

**Slovenská poľnohospodárska univerzita
v Nitre**

Technická fakulta



TECHNOFORUM 2020

*New Trends in Machinery and Technologies
for Biosystems*

*Nové trendy v technike a technológiách
pre biosystémy*

Zborník vedeckých prác

Scientific papers

2020

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Technická fakulta

Katedra strojov a výrobných biosystémov

a

Útvar transferu inovatívnych technológií do praxe



Zborník vedeckých prác

Scientific papers

TECHNOFORUM 2020

***New Trends in Machinery and Technologies
for Biosystems***

***Nové trendy v technike a technológiách
pre biosystémy***

2020

TECHNOFORUM 2020

*New Trends in Machinery and Technologies
for Biosystems*

*Nové trendy v technike a technológiách
pre biosystémy*

Zborník vedeckých prác

Scientific papers

Recenzenti:

Prof. Ing. Patrik Burg, Ph.D., Zahradnická fakulta v Lednici, Mendelova univerzita v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice, CZ

doc. Ing. Marián Kučera, Ph.D., Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene, Študentská 26, 960 01 Zvolen

doc. Ing. Juraj Ružbarský, Ph.D., Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove, Technická univerzita v Košiciach, Štúrova 31, 080 01 Prešov

Ing. Vladimír Mašán, Ph.D., Zahradnická fakulta v Lednici, Mendelova univerzita v Brně, Valtická 337, 691 44 Lednice, CZ

Editor doc. Ing. Ján Jobbágy, PhD., Ing. Koloman Krištof, PhD.
Grafická úprava doc. Ing. Ján Jobbágy, PhD.

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Za odbornú a jazykovú úroveň textu sú zodpovední autori jednotlivých príspevkov. V zborníku sú publikované pôvodné vedecké práce.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 4. 5. 2020 ako online zborník recenzovaných vedeckých prác.

Všetky práva vyhradené. Žiadna časť textu ani ilustrácie nemôžu byť použité na ďalšie šírenie akoukoľvek formou bez predchádzajúceho súhlasu autorov alebo vydavateľa.

© 2020, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

ISBN 978-80-552-2166-3

OBSAH

PREDHOVOR.....	6
HODNOTENIE LABORATÓRNEHO ZARIADENIA V POZBEROVEJ ÚPRAVE VYBRANÝCH ZRNÍN.....	7
MAREK ANGELOVIČ - KOLOMAN KRIŠTOF - MICHAL ANGELOVIČ - JÁN JOBBÁGY	
SYSTÉM ZBERU ÚDAJOV PRE PÁSOVÉ ZAVLAŽOVAČE	14
OLIVER BARTÍK - JÁN JOBBÁGY	
EFEKT PNEUMATICKÉHO LISOVANIA NA TURBIDITU VYBRANÝCH ODRÔD HROZNA	20
MARTIN BRIGANT - JÁN JOBBÁGY	
RESEARCH OF PROPERTIES OF CONSTANT TECHNOLOGICAL TRACK OF A BRIDGE-TYPE FIELD MACHINE.....	26
VOLODYMYR BULGAKOV - VOLODYMYR KUVACHOV - SEMJONS IVANOV - LADISLAV NOZDROVICKÝ - MAROS KORENKO - JÁN JOBBÁGY	
AUTOMATICKÁ KONTROLA KŔMNEHO DOPRAVNÍKA V BIOPLYNOVEJ STANICI	33
PETER DANČANIN – JÁN JOBBÁGY	
HODNOTENIE STRÁT MECHANIZOVANÉHO ZBERU HROZNA	42
MARTIN DOČKALIK – JÁN JOBBÁGY	
TVORBA SÚBORU UKAZOVATEĽOV PRE HODNOTENIE PREVÁDZKY TECHIKY V RÁMCI OPATRENIA „ZELENÁ NAFTA“.....	47
JOZEF ĎUĐÁK – KOLOMAN KRIŠTOF	
VPLYV OBRÁBANIA PÔDY NA ZMENU JEJ VLASTNOSTÍ.....	54
PAVOL FINDURA – PETER BAJUS – PETR BARTOŠ – URSZULA MALAGA-TOBOŁA – DARIUSZ KWAŚNIEWSKI – SYLWESTER TABOR - OĽGA URBANOVIČOVÁ	
ANALÝZA REZNEJ SILY V PROCESE PRIEČNEHO DELENIA DREVA	59
PAVOL HARVÁNEK – JÁN KOVÁČ – JOZEF KRILEK – PAVEL ŤAVODA	
HODNOTENIE VYUŽITIA SOLÁRNEJ ENERGIE.....	67
JÁN JOBBÁGY - MARTIN DAUBNER	
HODNOTENIE KVALITY PRÁCE VYBRANÉHO PIVOTOVÉHO ZAVLAŽOVAČA.....	74
JÁN JOBBÁGY - ZOLTÁN KOMLÓSI – OLIVER BARTÍK – PETER DANČANIN – NORBERT MICHLIAN	
REALIZÁCIA A ANALÝZA KVALITY PRÁCE KVAPKOVEJ ZÁVLAHY VO VYBRANEJ LOKALITE	80
JÁN JOBBÁGY – LUKÁŠ MOLNÁR – KOLOMAN KRIŠTOF – JOZEF KRILEK – JÁN KOVÁČ	
ANALÝZA VYBRANÝCH PARAMETROV MOTOROVÝCH PÍL	86
JÁN KOVÁČ – PAVOL HAVRÁNEK – PAVEL ŤAVODA – JOZEF KRILEK – JÁN JOBBÁGY – KOLOMAN KRIŠTOF	
HODNOTENIE SPÔSOBILOSTI VÝROBNÉHO ZARIADENIA A PROCESU	92
KOLOMAN KRIŠTOF – ERNEST HUDIK – MICHAL ANGELOVIČ	
HODNOTENIE RIADENIA BEZPEČNOSTI PRI SPRACOVANÍ DREVA VO VÝROBNEJ ORGANIZÁCIÍ.....	102
KOLOMAN KRIŠTOF – JÁN JOBBÁGY – MATEJ HUDEC – JOZEF KRILEK – JÁN KOVÁČ	
VPLYV DREVÍN PRI PRIEČNOM REZANÍ REŤAZOU MOTOROVEJ PÍLY	113
TOMÁŠ KUVIK – JOZEF KRILEK – JÁN KOVÁČ – MIROSLAVA ŤAVODOVÁ	
APPLICATION OF MECHANICAL FORCE SENSOR AND EMI METHOD FOR IDENTIFICATION OF PEDOCOMPACTION	118
MIROSLAV MACÁK - JANA GALAMBOŠOVÁ - VLADIMÍR RATAJ	

IMPACT OF ENERGY USE OF WOOD BIOMASS FOR THE ENVIRONMENT	125
JURAJ MAGA - KOLOMAN KRIŠTOF - OĽGA URBANOVIČOVÁ	
REALIZÁCIA PROJEKTU PRE SKLADOVANIE A MIEŠANIE KVAPALNÝCH HNOJÍV	131
JOZEF NAGY - JÁN JOBBÁGY - MICHAL ANGELOVIČ	
REALIZÁCIA DOPRAVY A APLIKÁCIE PRE ORGANICKÉ HNOJIVÁ.....	137
JOZEF NAGY - JÁN JOBBÁGY	
ANALÝZA REZNÉHO MECHANIZMU PRE DENDROMASU	144
BRANISLAV TICHÝ – JOZEF KRILEK – JÁN KOVÁČ – TOMÁŠ KUVIK – JÁN JOBBÁGY – KOLOMAN KRIŠTOF	
EXAMINATION OF THE EFFECT OF TWO COMPOST PRODUCTS ON THE PENETRATION RESISTANCE OF THE SOIL IN REDUCED TILLAGE.....	152
GÉZA TUBA - GYÖRGYI KOVÁCS - ARZU RIVERA-GARCÍA - JÓZSEF ZSEMBELI	
HODNOTENIE CENOVEJ NÁROČNOSTI ÚPRAVY NÁSTROJOV NA DRVENIE NEŽIADÚCICH NÁRASTOV	160
MIROSLAVA ŤAVODOVÁ	
VPLYV INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ NA EFEKTÍVNOSŤ VYKONÁVANIA PRACOVNÝCH OPERÁCIÍ V RASTLINNEJ VÝROBE.....	166
OĽGA URBANOVIČOVÁ – PETER BAJUS – ANDREJ ŽÁK — JOZEF NAGY	

PREDHOVOR

Inovácie nielen v oblasti poľnohospodárstva prinášajú zvýšenú úroveň technickej základne. Významným znakom v súčasnom poľnohospodárstve je hľadanie spôsobov pre efektívnejšie pestovanie poľných plodín a zvýšenú ochranu krajiny. Predpokladom zvyšovania úrovne konkurenčne schopného a rozvíjajúceho sa poľnohospodárstva je aj rozvoj výrobných technológií. Výsledkom týchto trendov je neustále zdokonaľovanie technických parametrov strojov, uplatňovanie elektronických aplikácií v konštrukcii ako aj prienik sofistikovaných informačných technológií. V poslednom období sa zvyšuje úroveň vybavenia mechatronickými zariadeniami, ktoré umožňujú následné nasadenie informatizácie a nových druhov materiálov. Celý tento systém inovácii však musí úzko súvisieť s ekonomickými položkami nasadenia techniky a v ďalšom by mal byť sprevádzaný a podporovaný výskumom. Výsledky týchto aktivít potvrdia alebo vyvrátia vhodnosť, či nevhodnosť určitých technických riešení v konkrétnych výrobných a prírodných podmienkach.

V agrotechnickom komplexe nasadenie strojných zariadení možno zaradiť ako podstatný intenzifikačný a integračný prvok. Cieľom všetkých týchto inovácií a podstatného technického rozvoja je teda znižovanie priamych výrobných nákladov a to na jednotku produkcie. Na známom európskom trhu je to však veľmi zložitá úloha pri vysokej konkurencii. Podstatný cieľ bude dosiahnuť nižšiu spotrebu ľudskej práce a vyššiu produktivitu, popritom aj vyššiu výkonnosť techniky a nižšie jednotkové náklady. Výsledkom nasadených informačných technológií do techniky je aj zvýšenie požiadaviek na obsluhu strojov, na ich vedomosti a zručnosti. Súčasné trendy rozvoja poľnohospodárskych strojov kladú náročné a špecifické úlohy pre človeka pri realizovaní technického a technologického potenciálu, ktorý nové stroje a zariadenia predstavujú.

Prínosom zborníka vedeckých prác pod názvom "TECHNOFORUM 2020" by práve preto mali byť výsledky výskumov, zameraných na oblasť efektívnosti implementácie rôznych prvkov systému presného poľnohospodárstva (obrábanie pôdy, ochrana rastlín, aplikovanie živín, zavlažovanie a zber). Novodobými oblasťami je aj sledovanie nasadenia vplyvu modernej techniky na vlastnosti pôdy a životné prostredie. Popri tom je zaujímavá aj oblasť techniky a technológií nasadených vo sfére lesníctva (vlastnosti, výkonnosti), obnoviteľných zdrojov a bioenergetiky (energetické plodiny, spracovanie biomasy, vlastnosti výstupných produktov). Naša katedra sa zaoberá s uvedenou problematikou už viac ako 60 rokov, kde výstupné výskumné vedecké práce prinášajú každým rokom nové informácie. Implementácia získaných výsledkov jednotlivých kolegov do praxe prebieha aj prostredníctvom "Útvaru transferu inovatívnych technológií do praxe."

doc. Ing. Ján Jobbágy, PhD.
vedúci katedry
Katedra strojov a výrobných biosystémov
Technická fakulta SPU v Nitre

HODNOTENIE LABORATÓRNEHO ZARIADENIA V POZBEROVEJ ÚPRAVE VYBRANÝCH ZRNÍN

MAREK ANGELOVIČ - KOLOMAN KRIŠTOF - MICHAL ANGELOVIČ - JÁN JOBBÁGY

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: The importance of post-harvest treatment of cereals lies mainly in increasing their market value and extending the shelf life of the material. It is through this adjustment that we achieve a significant reduction in overall losses. In the cultivation process, post-harvest treatment is the final, important phase, and therefore the use of laboratory equipment is an integral part of this process. The work aimed to evaluate the quality of work of laboratory equipment in the post-harvest treatment of selected types of cereals. We investigated their quality and purity before and after cleaning on given laboratory equipment.

Keywords: labour equipment, cleaning, sorting, quality of cereals

ÚVOD

Obilie pozberané z poľa prechádza pozberovou úpravou, ktorá je nevyhnutným predpokladom skladovania. Pri pozberovej úprave je obilie zbavované podstatnej časti prímiesí a podľa potreby je sušené na vlhkosť 14 až 14,5 % hmotnosti. Účelom skladovania je uchovať a zlepšiť pôvodnú kvalitu obilia. Pri správnom skladovaní sa zlepšujú niektoré technologické vlastnosti. Sklady majú byť dostatočne pevné a majú chrániť obilie pred stratami hmotnosti, atmosférickými vplyvmi a škodcami. Pri skladovaní obilia sa však nevyhneme stratám hmotnosti spôsobenými dýchaním, rozprašovaním a mechanickým poškodením (Doležal a kol., 2004).

Kvalita zrn je súhrn ukazovateľov, kvalitatívne vyjadrujúcich účinné parametre daného druhu podľa účelu použitia. Existuje vnútorná a vonkajšia kvalita. Vnútorná kvalita sa nedá pozberovou úpravou zvýšiť, len udržať. Nesprávnou technológiou ju môžeme ale znížiť. Vnútornú kvalitu môžeme ovplyvniť nesprávnym ošetrovaním, sušením a skladovaním (napr. málo výkonné prevzdušnenie – vznik „potnej vrstvy“ – alternatívny spôsob je chladenie produktov, vysoká teplota pri teplotovzdušnom sušení..) Vonkajšiu kvalitu zrnín môžeme však ovplyvniť manipuláciu (napr. na pozberových linkách, na dopravných cestách, naskladňovaním a vyskladňovaním zo zásobníkov). (Mareček, J. – Frančáková, H. 2011).

Laboratória na výskum pozberovej úpravy zrnín sú zamerané na sledovanie vonkajších kvalitatívnych ukazovateľov (fyzikálno-mechanických vlastností) zrnín z pohľadu ich zberu a pozberového spracovania so zameraním sa na kvalitu a bezpečnosť potravín vyrábaných zo zrnín, ktoré predstavujú prvotný (základný) produkt rastlinnej výroby v poľnohospodárskom sektore. Pozornosť je venovaná aj výskumu vlastností pozberových zvyškov vznikajúcich v procese pestovania, zberu a pozberového spracovania zrnín. (<http://www.agro.ingotto.sk/>)

Cieľom príspevku bolo zhodnotiť proces laboratórneho čistenia a zariadenia v poľnohospodárskej úprave vybraných zrnín.

MATERIÁL A METÓDY

Pre splnenie cieľa práce sme spracovali nasledovnú metodiku.

- **Charakteristika vybraného druhu zrna potravinárskej pšenice**
- **Použité prístroje a zariadenia pri čistení vybraných druhov zrnín:**
 - laboratórna mláčačka zrnín,
 - prístroj na meranie objemovej hmotnosti zrnín,
 - laboratórna sitová triedička,
 - laboratórna digitálna váha,
 - laboratórne počítadlo zrnín,
 - vlhkomer obilia,
 - anemometer,
 - odchýlkomer Sonet

➤ **Skúmanie vplyvu parametrov vzduchovo - sitovej čističky na vonkajšiu kvalitu zrnín**

Pre posúdenie vonkajšej kvality zrn kukurice a pšenice sme sledovali pred čistením a po čistení tieto faktory:

- rozmerovú a hmotnostnú charakteristiku,
- kritickú rýchlosť vznášania zrn vo vzduchovom prúde,
- vlhkosť zrna, obsah prímiesí,
- čistotu zrna, HTZ, objemovú hmotnosť,
- účinnosť čistenia.

➤ **Štatistické metódy hodnotenia**

Na zhodnotenie výsledkov meraní sme použili počítač notebook Asus s programovým vybavením od firmy Microsoft Windows XP a Office 2010.

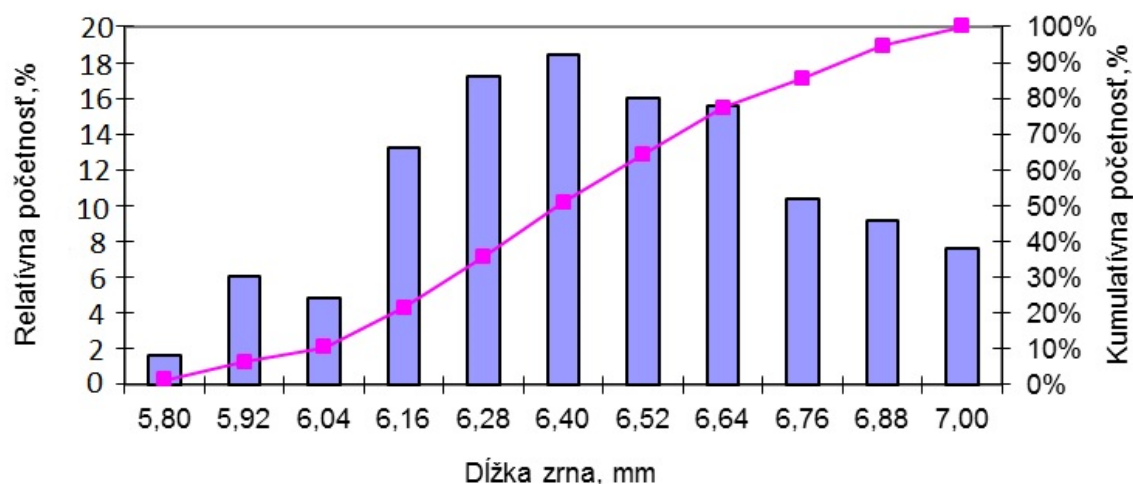
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Charakteristika vybraného druhu zrna potravinárskej pšenice

Z hľadiska čistenia a triedenia zrnín najdôležitejšie vlastnosti zrn sú ich rozmery (dĺžka, šírka, hrúbka), nakoľko ich veľkosť priamo ovplyvňuje výber tvaru a veľkosti otvoru sít. Ďalej variabilnosť rozmerov, t.j. veľký interval príslušného rozmeru ovplyvňuje nižšiu výťažnosť a zvýšenie zrn v II., respektíve v III. triede a v odpade.

Rozmerové charakteristiky zrn jednoznačne dokumentujú, aké rozmery daná plodina má a aké možnosti sú pre voľbu tvaru a najmä rozmeru otvoru sita, ktoré treba zvoliť na kvalitné vyčistenie a vytriedenie. Sledovaná plodina bola v našom prípade potravinárska pšenica.

Pre správne sledovanie a zaistenie vstupných parametrov upravovaného materiálu na pozberovej linke sme hodnotili materiál odobratý priamo z výmlatu. Náhodne bolo vybraných 300 zrn, ktorých rozmery boli odmerané. Pri zisťovaní rozmerov zrn pšenice sme z nameraných hodnôt zostrojili variačné krivky zvoleného rozdeľovacieho znaku. Následne sme robili hmotnostnú charakteristiku a charakteristiku kritickej rýchlosti. Namerané hodnoty pšenice sú uvedené na obrázku 1 až 5. Rozmery zrn sme merali za účelom rozloženia ich relatívnej početnosti a kumulatívnej početnosti. Ďalej rozmery zrn boli podkladom pre správny výber veľkosti a tvaru otvorov sít v čističke.

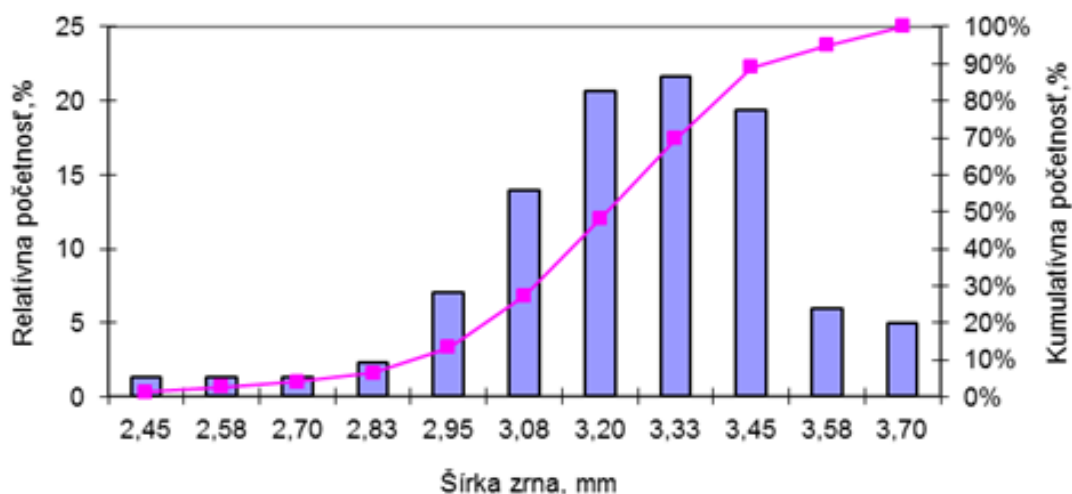


Obrázok 1 Rozmerová charakteristika zrn pšenice a kumulatívna početnosť podľa dĺžky

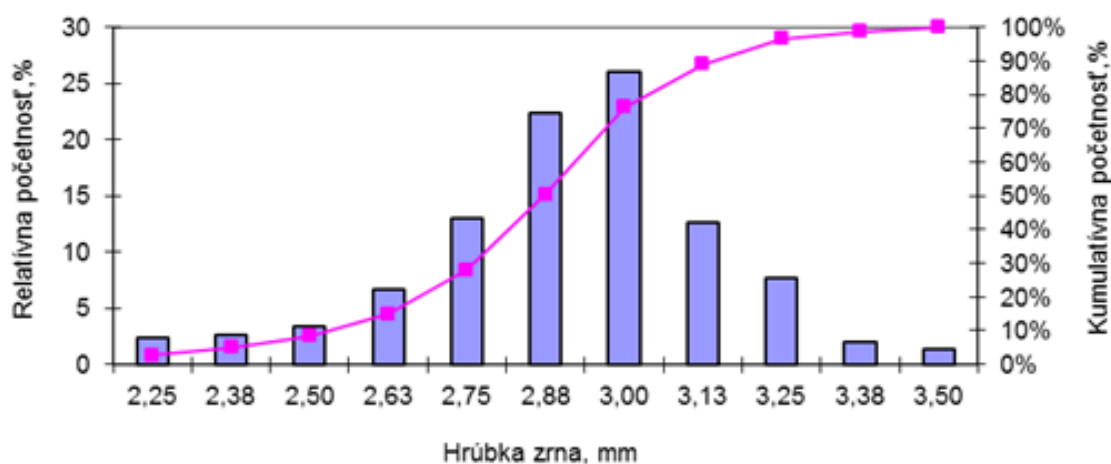
Variabilita rozmerov zrn pšenice je rôzna. Šírka zrna sa pohybuje v rozmedzí 2,4 až 3,7 mm, pričom rozmerovo je najviac sústredená v intervale od 3,2 do 3,4 mm. Najväčší počet zrn pšenice v danej vzorke z hľadiska jej dĺžky sa pohybuje v intervale od 5,8 do 7,0 mm a z hľadiska hrúbky zrn v intervale od 2,2 do 3,5 mm.

Hmotnostná charakteristika zrn pšenice a kumulatívna početnosť je prezentovaná na obrázku 4. Hmotnosť zrna pšenice sa pohybuje v intervale od 0,02 do 0,05 g s priemerom 0,041 g. Treba

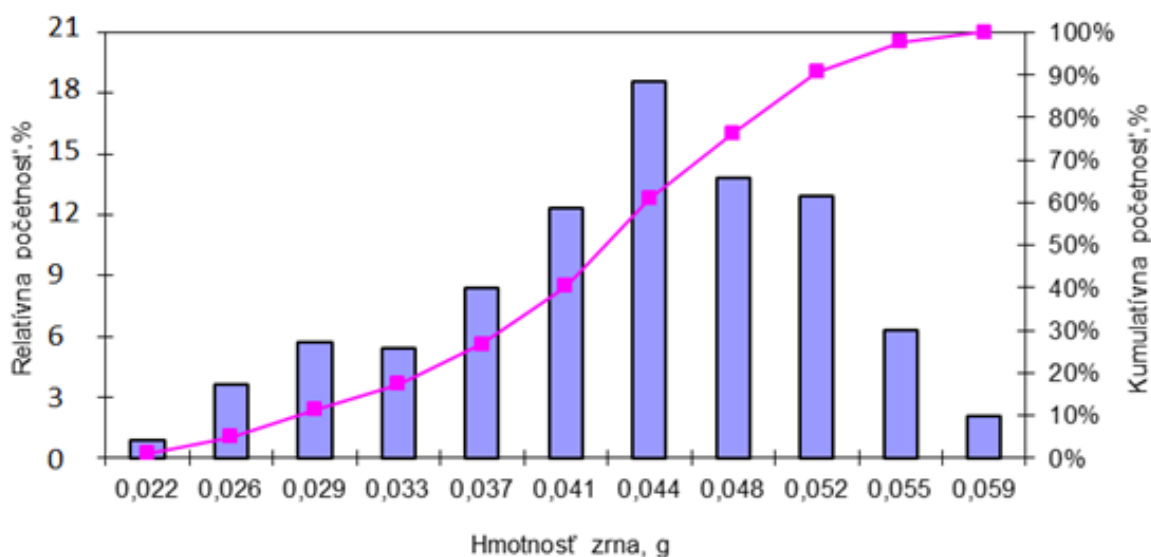
poznamenať, že pšenica sa zberá pri vlhkosti 16 % až 18 % v dôsledku čoho pri čistení hneď po zbere hmotnosť zŕn klesá.



