neuvedené.

Letecká preprava - ICAO/IATA
Baliace inštrukcie pasažier: 851
Baliace inštrukcie kargo: 855
Námorná preprava - IMDG
EmS (pohotovostný plán): F-A, S-B

ODDIEL 15: REGULAČNÉ INFORMÁCIE

15.1 Nariadenia/právne predpisy špecifické pre látku alebo zmes v oblasti bezpečnosti, zdravia a životného prostredia
-Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registrácii, hodnotení, autorizácii a obmedzovaní chemikálií (REACH) a o zriadení Európskej chemickej agentúry, o zmene a doplnení smernice 1999/45/ES a o zrušení nariadenia Rady (EHS) č. 793/93 a nariadenia Komisie (ES) č. 1488/94, smernice Rady 76/769/EHS a smerníc Komisie 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/ES a 2000/21/ES v platnom znení.
-Nariadenie Európskeho parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí, o zmene, doplnení a zrušení smerníc 67/548/EHS a 1999/45/ES a o zmene a doplnení nariadenia (ES) č. 1907/2006 v platnom znení.
-Zákon NR SR č. 67/2010 Z.z. o podmienkach uvedenia chemických látok a chemických zmesí na trh a o zmene a doplnení niektorých zákonov (chemický zákon).
-Zákon NR SR č. 79/2015 Z.z. o odpadoch a o zmene a doplnení niektorých zákonov.
-Vyhláška MŽP SR 127/2011 Z.z., ktorou sa ustanovuje zoznam regulovaných výrobkov, označovanie ich obalov a požiadavky na obmedzenie emisií prchavých organických zlúčenín pri používaní organických rozpúšťadiel v regulovaných výrobkoch.
-Nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 471/2011 Z.z., ktorým sa mení a dopĺňa nariadenie vlády Slovenskej republiky č. 355/2006 Z.z. o ochrane zamestnancov pred rizikami súvisiacimi s expozíciou chemickým faktorom pri práci v znení nariadenia vlády Slovenskej republiky č. 300/2007 Z.z.

Látky vzbudzujúce veľmi veľké obavy (SVHC)
Tento produkt neobsahuje látky, ohľadom ktorých sú veľké obavy podľa Nariadenia (ES) č. 1907/2006 (REACH), článku 57, nad príslušným regulačným limitom koncentrácie ≥ 0,1 % (w/w).

15.2 Hodnotenie chemickej bezpečnosti
Pre látku bolo vypracované hodnotenie chemickej bezpečnosti.

ODDIEL 16: INÉ INFORMÁCIE

Revidované kapitoly:
Oddiely 1 - 16 z dôvodu obsahovej úpravy podľa nariadenia komisie (EÚ) č. 453/2010 a nariadenia EP a Rady (ES) č. 1272/2008 (1. Revízia, 14.02.2012)
Oddiely 1 - 16 z dôvodu obsahovej úpravy podľa nariadenia komisie (EÚ) č. 453/2010 a nariadenia EP a Rady (ES) č. 1272/2008 (2. Revízia, 14.04.2016)
Oddiely 1 - 16 z dôvodu obsahovej úpravy podľa nariadenia komisie (EÚ) č. 830/2015 a nariadenia EP a Rady (ES) č. 1272/2008 (3. Revízia, 05.12.2017)

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Oddiely 1 - 16 z dôvodu obsahovej úpravy podľa nariadenia komisie (EÚ) č. 830/2015 a nariadenia EP a Rady (ES) č. 1272/2008 (4. Revízia, 27.02.2018)

Úplné znenie H- a EUH viet:
H290: Môže byť korozívna pre kovy.
H314: Spôsobuje vážne poleptanie kože a poškodenie očí.