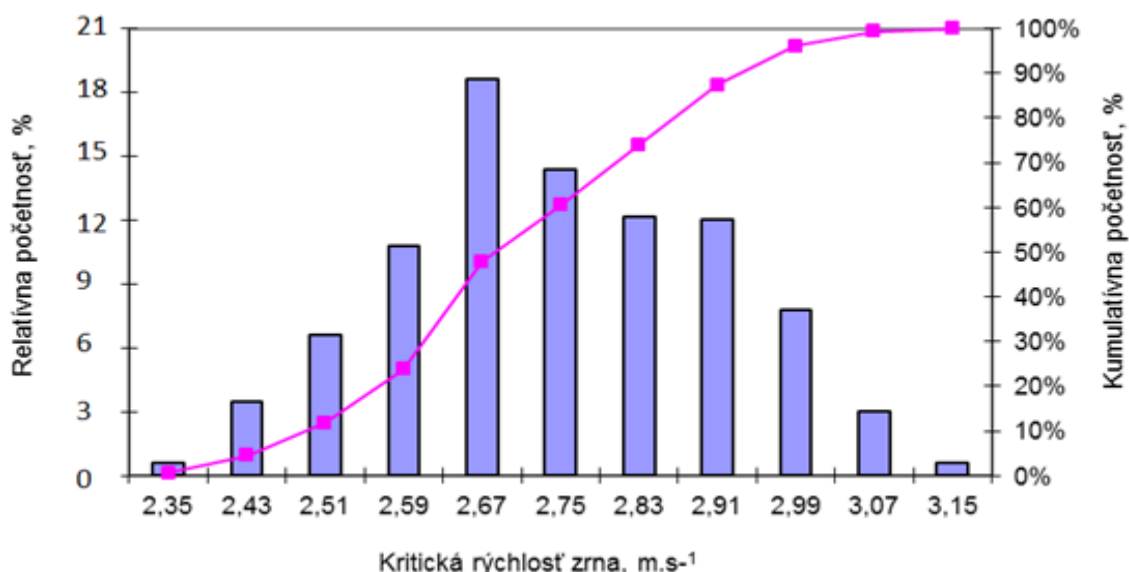
Obrázok 2 Rozmerová charakteristika zŕn pšenice a kumulatívna početnosť podľa šírky



Obrázok 3 Rozmerová charakteristika zŕn pšenice a kumulatívna početnosť podľa hrúbky



Obrázok 4 Hmotnostná charakteristika zŕn pšenice a kumulatívna početnosť



Obrázok 5 Charakteristika kritickej rýchlosti zŕn pšenice a kumulatívnej početnosti

Z hľadiska čistenia a triedenia zŕn je dôležitá rýchlosť prúdu vzduchu, pri ktorej sa zrno vznáša a zostáva v rovnovážnom stave. Túto rýchlosť nazývame rýchlosť vznosu alebo kritická rýchlosť. Pre potreby nastavenia rýchlosti prúdu vzduchu v čistiacich strojoch sme urobili laboratórne merania daných veličín. Výsledky meraní sú na obrázku 5. Uvedenú rýchlosť sme zostavili na vzorke 3 x 100 zŕn na základe meraní v upravenej laboratórnej triedičke K-293.

Tabuľka 1 Štatistické údaje k rozmerovej a hmotnostnej charakteristike zŕn pšenice

Parameter	Dĺžka, (mm)	Šírka, (mm)	Hrúbka, (mm)	Hmotnosť, (g)	Kritická rýchlosť, (m.s ⁻¹)
Str. hodnota	6,408567	3,203733	2,854167	0,041383	2,713387
Medián	6,4	3,22	2,87	0,042	2,704599
Modus	6,5	3,3	2,8	0,042	2,669214
Smer. odchýlka	0,328198	0,25421	0,246109	0,008242	0,175773
Rozptyl výberu	0,107714	0,064623	0,06057	6,79E-05	0,030896
Minimum	5,47	2,14	2,05	0,02	2,244585
Maximum	7,2	3,8	3,65	0,068	3,164614

Pre jednotlivé vzorky zŕn sme spracovali krivky variačného rozdelenia početnosti. Ďalej sme zostrojili krivku kumulatívneho rozdelenia početnosti. Uvedeným spôsobom sme zistili interval kritických rýchlostí a početnosť unášaných zŕn sledovanej plodiny. Na základe nameraných hodnôt sme určili kritickú rýchlosť vznášania sa zŕn pšenice v prúde vzduchu. Pre pšenicu bola 2,7 - 3,1 m.s⁻¹ s priemernou hodnotou 2,71 m.s⁻¹.

Z variačných kriviek rozmerových charakteristík pšenice sme pre čistenie navrhli sitá pre čističku SLN 3 uvedené v tabuľke 2.

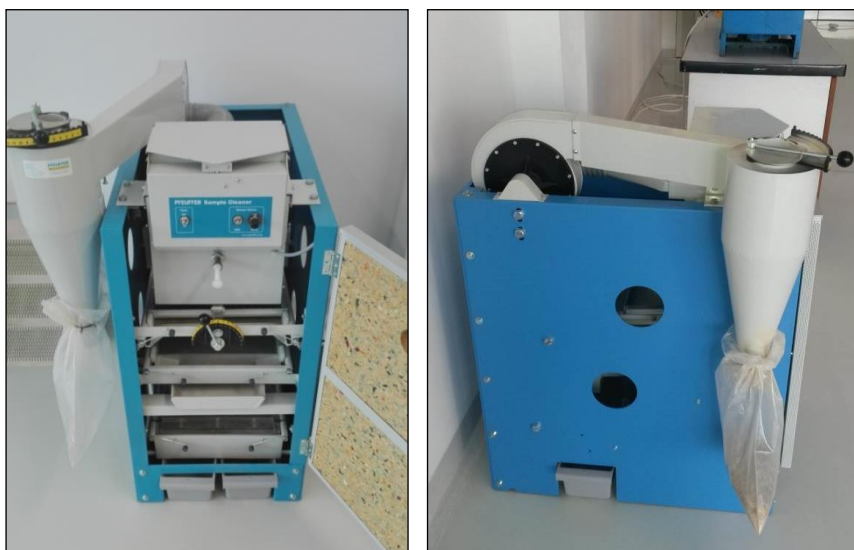
Tabuľka 2 Navrhnuté sitá pre pšenicu

Plodina	1.Horné sito (slamové)	2. Stredné sito (pieskové)	3. Spodné sito (triediace)	Rýchlosť vzduchu, m.s ⁻¹
pšenica	4,5 x 20 mm	1,5 x 3,5 mm + Ø 2mm	2,0 x 20 mm	3,2

Skúmanie vplyvu parametrov vzduchovo - sitovej čističky na vonkajšiu kvalitu zŕnín

Čistička vzoriek SLN je určená na čistenie a triedenie osív, pšenice, sladovníckeho jačmeňa, ale i iných plodín ako napr. kukurice, olejnin, strukovín, ako i ťažšie čistiteľných produktov napr. slnečnica, kvetinové a trávové semená a pod. Sitá sa plnoautomaticky čistia pomocou gumových

guličiek. Výmena sít je otázkou niekoľkých minút. Prevádzka je nehlučná a bez otrasov (Obr.6). Technické parametre čističky sú uvedené v tabuľke 3.



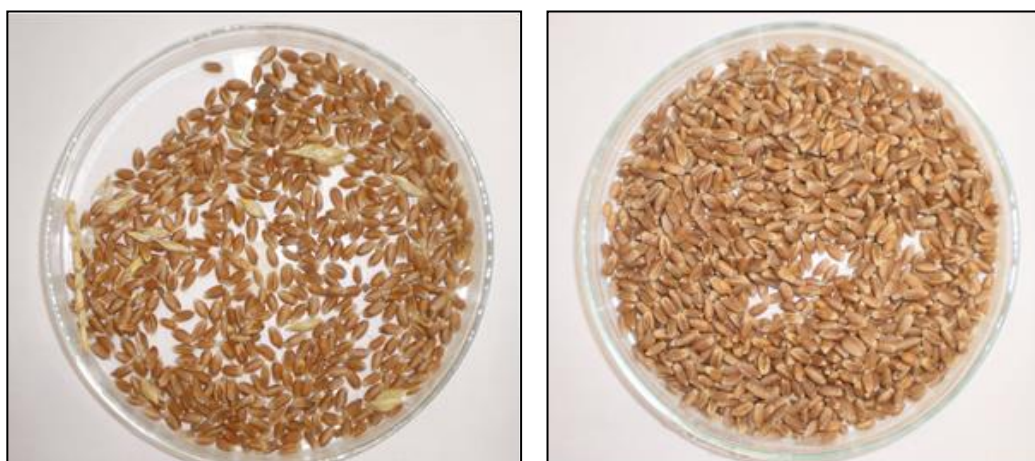
Obrázok 6 Laboratórna vzduchová čistička SLN 3 (zdroj: autori)

Tabuľka 3 Technické parametre čističky

Parameter	Hodnota
Výška s cyklónom	970 mm
Výška prístroja	780 mm
Šírka s cyklónom	580 mm
Šírka bez cyklónu	420 mm
Dĺžka	680 mm
Hmotnosť	85 kg
Veľkosť vzorky	cca 1 kg
Napätie/príkon	230V/0,37 kW
Hlučnosť	82/78 dB(A)

Zhodnotenie vonkajšej kvality zŕn potravinárskej pšenice v procese čistenia

V roku 2017 sa poestovala potravinárska pšenica odroda KOLO. Z hľadiska HACCP a zdravotnej bezpečnosti potravín bolo nutné sledovať vonkajšiu a vnútornú kvalitu spracovávaného produktu, v našom prípade to bola potravinárska pšenica odroda KOLO rok pestovania a zberu 2017. V tabuľke 4 sú predstavené sumárne výsledky sledovaných veličín vonkajšej kvality pšenice pred čistením a po procese čistenia.



Obrázok 7 Pšenica pred čistením a po čistení (zdroj: autori)

Čistiaci efekt (účinnosť čistenia) na sledovanú operáciu čistenia pšenice bol dobrý, t.j. v priemere 60,83 %. Objemová hmotnosť zŕn kolísala podľa vlhkosti od 763,08 po 820,67 kg.m⁻³. Poškodenie zŕn po predčistení mierne kleslo odseparovaním úlomkov a poštiapaných zŕn. Z hľadiska vyššieho podielu zlomkov zŕn vyplýva, že upravovaný materiál prichádzajúci na pozberovú linku nevyhovuje požiadavkám normy a bezpečnosti potravín, preto je potrebné daný materiál čistiť. Je to kritický bod z hľadiska kvality produkcie danej komodity.

Pohľad na vzorky potravinárskej pšenice pred a po čistení sú na obrázku 7.

Tabuľka 4 Zhodnotenie vonkajšej kvality zŕn pšenice pred a po čistení na čističke SLN 3

Pred čistením			Po čistení								
Číslo	Objemová hmotnosť kg.m ⁻³	HTZ g	Vstupná surovina			Objemová hmotnosť kg.m ⁻³	Výstup po čistení			Čistiaci efekt %	Vlhkosť zŕn %
			Prímesi %	Nečistoty %	Čisté zrno %		Prímesi %	Nečistoty %	Čisté zrno %		
1	782,21	47,5	12,11	1,62	86,27	791,15	4,21	0,22	95,57	67,73	12,1
2	820,67	38,1	11,95	2,38	85,67	825,4	3,82	0,45	95,73	73,97	10,4
3	815,47	37,4	11,42	2,5	86,08	817,2	5,32	1,12	93,56	53,73	12,4
4	806,01	45,7	9,57	2,68	87,75	808,04	6,21	0,51	93,28	45,14	13,1
5	807,07	36,2	9,42	3,17	87,41	809,05	4,5	0,62	94,88	59,33	11,9
6	816,02	39,3	8,72	2,95	88,33	819,04	4,8	0,12	95,08	57,84	15,5
7	763,08	41,2	10,48	3,12	86,04	777,47	3,21	0,1	96,69	76,28	11,2
8	795,01	44,8	10,15	3,2	86,65	798,1	3,92	0,62	95,46	58,5	13,2
9	796,03	38,6	9,78	4,1	86,12	799,03	4,72	0,71	94,57	60,88	10,8
10	812,01	42,9	9,15	4,4	86,45	815,02	5,21	0,9	93,89	54,91	11,7
x	801,36	41,17	10,27	3,01	86,68	805,95	4,59	0,54	94,87	60,83	12,23
s	16,77	3,67	1,57	0,79	0,79	14,01	0,82	0,31	1,04	8,98	0,91
V _k %	2,09	8,91	15,29	32,22	0,91	1,74	17,86	57,4	1,09	14,76	7,44

ZÁVER

Význam pozberovej úpravy obilnín spočíva v zabezpečení a udržaní očakávaného stavu kvality dopestovaných obilnín. Tieto zabezpečenia sa realizujú prostredníctvom procesov čistenia, triedenia a sušenia zrnového materiálu.

Výskum spočíval v odobratí vzoriek pšenice a zvolenie vhodných sít na laboratórnej vzduchovej čističke pre danú obilninu. Vstupnú surovinu napr. pšenicu sme odmerali na objemovom skúšači, kde hodnota objemovej hmotnosti je v priemere 801,36 kg. m⁻³. Prímesi pred čistením sú v priemere 10,27% a nečistoty 3,01 %. Čisté zrno pred čistením je v priemere 86,68 %. Výstup po čistení dosahuje objemovú hmotnosť v priemere 805,95 kg.m⁻³. Prímesi po čistení dosiahli 4,59 % a nečistoty 0,54 %. Čisté zrno po čistení dosiahlo 94,87 %. Zo získaných výsledkov sme zistili, že po čistení bola objemová hmotnosť a čistota zrna vyššia, ale tým prímesi a nečistoty boli nižšie. Čistička spĺňa požadovanú ISO a STN 461100-6 pre pšenicu, kde nečistoty spolu v triede kvality A sú najviac 6 % a v triede B-12 %.

Laboratórna technika pre pozberovú úpravu obilnín je v celosvetovom meradle na vysokej úrovni. V súčasnej dobe problematika pri pozberovej úprave obilnín na Slovensku je riešená pomerne na priemernej úrovni.

Práca bude slúžiť ako podklad pri hodnotení vstupov pre výrobu potravín. Sledované výsledky z laboratória môžu byť podkladom pri zostavovaní techniky vo veľkých pozberových linkách.

Problematica pozberovej úpravy a skladovania obilnín z hľadiska strojov, technologického a ekonomického hľadiska je v rámci Slovenskej republiky málo preskúmaná, preto tieto otázky budú predmetom ďalšieho výskumu aj na Katedre strojov a výrobných bio systémov, Technickej fakulty SPU v Nitre.

LITERATÚRA

1. DOLEŽAL P. a kol. 2004. Skladování a konzervování krmív. In. *Krmovinářství*, č. 4. Brno: MZLU, 2004, s. 28 – 31.
2. JECH, J. et al. 2002. Výskum vplyvu technických a technologických podmienok na účinnosť liniek pozberovej úpravy obilnín. In. *Záverečná správa čiastkovej úlohy 01-VTP.č. 27-23*, KSVS. Nitra: SPU, 2002, 140 s.
3. MAREČEK, J. – FRANČÁKOVÁ, H. 2011. Vplyv veľkokapacitného skladovania na kvalitu vybraných odrôd sladovníckeho jačmeňa. In *Bezpečnosť a kontrola potravín (Zborník prác z VIII. medzinárodnej vedeckej konferencie, Nitra 30. – 31. marec 2011)*. Nitra: SPU, 2011, s. 250 – 252. ISBN 978-80-552-0559-5.
4. SKALICKÝ J. a kol. 2008. *Ošetřování a skladování zrnin ve věžových zásobnících a halových skladech (Metodická příručka MZe ČR)*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky, 2008.
5. Použité webové stránky:(<http://www.agro.ingotto.sk/>)

Príspevok vznikol s finančnou podporou Európskeho spoločenstva v rámci projektu: Vybudovanie výskumného centra „AgroBioTech“, projekt číslo 26220220180.

Corresponding author:

doc. Ing. Marek Angelovič, PhD. (marek.angelovic@uniag.sk)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika

SYSTÉM ZBERU ÚDAJOV PRE PÁSOVÉ ZAVLAŽOVAČE

OLIVER BARTÍK - JÁN JOBBÁGY

Slovak University of Agriculture in Nitra, Department of Machines and Production Biosystems

Abstract: Industrial data collecting system is unseparable part of every modern production company, also we got to see this issue in agricultural more and more. Data collection enables to react to the machine requirements better, faster and more accurately as well as to predict potential failures before they occur. Data collection softwares can often be costly. It goes without saying that the reason why small and medium sized companies don't have enough money to run system of data collection themselves is as if we are able to find solution for this problem many companies can benefit from it. So the main aim of this thesis will be to create precise device for data collection which will be affordable for small and medium sized companies. This research paper giving better view about creating the complex data collecting system for hose reel irrigation machines, composed from three parts data collecting device, data server and user application

Keywords: Measuring, irrigation, data collecting system, irrigation amount, software.

ÚVOD

Závlahy v starom Egypte úzko súviseli s režimom veľkých vôd na Níle. Už 2000 rokov pred n. l. bol opevnený prvý breh Nílu na ochranu strednej a dolnej časti Egypta proti povodňiam. Z roku 1800 pred n. l. za vlády faraóna Amenemheta III. z dvanástej dynastie, je dôkaz o využívaní jazera Faiyunn Oasis ako nádrže na uchovanie nadbytočnej vody zo záplav, využívanej v suchých obdobiach. V celom záplavovom území sa voda napúšťala pri vysokých stavoch vody v Níle do zdrží s hĺbkou vody 1- 2 m na 40 - 60 dní. Dopĺňanie vody bolo riešené prírodným Jusuphovým kanálom vybudovaným paralelne s tokom Nílu, pričom jeho odbočenie bolo riešené v miestach, kde bola neskôr vybudovaná prvá Asuánska priehrada. Po opadnutí vody v Níle prebytočná voda odtiekla a pôda bola pripravená na siatie. Zber bol na jar. Pri zaplavení nádrže sa nielen hlboko zavlažila pôda, ale zároveň sa i plochy obohatili úrodným kalom. Tento systém sa zachoval až do r. 1820, kedy sa s príchodom Angličanov a so zavádzaním cukrovej trstiny a bavlníka začali závlahy prebudovávať na celoročnú prevádzku (Rehák a kol., 2015). Závlahový detail pomocou postrekovačov alebo rozprašovacích dýz kvalitne rozdeľuje vodu po pozemku (Simoník a kol., 2009). Druhy závlah rozdeľujeme podľa toho, aký cieľ sa chce závlahou dosiahnuť (doplnenie vody, prihnojenie, ochrana proti mrazu, atď.) (Jobbágy a kol., 2017).

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje zavlažovanie pôdy, porastu alebo prízemnej vrstvy vzduchu vodou. V súčasnosti v mnohých prípadoch dochádza pri zavlažovaní k nadmernej spotrebe vody, čo nie je ekonomicky vyhovujúce. Preto je nevyhnutné hľadať úspornejšie spôsoby zavlažovania s menšími nárokmi na spotrebu vody (Jobbágy, 2011).

Cieľom príspevku bolo vytvoriť komplexný systém pre zber dát z činnosti pásových zavlažovačov.

MATERIÁL A METÓDY

Pre určenie postupov je predpokladom stanovenia kvalitných výstupov vedeckej činnosti. V tejto kapitole si podrobne popíšeme jednotlivé body a kroky smerujúce k výstupom zo skúmania.

Objekt skúmania bude zameraný na tvorbu komplexného systému zberu dát z pásových závlahových zariadení. Prvotná fáza výskumu sa bude vykonávať v modelových podmienkach. Po ukončení prvotnej fázy sa výskum presunie do reálnych podmienok poľnohospodárskeho podniku.

Realizácia komplexného hardvérového a softvérového riešenia zberu dát si vyžaduje niekoľko špecifických a experimentálnych postupov, značné vedomosti v oblasti elektrotechniky, elektroniky, automatizácie a programovania.

Špecifické pracovné postupy spočívajú najmä v prvotnom návrhu jednotlivých častí systému, jednotlivých komponentov a výbere prostredia pre naprogramovanie komplexného systému. Každý proces programovania realizuje operácie nad nejakým objektom za vyvolania

žiadaného efektu objektu. Pomocou *frameworku* (súboru univerzálnych knižníc funkcií) môžeme značne zrýchliť vývoj systému.

Vyhotovenie komplexného systému zberu dát bude pozostávať z troch primárnych častí, v ktorých sa budeme venovať tvorbe a testovaniu, zariadeniu umiestneného na pásovom zavlažovači, dátového serveru pre spracovanie a ukladanie údajov zo zariadenia a užívateľskej aplikácii vizualizujúcej tieto dáta.

Zariadenie pre zber dát z pásovej závlahovej techniky (**prvá časť**). Pri tvorbe tohto zariadenia budeme využívať postupy pri ktorých je možné na základe jednotlivých vonkajších javov (meraných veličín) možno určiť celkový nutný výpočtový výkon procesoru potrebný pre spoľahlivú činnosť zariadenia, na základe výkonového súčtu určíme optimálnu skladbu súčiastok potrebných pre tvorbu hardvéru zariadenia zberu dát. Po určení hardverovej skladby bude nasledovať proces programovania zariadenia. Štruktúru programu musíme zvoliť tak aby zariadenie zberu dát bolo schopné zberať údaje a prevádzať ich na výstupné dáta pre komunikáciu s dátovým serverom.

Tvorba dátového serveru (**druhá časť**). Tradičné postupy tvorby dátového serveru spočívajú vo vyšpecifikovaní hardvéru pre určitý počet klientov (zariadení zberu dát), ktorý bude schopný komunikovať s klientmi bez komunikačných chýb spôsobených preťažovaním serveru. V súčasnosti existuje aj progresívna metóda tvorby dátového serveru, ktorá spočíva vo vytvorení virtuálneho (detašovaného) serveru, kedy je možné na základe predpokladu zaťaženia vyčleniť určitý výpočtový výkon počítača (reálneho serveru), a následne tento výkon využívať pre potreby klientov (zariadení zberu dát). Prípadne pri potrebe vyššieho zaťaženia výkon virtuálneho serveru zvýšiť.

Užívateľská aplikácia pre monitorovanie jednotlivých zariadení zberu dát (**tretia časť**). Táto časť bude zameraná na tvorbu rozhrania pre užívateľov. Základom bude vytvoriť jednoduchý a prehľadný dizajn užívateľskej aplikácie, naprogramovanie komunikácie so serverom a zabezpečenie chráneného dátového toku údajov medzi serverom a užívateľskou aplikáciou.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe vyššie uvedených skutočností, postupov a metód bolo vyhotovené zariadenie pre monitorovanie hodnôt pre pásovú zavlažovacu techniku. Pri vyhotovovaní tohto zariadenia sme sa riadili čiastkovými cieľmi prihliadajúc na metódy a postupy tvorby zariadenia. K zariadeniu bolo nutné vytvoriť dátový server pre spracovanie údajov a užívateľskú aplikáciu, tieto dve súčasti sa stále vyvíjajú.

Po zhotovení zariadenia, bol podaný návrh na zápis úžitkového vzoru, ktorý bol následne schválený ako Komplexný systém monitorovania činnosti závlahovej techniky : **úžitkový vzor č. 8579** na úrade priemyselného vlastníctva v roku 2019.

Zariadenie zberu dát bolo zakonštruované na základe bázy znalostí a vedomostí pomocou rozšírenej jedno čipovej platformy Zariadenie v úvodnej fáze testovania v simulovaných podmienkach vykazuje dobrú spoľahlivosť a komunikačnú odozvu klient-server a spoľahlivú komunikáciu z verejnou sieťou GSM. Presnú správnosť spracovania údajov a výdrž batérie v simulovaných podmienkach 3-5 dní.

Etapy výberu hardvérových komponentov

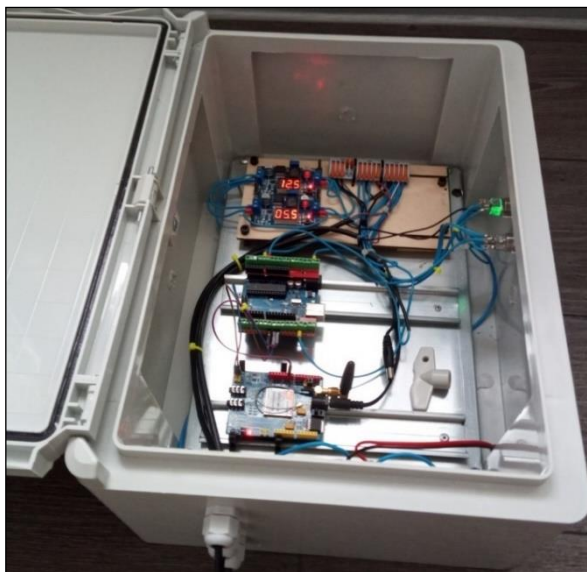
Jednotlivé hardvérové komponenty boli vyberané z ohľadom na normy a európske štandardy a nutnú požiadavku vodeodolnosti zariadenia. Taktiež bolo nutné prepočítat energetickú náročnosť zariadenia a k nemu vhodne zvoliť napájaciu dobíjateľnú batériu.

Pre testovaciu fázu bolo nutné vyvinúť testovacie pomôcky a to tlakový multiplikátor a simulátor ozubeného kolesa, ktoré slúžia na simulovanie vstupných hodnôt pre zariadenie zberu dát. Simulátor ozubeného kolesa bol navrhnutý v programe inventor vytvorený pomocou 3D tlače.

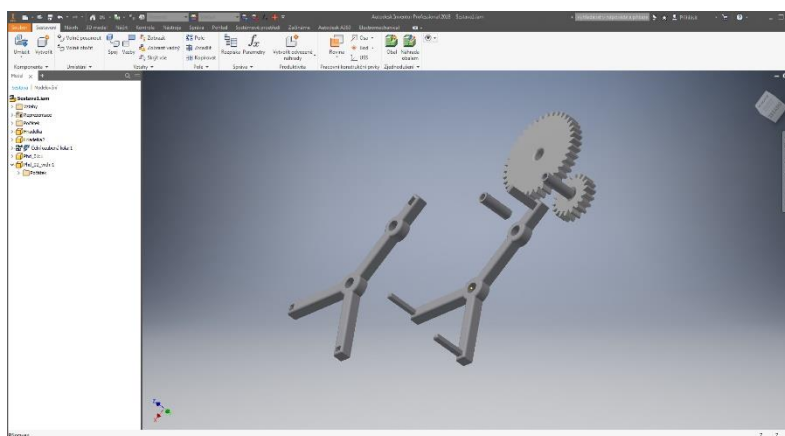
Návrh dátového serveru prispôbeného na komunikáciu so zariadením zberu dát

Pri návrhu dátového serveru sme zvolili riešenie cloud (formou platby za službu). V prvej fáze bola vytvorená úvodná stránka informujúca o prebiehajúcom výskume. Následne sme vytvorili pod týmto hostingom (<http://irrigationbugs.com>) dátový server za pomoci využitia technológie REST.

Na stránkach sa nachádza užívateľské rozhranie a pomocou prihlasovacích údajov používateľ môže sledovať zariadenia (pásové zavlažovacie) a ich činnosť. Na tomto užívateľskom rozhraní stále pracujeme a dopĺňame potrebnú funkcionálnosť.



Obrázok 1 Prototyp zariadenia pre zber dát pre pásové zavlažovače



Obrázok 2 Náhľad 3D súčastí vytvorených pomocou programu Inventor 2018



Obrázok 3 3D tlačiareň ENDER 3 PRO

Poslednou súčasťou systému je užívateľská aplikácia pre mobily a tablety, ktoré sú v súčasnosti najrozšírenejšou platformou spadajúcou pod výpočtové zariadenia. Užívateľská

aplikácia funguje podobne ako webové rozhranie irrigationbugs.com a teda užívateľ pomocou prihlasovacích údajov prístupuje k zberaným údajom zariadenia a vie tak sledovať činnosť pásových zavlažovačov. Ktorá sa nachádza v prvotnej fáze vývoja. Aplikácia je tvorená pomocou Corona SDK frameworku, ktorý uľahčuje komunikáciu so serverom a zároveň zjednodušuje vizualizáciu prvkov.



Obrázok 4 Náhľad úvodnej stránky (serveru)

✓ Zobrazené riadky 0 - 8 (celkom 9, Dopyt zbral 0.0021 sekúnd.)

SELECT * FROM `bugsdata`

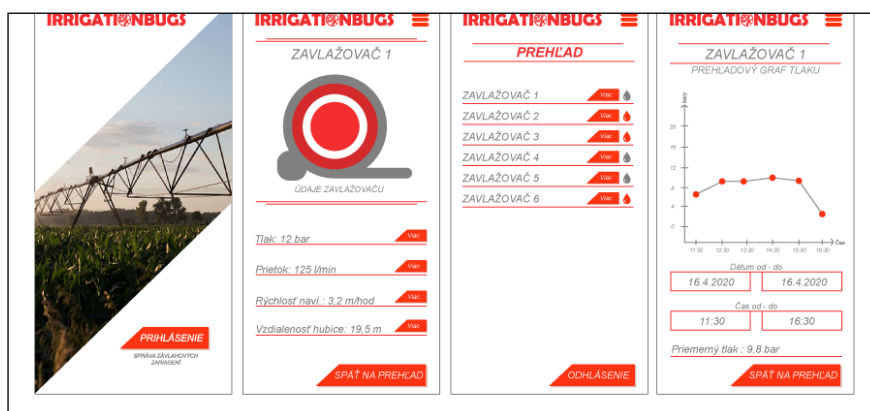
☐ Zobraziť všetko | Počet riadkov: 25 | Filtrovať riadky: Hľadať v tabuľke | Zoradiť podľa kľúča: Žiadny

	id	sourceid	datatype	data	deleted	timestamp	reserve2	reserve3
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	1	46fsg64sdf65sf64h	0	23,12:55 05-09-2019;22,13:00 05-09-2019;21,13:05 0...	0	0000-00-00 00:00:00		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	2	978fsdf64gsf784hsf	0	23,12:55 05-09-2019;22,13:00 05-09-2019;21,13:05 0...	0	0000-00-00 00:00:00		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	3	46fsg64sdf65sf64h	0	23.5	0	2019-10-13 00:00:00		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	4	46fsg64sdf65sf64h	0	23.5	0	2019-10-13 22:00:15		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	5	46fsg64sdf65sf64h	3	23.5	0	2019-10-13 22:00:43		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	19	46fsg64sdf65sf64h	0	0.95	0	2020-01-26 14:44:41		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	20	46fsg64sdf65sf64h	1	0.00	0	2020-01-26 14:44:54		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	21	46fsg64sdf65sf64h	0	1.90	0	2020-01-26 14:46:29		
☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať	22	46fsg64sdf65sf64h	1	0.00	0	2020-01-26 14:46:43		

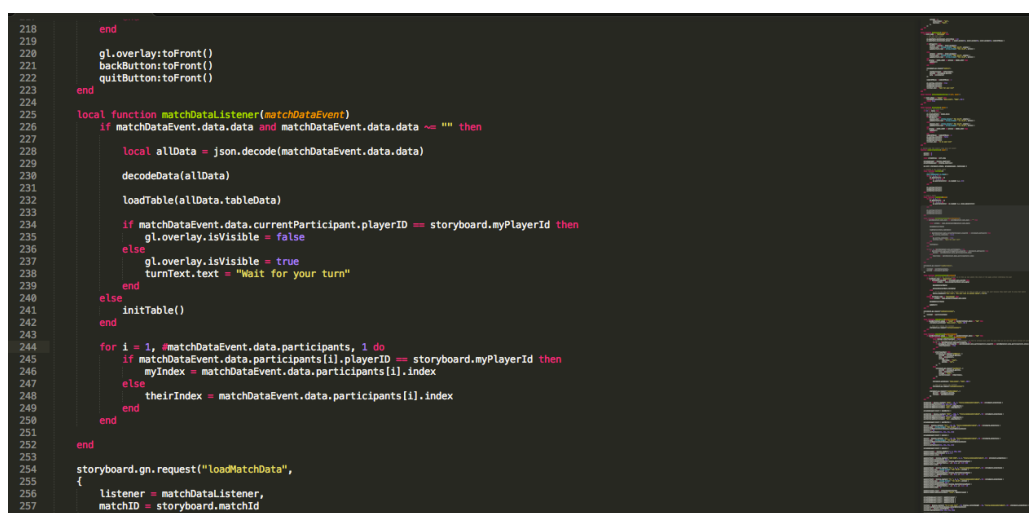
↑ ☐ Označiť všetko | Výber: ☐ Upraviť ☐ Kopírovať ☐ Zmazať ☐ Exportovať

☐ Zobraziť všetko | Počet riadkov: 25 | Filtrovať riadky: Hľadať v tabuľke | Zoradiť podľa kľúča: Žiadny

Obrázok 5 Náhľad testovacích databázových záznamov



Obrázok 6 Vybrané obrazovky mobilnej verzie softvéru IRRIGATIONBUGS



Obrázok 7 Vývojové prostredie pre programovanie na frameworku Corona SDK

Samozrejme potreba a aj účinok závlah sa menia a sú rôzne v závislosti od klimatických, topografických, pôdných a ďalších podmienok (Baker, Simoník, 1989). Bolo by potrebné zvýšiť úspory vody o 15 až 20 % na prekonanie disproporcií medzi potrebou a spotrebou, najmä zvyšovaním účinnosti zavlažovania (Simoník, Jobbágy, 2006). Iné spôsoby sa začínajú rozširovať z dôvodu nedostatku kvalitnej vody na zavlažovanie. V tomto storočí sa ma na závlahu ušetriť 20 % spotrebovanej vody (Frančák a kol, 2012).

Automatizácia je etapa rozvoja techniky, pre ktorú je charakteristické uskutočňovanie výrobných, riadiacich a iných procesov bez priameho zásahu človeka, spojená s objavom automatických výrobných liniek (20. roky 20. stor.), automatických prevádzok a závodov, s využívaním modernej výpočtovej a riadiacej techniky (od 50. rokov 20. stor.) (Aplikácia informatika, 2019). Hardvér v automatizácii možno definovať ako súhrn všetkých technických hmotných komponentov podieľajúcich sa na určitom technickom pohybe alebo cykle. Hardvérom sú predovšetkým mechanické prvky (statické aj dynamické), elektrické a elektronické prvky ale aj akustické či zobrazovacie prvky (Heraut, 2009). Softvér je možné definovať ako programové vybavenie počítača, alebo súhrn všetkých programov, ktoré sa používajú na výpočtovom zariadení (Palková, 2008). Programovacie jazyky sa dajú deliť podľa rôznych kritérií. Najčastejšie sa delia na vyššie a nižšie programovacie jazyky (Fabo, 2009). Štandardný C++ prináša o. i. možnosť reprezentácie európskych znakových množín v C++, uvoľnenie pravidiel pre typ vrátane hodnoty pri preddefinovaní virtuálnych funkcií v odvodennej triede atď. (Megatron, 2009).

ZÁVER

Zber dát v oblasti priemyslu je už neoddeliteľnou súčasťou všetkých moderných výrobných podnikov a čoraz častejšie sa stretávame s touto problematikou aj v poľnohospodárstve. Zber dát umožňuje lepšie, presnejšie a rýchlejšie reagovať na potreby stroja ako aj predpovedať prípadné poruchy stroja ešte pred tým ako nastanú.

Zber dát je často nákladná záležitosť a najmä malé a stredné poľnohospodárske podniky nemajú dostatok financií na prevádzkovanie systému zberu dát riešenie dizertačnej práce sa zameriava na vytvorenie zariadenia pre zber, ukladanie a vyhodnocovanie dát pásových zavlažovačov, ktoré je cenovo dostupné aj pre malé a stredné podniky.

V súčasnosti zariadenie testujeme v simulovaných podmienkach a plánujeme v období mája toto zariadenie nasadiť do reálnych podmienok vybraného poľnohospodárskeho podniku. Taktiež disponujeme úžitkovým vzorom číslo 8579 (Komplexný systém monitorovania činnosti závlahovej techniky) schváleným na úrade priemyselného vlastníctva v roku 2019.

Dnes možno posúdiť, že výber celkov a jednotlivých komponentov bol správny. Systém sa javí ako nenáročný na prevádzku a údržbu.

LITERATÚRA

1. APLIKÁCIA INFORMATIKA. [online] [s.a.] [cit. 08.12.2019] Dostupné na internete: <http://www.pc-software.xf.cz/aplikacie.html>
2. BAKER, P. – SIMONÍK, J. 1989. Stroje pre zemné a melioračné práce. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1989. 205s.
3. BARTÍK, Oliver a Ján JOBBÁGY. Komplexný systém monitorovania činnosti závlahovej techniky: úžitkový vzor č. 8579: dátum zápisu 19.8.2019. Banská Bystrica: Úrad priemyselného vlastníctva, 2019.
4. FABO, 2009. Prednášky k predmetu, Konfigurovateľné a programovateľné elektronické obvody a systémy. Trenčianska univerzita A.Dubčeka, Fakulta Mechatroniky, 2009.
5. FRANČÁK, J. – MIHINA, Š. – ANGELOVIČ, M. – GÁLIK, R. – KORENKO, M. – SIMONÍK, J. – BOTTO, Ľ. – JOBBÁGY, J. – ŽITŇÁK, M. 2012. Technika v agrokomplexe. Prvé prepracované vydanie. In: Vysokoškolské skriptá, SPU Nitra, 2012, 191 s., ISBN 978-80-552-0777-3
6. HERAUT P. Učebnica jazyka C / Česko : Vydavateľstvo Kopp , 2009. 271 s. ISBN 978-80-723-2383-8
7. JOBBÁGY, J. 2011. Hodnotenie závlahovej techniky z hľadiska rovnomernosti závlahy postrekom. In: vedecká monografia, SPU ES v Nitre, 2011. 123 s. ISBN 978-80-552-0617-2
8. JOBBÁGY, Ján, Koloman KRIŠTOF a Viliam BÁREK. Meliorácie v poľnohospodárstve: vlastnosti pôdy, odvodňovanie a zavlažovanie. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017. ISBN 978-80-552-1676-8.
9. MEGATRON Elektronik AG & Co. 2009. Winkel sensor MOL30. [online] Publikované 1.9.2009. [Citované 14.3.2011]. Dostupné z <www.emsyst.sk/Produkty/data_uhol_opticke/MOL30.pdf>
10. PALKOVÁ, Z. – HENNYEYOVÁ K. – OKENKA I. Informatika a informačné technológie / Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita , 2008 . 252 s . ISBN 978-80-552-0113-9
11. REHÁK, Štefan, Viliam BÁREK, Ľuboš JURÍK, et al. Zavlažovanie poľných plodín, zeleniny a ovocných sádov. Bratislava: Veda, 2015. ISBN 978-80-224-1429-6.
12. SIMONÍK, J. – JOBBÁGY, J. 2006. Zlepšovanie účinnosti zavlažovania zvyšuje úrodu i úspory vody. In: Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve, roč. IX, 2006, č.3, s.5 – 7.
13. SIMONÍK, J. – RŮŽIČKA, M. – JOBBÁGY, J. 2009. Stroje pre zemné a melioračné práce. Vysokoškolská učebnica. In: SPU Nitra, ISBN 978-80-552-0251-8.

Corresponding author

doc. Ing. Ján Jobbágy, Ph.D. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering,
Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

EFEKT PNEUMATICKÉHO LISOVANIA NA TURBIDITU VYBRANÝCH ODRÔD HROZNA

MARTIN BRIGANT - JÁN JOBBÁGY

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: This thesis focused on the effectivity of wine production, especially on pressing effectivity. The aim of our study was to evaluate the influence of pneumatic pressing on the turbidity and an amount of juice of three selected varieties of grape. We evaluated the quality and efficiency of pressing tree varieties Chardonnay, Riesling and Veltliner. We observed the influence of two different pressures, under and up to 100 kPa during the pressing of three different varieties. We observed significant differences ($p < 0.05$) in turbidity and whole volume, not only between selected varieties, but also in average of whole volume of juice in 2018-2019. Research measurements were carried out during grape harvesting and pressing in the company Vinárstvo Brigant, s.r.o.

Keywords: wine, pressing, turbidity

ÚVOD

Víno (*vinum*) bolo v priebehu tisícročí kultúrnym symbolom viacerých krajín (Michlovský, 2015; Thurmond, 2016). V minulosti bolo víno označované ako „nápoj bohov“, preto sa ľudia celé roky snažili prísť na nové výrobné postupy, ktoré by uľahčili zdĺhavú a náročnú prácu počas výrobného procesu. Táto modernizácia a mechanizácia výrobného procesu pretrváva až dodnes.

Pavloušek, 2008 uvádza, že vinárstvo a vinohradníctvo zaznamenáva v posledných rokoch veľký rozmach. Obľúbenosť vína, pestovania vinnej révy a výroby vína sa zvyšuje nie len na Slovensku, ale v celom svete. So zvyšujúcim sa dopytom sa aj v dnešnej dobe vytvárajú viaceré moderné výrobné postupy, ktoré vedú ku skvalitneniu vína a zjednodušeniu práce. Jednotlivé variácie vo výrobnom postupe však závisia aj od rôznych odrôd hrozna, ktoré si vyžadujú odlišné pracovné postupy vytvárajúce odchýlky medzi reakciami spojenými s fermentáciou, výrobným procesom, štýlom a kvalitou vína (Johnson, 1989).

Podľa Farkaša, 1973 sa v dôsledku priebehu jednotlivých reakcií zložky muštu resp. vína vylučujú a zrážajú za vzniku viditeľných zrazenín a zákalov. Zákal v mušte či víne možno charakterizovať ako *turbiditu*. Spôsob merania turbidity je založený na princípe určovania miery úhrnnej energie, ktorá sa pri prechode svetelného lúča cez disperznú vrstvu s jednotkovou hrúbkou rozptýli na všetky strany. Na základe tohto princípu sa určuje turbidita, ako zoslabenie intenzity primárneho slnečného lúča, spôsobenej jeho rozptylom pri prechode cez disperznú vrstvu (Steidl, 2010). Turbidita je definovaná Lambertovo-Beerovým zákonom absorpcie svetla. Jednotlivé častice sa dokážu zhlukovať a týmto spôsobom dokážu odkloniť prechod svetelného lúča. Optimálna miera kalnosti muštu sa pohybuje okolo 100-250 nefelometrických jednotiek zákalu (NTU), ktoré charakterizujú prístrojový princíp merania rozptýleného svetla v 90° od dopadajúceho svetla (Ribéreau-Gayonet *et al.*, 2000).

V minulosti sa turbidita určovala voľným okom, dnes už existujú špeciálne metódy stanovenia turbidity a to:

- Nefelometriu: jedná sa o chemickú metódu kvantitatívnej analýzy, ktorá je založená na meraní intenzity svetla rozptýleného disperznými systémami. Na meranie využíva špeciálne zariadenia nazývané nefelometre, ktoré merajú rozptyl svetla okulárom umiestneným v 90° uhle k dopadajúcemu svetelnému lúču.
- Turbidometriu: jedná sa o chemickú metódu, ktorá je založená na meraní straty absorbovaného svetla v dôsledku rozptylového účinku častíc v sledovanej kvapaline (Haven, Tetrault, Schenken, 1994; Steidl, 2010).

Príklad meracieho zariadenia pre stanovenie turbidity je uvedený na obr. 1. Ide o tzv. turbidimeter pre meranie zákalu vína, na stanovenie dávky bentonitu pri čírení vína (bentonitová skúška) a na kontrolu bielkovinovej stability vína pri čírení s činidlom Bencocheck (Turbidita 01, 2020).



Obrázok 1 Turbidimeter (Turbidita 01, 2020)

Cieľom tejto štúdie preto bolo sledovať vplyv zvolených lisovacích tlakov pneumatického lisu na turbiditu muštu v troch vybratých odrodách a to Chardonnay, Rizling rýnsky a Veltlínske zelené.

MATERIÁL A METODIKA

Hodnotenie efektivity pneumatického lisovania so zameraním na meranie turbidity sme stanovili vlastnými pokusnými meraniami realizovanými v rokoch 2018 a 2019. Jednotlivé experimentálne merania boli vykonané vo Vinárstve Brigant. Merania sme realizovali počas plnej prevádzky vinárstva. Vinárstvo Brigant, malé rodinné vinárstvo, vzniklo v roku 2015 a venuje sa výrobe a predaju vín zo slovenských novošľachtencov. Hrozno pochádza predovšetkým z vlastných vinohradov, vinohradov z južného Slovenska a Malých Karpát. Ročná produkcia Vinárstva Brigant tak dosahuje cca 30 000 l.



Obrázok 2 Pneumatický lis Antico

Na realizáciu hodnotenia celkovej efektívnosti pneumatického lisovania sme využili pneumatický lis ANTICO. Typ tohto lisu je charakteristický 800 l lisovacím košom a je vyrobený ako uzavretý, čo umožňuje pred lisovaním realizovať aj naležanie - maceráciu. Je vybavený suchobežným kompresorom značky Becker. V tomto lise je po celej dĺžke lisovacieho koša umiestnená lisovacia membrána. Odtok muštu z lisu je umožnený pomocou ľahko odstrániteľných perforovaných líšt, kedy mušť začne vytekať do polouzavretej zbernej nádrže doplnenej o automatické odčerpávanie. Hlavným otvorom v lisovacom koši alebo stredovým otočným ventilom možno plniť lis aj počas prevádzky.

Ovládanie lisu je sprostredkované elektronickou jednotkou s digitálnym snímačom tlaku, ktorá umožňuje použitie rôznych lisovacích tlakov od 10 – 180 kPa. Elektronické ovládanie je doplnené o 17 lisovacích programov (www.antico.eu/cz/). Počas lisovania sme vytvorili lisovací program (tab. 1), počas ktorého došlo k primeranému pôsobeniu úmerne narastajúceho tlaku vzhľadom na pôsobiaci čas a dobu otáčania.

Na meranie turbidity našich vzoriek sme využili turbidimeter TB 210 IR s automatickou štvorstupňovou kalibráciou od firmy LOVIBOND (obr. 3). Jedná sa o zariadenie navrhnuté na rýchle, finančne nenáročné a precízne testovanie vzoriek priamo na mieste. Tento model turbidimetru meria rozptýlené svetlo pod uhlom 90° tak ako určuje norma ISO 7027. Tento model tak možno využiť na merania zákalu v rôznych kvapalinách. Dokáže merať zákal v rozpätí od 0,01-1100 NTU, čo ho predurčuje k univerzálnejšiemu využitiu. Vzhľadom nato že turbidimeter využíva lightemittingdiode (LED) infračervené svetlo s dĺžkou 860 nm, tak testovanie kvapalín nie je ovplyvnené samotnou farbou testovanej kvapaliny.



Obrázok 3 Turbidimeter LB 210 IR

Okrem merania turbidity sme v každej experimentálnej skupine zmerali objem samotoku, vylisovaného muštu pri pôsobiacom tlaku do 100kPa a výlisku pri tlaku nad 100kPa, pričom sme stanovili celkovú výlisnosť ako podiel množstva šťavy a hmotnosti hrozna:

$$V_c = \frac{O_m}{M_h} \times 100, \quad (1)$$

kde:

O_m - získaný mušť, l,

M_h - hmotnosť hrozna, kg.

Štatistickú analýzu sme zrealizovali pomocou programu ANOVA single faktor, v ktorej sme si zvolili 5% chybu merania ($p=0,05$).

Tabuľka 1 Lisovací program pneumatického lisu Antico

Krok	Tlak stláčania, (kPa)	Doba stláčania, (s)	Doba otáčania, (s)
1.	10	180	60
2.	20	180	60
3.	20	180	60
4.	30	180	60
5.	40	180	60
6.	50	180	60
7.	50	180	60
8.	60	180	60
9.	70	180	60
10.	80	180	60
11.	100	180	60
12.	120	180	60
13.	140	180	60
14.	160	180	60
15.	180	180	60

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Hodnotenie efektivity a vplyvu pneumatického lisovania na turbiditu a výlisnosť vybraných odrôd hrozna sme zahájili v zberovej sezóne 2018 a pokračovali v roku 2019. Vstupný materiál predstavoval 2 tony hrozna z každej odrody. Vzorky jednotlivých odrôd boli odobrané päťkrát a to pri otekani samotoku, pri vylisovanom mušte pri tlakoch menších ako 100 kPa (tlaku 100 kPa (20 kPa; 40 kPa; 60 kPa; 80 kPa; 100 kPa) a pri tlaku väčšom ako 100 kPa (100 kPa; 120 kPa; 140 kPa; 160 kPa; 180 kPa).