Skratky a akronymy:
ADR: Európska dohoda o medzinárodnej cestnej preprave nebezpečných vecí
BCF: Biokoncentračný faktor
LC_{50}: Smrteľná koncentrácia látky, pri ktorej možno očakávať, že spôsobí smrť 50 % populácie
CAS: Chemical Abstracts Service
CLP: Nariadenie (ES) č. 1272/2008 o klasifikácii, označovaní a balení látok a zmesí
DNEL: Odvodené hladiny, pri ktorých nedochádza k žiadnym účinkom
EC_{50}: Koncentrácia látky pri ktorej je zasiahnutých 50 % populácie
EINECS: Európsky zoznam existujúcich obchodovaných chemických látok
EmS: Pohotovostný plán
EC: Číslo EC je číselný identifikátor látok na zozname ES
EÚ: Európska únia
IATA: Medzinárodná asociácia leteckých dopravcov
IBC: Medzinárodný predpis pre stavbu a vybavenie lodí hromadne prepravujúce nebezpečné chemikálie
IC_{50}: Koncentrácia pôsobiaca 50% blokádu
ICAO: Medzinárodná organizácia pre civilné letectvo
IMDG: Medzinárodná námorná preprava nebezpečného tovaru
INCI: Medzinárodné názvoslovie kozmetických zložiek
ISO: Medzinárodná organizácia pre normalizáciu
IUPAC: Medzinárodná únia pre čistú a aplikovanú chémiu
LD_{50}: Smrteľná dávka látky, pri ktorej možno očakávať, že spôsobí smrť 50 % populácie
LOAEC: Najnižšia koncentrácia s pozorovaným nepriaznivým účinkom
LOAEL: Najnižšia hladina, pri ktorej dochádza k nepriaznivým účinkom
LogKow: Oktanol-voda rozdeľovací koeficient
MARPOL: Medzinárodný dohovor o zabránení znečisťovania z lodí
MFAG: Príručka prvej pomoci
NOAEC: Koncentrácia bez pozorovaného nepriaznivého účinku
NOAEL: Hladina bez pozorovaného nepriaznivého účinku
NOEC: Koncentrácia bez pozorovaného účinku
NOEL: Hladina bez pozorovaného účinku
NPEL: Najvyšší prípustný expozičný limit
PBT: Perzistentný, bioakumulatívny a toxický
PNEC: Predpokladaná koncentrácia, pri ktorej nedochádza k žiadnym účinkom
Ppm: Počet častíc na milión, miliontina
REACH: Registrácia, hodnotenie, autorizácia a obmedzovanie chemických látok (nariadenie EP a Rady (ES) č.1907/2006)
RID: Dohoda o preprave nebezpečného tovaru po železnici
UN: Štvormiestne identifikačné číslo látky alebo predmetu prebrané zo Vzorov predpisov OSN
UVCB: Látka neznámeho alebo variabilného zloženia, komplexné reakčné produkt alebo biologický materiál
VOC: Prchavé organické zlúčeniny
vPvB: Veľmi perzistentný a veľmi bioakumulatívny
Skin Corr.: Žieravosť kože
Met. Corr.: Látka alebo zmes korozívna pre kovy

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Použitý zdroj literatúry:
-Karta bezpečnostných údajov od dodávateľa
-Ostatný zdroj: viď. oddiel 15.

Ďalšie informácie dôležité z hľadiska bezpečnosti a ochrany zdravia človeka
Výrobok nesmie byť - bez zvláštneho súhlasu výrobcu/dovozcu - používaný na iný účel ako je uvedené v oddieli 1. Užívateľ je zodpovedný za dodržiavanie všetkých súvisiacich predpisov na ochranu zdravia.

Pokyny pre školenie
Zoznámiť pracovníkov s odporúčaným spôsobom použitia, povinnými ochrannými prostriedkami, prvou pomocou a zakázanými manipuláciami s produktom.

Prehlásenie
Karta bezpečnostných údajov obsahuje údaje na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a ochrany životného prostredia. Uvedené údaje zodpovedajú súčasnému stavu vedomostí a skúseností a sú v súlade s platnými právnymi predpismi. Nemôžu byť považované za záruku vhodnosti a použiteľnosti výrobku pre konkrétnu aplikáciu.