Z našich meraní vyplýva, že turbidita bez ohľadu na odrodu bola v roku 2019 signifikantne vyššia (graf.1). Priemerná celková turbidita v roku 2018 dosiahla v prípade samotoku hodnotu 753 NTU, v prípade vylisovaného muštu do 100 kPa 512,6 NTU a vylisovaného muštu nad 100 kPa 452,6 NTU. V roku 2019 sme v prípade samotoku dosiahli priemernú turbiditu 828 NTU, v prípade vylisovaného muštu do 100 kPa 570 NTU a v prípade vylisovaného muštu nad 100 kPa 499 NTU.

V prípade výlisnosti možno povedať, že priemerná celková výlisnosť v roku 2018 dosiahla v prípade samotoku úroveň 57 %, v prípade vylisovaného muštu do 100 kPa 35% a vylisovaného muštu nad 100 kPa 8%. V roku 2019 sme v prípade samotoku dosiahli celkovú výlisnosť v priemere 62% podiel, v prípade vylisovaného muštu do 100 kPa 31% a v prípade vylisovaného muštu nad 100 kPa 7%.

V rámci troch experimentálnych skupín sme realizovali celkovo pätnásť meraní, z ktorých sme určili priemerné hodnoty. V prípade Chardonnay sme v roku 2018 pri vzorkách samotoku dosiahli priemernú turbiditu 811 NTU a v roku 2019 bola priemerná turbidita samotoku 845 NTU ($p=0,0032$; $p<0,05$). V prípade vzoriek zbieraných do tlaku 100 kPa sme v roku 2018 dosiahli priemernú turbiditu 334 NTU a v roku 2019 390 NTU ($p=0,0136$; $p<0,05$). V prípade dolisovania sme vo vzorkách odobratých pri tlaku väčšom ako 100 kPa namerali v roku 2018 priemernú turbiditu 278 NTU a v roku 2019 331 NTU ($p=0,0048$; $p<0,05$). Zo štatistického spracovania vychádza, že rozdiely medzi jednotlivými experimentálnymi skupinami v roku 2018 a 2019 sú signifikantné.

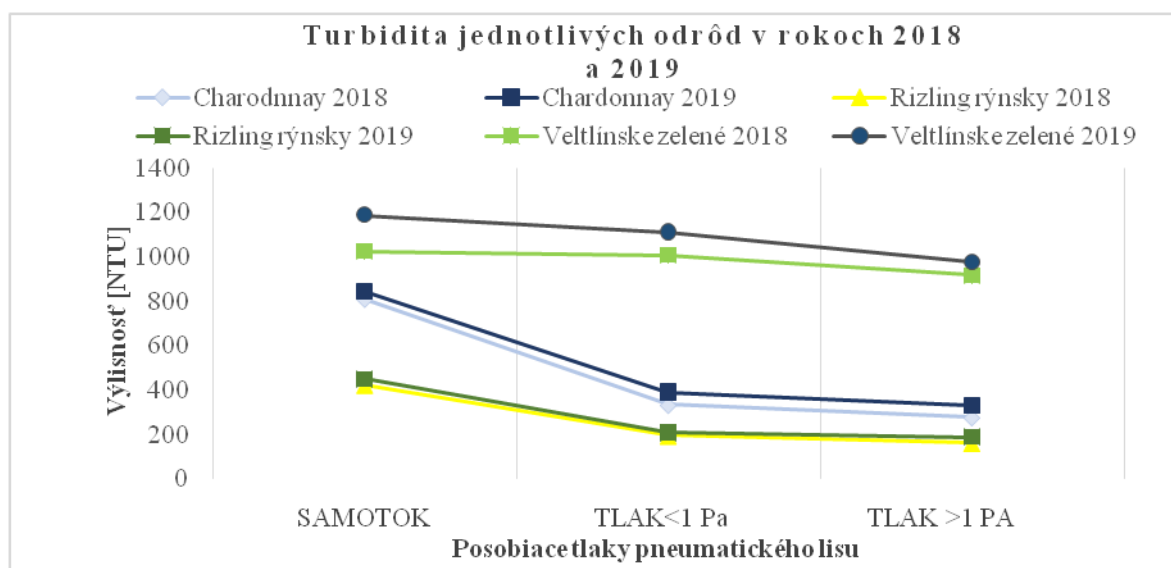
Meraním v roku 2018 sme pri vzorkách samotoku Rizlingu rýnskeho dosiahli priemernú turbiditu 423 NTU, pričom priemerná turbidita samotoku bola v roku 2019 451 NTU ($p=0,027$; $p<0,05$). V prípade vzoriek zbieraných do tlaku 100 kPa sme v roku 2018 dosiahli priemernú turbiditu 195 NTU a v roku 2019 209 NTU ($p=0,16$; $p>0,05$). V prípade dolisovania sme vo vzorkách odobratých pri tlaku väčšom ako 100 kPa namerali v roku 2018 priemernú turbiditu 162

NTU a v roku 2019 189 NTU ($p=0,0012$; $p<0,05$). Zo štatistického spracovania vychádza, že rozdiely medzi vzorkami samotoku a dolisovanej šťavy s tlakom väčším ako 100 kPa v roku 2018-2019 sú signifikantné.

Posledné meranie prebehlo vo vzorkách Veltlínskeho zeleného. V roku 2018 sme pri vzorkách samotoku dosiahli priemernú turbiditu 1025 NTU a v roku 2019 bola priemerná turbidita samotoku 1188 NTU ($p=0,0001$; $p<0,05$). V prípade vzoriek zbieraných do tlaku 100 kPa sme v roku 2018 dosiahli priemernú turbiditu 1009 NTU a v roku 2019 1112 NTU ($p=0,00001$; $p<0,05$). V prípade dolisovania sme vo vzorkách odobratých pri tlaku väčšom ako 100 kPa namerali v roku 2018 priemernú turbiditu 918 NTU a v roku 2019 977 NTU ($p=0,15$; $p>0,05$). Zo štatistického spracovania nám vychádza, že rozdiely medzi vzorkami samotoku a výlisu pri tlaku menšom ako 100 kPa v rokoch 2018 a 2019 sú signifikantné.

Porovnaním jednotlivých rokov možno povedať, že sme v roku 2019 aj napriek nie až tak priaznivému počasiu a nižšej úrode, namerali vyššiu výlisnosť a signifikantne vyšší objem muštu bez ohľadu na rozdielnosť odrody (75% vs. 68,5%). Meraním turbidity sme potvrdili, že s vyšším tlakom dochádza k znižovaniu turbidity muštu, pričom turbidita v roku 2019 bola taktiež signifikantne vyššia. Predpokladáme, že rozdiely medzi jednotlivými rokmi bolo spôsobené zmenou počasia. Aj keď bol rok 2018 bohatý na úrodu, tak bol kvalitatívne slabší. Množstvo koloidov, fenolov a tanínov priamo úmerne klesol s narastajúcim množstvom strapcov na materskej rastline.

V tejto práci sme sa rozhodli zhodnotiť efektívnosť lisovania a sledovať vplyv zvolených lisovacích tlakov na turbiditu a celkový výlisnosť muštu. Lisovanie vo všeobecnosti predstavuje proces, ktorého hlavným cieľom je extrahovať šťavu z plodín (Jobbágy, Findura, 2013). Kováč, 1990 uviedol, že lisovanie môže byť chápané ako pracovný úkon, prostredníctvom ktorého dochádza k oddeleniu muštu od pevných zložiek hrozna pomocou účinku priameho tlaku na rmut. Na základe teoretického prehľadu sme sa rozhodli využiť pneumatický lis, ktorý je podľa viacerých odborníkov najšetnejším zariadením na lisovanie hrozna. Jeho šetrnosť by sa mala prejaviť nie len na celkovej výlisnosti, ale aj na výslednom zákale (Petgen, 2002; Ribéreau-Gayonet *et al.*, 2006).



Graf 1 Turbidita jednotlivých odrôd v rokoch 2010-2019

ZÁVER

V závere našej práce možno povedať, že sme stanovené ciele splnili. Porovnaním s inými autormi, sa aj v našej práci potvrdilo, že pneumatické lisovanie pozitívne vplyva nie len na kvalitu muštu, ale hlavne ovplyvňuje celkový získaný objem a turbiditu muštu. Predpokladáme, že rozdiely medzi jednotlivými odrodami ako aj medzi rokmi lisovania boli spôsobené iným zložením bobúľ ovplyvneným odrodovou charakteristikou, ale aj odlišným počasím priebehu roku 2018 a 2019.

LITERATÚRA

1. ANTICO LIS. 2020. Lisy pneumatické [2020] [online] [cit. 2020-02-26]. Dostupné na: <http://www.antico.eu/cz/Lisy-pneumaticke/default.htm/>

2. FARKAŠ, J. 1973. *Technologie a biochemie vína*. 2. dopl. vyd. Praha: Nakladatelství technické literatury, 870 p. ISBN 04-825-79
3. HAVEN, M.C.- TETRAULT, G.A.- SCHENKEN, J.R. 1994. *Laboratory Instrumentation*. London: John Wiley and Sons. 1994. 492 p. ISBN 0471285722.
4. JOBBÁGY, J.-FINDURA, P. 2013. *Mechanizácia vinárstva*. Nitra: SPU, 2013. 165p. ISBN 978-80-552-0996-8
5. KOVÁČ, J. 1990. *Spracovanie hrozna*. Vyd. 1. Bratislava: Príroda Bratislava, 1990. 393 p. ISBN 80-07-00313-4.
6. MICHLOVSKÝ, M. 2015. *Příprava červených vín*. Rakvice: Garamon. 2015. 329 p. ISBN 978-80-905319-5-6
7. PAVLOUŠEK, P. 2008. *Encyklopedierévy vinné*. 2. dopl. vyd. Brno: Computer Press, a.s. 2008. 315 p. ISBN 978-80-251-2263-1.
8. PETGEN, M. 2002. *Marktplatzmembranpressen*. In der deutscheweinbau. 2002, no.10, 20-28p. ISSN 0944-3177
9. RIBÉREAU-GAYON, P.- DUBOURDIEU, D.- DONÉCHE, B.- ŮONVAUD, A. 2000. *Handbook of Enology: The Microbiology of Wine and Vinifications*. London: Wiley&Sons. 2000. 512 p. ISBN 0470010371.
10. RIBÉREAU-GAYON, P.-GLORIES, Y.- MAUJEAN, A. -DUBOURDIEU, D. 2006. *Handbook of Enology: The chemistry of wine stabilization and treatments*. London: Wiley&Sons. 2006. 441 p. ISBN 0470010371.
11. STEIDL, R. 2010. *Sklepníhospodářství*. Valtice: Národní vinařské centrum, 12-44p. ISBN 978-80-903201-9-2
12. THURMOND, L.D. 2016. *From Vines to Wines in Classical Rome: A Handbook of Viticulture and Oenology in Rome and the Roman West*. Londýn: Brill. 2016. 276 p. ISBN 9289004334595
13. Turbidita 01. [cit. 2020-01-15] [online] [2019] Dostupné na internete: <https://www.hanna-instruments.cz/turbidimetr-bentocheck-na-mereni-zakalu-a-bilkovinove-stability-vina>

Práca vznikla v rámci prípravy a riešenia projektu KEGA č. 012SPU-4/2020 „Inovácia vzdelávacieho procesu a implementácia poznatkov z praxe so zameraním na vinárstvo a vinohradníctvo“ riešeného na Katedre strojov a výrobných biosystémov SPU v Nitre v r. 2020-2022.

Corresponding author:

Bc. Martin Brigant, doc. Ing. Ján Jobbágy, PhD.

Katedra strojov a výrobných biosystémov, Technická fakulta, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Trieda Andreja Hlinku 2, 949 01 Nitra, email: jan.jobbagy@uniag.sk, xbrigant@uniag.sk

RESEARCH OF PROPERTIES OF CONSTANT TECHNOLOGICAL TRACK OF A BRIDGE-TYPE FIELD MACHINE

VOLODYMYR BULGAKOV¹ - VOLODYMYR KUVACHOV² - SEMJONS IVANOV³ -
LADISLAV NOZDROVICKÝ⁴ - MAROS KORENKO⁴ - JÁN JOBBÁGY⁴

¹National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine,

²Dmytro Motornyi Tavria State Agrotechnological University, Ukraine,

³Latvia University of Life Sciences and Technologies, Latvia

⁴Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: One of the most important conditions for the sufficient adhesion of the wheels of the bridge-type agricultural machine to the supporting surface and the minimum resistance to their rolling are the physical and mechanical properties of traces of a constant tramline. The study of these properties is the real basis for ensuring a high efficiency of the operation of bridge-type agricultural equipment. However, the physico-mechanical properties of soil traces of a constant tramline are practically not studied. The aim of the research is to study the correlation between the indicators of the physicomachanical properties of the soil footprint of the constant tramline and their influence on the adhesion and traction of bridge agricultural equipment. Experimental studies were carried out both according to generally accepted and developed methods, and provided for the use of modern control and measuring equipment.

Processing of experimental data was carried out on a PC using regression analysis. The object of experimental research was a bridge-type agricultural machine having a design we have developed. As a result of the study, it was found that the density and hardness of the soil in the 0...5 cm layer of traces of a constant tramline substantially depend on soil moisture content.

A high nonlinear correlation was established between the hardness and density of the soil track of the track, which is approximated by a quadratic equation. Its practical use allows us to predict the density of traces of the constant tramline and vice versa from the results of hardness measurements. From the position of ensuring maximum coupling properties and traction of the bridge-type agricultural machine when it moves along the soil track of a constant tramline, it has been established that an increase in the hardness of the latter requires an increase in air pressure in the tire of its wheels and vice versa.

The studies confirm the fact that the maximum efficiency of the movement of the bridge-type agricultural equipment along the soil traces of a constant tramline can be achieved only if the air pressure in the tires of its wheels is correctly set. The magnitude of the latter, in turn, depends on the physico-mechanical properties of the soil trace of a constant tramline.

Keywords: constant tramline, bridge-type agricultural machine, monitoring of the properties, physical and mechanical properties of the soil, experimental studies.

INTRODUCTION

The main problem to be solved in the theory of rolling the drive wheel of a mobile power-unit is to improve the quality of its adhesion to the supporting surface to ensure high traction (Kutkov, 2014, Bulgakov et al., 2016).

The coupling of the drive wheel of the bridge-type agricultural machines with the supporting surface of the traces of a constant tramline is due to the action of the following forces: friction between the soil and the supporting surfaces of the tire; gears arising from the emphasis of the tires on the soil; force acting in the plane of cut of a bar of soil located between the soil couplings.

Each of these forces is a component of the active tangential force, numerically equal to the soil reaction to the listed components. It is also known that the greater the mechanical strength of the soil and the adhesion force of the wheel to the supporting surface of its rolling, the greater the leading moment and the greater traction force can be realized by the wheel (Panchenko, Kyurchev, 2008., Nadykto et al. 2015, Nadykto, Velychko, 2015, Nadykto et al., 2015). With a significant density of the soil supporting surface on the formation of adhesion, and, consequently, on traction, the friction force between the soil and the supporting surfaces of the tire significantly affects. As the density of

the soil decreases, the depth of penetration of the couplings into it increases, as a result of this, traction forces are more affected by the engagement forces of the couplings of the tire on the soil and friction in the plane of the cut of the bar of soil located between the couplings. It is also known (Kutkov, 2014) that the rolling resistance of the wheels of a mobile power tool depends on the properties of the soil, characterized by a volume compression coefficient. This indicator is closely correlated with soil hardness.

Based on the foregoing, it follows that one of the most important conditions for the sufficient adhesion of the wheels of the bridge-type agricultural machines to the supporting surface and the minimum resistance to their rolling are the physico-mechanical properties of traces of a constant tramline. The study of its properties is the real basis for ensuring a high efficiency of the operation of bridge-type agricultural equipment. However, the physico-mechanical properties of soil traces of a constant tramline are practically not studied.

Analysis of latest researches and publications. There is a lot of experience in prospecting research works aimed at establishing a correlation between the density and hardness of the soil (Vasiliev, 2007, Kushnarev et al., 2010, Nadykto, Uleksin, 2008). It should be noted that the hardness of the soil is affected not only by its density, but also by moisture, which is unevenly distributed both over the surface of the field and in the depth of the soil (Kushnarev et al., 2010).

There are two known methods for measuring soil hardness – positional and continuous (dynamic) (Vasiliev, 2007, Kushnarev et al., 2010). The positional method for measuring soil hardness involves the use of instruments such as a hardness tester (density meter) of the Revyakin system. In a positional diagram, the tip of the penerometer moves perpendicularly to the surface of the soil. Continuous (dynamic) measurement of soil hardness is a tool to intensify the process of taking information about soil state by hardness.

Using positional measurements of soil density and hardness, the researchers established correlation relationships between these indicators under field conditions (Vasiliev, 2007, Kushnarev et al., 2010, Nadykto, Uleksin, 2008). An analysis of scientific publications found that there is a fairly strong correlation between the density and hardness of the soil. From which it follows that the results of hardness measurements can predict the value of soil density. But for this, each time before and after measurements of the hardness and density of the soil in the field, it is necessary to calibrate or compare the hardness and its density. In case of precipitation during the collection of information, it is necessary to repeat the operations of comparing the hardness and density of the soil.

However, the physical and mechanical properties of the soil under the conditions of an agricultural agricultural background differ significantly from the properties of a compacted, leveled track of a permanent tramline.

The latter does not allow the use of analytical dependencies linking these indicators among themselves. There is practically no information on assessing the properties of a constant tramline. Studies in the direction of monitoring the properties of a constant tramline and their influence on the adhesion and traction of bridge agricultural equipment have not been carried out sufficiently.

Purpose of the research. The aim of this study is to study the correlation between the indicators of the physico-mechanical properties of the soil footprint of a constant tramline and their influence on the adhesion and traction of bridge agricultural machines.

MATERIAL and METHODOLOGY

The physical object of experimental studies was a bridge-type agricultural equipment of the design we developed (Bulgakov et al., 2019) (Fig. 1). This agricultural equipment 1 has a wheel chassis with pneumatic tires of a standard size 9.5R32.

Physico-mechanical properties of the soil in traces of a constant tramline were measured in a layer thickness of 0...5 cm. The hardness tester of the Revyakin system was used to determine soil hardness (Fig. 2). The soil density in the tramlines was measured with a densitometer of our design, and soil moisture content with a MG-44 moisture meter (Fig. 2).

To exclude the random component of the error in determining the physical and mechanical parameters of the soil in the traces of a constant tramline, the experiments were carried out in multiple repetitions. The obtained values of the indicators were averaged. The error of direct experimental measurement of the parameters by the devices shown in Fig. 2, did not exceed 2%.



Figure 1 Bridge-type agricultural equipment with pneumatic wheels moving along the soil tracks of a permanent tramline



Figure 2 Measuring instruments for determining the physical and mechanical properties of the soil in traces of a permanent tramline: 1 – hardness tester of the Revyakin system; 2 – hygrometer MG-44; 3 – densitometer

RESULTS and DISCUSSION

The study of the properties of soil traces of a constant tramline showed that the values of such indicators as soil density and hardness in a layer of 0...5 cm depend significantly on soil moisture content. With increasing humidity of the soil track of the rut from 10 to 45%, the soil density in it decreases from 1.60 to 1.30 g·cm⁻³ (Fig. 3).

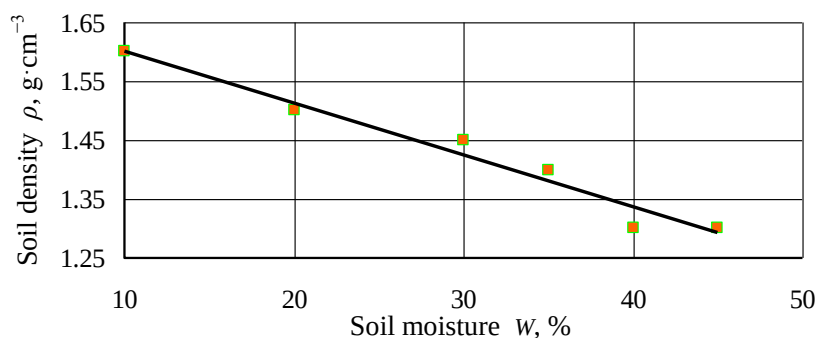


Figure 3 Effect of the soil moisture content W on a soil density ρ of the soil footprint permanent tramline

A similar picture can be observed when changing the hardness of the soil traces of the permanent tramline from its moisture (Fig. 4).

From the analysis of the graph presented in Fig. 4, it follows that with an increase in the soil moisture content of the track marks from 10 to 45%, the soil hardness in the track decreases from 4.5 to 2.8 MPa.

The nature of the dependences of the indicators on a Fig. 3 and Fig. 4 has a linear character. The square of the correlation coefficients of their bonds is quite high and amounts to $R^2 = 0.96$.

The relationship between the density of soil traces of a constant tramline and its hardness is shown on Fig. 5.

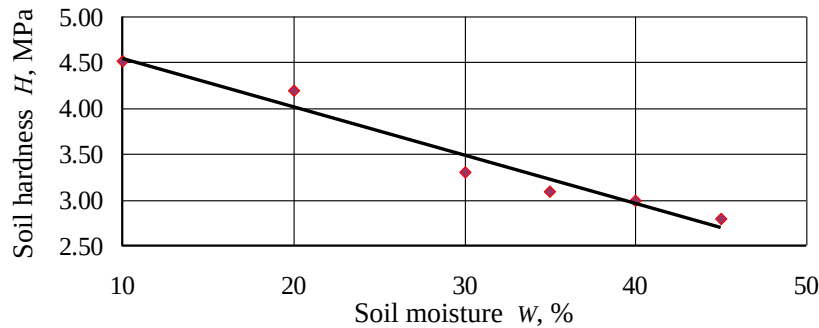


Figure 4 Effect of the soil moisture content W on a hardness H of the soil traces of the permanent tramline

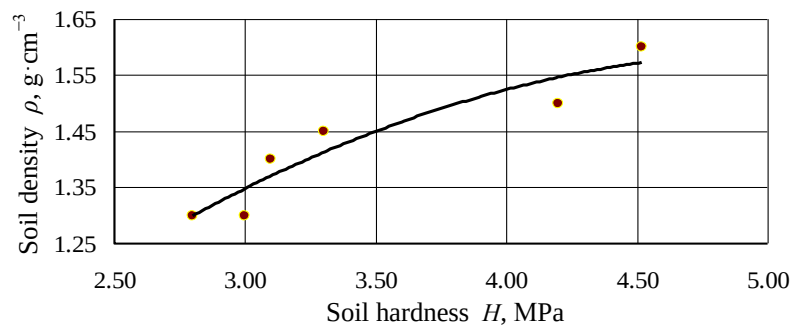


Figure 5 Effect of the soil hardness H on soil density ρ of the soil footprint of a permanent tramline

Analysis of the graph presented on Fig. 5 shows that there is a high nonlinear correlation between the density and hardness of the soil footprint of a constant tramline. The square of the correlation coefficient of the relationship between these indicators is $R^2 = 0.89$, which is significantly lower than the values of the coefficients of correlation relations. This proves that according to the results of soil hardness measurements, it is possible to predict the density of traces of a permanent tramline and vice versa.

The relationship between the indicators in Fig. 5 is fairly accurately approximated by an equation of the form:

$$\rho = -0.0547 \cdot H^2 + 0.5592 \cdot H + 0.1629, \quad (1)$$

where:

ρ – soil density of the soil footprint of a permanent tramline, $\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$;

H – soil hardness in a permanent tramlines determined by the Revyakin system, MPa.

Next, we evaluate the effect of the physico-mechanical properties of the soil footprint of the permanent tramline on the quality of adhesion and traction of the bridge-type agricultural equipment. For this, the maximum tangential traction force that the wheel of the bridge-type agricultural vehicle develops, is represented by this dependence (Guskov, 1996):

$$P_{k_{\max}} = \delta_{\max} \cdot S_k \cdot k_0 \cdot L, \quad (2)$$

where $\delta_{\max}$ – slip coefficient (maximum) of the propulsion of the bridge agricultural machine; S_k – the sum of the vertical projections of the thrust surfaces of the wheels of the bridge-type agricultural machine immersed in soil, m^2 ; k_0 – volume crushing coefficient of the wheel bearing surface

(permanent tramline track), $N \cdot m^{-3}$; L – the length of the arc of the coupling of the couplings of the wheel of the bridge-type agricultural machine with the supporting surface (following a permanent tramline), m.

Also, the traction of the wheel of the bridge-type agricultural machines with a constant tramline track should be sufficient so that it can develop maximum tangential traction (Kutkov, 2014):

$$P_{k\max} = \varphi \cdot N_{ek}, \quad (3)$$

where φ – coefficient of adhesion, implemented by the propulsion of the bridge-type agricultural machines according to the conditions of its interaction with the supporting surface; N_{ek} – vertical operational load acting on the bridge wheel, N.

Equating equations (5) and (11) we obtain:

$$\delta_{\max} \cdot S_k \cdot k_0 \cdot L = \varphi \cdot N_{ek}. \quad (4)$$

Expressions for determining the value L and S_k are as follows (Guskov, 1996):

$$L = (r_0 + h_z) \left(\operatorname{arctg} \frac{f_k (1 - f_k^2)^{\frac{1}{2}}}{0.5 - f_k^2} + 2 f_k^2 \right), \quad (5)$$

$$S_k = \pi \cdot h_z \left[(2r_0 - h_z) \cdot (b_0 - h_z) \right]^{\frac{1}{2}}, \quad (6)$$

where r_0 , b_0 – static radius and width of the wheel of the bridge-type agricultural machine, m; f_k – coefficient of rolling resistance of the wheel of the bridge-type agricultural machine; h_z – normal tire deflection (Guskov, 1996), m:

$$h_z = \frac{N_{ek}}{\pi \cdot \rho_w \cdot \sqrt{2r_0 \cdot b_0}}, \quad (7)$$

where: ρ_w – pressure of the air in the tire, Pa.

Earlier studies of the work of the wheel of a bridge-type agricultural machine along the soil track of a permanent tramline made it possible to analytically establish a sufficiently accurate dependence of the coefficient of its volumetric crushing on the value of hardness, H :

$$k_0 = \frac{0.636 \cdot N_{ek}}{b_0 \cdot 4r_0^2 \cdot (0.0247 \cdot H^2 - 0.2093 \cdot H + 0.499)^3}. \quad (8)$$

We have also found that the coefficient of rolling resistance f_k of a wheel of a bridge-type agricultural tool depends on the physicommechanical properties of the soil track of a constant tramline. In particular, depending on its hardness H , the coefficient of rolling resistance f_k is rather accurately described by a quadratic equation of the form:

$$f_k = 0.0247 \cdot H^2 - 0.2093 \cdot H + 0.499. \quad (9)$$

After substituting expressions (5) – (9) in (4), we have obtained a computational model that allows us to study the processes of traction of the wheel of the bridge agricultural tool depending on its design parameters on the one hand, and the physico-mechanical properties of traces of a permanent tramline on the other.

The result of the analysis of the study of dependence (4), taking into account (5) – (9), it follows that the higher the hardness of the traces of a permanent tramline, the higher the air pressure is advisable in the tire. The nature of this dependence is shown in Fig. 6.

The analysis of the obtained dependence in Figure 6 shows that with an increase in the hardness of the tracks of the permanent tramline from 1.0 to 3.5 MPa, the air pressure in the tire of the wheels of the bridge-type agricultural machine must be increased from 60 to 650 kPa, i.e. 10 times. Naturally, the value of the maximum possible air pressure in the tire is determined by its technical characteristic. For the indicated tire brand used in this bridge-type agricultural vehicle, this value is 160 kPa. Therefore, the operation of the bridge-type agricultural machine with maximum tire pressure is possible only with a hardness of the traces of a permanent tramline of 2.25 MPa and higher. However, with less hardness of the soil footprint, the air pressure in the tire of its wheels must be reduced. This allows you to provide high traction and coupling properties of the bridge agricultural tool when it moves along the soil track of a constant tramline. For example, with a hardness value $H = 1$ MPa, the pressure ρ_w in the tire of the wheel should be 80 kPa.

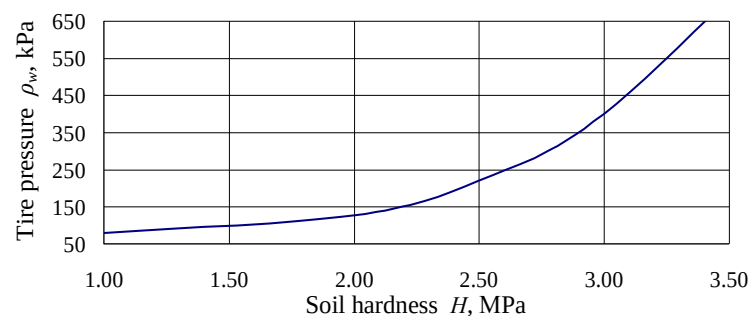


Figure 6 The effect of the hardness H of the soil trace of a permanent tramline on the required air pressure ρ_w in the tires of the wheels of the bridge-type agricultural machine

The obtained dependence of the required pressure in the tire of the wheels of the bridge-type agricultural machine on the hardness of the soil track of the constant tramline (Fig. 6) generalizes the condition under which its maximum coupling properties are achieved.

The studies we have provided confirm the fact that the maximum efficiency of the movement of the bridge-type agricultural machine along the soil traces of a permanent tramline can be achieved only if the air pressure in the tires of its wheels is correctly set. The magnitude of the air pressure in the tires, in turn, depends on the physico-mechanical properties of the soil trace of a constant tramline.

CONCLUSIONS

1. The study of the properties of soil traces of a constant tramline showed that the values of density and hardness in a layer of 0...5 cm depend significantly on humidity. With an increase in the moisture content of the soil track of the rut from 10 to 45%, the density in it decreases from 1.60 to 1.30 g.cm⁻³, and the hardness decreases from 4.5 to 2.8 MPa.

2. A high nonlinear correlation between the hardness and density of the soil footprint of the permanent tramline, which is approximated by the quadratic equation, was experimentally established. Its practical use allows us to predict the density of traces of a permanent tramline and vice versa from the results of hardness measurements.

3. From the position of ensuring maximum coupling properties and traction of the bridge-type agricultural machine when it moves along the soil track of a permanent tramline, it has been established that an increase in the hardness of the tramline surface requires an increase in air pressure in the tire of its wheels and vice versa.

4. The studies confirm the fact that the maximum efficiency of the movement of bridge-type agricultural equipment on the soil traces of a permanent tramline can be achieved only if the air pressure in the tires of its wheels is correctly set. The magnitude of the air pressure, in turn, depends on the physico-mechanical properties of the soil trace of a permanent tramline.

REFERENCES

1. BULGAKOV V. – KUVACHOV V. – OLT J. 2019. Theoretical study on power performance of agricultural gantry systems. Proceedings of the 30th International DAAAM Symposium

- «Intelligent Manufacturing & Automation», 23-26th October 2019, Published by DAAAM International, Vienna, Austria, EU, 2019, Zadar, Croatia, Volume 30, No.1. P. 0167–0175.
2. BULGAKOV, V. – VELICHKO, I. – IVANOV, S. 2016. Investigation of draft coefficient of efficiency of wheeled tractor. Engineering for rural Development, 2016. Volume 2016-January. P. 1036–1041
 3. GUSKOV V.V. 1996. Optimal parameters of agricultural tractors. Moscow, 1996. 194 p. (In Russian).
 4. KUSHNAREV A. – KRAVCHUK V. – KUSHNAREV S. – DYUZHAEV V. 2010. Monitoring of soil density of arable horizon in the system of precise (controlled) agriculture. Technique and technology of the agro-industrial complex, 2010. No. 9. P. 12–15. (In Russian).
 5. KUTKOV G. 2014. Tractors and Automobiles: the theory and the technological properties), Moscow, 2014, 506 p. (In Russian).
 6. NADYKTO V. – ARAK, M. – OLT, J. 2015. Theoretical research into the frictional slipping of wheel type undercarriage taking into account the limitation of their impact on the soil. Agronomy Research, 2015. Volume. 13(1). P. 148–157.
 7. NADYKTO V. – BULGAKOV, V. – KYURCHEV, S. – NESVIDOMIN, V. – IVANOV, S. – OLT, J. 2019. Theoretical background for increasing grip properties of wheeled tractors based on their rational ballasting. Agraarteadus, 2019. Volume 30, Issue 2. P. 78–84.
 8. NADYKTO V. – ULEKSIN V. 2008. The controlled and the gantry systems of farming. Monograph, Kyiv. 2008. 270 p. (In Ukrainian).
 9. NADYKTO V.T. – VELYCHKO O.V. 2015. Forecasting the development of energy ratio of agricultural tractors. Mechanization and electrification of agriculture. 2015, 1(100). P. 147–51. (In Russian).
 10. PANCHENKO A. – KYURCHEV V. 2008. A study of the draft and coupling qualities of wheeled tractors. Proceedings of the Taurida State Agrotechnological University. Issue 8, vol. 9, Melitopol. 2008. P. 31–36. (In Ukrainian).
 11. VASILIEV S. I. 2007. Improvement of the method and technical means for horizontal measurement of soil hardness with the introduction of coordinate farming technology: author. dis. PhD: 05.20.01. Penza. 2007. 19 p. (In Russian).

Corresponding author:

Volodymyr Bulgakov, National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine, e-mail: vbulgakov@meta.ua

AUTOMATICKÁ KONTROLA KŔMNEHO DOPRAVNÍKA V BIOPLYNOVEJ STANICI

PETER DANČANIN – JÁN JOBBÁGY

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: The aim of the work was to design, harmonize and construct the control system of the elements and at the same time evaluate its work efficiency by monitoring the load of the screw conveyor and the weight loss of the feed mixture in the static vertically mixing fodder. The experiment as well as the whole process of construction took place at BPS Trakovice in the company EMART s.r.o., in the village Trakovice in the district Hlohovec. The total daily ration is about 50 tones and is given in two doses of ± 25 tones. Measurements were recorded and evaluated at 1ton feed dose intervals. The Soft Starter and the iStart analog thermistor were used to measure the load in% of the actual load of the screw feed conveyor. Measured values of the conveyor load before adjusting the control system ranged between 12 - 25% in the first half of the fodder volume and the second half of the load value ranged above 25%, causing the conveyor to jam and feed failure until re-running. Given that the current loading of the screw conveyor was more than inefficient and unsuitable on the basis of these measurements, we were able to use the load of the conveyor efficiently and meaningfully and thus eliminate its failure rate.

Keywords: Biogas station, Cogeneration unit, Soft starter, Screw conveyor, Simulation

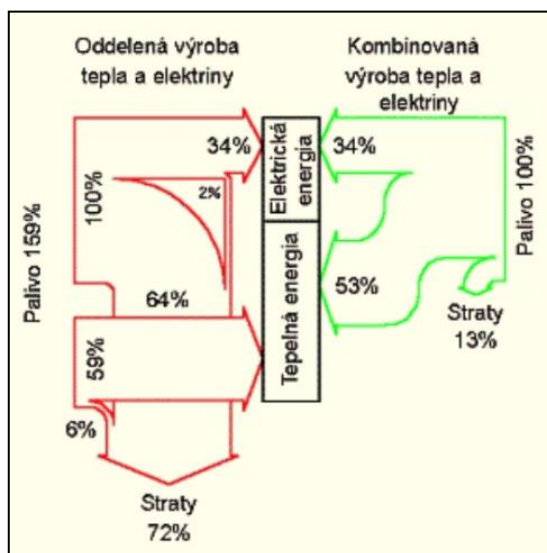
ÚVOD

Pri výrobe elektrickej energie z biomasy našli uplatnenie nasledovné multigeneračné systémy:

- kogenerácia,
- systém ORC,
- trigenerácia (Piszczalka, 2011).

Kombinovaná výroba elektriny a tepla (obr. 1), (KVET) sa môže uskutočniť cestou:

- Plynovej kogenerácie, kedy sa v motore (v turbíne) spaľuje plyné palivo z biomasy
- Systémom ORC (organický Rankinov cyklus), kedy sa spaľuje tuhá biomasa (Pizzalka, 2011).



Obrázok 1 Bilancia kombinovanej a oddelenej výroby elektrickej energie a tepla

Z bilancie kombinovanej a oddelenej výroby elektrickej energie a tepla vyplýva že pomocou multigeneračného systém je možné ušetriť až 40% energie.

Celkovo máme na Slovensku budovaných 111 BPS ktoré vyrábajú energiu z biomasy. Zo zverejnených údajov vyplýva, že v súčasnosti je na Slovensku pripojených 111 BPS s úhrnným

výkonom kogeneračných jednotiek (obr. 2) 103MW a plánovanou ročnou výrobou 810 526 MWh elektrickej energie. (URSO, 2019).



Obrázok 2 Kogeneračná jednotka BPS Trakovice umiestnená v kontajneri

Každá organická hmota po odumretí podlieha rozkladu, pri ktorom sa uvoľňuje **bioplyn** (obsahuje 55-75 % metánu). Bioplyn je metánový plyn, kam patrí aj skládkový a kalový bioplyn. Bioplyn neustále vzniká pri hnití, preto jeho využitie pre energetické účely predstavuje jeden z najekonomickejších spôsobov ekologickej využitia, zužitkovania) organických zvyškov a odpadov. Bioplyn sa v súčasnosti účelovo získava biochemickým spôsobom na bioplynových staniciach (BPS), zo skládok komunálneho a poľnohospodárskeho odpadu a z kalu na ČOV (čistíčkach odpadových vôd), (Pizzalka, 2011).

V kogeneračnej jednotke spaľovací motor (turbína) vyrába elektrinu pomocou elektrogenerátora. Motor spaľuje biopalivo, pričom možno získať 30-40 % elektriny a 40-50% tepla. Zvyšok predstavuje tepelná energia potrebná na udržanie optimálnej prevádzkovej teploty (napr. bioplynového digestora), (Pizzalka, 2011).

Soft-starter sa skladá z dvoch anti-paralelne radených tyristorov, ktoré sú riadené riadiacou jednotkou. Samotná regulácia je napäťová, tj. Riadiaca jednotka soft-štartéru postupne zvyšuje/znižuje nastavenú efektívnu hodnotu napätia na fázach. Rozbeh a dobeh motora je postupný (Justl, 2016).

Lecitínové kaly vznikajú v procese degummingu – odslizenia surových olejov. Pre svoj vysoký bioplynový potenciál sú používané v bioplynových staniciach. Používajú sa na posilnenie fermentačného procesu bez prístupu kyslíka (Meroco, 2019).

Kukurica siláž je jedným z najvýznamnejších energetických objemových krmív, ktoré zohráva významnú úlohu v krmnej dávke pre BPS a dobytok. Skrmuje sa celoročne a často tvorí až 50% podiel sušiny. Silážne odrody kukurice patria k ľahko silážovateľným krmivám, pretože obsahujú vo vode rozpustné sacharidy a majú nízku pufracnú kapacitu (Pospíšil, 2018).

Cieľom príspevku bolo navrhnúť, skonštruovať a zostrojiť automatický systém riadenia zaťaženia krmného závitkového dopravníku s cieľom zefektívnenia jeho využívania a obmedzenie poruchovosti a s tým spojených prestojov.

MATERIÁL A METÓDY

Popis vybranej BPS

Experiment prebiehal vo firme EMART s.r.o. na BPS Trakovice (obr. 3). Družstvo (obr. 4) ako celok je zamerané na pestovanie zemiakov pre vlastnú spotrebu na výrobných linkách pre výrobu zemiakovej múčky a bielenie zemiakov. Ďalej na pestovanie cukrovej repy z ktorej sa cukrovarnícke rezky používajú ako krmná surovina do BPS, osivovej kukurice, obilnín a výraznú časť vlastnej pôdy zaberá silážna kukurica ktorá tvorí 60% krmiva pre BPS.

Miesto výskumu sa nachádza v obci Trakovice a okolí, kde prebieha súčasne veľkoplošné zavlažovanie plodín viacerými typmi závlah, čím je tento podnik 2. najväčší na Slovensku.

Firma Emart s.r.o. je zameraná na výrobu elektrickej energie a odpadového tepla pri spaľovaní bioplynu z biologicky obnoviteľných zdrojov energie. Firma sa nachádza v areály poľnohospodárskeho družstva AGROMART, SLOV-MART Trakovice



Obrázok 3 Detail bioplynovej stanice s popisom, F1-Hlavný fermentor; F2-dofermentor; KS1-koncový sklad



Obrázok 4 Poľnohospodárske družstvo Trakovice

Bioplynová sniaca sa skladá z 2 fermentorov, 1 koncového skladu (KS1), a kogeneračnej jednotky, (obr. 5). Fermentor F1 je hlavný fermentor do ktorého vstupuje všetko krmivo cez krmný voz a vstupný závitkový dopravník. Krmná dávka za 24 hodín predstavuje približne 55,5 t hmoty. Jednotlivé fermentory F1 a F2 majú parametre priemer 28 m a objem približne 3200 m³ digestátu a 1000 m³ bioplynu, KS1 má priemer 34 m objem približne 4000 m³ a približnom plynovom objeme tiež 1000 m³, síce má tento fermentor väčší priemer, no jeho plachta má nižšiu svetlu výšku kvôli veľkosti plochy plachty a jej zníženým fyzikálnym vlastnostiam. Popisná charakteristika KGJ (tabuľka 1) s základnými parametrami tejto KGJ.



Obrázok 5 Detail bioplynovej stanice s popisom, F1-Hlavný fermentor; F2-dofermentor; KS1-koncový sklad

Kogeneračná jednotka od firmy TEDOM Umiestnená v kontajnery obrázok 21, so spalínovým výmenníkom na zvyšovanie teploty vystupujúcej vody až na 109°C. V blízkej budúcnosti bude tento spalínový výmenník nahradený generátorom pary z teploty splodín KGJ, (obr. 6).



Obrázok 6 Kontajner KGJ TEDOM Bps Trakovice a šikmý závitkový dopravník

Tabuľka 1 Charakteristika KGJ BPS Trakovice

TYP KGJ	QUANTO D1200
Rok výroby	2011
Aktuálne mth	64583mth
Palivo	Bioplyn / zemný plyn
Počet valcov	12
Menovitá otáčky	1500 min ⁻¹
Menovitý el. výkon	999
Tepelný výkon	1089kW
Menovitý el. výkon	999
Celková hmotnosť	38145 kg
Maximálna teplota spalín	230°C

Pred dvoma rokmi sa prešlo na kŕmenie „spodom“. Kvôli problémom s dĺžkou hlavného šikmého závitkového dopravníka (obr. 6) z dlhého šikmého vzostupného dopravníka do šikmého závitkového dopravníka vzostupného ktorý ústil do fermentora AR1.

Výhodou spodného kŕmenia je zníženie svetlej výšky kŕmneho vozu o 60cm, zníženie počtu motorov potrebných pre dopravu kŕmnej hmoty do fermentora BPS a skrátením celkovej dĺžky závitkového dopravníka a skráteniu času plnenia. Zjednodušenie pri manipulácii a vkladaní kŕmnej dávky do kŕmneho vozu, (obr.7).



Obrázok 7 Kŕmny voz a nakladač BPS Trakovice, miešacia závitovka, frekvenčný menič

Problémom tohto typu kŕmenia bez ovládania bolo nevyužitie jeho výkonu v prvých 2/3 kŕmnej dávky kŕmneho vozu a následne v 3/3 objemu KV keď sa krmivo uvoľní dochádza ku preťažovaniu závitkového dopravníka až dochádza ku jeho zaseknutiu.

Postup pri vyhotovení riadiaceho softwar-u

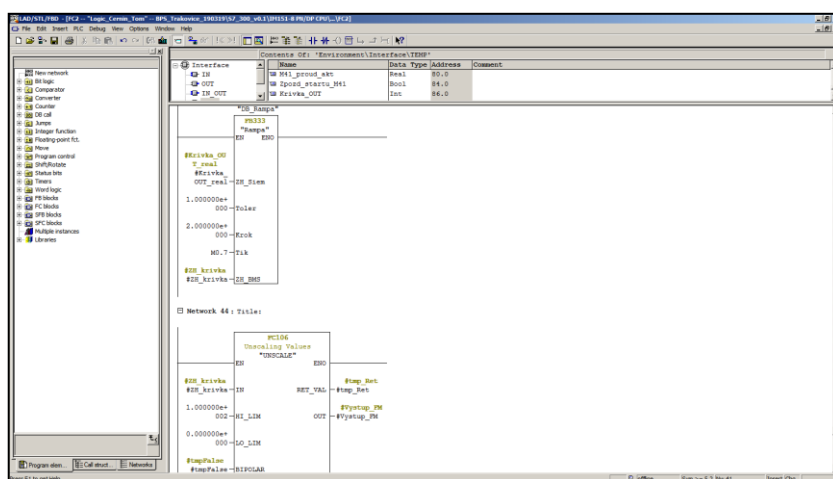
Kŕmny voz značky STORTI s dvoma miešacími závitkovými miešadlami na každom miešadle je 12 nožov, ktoré slúžia na premiešanie a rozdrvenie väčších častí siláže, prípadne iných plodín. Kŕmny voz má objem 40m³ a maximálnu váhu 30 000kg. Miešacie zariadenia sú poháňané dvoma uhlovými prevodovkami ktoré poháňajú motory o výkone 37kW. Tieto motory sú ovládané frekvenčnými meničmi HITACHI SJ700 (obr. 7).

Na základe ktorých bude prebiehať ovládanie ich rýchlosti rotácie podľa zaťaženia krmného závitkového dopravníka. Krmný závitkový dopravník sa skladá z tubusu o dĺžke 5m a závitovky s 14 závitmi. Vo vnútri tubusu sú po dĺžke uzavretej časti navarené vodiace pásoviny ktoré vedú hmotu dopredu a zároveň zabráňujú jej pretáčaniu na mieste. Na konci tohto tubusu je násypka vystlaná silonovou výstelkou a na obvode závitovky je navarená pásovina, ktorá slúži ako klzná časť dopravníka po silonovej výstelke pri padaní krmiva naň a prehýba ho. Na výstupe tohto dopravníka je pneu-pohon, ktorý impulzom z RJ a tlakom vzduchu ovláda otváranie nožového ventilu a tým umožní vstupu krmivá do fermentora.

Pohon zabezpečuje priamočiara prevodovka motora a samostatný motor o výkone 21A. Tento motor ovláda soft starter iStart.

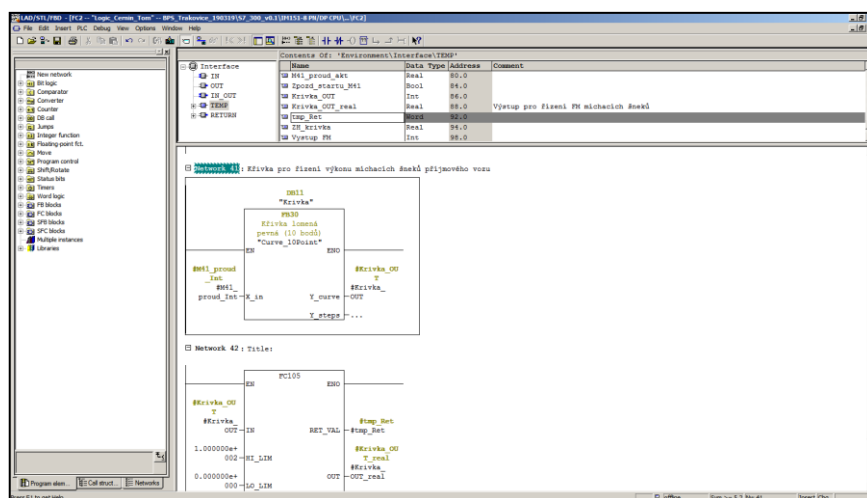
Do tohto Soft Starter-u bol zapojený Termistor s analógovým výstupom merania zaťaženia motora ako v %, súčasne aj v A. Výstupy sme zapojili do riadiacej jednotky BPS na digitálne zobrazenie v softvéri.

Po zapojení analógového termistora do Soft starter-u a prepojení jeho výstupov z RJ BPS bolo nutné do ovládacieho programu SIEMENS Runtime loader vložiť blok (obr. 8), ktorý bude viesť zapisovať do grafu hodnotu z analógového termistora.



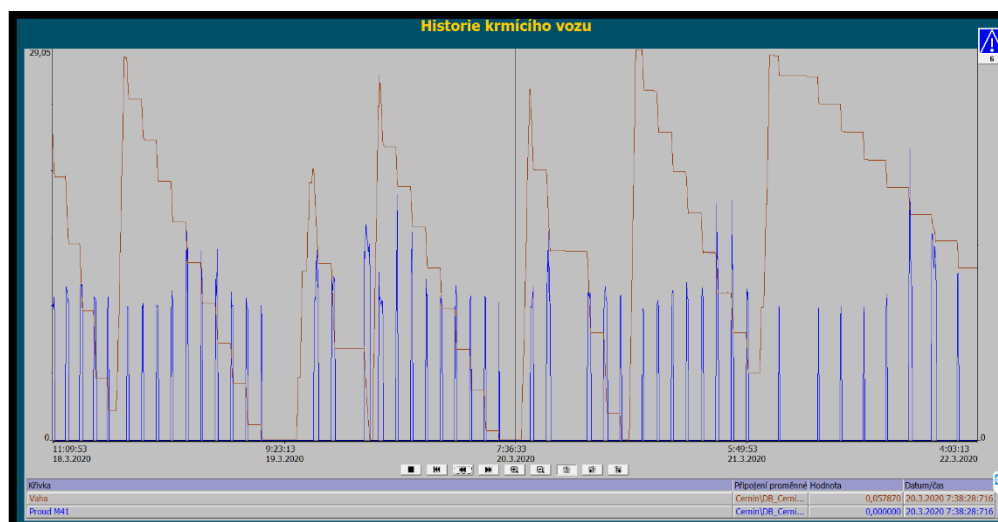
Obrázok 8 Výstup z termistora na graf

Následne bolo potrebné z tohto signálu začať ovládať frekvenčný menič na vertikálnej miešacej závitovke v krmnom voze cez frekvenčný menič HITACHI SJ700 a to vytvorením ďalšieho bloku v RJ systéme BPS. Ovládanie krivky zabezpečuje blok (obr. 9) pomocou pomocného prepočtu z A aktuálneho zaťaženia krmného závitkového dopravníka na % aktuálny výkon miešacej vertikálnej závitovky.