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

1. NV č.391/2006 Z. z. - min. bezp. a zdrav. požiadavky na **pracovisko**

SMERNICA 89/654/EHS

2. NV č. 392/2006 Z. z. - min. bezp. a zdrav. požiadavky pri používaní **pracovných prostriedkov**

SMERNICA 89/655/EHS
Z: 95/63/ES, D: 2001/45/ES

3. NV č. 395/2006 Z.z. - min. požiadavky na poskytovanie a používanie **OOPP**

SMERNICA 89/656/EHS

4. NV č. 281/2006 Z.z. - min. bezp. a zdrav. požiadavky pri ruč. manipul. s **bremenami**

SMERNICA 90/269/EHS

5. NV č. 276/2006 Z.z. - min. bezp. a zdrav. požiadavky pri práci so **zobrazovacími jednotkami**

SMERNICA 90/270/EHS.

14. NV č. 393/2006 Z.z. - min. požiadavky na zaistenie BOZP vo **výbušnom prostredí**

SMERNICA 99/92/ES

Rámcová smernica 89/391/EHS
o zavedení opatrení na podporu zdokonalenia bezpečnosti a zdravia pri práci

Zákon č. 124/2006 Z. z. o BOZP
Zákon č. 311/2001 Z. z. ZP
Zákon č. 125/2006 Z. z. o IP
Zákon č. 355/2007 Z. z. o podpore,ochr.zdravia

6. NV č. 356/2006 Z.z. - ochrana zdravia pri práci s **karcinogénnymi** a **mutagénnymi faktormi**
Zmena : NV 301/2007 Z.z.

SMERNICA 04/37/ES

13. NV č.396/2006 Z.z. -min. bezpeč. a zdravot. požiadavky **na stavenisko**

SMERNICA 92/57/EHS

7. NV č. 338/2006 Z.z. - ochrana zdravia pri práci **s biologickými faktormi**

SMERNICA 00/54/ES

12. NV č.329/2006 Z. z. - o min. bezp. a zdrav. požiadavkách na ochranu zamestnancov pred **elektromagnetickým poľom**

SMERNICA 04/40/EHS

11. NV č. 410/2007 Z.z. - min. zdrav.a bezpeč. požiadavky na ochranu zamestnancov pred rizikami s **expozíciou umelému optickému žiareniu**

SMERNICA 06/25/ ES

10. NV č. 272/2004 Z.z. - zoznam prác a pracovísk **zakázaných tehotným ženám, matkám do konca 9. mesiaca** po pôrode a **dojčiacim ženám** - povinnosti zamestnávateľa pri zamestnávaní týchto žien

SMERNICA 92/85/EHS

9. NV č. 387/2006 Z.z. - požiadavky na zaistenie **bezpečnostného a zdravotného označenia pri práci**

SMERNICA 92/58/EHS

8. NV č. 355/2006 Z.z. - ochrana zdravia pri práci s **chemickými faktormi**

Zmena : NV 300/2007 Z.z

SMERNICA 98/24/ES

15. NV č. 253/2006 Z. z. - ochrana zamestnancov pri práci **s azbestom**

SMERNICA 83/477/EHS*), 91/382/EHS, 2003/18/ES

16. NV č.416/2005 Z. z. min.zdravot. a bezpeč.požiadavkách. na ochranu zamestnancov pred expozíciou **vibráciám** Zmena : NV 629/2005 Z.z

SMERNICA 2002/44/ES

17. NV č. 286/2004 - zoznam prác a pracovísk **zakázaných mladistvým**, povinnosti zamestnávateľa pri zamestnávaní mladistvých

SMERNICA 94/33/ES*)

18.NV č. 115/2006 – min. zdrav. bezpeč. pož. na ochranu zamestnancov **pred rizikami súvisiacimi s exp. hluku v znení** NV č.555/2006 Z.z

SMERNICA 2003/10/ES

DOI: https://doi.org/10.15414/2020.9788055222684

Autori:
Roman Gálik – Miroslav Žitňák – Štefan Boďo –Tomáš Holota
Ján Csillag – Jan Malaťák – Jíři Bradna – Jan Mareček– Petr Junga – Eva Krčálová

Názov:
TECHNIKA A TECHNOLÓGIE SPRACOVANIA ODPADOV

Vydavateľ: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Vydanie: prvé

Forma vydania: online

Rok vydania: 2020

AH-VH: 35,08-35,44

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve

SPU. ISBN 978-80-552-2268-4