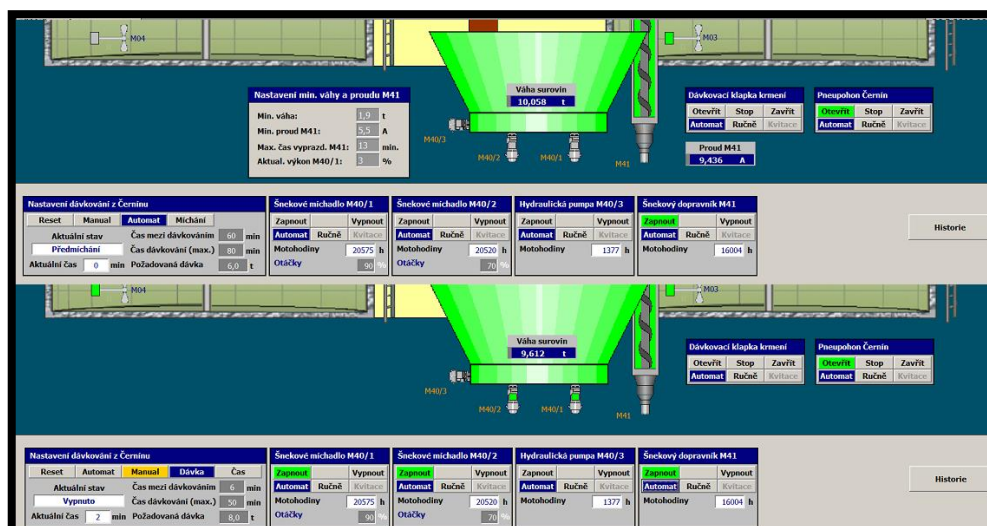
Obrázok 9 Krivka riadenia výkonu miešacích šnekov

Kvalitu práce zariadenia sme posudzovali z grafu (obr. č. 18), ktorý vyhodnocoval aktuálnu váhu v kŕmnom voze a súčasne aj zaťaženie tohto kŕmneho závitovkového dopravníka. Pomocou pripojenia samotného snímacieho modulu prebiehalo zapisovanie hodnôt v pravidelných intervaloch dávky KV.



Obrázok 10 Graf histórie kŕmneho vozu

Následne sme vygenerovali ešte 2 políčka v sekcii kŕmneho voza a to dialógové okno s aktuálnym zaťažením (A) a dialógové okno s parametrami ovplyvňujúcimi chod kŕmneho vozu a závitovkového dopravníka (obr. 11). Týmto parametrami sme dokázali odstrániť problém chodu kŕmneho vozu na „sucho“ kedy nalepené krmivo na závitovkách už nechcelo vypadávať, no minimálna hodnota vypínania KV bola 0kg. Následne bol chod závitovkového dopravníka limitovaný nastaveným časom t.j.3min, čo veľa krát znamenalo chod už bez krmivá a v opačnom prípade efekt vypnutia chodu ešte plného, nevyprázdneného dopravníka kedy následne došlo k jeho zablokovaniu.



Obrázok 11 Doplnené dialógové okná na ovládanie chodu KV

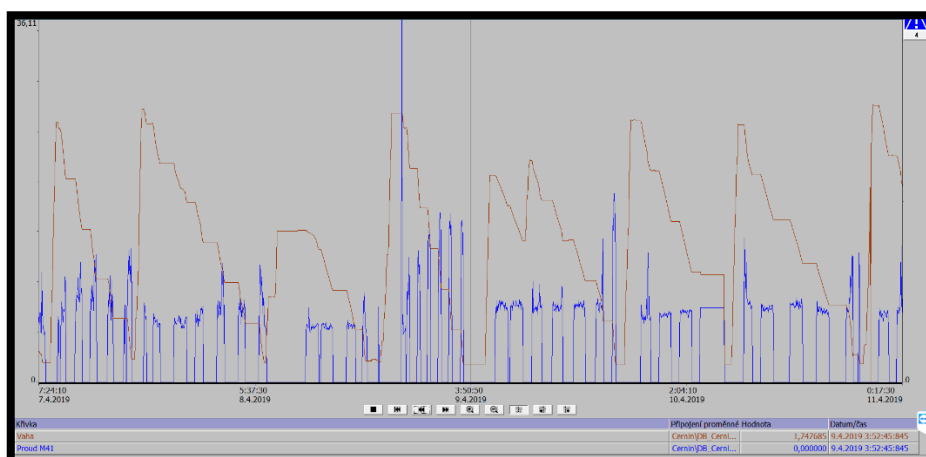
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Experiment sa uskutočnil na poľnohospodárskom družstve v obci Trakovice vo firme EMART s.r.o. Pred realizáciou tohto projektu boli veľmi časté prestoje v dávkovaní kŕmnej zmesi do BPS spôsobené nedostatočnou rýchlosťou plnenia dopravníku resp. v jeho zasypaní a následnom upchaní. Čo spôsobovalo aj niekoľko hodinové prestoje v kŕmení a tým narušení celkového biologického procesu. Po úspešnej realizácii montáže termistora s analógovým výstupom merania

aktuálnych parametrov zaťaženia motora kŕmneho závitovkového dopravníka sa práca začala sústreďovať na vizuálne zobrazenie týchto hodnôt do grafu už existujúceho riadiaceho softvéru pre BPS. Súčasťou tohto experimentu bola aj realizácia prevodu analógového signálu do grafického zobrazenia.

Merania prebiehali pri každom kŕmnom cykle a následne sa spriemerovali v rozsahu 23-12t a 12-2t po dobu 3 dní pred realizáciou samotného ovládania riadiacim systémom. A následne v rovnakých intervaloch aj po realizácii ovládania riadiacim systémom. Zaťaženie sa hneď po spustení a upravení parametrov javilo na 50 % celkového výkonu a tým sa skrátil aj celkový čas kŕmenia, súčasne sa znížila aj potrebná energia na kŕmenie.

Grafický priebeh monitorovania zaťaženia kŕmneho závitovkového dopravníka pred riadením výkonu závitovkového dopravníka je uvedený na (obr. 12). Z uvedených výsledkov je zrejmé, že pokiaľ nebol dopravník automaticky ovládaný došlo k neefektívnemu využívaniu jeho výkonu až k jeho preťažovaniu, čo negatívne vplyva na životnosť materiálov ako aj samotného hnacieho motora. Čierny priesečník polovičky grafu znázorňuje obdobie pred a po spustení samoregulácie výkonu. Zatiaľ čo v druhej polovici kŕmnej dávky došlo k jeho preťažovaniu. Iná situácia nastala po zautomatizovaní ovládania rýchlosti rotácie závitových miešadiel zmenou percentuálneho výkonu. Z obrázku je zrejmé že zaťaženie (modrá krivka) je rovnomerné a zmizli aj nadmerné výkyvy zaťaženia, ktoré spôsobovali zaseknutie závitovkového dopravníka.



Obrázok 12 Grafický priebeh monitorovania zaťaženia kŕmneho dopravníka

Zvislá os znázorňuje váhu v (t), červená krivka a zaťaženie dopravníka v (A) modrá krivka. Vodorovná os znázorňuje dátum a aktuálny čas. V nasledujúcej tabuľke 2 sú znázornené hodnoty z meraní pred a po využití automatickej regulácie. V závislosti od aktuálnej váhy krmiva v kŕmnom voze.

Tabuľka 2 Získané a namerané hodnoty zaťaženia sústavy

Dátum	Váha (t)	Aktuálne zaťaženie (A)			Prepočet (%)		
6.4.2019	23-12	5,5	6,9	6,3	27,5	34,5	31,5
6.4.2019	12-2	11,4	14,3	23,9	57	71,5	119,5
7.4.2019	23-12	6,9	5,3	8,6	34,5	26,5	43
7.4.2019	12-2	13,4	18,6	21	67	93	105
8.4.2019	23-12	5,9	6,8	9,2	29,5	34	46
8.4.2019	12-2	15,8	14,3	19,8	79	71,5	99
9.4.2019	23-12	9	9,3	19	45	46,5	95
9.4.2019	12-2	9,6	9,8	9,7	48	49	48,5
10.4.2019	23-12	7	9,6	9,4	35	48	47
10.4.2019	12-2	9,4	10,3	9,1	47	51,5	45,5
11.4.2019	23-12	9	9,8	10,1	45	49	50,5
11.4.2019	12-2	11,2	10,1	9,6	56	50,5	48,0

Číselné vyjadrenie efektivity práce závitovkového dopravníka je znárodnené v tabuľke 3. a súčasne sú porovnané hodnoty pred a po spustení riadiacej sústavy.

Tabuľka 3 Priemerné hodnoty zaťaženia motora kŕmneho závitovkového dopravníka

Priemerné hodnoty			
Aktuálne zaťaženie			Váha
(A)		(%)	(t)
Pred	6,23	31,17	2-12
Pred	16,53	82,67	12-23
Pred	6,93	34,67	2-12
Pred	17,67	88,33	12-23
Pred	7,30	36,50	2-12
Pred	16,63	83,17	12-23
Po	12,43	62,17	2-12
Po	9,70	48,50	12-23
Po	8,67	43,33	2-12
Po	9,60	48,00	12-23
Po	9,63	48,17	2-12
Po	10,30	51,50	12-23

Bioplyn je zmesou plynov, ktorá je výsledkom komplexného viacstupňového procesu všeobecne opísaného ako biologická degradácia organických látok v anaeróbnom prostredí. Hlavnou zložkou plynnej zmesi bioplynu je metán. Metán je bezfarebný, neodplyňujúci plyn, ktorý so vzduchom vytvára v horľavú zmes v koncentrácií 5,3 až 15% obj.. Celkové zloženie bioplynu závisí od zloženia vstupného substrátu a procesu fermentácie. V priemere bioplynové zmesi obsahujú od 65 do 75% metánu (CH_4), 25 až 35% oxidu uhličitého (CO_2), 3 až 4% vody (H_2O) a 0,1 až 0,5% sírovodíka (H_2S). Medzi ostatnými stopovými prvkami sú vodík (H), dusík (N), amoniak (NH_3) atď. Hodnota bioplynu sa pohybuje od 17 do 25 MJ m^{-3} , čo predstavuje v priemere 2/3 energie zemného plynu ako zdroja energie (Krištof, Gaduš, 2019; Crabtree, 1995; Moller et al., 2004; Li et al., 2011; Vitěz et al., 2015).

Základnou otázkou ktorú je treba vyriešiť je recirkulácia hmoty medzi 2 a prvým fermentorom. Táto recirkulácia tiež priamo ovplyvňuje výťažnosť metánu z hmoty a tým jeho kvalitu. Recirkulácia 27% raz za desať dní stabilizovala výťažnosť metánu a tiež aj kyseliny v digestáte (Findura, et.al., 2019).

Celkové zloženie bioplynu závisí od zloženia vstupného substrátu a procesu trávenia. V priemere bioplyn zmesi obsahujú od 65 do 75% metánu (CH_4), 25 až 35% oxidu uhličitého (CO_2). Alternatívne vstupy substrátu výrazne ovplyvňujú produkciu metánu. V prvej alternatíve (I cyklus) bola denná dávka tvorená 33 kg amarantu a 250 litrov zmesi spekaného hnoja. V tomto cykle je viac ako 3 krát väčšia merná produkcia bioplynu bola pozorovaná s priemerným obsahom metánu 63,9% v porovnaní s konzolovou zmesou hnoja (80: 20%, hnojovica a hnoj). V druhej alternatíve (II cyklus) bola denná dávka tvorená 19,5 kg rezov cukrového piva, 3,3 kg kukuričnej siláže, 1,9 kg výliskov z repky olejnej, 2,5 kg glycerínu a 250 litrov zmesi spekaného hnoja. V tomto cykle viac ako 5,9-krát vyššia špecifická produkcia bioplynu. Pokles priemernej hodnoty obsah metánu 55,1% však tiež znižuje priemerný obsah sírovodíka (128 ppm) bola tiež pozorovaná. Nespornou výhodou pre obidva testované alternatívne zmiešané substráty bolo zvýšenie produkcie bioplynu a jeho kvalita v porovnaní s kontrolným substrátom na základe hnoj (Krištof, Gaduš, 2019).

Zvolenie a zabezpečenie optimálnych vstupov je jedným zo zásadných predpokladov pre ekonomicky efektívnu prevádzku bioplynovej stanice. Návratnosť zariadenie je podmienená plynulým prevádzkou, tzn. garanciou dostatočných zdrojov kvalitných vstupných surovín pre fermentáciu a následnú produkciu bioplynu. Ak teda prevádzkovateľ zariadenia nemá zaistené vstupy z vlastných zdrojov, je nevyhnutné, aby si zaistil dlhodobé dodávky kvalitných vstupných surovín prostredníctvom zmlúv (Biom, 2020).

Skleníkové plyny tvoria zložku plyného prostredia okolo nás jednou zo zložiek je aj 3 %-ný podiel metánu (CH_4), oxidu dusného (N_2O) a ozónu (O_3). Najväčší zdroj metánu predstavuje poľnohospodárstvo, pričom metán je produkovaný najmä veľkochovmi hovädzieho dobytká a

ošípaných. Vzniká ako priamy produkt látkovej výmeny bylinožravcov a ako produkt organického odbúravania živočíšnych exkrementov a tiež produktom anaeróbnej fermentácie v procese získavania bioplynu pre BPS (Dubeňová, et.al., 2011).

ZÁVER

Z experimentálnych meraní zaťaženia krmneho závitovkového dopravníka je zrejme, že tento dopravník bol minimálne využívaný, v prvej polovicike krmnej dávky dávkovacieho vozu a tým bol vysoko opotrebovaný, keďže na výstupnej časti nemá uloženie, (vystreďuje ho iba hmota). Zatiaľ čo v druhej polovicike krmnej dávky zasa vysoko preťažovaný čo malo za následok jeho upchávanie. Výsledkom práce bolo vybudovanie funkčného riadiaceho systému, ktorý bude na základe zosnímaných hodnôt a to aktuálneho zaťaženia krmneho závitovkového dopravníka a zaťaženia miešacích závitových zariadení, čo sa nám napokon podarilo. Prvotné využitie Experimentálna práca plní svoju úlohu a účinnosť tepelnej sústavy sa mnoho násobne zvýšila.

LITERATÚRA

1. BIOM, 2018. Energetické toky pri kominovanej a oddelenej výrobe motoru [online], [cit. 2019-14-03]. Dostupné na: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/zjednoduseny-vypocet-mnozstva-bioplynu-vznikajuceho-z-exkrementov-v-polnohospodarstve-graficke-urcenie-navratnosti>>.
2. BIOM, 2020. Dostatek kvalitných vstupu pro výrobu bioplynu [online], [cit. 2020-10-04]. Dostupné na: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/dostatek-kvalitnich-vstupnich-surovin-pro-vyrobu-bioplynu>>.
3. JUSTL. 2016. Analýza rozbehu asynchrónneho motoru [online], [cit. 2019-14-03]. Dostupné na: <https://otik.uk.zcu.cz/bitstream/11025/23055/1/Analyza_rozbehu_asynchronniho_motoru.pdf>.
4. MEROCO. 2019. Lecitínové kaly [online], [2019-04-04]. Dostupné na: <<https://www.meroco.sk/sk/produkty/lecitinove-kaly>>.
5. PISZCZALKA, Ján - JOBBÁGY. 2011. Bioenergetika. 1. vydanie. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita., 143 s. ISBN 978-80-552-0645-5.
6. PISZCZALKA, Ján - JOBBÁGY. 2012. Bioenergetika. 1. uprav. a dopln. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita. 149 s. ISBN 978-80-552-0813-8.
7. POSPÍŠIL. 2018. Rastlinná výroba [online], [cit. 2019-05-04]. Dostupné na: <<http://www.agroporadenstvo.sk/rastlinna-vyroba-krmoviny?article=1271>>.
8. URSO, 2019. Bioplynové stanice [online], [cit. 2019-04-02]. Dostupné na: <<https://www.energie-portal.sk/Dokument/bioplynove-stanice-v-sr-100191.aspx>>.

Corresponding author:

Ing. Peter Dančani. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Technická fakulta, Katedra strojov a výrobných biosystémov, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovenská republika. Tel. + 421 0907 692 637, e-mail: peterdancanin@gmail.com

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD., Ing. Martin Dočkalík, Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic, phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

HODNOTENIE STRÁT MECHANIZOVANÉHO ZBERU HROZNA

MARTIN DOČKALIK – JÁN JOBBÁGY

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In the Slovak Republic the mechanized grape harvesting is developing really slowly when compared to the western countries, but also to the Czech Republic. Considering persistent distrust and negative opinions to the mechanized harvesting, it is necessary to bring results from this way of harvesting monitoring to professionals. The task of this report is to review its efficiency and so contribute to faster deployment of the mechanized harvesting in Slovak viticulture conditions. The losses have been monitored using trailed harvester Pellenc 8090 SP on varieties Traminer, Pinot blanc and Pinot noir. The average losses have detected the level 306,46 kg.ha⁻¹, which represents 2,24 % of the total harvest. All research measurements were conducted during full grape harvesting operation in the company.

Keywords: mechanized grape harvesting, efficiency, losses

ÚVOD

Vinohradníctvo a vinárstvo má v Slovenskej republike dlhoročnú tradíciu a spôsoby pestovania viniča a spracovania hrozna sa stále vyvíjajú. Pracovne najnáročnejšou operáciou v rámci technologických postupov pestovania viniča uplatňovaných vo vinohradníctve je zber hrozna. Avšak, v podmienkach slovenského vinohradníctva je mechanizovaný zber hrozna pomaly sa rozvíjajúcou oblasťou. Je to zapríčinené vysokými obstarávacími nákladmi techniky, ako aj zlým stavom nastavenia podpory vinohradníctva v Slovenskej republike, kedy pestovatelia viniča riešia dilemu, či sa im ešte vôbec oplatí vinič pestovať a nieto investície do drahej techniky, nakoľko vzniká na trhu problém s odbytom hrozna. Na druhej strane, z hľadiska udržateľnosti budúcnosti vinohradníctva na Slovensku, a tým schopnosti produkcie vinohradov a zvyšovania efektívnosti pestovania viniča, je potrebné zavádzať maximálne množstvo mechanizácie prác vo vinohrade, kvôli neustále rastúcemu nedostatku pracovných síl a rastúcej cene ľudskej práce. To vedie k efektívnemu zvládnutiu všetkých operácií a tým ku konkurencieschopnému vinohradníctvu. Pretože zber hrozna je najnáročnejšou operáciou v technológii pestovania viniča a výrazne vplýva na kvalitu výsledného produktu, t. j. vína, je potrebné ho vykonávať v čo najkratšom čase optimálneho termínu zberu, pri najvyššej kvalite zberaného materiálu. To je možné dosiahnuť modernými mechanizačnými prostriedkami na zber hrozna – zberačmi hrozna, ktoré sa vyrábajú ako samohybné alebo návesné stroje pripojiteľné k traktoru.



Obrázok 1 Príklad multifunkčného stroja pre zber hrozna (Pellenc, 2020)

Prvoradým faktorom pre zavádzanie mechanizácie je zníženie množstva ľudskej práce a zníženie ročných nákladov, aj keď počiatočné náklady sú vysoké (Jobbágy, Findura, 2013; Bates and Morris, 2009; Pezzi, Martelli, 2015).

Tieto stroje sú dnes na vysokej technickej úrovni. Ich zásadné nedostatky však môžu spočívať v stratách zberaného produktu, prípadne v poškodení krov, ktoré však v značnej väčšine vychádzajú z nedôsledného dodržiavania agrotechnických požiadaviek a nedostatočného preškolenia obsluhy techniky (Zemánek, Burg, 2005).

Aby sa rozšíril mechanizovaný zber na Slovensku, je potrebné dostať do povedomia vinohradníkov tento spôsob zberu, vyzdvihnúť jeho výhody v porovnaní s ručným zberom. Na to sú však potrebné výskumy v tejto oblasti, ktorými sa zaoberajú najmä zahraniční autori, kde je mechanizovaný zber hrozna viac rozšírený. Potenciálnych užívateľov techniky na zber hrozna zaujímajú okrem iného aj zberové straty.

Preto cieľom výskumu bolo sledovať a zhodnotiť straty hrozna, ktoré vznikajú pri použití nového moderného stroja na zber používaného v súčasných podmienkach na Slovensku.

MATERIÁL A METÓDY

Cieľom sledovania bolo posúdiť straty vznikajúce prepadosť na pôdu a nepozberaním. Výskumné merania prebiehali vo vinohradoch podniku Pivnica Radošina s. r. o. pri zbere odrôd Tramín červený, Rulandské biele a Rulandské modré. Vinič je pestovaný na strednom vedení s tvarovaním na plochý ťažeň. Oporná konštrukcia je tvorená oceľovými pozinkovanými stĺpikmi, vhodnými pre mechanizovaný zber. Vinohrady sú južne orientované a dosahujú svahovitosť 3 – 7%. Merania prebiehali v mesiaci október roku 2017.

Hodnotený zberač: Pre zber bola použitá súprava návesného zberača PELLENC 8090 SP v agregácii s vinohradníckym traktorom SAME Frutteto3 100 (obr. 2). Zberač hrozna Pellenc 8090 SP je vhodný pre menšie a stredné podniky. Ide o návesný zberač hrozna, ktorý dosahuje v porovnaní so samohybnými strojmi nižšiu výkonnosť. Kombajn je spojený s traktorom pomocou spodného závesu cez špeciálne výkyvné oje, ktoré umožňujú dobrú manévrovateľnosť súpravy. Konštrukcia stroja je portálová. Stroj pracuje na vibračnom princípe striasania. Zberové ústrojenstvo je tvorené obojstranne uloženými párami striasacích prútov ukotvených v dvoch bodoch. Ide o prúty predĺženého tvaru. Záchytné ústrojenstvo je lamelové so sklonom na obe strany. Každá strana záchytné rampy obsahuje 19 lamiel, ktoré sú uchytené na pružných kĺbových spojoch. Objem zásobníkov má 3000 l. Ovládanie stroja a nastavenie pracovných parametrov je prevádzané pomocou ovládacej jednotky tvorenej obrazovkou pre zobrazovanie informácií, združeného ovládača - joysticku a ovládača pre prechádzanie a nastavovanie parametrov. Pracovná rýchlosť súpravy sa pohybovala v rozmedzí 2,5 – 3,1 km.h⁻¹.



Obrázok 2 Výskumné práce počas zberu

Výskum prebiehal v sérii troch meraní pre každú odrodu, teda spolu 9 meraní. Vo vybraných pokusných radoch boli rozložené PE fólie v oblasti príkmenného pásu na úseku 10m šírky 2,8 m, 1,4 m na každú stranu od radu viniča. Teda jedno meranie predstavovalo jeden 10 m meraný úsek. Po prejazde zberača meraným úsekom boli pozbierané prepadané bobule do nádob a následne boli

zozberané bobule z krov, ktoré zostali po prejazde zberača. Vážením a výpočtom boli stanovené celkové straty na 1 ha vinohradu a vyjadrené aj percentuálnym podielom z úrody.

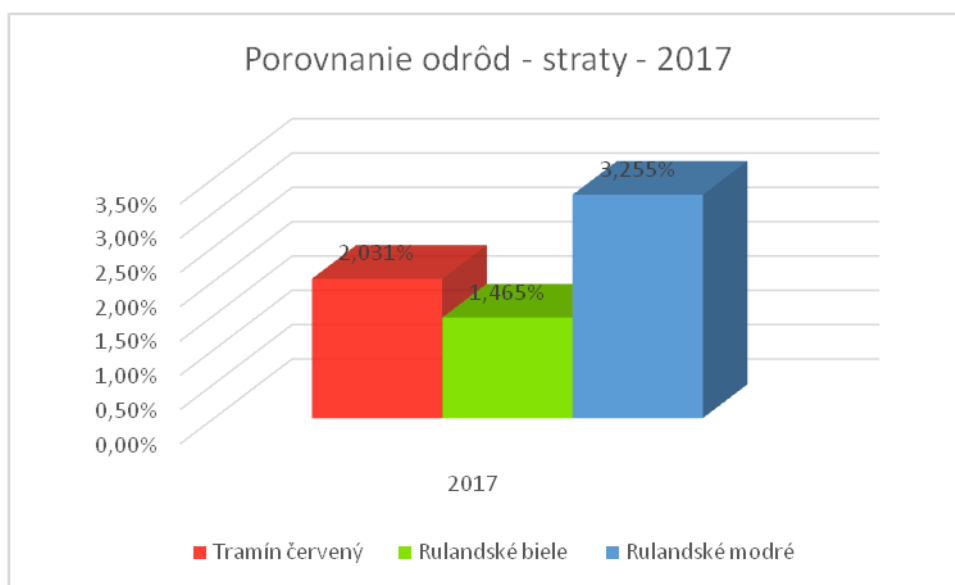
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vo vinohradoch, kde prebiehali merania, boli v roku 2017 dosiahnuté na sledovaných odrodách nadpriemerné úrody. Pre pokusné merania boli použité rovnaké parametre nastavenia zberača hrozna pre všetky odrody. A to: frekvencia kmitov striasacích prútov 450 min^{-1} , parameter amplitúdy kmitov 90 %, medzera priechodnosti zberového ústrojenstva 20 mm a otáčky čistiacich ventilátorov 1500 ot.min^{-1} . Z výsledkov (Tab. 1) vyplýva, že celkové straty na úrode sa pohybovali v rozmedzí 1,5 – 3,3 %. Tieto nami zistené výsledky sa pohybujú na úrovni strát zistených inými autormi, ako aj výsledkov, ktoré uvádza Jobbágy et al. (2018). Sledovaním strát vznikajúcich pri mechanizovanom zbere hrozna sa zaoberali aj v podmienkach Talianska (Pezzi, Martelli, 2015, 2015), či v Českej republike v oblasti Moravy (Novák, Burg, 2013) alebo (Zemánek, Burg, 2005).

Tabuľka 1 Hodnotenie strát pri zbere

Tramín červený		
Pokusné meranie	Straty vzniknuté	
	prepadom na zem, [kg]	nepozberaním, [kg]
1.	0,396	0,43
2.	0,383	0,142
3.	0,502	0,105
Priemerná hodnota	0,427	0,226
Straty na hektár, [kg.ha ⁻¹]	179,34	94,78
Percento strát, [%]	1,33%	0,70%
Straty spolu na hektár [kg.ha ⁻¹]	274,12	
Straty spolu [%]	2,03%	
Rulandské biele		
Pokusné meranie	Straty vzniknuté	
	prepadom na zem, [kg]	nepozberaním, [kg]
1.	0,313	0,094
2.	0,352	0,320
3.	0,330	0,305
Priemerná hodnota	0,332	0,240
Straty na hektár, [kg.ha ⁻¹]	139,3	100,66
Percento strát, [%]	0,85%	0,61%
Straty spolu na hektár [kg.ha ⁻¹]	239,96	
Straty spolu v %	1,47%	
Rulandské modré		
Pokusné meranie	Straty vzniknuté	
	prepadom na zem, [kg]	nepozberaním, [kg]
1.	0,387	0,268
2.	0,407	1,2
3.	0,359	0,274
Priemerná hodnota	0,384	0,581
Straty na hektár, [kg.ha ⁻¹]	161,42	243,88
Percento strát, [%]	1,30%	1,96%
Straty spolu na hektár [kg.ha ⁻¹]	405,3	
Straty spolu v %	3,26%	

Pozn: spon 2,4 x 1m, výnos: T. č. 13,45 t.ha⁻¹, R. b. 16,38 t.ha⁻¹, R. m. 12,45 t.ha⁻¹.



Obrázok 3 Zhodnotenie výsledkov strát

Straty oscilujúce okolo hodnoty 3% sú podľa všeobecného názoru vinohradníkov, ale aj výskumníkov v norme a považované za prípustné. Na výšku strát vplyva viacero faktorov. A to aj rýchlosť jazdy a frekvencia kmitov, ktoré závisia od zahustenia porastu, stavu dozretia, t. j. času zberu hrozna. Ak je hrozno s menším množstvom vody (stupeň dozretia a zrážky), bobule držia pevnejšie na strapcoch, a tak je potrebné frekvenciu kmitov posúvať k vyšším hodnotám. Znamená to, že operatívne nastavenie stroja sa každý rok mení pri každej odrode, a to aj v rámci jednej odrody tej istej sezóny v odlišnom čase zberu. So zhodnými výsledkami sa stretli aj iní autori, ktorí svoje výsledky dokumentujú vo vedeckých článkoch (Pezzi, Martinelli, 2015; Clingeffer, 2013; Caprara, Peyyi, 2011; Novák, Burg; Jobbágy et al., 2018).

Niektorí autori vyjadrujú názor, že pri ručnom zbere hrozna nevznikajú straty, a preto z porovnania strát vychádza podľa nich mechanizovaný zber horšie. Takéto tvrdenia však musíme vyvrátiť, pretože z vlastných pozorovaní môžeme tvrdiť, že pri ručnom zbere vznikajú straty opadaním bobúľ hrozna na zem pri kontakte so strapcami, ako aj straty neobratím spôsobené nepozornosťou zberačov a prekrytím strapcov listami. Nevieme však zatiaľ tieto zistenia kvantifikovať, podložiť výslednými číslami, a priamo tak porovnať straty vzniknuté pri mechanizovanom a ručnom zbere, čo ale môže byť motivujúce pre ďalšie výskumné práce. Naše tvrdenie však potvrdzujú výsledky Cleary, et al. 1990, kde podľa výsledkov dosiahli straty prepadom bobúľ na zem pri ručnom zbere najvyššie hodnoty, až 338 kg.ha⁻¹, čo pri dosiahnutej výnosnosti hrozna 12,8 t.ha⁻¹ predstavovalo 2,64 %.

ZÁVER

Cieľom tejto práce bolo zhodnotiť mechanizovaný zber hrozna, a to najmä odsledovať pozberové straty vznikajúce pri zbere návesným zberačom hrozna Pellenc 8090 SP v podmienkach slovenského vinohradníctva. Straty pri zbere dosiahli maximálnu hodnotu 3,26 % pri odrode Rulandské modré. Priemerná strata pri všetkých odrodách predstavovala 306,46 kg.ha⁻¹, čo je v percentuálnom vyjadrení 2,24 % podiel z celej úrody. Tieto nami zistené výsledky sa pohybujú v približne rovnakých hodnotách, ktoré získali sledovaním strát aj iní autori (Jobbágy, Burg, Novák, Zemánek, Pezzi, a i.).

Na výšku strát vplyva veľa faktorov od zrelosti hrozna až po vhodné nastavenie parametrov stroja, ale aj dodržiavanie agrotechnických požiadaviek pre mechanizovaný zber. Mechanizovaný zber hrozna môžeme považovať za efektívny spôsob zberu, ktorý dosahuje vyššiu výkonnosť, porovnateľné či nižšie straty. Avšak mechanizovaný zber je aj napriek vyššej výkonnosti limitovaný kapacitou, resp. výkonnosťou lisovne, pretože je nevhodné zberať hrozno, ktoré nemôže byť spracované. Teda výkonnosť zberu je závislá od výkonnosti lisovania daného podniku.

Z výsledkov sledovania môžeme preto povedať, že nato, aby sme minimalizovali straty hrozna spôsobené vplyvom mechanizovaného zberu je potrebné, aby bola výsadba viniča v súlade

s agrotechnickými požiadavkami pre mechanizovaný zber a nastavenie parametrov stroja bolo podľa aktuálnych podmienok a stavu porastu na základe skúseností a aktuálnych pozorovaní v čase zberu.

LITERATÚRA

1. BATES, T – MORRIS, J. 2009. Mechanical Cane Pruning and Crop Adjustmen Decreases Labor Costs and Maintains Fruit Quality in New York “Concord” Grape Production. In *HortTechnology*. Vol. 19, no. 2, 247 – 253 s. ISSN 1943-7714
2. CAPRARA, C – PEZZI, F. 2011. Measuring the stresses transmitted during mechanical grape Harvesting. In *Biosystems Engineering*. vol. 110, no. 2, 97-105 s. ISSN: 1537-5110.
3. CLARY, Carter D. et al. 1990. Evaluation of machinevs. hand-harvestedChardonnay, In *American journal of enology and viticulture*. vol. 41, pp. 176 – 181, [cit. 2020-03-20]. ISSN 0002-9254. Dostupné na: <<https://ajevonline.org/content/ajev/41/2/176.full.pdf>>.
4. CLINGELEFFER, P. R. 2013. Mechanization in Australian vineyards. In *Proc. 1st Intl. Workshop on Vineyard Mechanization and Grape and Wine Quality* (pp. 169-177). ActaHorticulturae 978. Leuven, Belgium: ISHS.
5. JOBBÁGY, Ján. et al. 2018. Evaluation of themechanizedharvest of grapeswithregards to harvestlosses and economicalaspects. In *Agronomyresearch*[online], vol. 16, no. 2, pp. 426 – 442, [cit. 2020-03-20]. Dostupné na : <<https://doi.org/10.15159/AR.18.056>>.
6. JOBBÁGY, Ján – FINDURA, Pavol. 2013. *Mechanizácia vinárstva*. 1. vyd. Nitra: Slovenskápoľnohospodárskauniverzita v Nitre, 2013. 165 s. ISBN 978-80-552-0996-8.
7. NOVÁK, Pavel – BURG, Patrik. 2013. Evaluation Of Harvest Losses Within A Full Mechanised Grape Harvest. In *Acta Universitatis Agriculturae Et SilviculturaeMendelianaeBrunensis*. Vol. 61, no. 3, 751-756 s. ISSN 2464-8310
8. PELLENC. [online] [2019] [15.02.2020] Dostupné na internete: <https://pellenc.com/agri/produits/multifunction-optimum-carrier/?lang=en>
9. PEZZI, F, MARTELLI, R. 2015. Technical and economic evaluation of mechanical grape harvesting in flat and hill vineyards. *Trans ASABE* 2015; 58 (2):297–303.
10. ZEMÁNEK, Pavel – BURG, Patrik. 2005. Hodnocení mechanizované sklízň hroznu. In *Acta Universitatis Agriculturae Et SilviculturaeMendelianaeBrunensis*. Vol. 53, no. 4, 191 – 194 s. ISSN 2464-8310

Na tomto mieste sa chceme poďakovať spoločnosti Pivnica Radošina s. r. o. za umožnenie vykonania výskumných prác. Taktiež naše poďakovanie patrí firme Agroplast Mýtna Nová Ves za poskytnutie časti materiálneho zabezpečenia výskumu.

Práca vznikla v rámci prípravy a riešenia projektu KEGA č. 012SPU-4/2020 „Inovácia vzdelávacieho procesu a implementácia poznatkov z praxe so zameraním na vinárstvo a vinohradníctvo“ riešeného na Katedre strojov a výrobných biosystémov SPU v Nitre v r. 2020-2022.

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD., Ing. Martin Dočkalík

Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic, phone: + 421 37 641 4796

e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

TVORBA SÚBORU UKAZOVATEĽOV PRE HODNOTENIE PREVÁDZKY TECHIKY V RÁMCI OPATRENIA „ZELENÁ NAFTA“

JOZEF ĎUĎÁK – KOLOMAN KRIŠTOF

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In order to ensure the efficient operation of machinery at both company and supranational levels, it is necessary to create extensive sets of information and indicators that are incorporated into company standards and norms. They are integrated into the in-house information and management database used to plan deployment, management and assessment of the degree of use of machinery. The generated sets of indicators objectify the efficiency of the operation of the machinery, as the management is not dependent on the subjective opinions of the company managers. The indicators are divided into two groups. The first group are deployment indicators, divided into analytical and synthetic. The second group consists of basic and derived cost indicators. The two sets of indicators are interconnected and constitute an open system enabling them to be updated and supplemented as required by the management body.

Keywords: machinery deployment indicators, company standards and norms, machinery operation efficiency

ÚVOD

Ďalší rozvoj efektívneho využívania disponibilných výrobných vstupov sa nezaobíde bez rozsiahlych súborov spracovávaných informácií o ich pôsobení vo výrobných procesoch. K takýmto informáciám zaradujeme aj normy, normatívy a ďalšie záväzné ukazovatele, ktoré sa v minulých rokoch uplatňovali v oblasti plánovania výroby, jej riadenia, ako aj v oblasti nasadenia a starostlivosti o strojovú techniku. V súvislosti s prechodom na trhové podmienky stratili ukazovatele svoj záväzný charakter a manažmenty podnikov sa prestali vo väčšine prípadov o sledovanie týchto ukazovateľov zaujímať. Avšak v posledných rokoch, predovšetkým v súvislosti s nárastom cien výrobných vstupov, najmä PHM, sa začína prejavovať zvýšený záujem praxe o informácie typu normatívnych ukazovateľov.

Potreba obnovenia procesu tvorby systému ukazovateľov pre oblasť riadenia prevádzky techniky viedla MPRV SR k zadaniu úlohy odbornej pomoci s názvom „Informačný systém o vybavenosti poľnohospodárstva Slovenskej republiky strojovou technikou“. Súčasťou riešenia úlohy odbornej pomoci bolo aj spracovanie rozsiahleho súboru ukazovateľov hodnotenia prevádzky techniky predovšetkým so zameraním na stanovenie normatívov spotreby motorovej nafty pri pestovaní vybranej skupiny plodín podporovaných v rámci opatrenia „Zelená nafta“ vychádzajúceho zo Zákona NR SR č. 43/2019 Z.z. o poskytnutí pomoci v poľnohospodárskej prvovýrobe. V príspevku uvádzame niektoré z výsledkov dosiahnutých pri riešení uvedenej úlohy.

MATERIÁL A METÓDY

Ak budeme vychádzať zo základnej definície využitia ako stupňa realizácie teoretických hodnôt vybraných veličín popisujúcich vlastnosti strojovej techniky v konkrétnych výrobných podmienkach, môžeme poľnohospodársku strojovú techniku charakterizovať veľkým počtom ukazovateľov využitia, z ktorých niektoré majú väčší, iné menší význam. Pre objektívne posúdenie strojov, prípadne ich zoskupení z hľadiska účelnosti ich použitia v konkrétnych výrobných podmienkach je potrebné vymedziť užší súbor ukazovateľov, dokonca niektorí autori, ako napr. Velebil, M. a kol. (1984), Studeník, B. a kol. (1987), Ďuďák, J. (1999) navrhujú jeden komplexný ukazovateľ, ktorý bude považovaný za rozhodujúci a ostatné ukazovatele budú doplňujúce, resp. korigujúce. Pri voľbe výsledného súboru ukazovateľov treba vychádzať z hlavného cieľa používania strojovej techniky v poľnohospodárskom výrobnom procese, tj. dosiahnutia minimálnych nákladov na jednotku výroby optimálnym uplatnením kombinácie pracovnej sily a pracovného prostriedku. Jednoznačná požiadavka na voľbu výsledného súboru ukazovateľov sa potom orientuje do technicko-ekonomickej oblasti a všetkého, čo s touto oblasťou súvisí.

Tejto myšlienke bolo podriadené riešenie úlohy, ktorej cieľom bolo vytvoriť taký systém technicko-ekonomických ukazovateľov, v ktorom sa spoja naturálne a hodnotové prvky. Ako najvhodnejšie sa ukázalo rozčlenenie ukazovateľov súvisiacich s prevádzkou strojovej techniky na ukazovatele nasadenia a ukazovatele nákladové, ktoré v svojej práci popísali Ďuďák, J. a Kvasnicová, S.(2001). V súvislosti s riešením úlohy odbornej pomoci sme sa preto zamerali na nasledovné ciele:

- vypracovanie prehľadu o cenách rozhodujúcich kategórii strojov ponúkaných na trhu a na ich základe vypočítanie vybraných prevádzkových ukazovateľov (spotreba pohonných hmôt, prevádzkové náklady na jednotku vykonanej práce),
- objektivizovanie podkladov na stanovenie noriem času a noriem spotreby pohonných hmôt pri vykonávaní vybraných pracovných operácií navrhnutými strojovými súpravami (vypracovanie cenníka poľných mechanizovaných prác),
- stanovenie odporúčaných hodnôt minimálneho ročného využitia strojov zaručujúceho ich efektívne využívanie v závislosti od formy vlastníctva strojov,
- vypracovanie modulu počítačového programu pre výpočet vybraných prevádzkových ukazovateľov pri hodnotení efektívnosti využívania strojov využiteľného v etape plánovania poľných mechanizovaných prác (modul na zostavovanie vzorových technologických kariet vybraných plodín).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pri spracovávaní aktuálneho cenníka strojov ponúkaných na slovenskom trhu bol zvolený postup vychádzajúci z jednotnej klasifikácie strojov podľa normy ISO 3339/0. Uvedená klasifikácia bola využitá aj v predchádzajúcich rokoch PPA ako súčasť Výzvy na predkladanie žiadostí o nenávratný finančný príspevok z programu rozvoja vidieka Slovenskej republiky 2014 – 2020, číslo výzvy: 6/PRV/2015, príloha č.3.4 - Oprávnené výdavky na vybrané stroje, technológie, príslušenstvo, náradie (PPA, 2015). Ceny strojov boli aktualizované na základe údajov platných pre rok 2018, pričom sa vychádzalo z podkladov získaných od predajcov poľnohospodárskej techniky a z rôznych ďalších informačných zdrojov, najmä dostupné informačné zdroje využívané v Nemecku (agraheute a ktbl), Švajčiarsku (Agroscope), Rakúsku (ÖKL-RW) a odborné časopisy.

Pre spracovanie cenníka strojov, ako aj výpočet vybraných prevádzkových ukazovateľov charakterizujúcich používanie techniky, bol využitý tabuľkový kalkulátor Excel. Údaje z cenníka strojov boli využité ako podklad pri kalkulácii nákladov na prevádzku vybraných kategórií strojov, resp. strojových súprav. Pri výpočte nákladov na prácu stroja, resp. strojovej súpravy bolo použitých niekoľko listov tabuľkového kalkulátora Excel účelovo medzi sebou prepojených.

Na základe priemerných obstarávacích cien strojov boli v prvom kroku vyčíslené priemerné „strojové náklady“. Tento termín bol použitý pre označenie priemernej hodnoty nákladov na prácu stroja bez zahrnutia mzdových nákladov. V podstate ide o zložku nákladov na odpisy (amortizáciu), nákladov na opravy a nákladov na tzv. stále ročné platby (zákonné poistenie, úročenie vlastného kapitálu, uskladnenie stroja, prípadne STK a EK). V prípade výpočtu položky nákladov na spotrebované PHM bol zvolený súčiniteľ využitia výkonu motora podľa vykonávanej pracovnej operácie, ktorého voľbu predstavil vo svojej práci Syrový, O. a kol., (1997).

V druhom kroku bolo navrhnuté riešenie „Katalógu pracovných operácií“ (tabuľka 1), ktoré umožňuje komplexný výpočet nákladov zahrňujúcich aj náklady mzdové vrátane odvodov do fondov a poisťovní. V prípade poskytovania služieb so strojovou technikou sa môžu vypočítané náklady na prevádzku strojov resp. strojových súprav od tzv. trhových cien práce čiastočne odlišovať na základe stanovenej miery zisku zo strany poskytovateľa služieb.

V ďalšom kroku riešenia úlohy odbornej pomoci bol vypracovaný modul počítačového programu označený ako „Pestovateľský postup“, ktorý slúži na modelovanie (zostavovanie) vzorových technologických postupov (technologických kariet) vybraných plodín podľa požiadavky MPRV SR. Vychádzali sme pritom so zaužívaného vzoru technologických kariet plodín, ktoré vo svojich prácach predstavili Lukáč, J. a kol. (1988) a Gromová, A. a kol. (1999).

Modelovanie technologických postupov je založené na využití celého súboru vstupných informácií, ktoré bolo potrebné v súvislosti s riešením úlohy odbornej pomoci zabezpečiť. Výsledkom modelovania sú rozsiahle súbory informácií, ktoré môžu byť vhodným nástrojom

využitelným nielen za účelom výpočtu výšky podporného opatrenia „Zelená nafta“, ale aj pri kontrole skutočného priebehu výroby a jej hodnotení na podnikovej úrovni.

Tabuľka 1 Príklad výstupu z katalógu pracovných operácií

Číslo oper.	Názov operácie	Merná jednotka operácie	Pracovný stroj	Konstruktívny parameter	Norma času, h/MJ	Náklady na stroj, €/MJ	Energetický prostriedok	Konstruktívny parameter	Priemerná spotreba, l/h
1	podmieňka tanierovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci tanierový	2 - 4 m	0,35	2,92	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	81 - 90 kW	18,21
1a	podmieňka tanierovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci tanierový	4,1 - 6 m	0,21	2,09	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	31,88
1b	podmieňka tanierovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci tanierový	6,1 - 8 m	0,15	1,63	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	nad 300 kW	56,25
2	podmieňka radlicovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci radlicový	7 - 8 radlicový	0,60	0,89	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	121 - 140 kW	17,41
2a	podmieňka radlicovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci radlicový	9 radlicový	0,46	1,37	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	22,77
2b	podmieňka radlicovým podmieňacom	ha	pluh podmieňaci radlicový	14 radlicový	0,30	1,43	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	nad 300 kW	37,50
3	podmieňka radličným kypričom	ha	kyprič podmieňaci	2 - 3 m	0,42	15,55	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	101 - 120 kW	20,63
3a	podmieňka radličným kypričom	ha	kyprič podmieňaci	3,1 - 4 m	0,30	15,25	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	121 - 140 kW	24,38
3b	podmieňka radličným kypričom	ha	kyprič podmieňaci	4,1 - 5 m	0,23	17,88	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	31,88
3c	podmieňka radličným kypričom	ha	kyprič podmieňaci	5,1 - 6 m	0,19	15,56	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	201 - 250 kW	43,13
4	plytká orba	ha	pluh jednostranný návesný	8 radlicový	0,49	9,46	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
5	plytká orba s urovňovaním	ha	orba plytká	8 radlicový	0,50	9,46	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
6	stredná orba	ha	pluh otočný návesný	7 radlicový	0,60	15,22	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
7	stredná orba s urovňovaním	ha	pluh otočný návesný, packervalec	6 radlicový	0,74	15,53	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
8	hlboká orba	ha	pluh otočný návesný	7 radlicový	0,64	19,57	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	181 - 200 kW	38,17
9	hlboká orba s urovňovaním	ha	pluh otočný návesný, packervalec	6 radlicový	0,79	17,75	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	181 - 200 kW	38,17
10	veľmi hlboká orba	ha	pluh otočný návesný	4 radlicový	1,19	21,92	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	181 - 200 kW	30,54
11	zaošľovanie organických hnojív	ha	pluh otočný návesný	6 radlicový	0,69	15,53	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
12	zaošľovanie organických hnojív vo viniciach a chmeľniciach	ha	pluh otočný nesný	2 radlicový	2,56	25,67	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	61 - 70 kW	13,06
13	zaošľovanie viacročných krmovín	ha	pluh otočný návesný	5 radlicový	0,89	19,19	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	34,15
14	orba vo vinohrade	ha	pluh otočný nesný	2 radlicový	2,22	25,67	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	11,05
15	urovňovanie ornice po orbe	ha	brány klimkové ľahké	4,1 - 6 m	0,34	2,60	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	9,58

Tabuľka 2 Príklad technologického postupu pestovania (technologickej karty) cukrovej repy

Plodina: Technológia:	cukrová repa konvenčná	Výmera: Úroda:	1 ha 70 t/ha	Vzdialenosť: Svahovitost:	Konštru
Číslo operácie	Názov operácie	Mesiac / polmesiac	% podiel operácie	Jednotka	Pracovný stroj (nádrie)
1	podmienka tanierovým podmietacom	8/1	100,00	ha	pluh podmietaci tanierový
2	valcovanie po podmietke	8/1	100,00	ha	valce hladké ťažké
3	nakladanie organických hnojív	10/1	100,00	t	nakladač samohybný
4	doprava organických hnojív nákladným automobíkom	10/1	100,00	km	rozhadzovač MH
5	rozhadzovanie organických hnojív (bez dopravy)	10/1	100,00	t	rozhadzovač MH
6	zaoštievanie organických hnojív	10/1	100,00	ha	pluh otočný návesný
7	nakladanie priemyselných hnojív	11/1	100,00	t	nakladač samohybný
8	doprava priemyselných hnojív traktorovou dopravnou súpravou	11/1	100,00	km	prives traktorový
9	základné hnojenie priemyselnými hnojivami bez dopravy	11/1	100,00	ha	rozhadzovač PH návesný
10	hlboká orba s uvoľňovaním	11/1	100,00	ha	pluh otočný návesný, packervalec
11	smykovanie a bránenie	3/1	100,00	ha	smyk. brány
12	nakladanie priemyselných hnojív	3/2	100,00	t	nakladač samohybný
13	doprava priemyselných hnojív traktorovou dopravnou súpravou	3/2	100,00	km	prives traktorový
14	predsejbové hnojenie priemyselnými hnojivami bez dopravy	3/2	100,00	ha	rozhadzovač PH návesný
15	príprava pôdy kombinátorom	4/1	100,00	ha	kombinátor klasický
16	sejba presnými sejačkami	4/1	100,00	ha	sejačka presná
17	valcovanie po sejbě	4/1	100,00	ha	valce ryhované
18	doprava vody na plošný postrek traktorovou dopravnou súpravou	5/1	300,00	km	traktorový fekálny náves
19	plošný postrek (dávka do 400 l/ha)	5/1	300,00	ha	postrekovač traktorový návesný
20	nakladanie priemyselných hnojív	5/2	100,00	t	nakladač samohybný
21	doprava priemyselných hnojív traktorovou dopravnou súpravou	5/2	100,00	km	prives traktorový
22	prihnojovanie priemyselnými hnojivami (dávka do 0,30 t/ha) bez dopravy	5/2	100,00	ha	rozhadzovač PH návesný
23	plečkovanie	5/2	200,00	ha	plečka pasívna
24	doprava vody na plošný postrek traktorovou dopravnou súpravou	6/1	200,00	km	traktorový fekálny náves
25	plošný postrek (dávka do 400 l/ha)	6/1	200,00	ha	postrekovač traktorový návesný
26	zber cukrovej repy kombinovaným zberačom	10/1	100,00	ha	kombinovaný zberač cukrovej repy
27	doprava nákladným automobíkom (objemová hmotnosť nad 400 kg/m ³)	10/1	100,00	km	trojstranný sklápáč
28	podhrňanie repy na skládke čelným kolesovým nakladačom	10/1	100,00	t	nakladač samohybný

Tabuľka 3 Výsledné priame náklady na pestovanie plodiny v prepočte na jednotku plochy, prípadne jednotku úrody.

Cena PHM, €/l = 0,98 Hodinová mzda, €/h = 5,10							Poznámka
Číslo operácie	Energetický prostriedok (traktor)	Konstruktívny parameter	Náklady na EP (traktor), €/h	Spotreba času, h/ha	Spotreba nafty, l/ha	Náklady na pracovnú operáciu, €/ha (bez DPH)	
1	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	81 - 90 kW	45,83	0,347	6,324	18,83	
2	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	30,74	0,357	3,676	22,76	
3		55 kW		1,500	13,259	66,49	hnojenie MH ₁ t/ha
4	automobil nákladný	208 kW	59,03	0,727	10,130	50,70	
5	automobil nákladný	208 kW	59,03	1,500	25,071	101,37	
6	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	161 - 180 kW	75,77	0,694	23,717	68,15	
7		55 kW		0,008	0,047	0,25	základné hnojenie, kg/ha
8	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	27,57	0,009	0,065	0,26	
9	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	33,92	0,083	1,105	11,41	
10	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	181 - 200 kW	82,46	0,794	30,293	83,19	
11	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	91 - 100 kW	44,40	0,240	3,971	19,66	predsejbové hnojenie, kg
12		55 kW		0,006	0,035	0,18	
13	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	27,57	0,007	0,049	0,19	
14	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	33,92	0,083	1,105	11,41	
15	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	91 - 100 kW	49,88	0,267	5,768	28,62	
16	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	81 - 90 kW	36,02	0,331	3,012	60,81	
17	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	28,36	0,327	2,648	21,82	
18	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	30,28	0,045	0,331	1,81	dávka vody, l/ha
19	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	29,16	0,556	4,911	58,81	plošný postrek herbicidm
20		55 kW		0,004	0,024	0,12	hnojenie počas vegetácie
21	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	27,57	0,004	0,033	0,13	
22	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	33,92	0,069	0,921	10,94	
23	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	27,57	1,852	13,641	73,34	
24	traktor kolesový s náhonom na štyri kolesá	51 - 60 kW	30,28	0,030	0,221	1,21	
25	traktor kolesový s náhonom na dve kolesá	51 - 60 kW	29,16	0,370	3,274	39,20	plošný postrek insekticíd
26		250 kW		1,235	57,870	275,02	
27	automobil nákladný	208 kW	59,03	1,273	17,727	79,81	
28		55 kW		1,400	10,313	48,83	Materiálové náklady
Spolu							
na 1 ha				14,12	239,54	1 155,31	
na 1 t				0,20	3,42	16,50	

Vstupné informácie, využité pri príprave, ako aj samotnom modelovaní technologických postupov, sú vo väčšine prípadov informácie o odporúčaných materiálových vstupoch vyjadrené vo fyzikálnych jednotkách (napr. spotreba osív v $t \cdot ha^{-1}$, prepočítaná dávka hnojív na základe potreby čistých živín v $t \cdot ha^{-1}$, spotreba pesticídov v $l \cdot ha^{-1}$, alebo $kg \cdot ha^{-1}$, spotreba nafty v $l \cdot ha^{-1}$ apod.). Potrebné dávky materiálových vstupov na podnikovej úrovni môžu byť potom stanovené na základe dlhodobých skúseností vo vlastnom podniku, prípadne na základe odporúčaní odborných inštitúcií, alebo poznatkov podnikov s podobnými výrobnými podmienkami a obdobným výrobným zameraním. Často sa plánovanie materiálových vstupov opiera o výsledky výskumu a vývoja nových technologických systémov a postupov výroby a taktiež o stále sa prehlbujúce poznanie podmienok a možností vlastného podniku.

Na základe pripravených vstupných informácií je možné pristúpiť k samotnému modelovaniu technologického postupu, ktorý chceme uplatniť pri pestovaní vybranej plodiny na konkrétnom pozemku. V modelovacích programoch je spravidla umožnené vyberať zo širšej ponuky alternatívnych pracovných operácií, ktorých konkrétny výber často závisí od stavu, v akom zostal pozemok po zbere predplodiny (často sa napr. variabilne volia operácie základného a predsejbového obrábania pôdy), alebo od spôsobu zberu a využitia úrody pestovanej plodiny (je možné voliť napr. viaceré varianty zberu slamy pri zbere obilnín, alebo jej drvenia hneď pri, prípadne až po zbere).

Ako príklad výstupu z modelovacieho programu je v tabuľke 2 uvedená časť technologického postupu pestovania cukrovej repy. Pri modelovaní postupu je možné voliť pracovné operácie z „Katalógu pracovných operácií“, celkový rozsah ich vykonania, vybrať vhodnú súpravu na základe podkladov z „Cenníka strojov a zariadení používaných v poľnohospodárstve“.

Na základe zvolených podkladových údajov program vypočíta spotrebu času práce v $h \cdot ha^{-1}$, spotrebu nafty $l \cdot ha^{-1}$ a náklady na pracovnú operáciu v $€ \cdot ha^{-1}$. Po spočítaní údajov za zvolené operácie v spodných riadkoch tabuľky je možné zobrazit' celkovú spotrebu času práce, nafty a nákladov za zvolený pracovný postup. Ak k tomu prirátame náklady na spotrebované materiálové vstupy, dostaneme výsledné priame náklady na pestovanie plodiny v prepočte na jednotku plochy ($€ \cdot ha^{-1}$), prípadne jednotku úrody ($€ \cdot t^{-1}$).

Modelovacie programy majú hlavnú výhodu v tom, že pri pomerne nízkej náročnosti na náklady a čas uľahčujú prípravu výroby. Predovšetkým pre túto etapu zabezpečenia výrobného procesu sú nakoniec aj určené. Ich hlavným (a zatiaľ neriešiteľným) nedostatkom je to, že reálne výsledné hodnotenie ekonomiky pestovania vybranej plodiny je aj pri precíznom dodržaní naplánovaného (namodelovaného) technologického postupu a z výsledkov plánovania vyplývajúcich nákladov v konečnom dôsledku závislé predovšetkým od dosiahnutej úrody plodiny a hlavne od jej reálnej trhovej ceny. A tu už „do hry“ vstupujú viaceré faktory, ktoré sa spravidla nedajú na podnikovej úrovni ovplyvniť, ako je napr. faktor počasia, ktorý môže ovplyvniť tak výšku dosiahnutej úrody, ako aj jej kvalitu, faktor ponuky a dopytu tovaru na trhu a od toho sa odvíjajúcej aktuálnej realizačnej ceny, a pod. Preto je možné skutočnú „ekonomiku“ vyhodnotiť až s odstupom času po ukončení hospodárskeho roka.

ZÁVER

Navrhnuté riešenie umožňuje modelovanie technologických postupov a zostavovanie podrobných technologických kariet pre rôzne alternatívne varianty vykonania pracovného procesu vo vzťahu k pozemku, na ktorom je proces uskutočňovaný a k plodine, ktorú chceme na danom pozemku pestovať. Algoritmus tvorby technologických kariet zároveň umožňuje optimalizovať potrebu strojov podľa zadaného rozsahu práce a požadovaného agrotechnického termínu. V module sú okrem nákladov na techniku vypočítavané aj náklady na materiál (osivo, hnojivá, herbicídy,...), ako aj prípadné poistenie úrody. Okrem toho modul umožňuje vyčíslenie nákladov na hektár, resp. na tonu pestovanej plodiny.

Rozhodujúcim výstupom tohto modulu sú údaje o spotrebe času a spotrebe PHM, čo bola hlavná požiadavka na požadovaný výstup z doterajšej časti riešenia úlohy odbornej pomoci. Vypočítané hodnoty spotreby času práce, spotreby nafty a nákladov pre jednotlivé strojové súpravy navrhnuté a využívané v rámci modelovacieho programu zároveň predstavujú podstatnú časť súboru ukazovateľov charakterizujúcich prevádzku techniky a zároveň ich možno považovať za vhodný podklad pre hodnotenie využívania techniky na podnikovej úrovni.

Doterajšie riešenie úlohy odbornej pomoci sa zameriavalo hlavne na spracovanie odporúčaných technologických postupov v rámci špeciálnej a špecializovanej rastlinnej výroby (pestovanie zeleniny, strukovín, liečivých rastlín a ovocných drevín). Pre uvedené skupiny plodín boli spracované normatívy spotreby nafty využité v rámci výzvy na predkladanie žiadostí o poskytnutie štátnej pomoci vo forme úľav na environmentálnych daniach (Zelená nafta 2019+) v zmysle zákona č. 43/2019 Z. z. o poskytnutí pomoci v poľnohospodárskej prvovýrobe a na základe Schémy štátnej pomoci na poskytovanie pomoci vo forme úľav na environmentálnych daniach v znení dodatku č. 1, zaregistrovanej Európskou komisiou pod evidenčným číslom SA. 54664.

LITERATÚRA

1. ĎUĎÁK, J. 1999. Stanovenie zdôvodneného ročného nasadenia stroja. In: Acta oeconomica et informatica 2. Nitra : SPU, 1999, č. 2, s. 53 – 56
2. ĎUĎÁK, JOZEF. - KVASNICOVÁ, S. 2001. Analýza prevádzkových ukazovateľov poľnohospodárskej techniky. Záverečná správa univerzitného grantového projektu. Nitra : KSaVS, 2001. 11 s.
3. GROMOVÁ, A. a kol. 1999 : Expertný systém pestovania vybraných plodín. Záverečná správa výskumnej úlohy VE-02-12. Piešťany : VÚRV, 1999. 28 s.
4. LUKÁČ, J. a kol. 1988 : Vzorové technologické karty pre rastlinnú výrobu. Bratislava : VÚEPaP, 1988. 117 s.
5. STUDENÍK, B. A KOL. 1987 : Využívanie techniky v poľnohospodárskych technologických systémoch. Bratislava: Príroda, 1987. 235 s.
6. SYROVÝ, O. a kol. 1997 : Orientační hodnoty měrné spotřeby paliv a energie v zemědělství. Metodiky pro zemědělskou praxi. Praha : ÚZaPI, 1997, č. 7. 47 s. ISBN 80-86153-06-1
7. VELEBIL, M. a kol. 1984 : Zemědělské technologické systémy. Teoretické základy. Praha : SZN, 1984. 508 s.
8. Výzva na predkladanie žiadostí o poskytnutie štátnej pomoci vo forme úľav na environmentálnych daniach (ZELENÁ NAFTA 2019+) v zmysle zákona č. 43/2019 Z. z. o poskytnutí pomoci v poľnohospodárskej prvovýrobe a na základe Schémy štátnej pomoci na poskytovanie pomoci vo forme úľav na environmentálnych daniach v znení dodatku č. 1, zaregistrovanej Európskou komisiou pod evidenčným číslom SA. 54664.
9. ZÁKON NR SR č. 43/2019 Z.z. o poskytnutí pomoci v poľnohospodárskej prvovýrobe.

Corresponding author:

doc. Ing. Jozef Ďuďák, CSc., Katedra strojov a výrobných biosystémov SPU, Trieda A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovenská republika, tel.: 00421/87/65084357, e-mail: Jozef.Dudak@uniag.sk

VPLYV OBRÁBANIA PÔDY NA ZMENU JEJ VLASTNOSTÍ

PAVOL FINDURA¹ – PETER BAJUS¹ – PETR BARTOŠ² - URSZULA MALAGA-TOBOŁA³ -
DARIUSZ KWAŚNIEWSKI³ – SYLWESTER TABOR³ - OLGA URBANOVIČOVÁ¹

¹ Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

²University of South Bohemia in České Budějovice, ³University of Agriculture in Krakow

Abstract: Proper land management is very important for water retention in nature. The current agricultural management is increasingly focused on land maintenance and land use. Very important, literally the most important part of agriculture is, therefore, care for the soil and its biodiversity. Soil provides plants together with everything they need but at the same time the activity of microorganisms arises. Soil biostimulus, very rapidly after application, initiate an increase in biological activity in the soil. Measurements were made in the fields of the company ZDA Dvory nad Žitavou. The field experiment had two variants, the first variant with Neosol - biostimulation (150 kg.ha⁻¹) and the second variant was the control. We measured the change in soil properties, tensile resistance and fuel consumption.

Keywords: soil properties, biostimulation, soil tillage

ÚVOD

Pôdy v podmienkach Slovenska sú degradované, často bez organickej hmoty. Pokles stavu hovädzieho dobytku úzko súvisí s množstvom maštalného hnoja vyvázaného na polia. Tým sa menia aj vlastnosti pôdy ktoré súvisia so zadržiavaním vody v prírode resp. pôde. Súčasne poľnohospodárske hospodárenie sa stále menej zameriava hlavne na udržiavanie pôdy a využívanie krajiny. Veľmi dôležitou, až najdôležitejšou časťou poľnohospodárstva je preto starostlivosť o pôdu a jej biodiverzitu. Pôda poskytuje rastliny so všetkým, čo potrebujú, ale zároveň tu vzniká činnosť mikroorganizmov. Takže, nie pôda vytvára rastliny, ale rastliny vytvárajú pôdu. Tu je veľmi dôležité študovať vzťah medzi rôznymi rastlinami, rastlinami a pôdou a okolité prírodné vplyvy. Pôdne biostimulanty veľmi rýchlo po aplikácii iniciujú zvýšenie biologickej aktivity v pôde čo má vplyv aj na budúcu úrodu (Prístavka a kol., 2013, Prístavka-Belojev, 2017). Následne degradované pôdy tiež zlepšujú fyzikálne vlastnosti pôdy najmä zlepšením pôdnej štruktúry, znižovaním tuhosti pôdy a zlepšovaním pórovitosti. V oblasti chemických vlastností je to hlavne zvýšenie podielu organických pôdnych zložiek. V dôsledku toho to znamená optimalizáciu zastúpenia pôdnych frakcií na zlepšenie vodného a vzdušného režimu. (Slaný a kol., 2017)

V prípade použitia pôdnych biostimulantov sa podiel organickej pôdnej zložky preukázateľne zvyšuje najmä v dôsledku nárastu objemu biomasy koreňov (až do 300%) a zvýšenie podielu mikroorganizmov a makroorganizmov v pôde až o 200 %. (Stasiak a kol., 2014, 2015)

MATERIÁL A METODIKA

Výskum bol vykonaný v priebehu rokov 2015 - 2017 na jednej parcele, rozdelenej na dve časti. Jedna časť bola ošetrovaná prípravkom na úpravu štruktúry pôdy Neosol v dávke 150kg.ha⁻¹ aplikovaná v rokoch 2015, 2016 a 2017, jedna časť bola kontrolná kde bola aplikované hnojivo NPK 15:15:15 v dávke 200kg.ha⁻¹.

Z pôdnych vlastností sme sledovali:

- druh pôdy,
- stav pôdy
 - štruktúra pôdy,
 - merná hmotnosť pôdy,
 - infiltrácia,
 - pórovitosť pôdy,
 - vlhkosť pôdy,
 - penetrometrický odpor pôdy.

Pod metódou merania štruktúry pôdy máme na mysli meranie veľkosti hrúd. Vzorky boli odoberané z dvoch hĺbok, a síce 0 - 0,15 a 0,15 - 0,30 m v troch opakovaní. Pre vlastné hodnotenie bol vypočítaný koeficient štruktúrnosti, ktorý vyjadruje vzťah medzi agronomicky hodnotnými (0,25 - 10 mm) a menej hodnotnými štruktúrnymi elementami (> 10 a < 0,25 mm). Taktiež Horodian et al. (2004) vo svojej práci uvádza, že najlepšie vzchádzanie u jačmeňa jarného bolo dosiahnuté pri pokrytí osiva najjemnejšími agregátmi. Vo svojich výsledkoch udáva, že osivo by malo byť vysievané do hĺbky okolo 40 mm a hrudky, ktoré ho prikrývajú, by mali byť z 50 % menšie ako 5 mm. Berntsen et al. (2002) posudzuje stupeň fragmentácie zmenou špecifickej plochy agregátov a stredným váženým priemerom hrúd MWD (mean weight diameter). Špecifická plocha agregátov je vyjadrená plochou na n jednotku hmotnosti jednotlivých fragmentov. A je počítané z jednotlivých hmotností pôdných agregátov získaných preosievaním podľa vzorca:

$$A = \frac{6}{\rho G} \sum_{i=1}^n \frac{w_i}{(d_i d_{i+1})^{1/2}} \quad (\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}) \quad (1)$$

kde: w_i je hmotnosť preosiatych agregátov [g] medzi dvoma susednými otvormi sita d_i a d_{i+1} (cm),
 G je celková hmotnosť vzorky (g),
 n je počet síť,
 ρ je objemová hmotnosť pôdy ($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$).

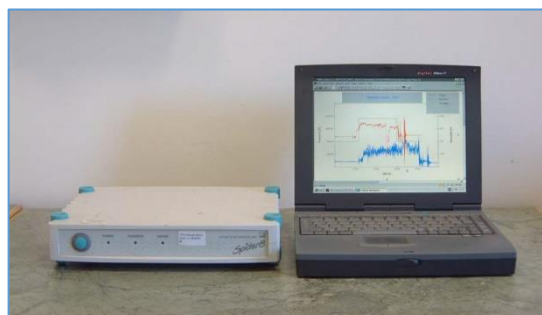
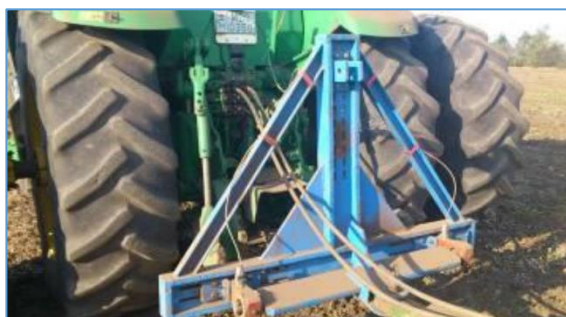
MWD sa vypočítá z nasledujúceho vzorca:

$$MWD = \frac{\sum_{i=1}^n w_i d_i}{G} \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

$$\bar{d}_i = \frac{1}{2} (d_i + d_{i+1}) \quad (\text{mm}) \quad (3)$$

Berntsen et al. (2002) ďalej uvádza, že pri príprave pôdy v jarnom období je veľkosť hrúd závislá na stave pôdy a tiež na obsahu ílovitých častíc.

Merania ťahového odporu boli realizované po troch rokoch aplikácie Neosolu, pri operácii orby 5 radličným pluhom na hĺbku 30 cm tenzometrickým zariadením v oboch častiach pozemku a to ošetrovanej prípravkom a na kontrolnej časti. Súprava na meranie ťahového odporu obsahovala meracie prístroje a zariadenia (Traktor John Deere 7930, návesný pluh 5PHX 35 a merací systém Hottinger Baldwin Messtechnik Spider-8. Merania sa vykonávali na parcele a to s ošetrovanej prípravkom a na kontrolnej časti. Zariadenie zaznamenáva v intervaloch 0,2 s hodnotu ťahového odporu v kN.



Obrázok 1 Pohľad na meracie zariadenie Hottinger Baldwin Messtechnik Spider-8

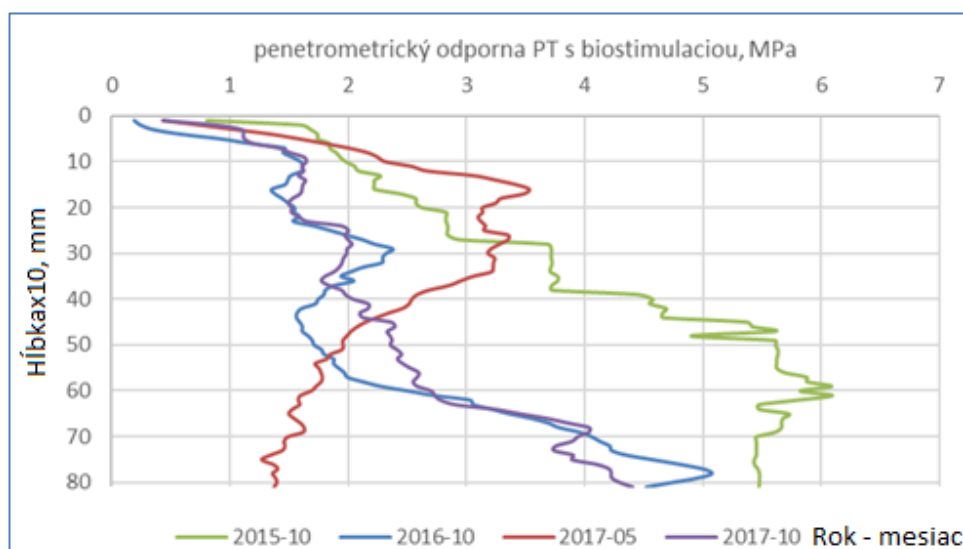
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Pôdne biostimulanty veľmi rýchlo po aplikácii iniciujú zvýšenie biologickej aktivity pôdy. Následne dochádza aj na degradovaných pôdach k zlepšeniu fyzikálnych pôdných vlastností predovšetkým zlepšenie pôdnej štruktúry, zníženie utuženia pôdy a zlepšenie pórovitosti.

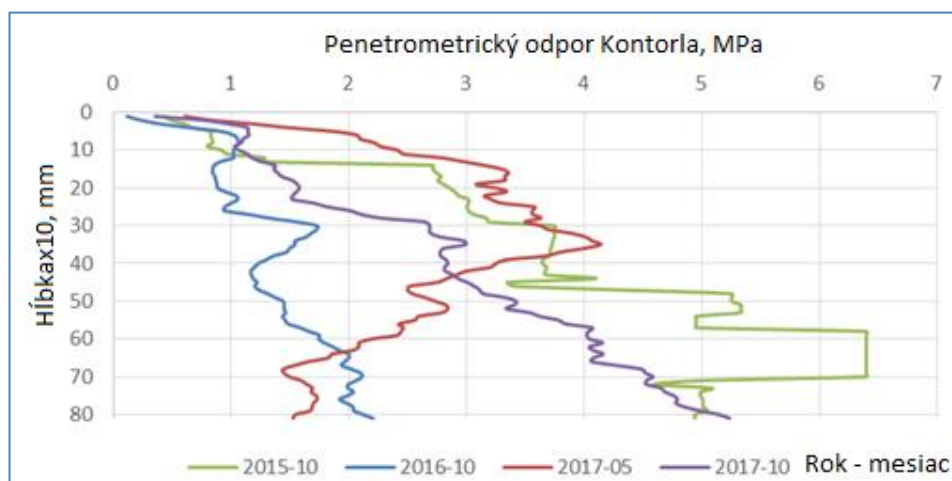
Tabuľka 1 Výsledky objemová hmotnosť pôdy, vlhkosť pôdy

obj.hmotn. suchej pôdy t.m ⁻³	vlhkosť, %	miesto
1,758	14,47	NEOSOL
1,667	14,58	NEOSOL
1,891	15,44	NEOSOL
1,902	13,92	KONTROLA
1,910	12,48	KONTROLA
2,041	13,78	KONTROLA

Uvedené experimenty na poli nám poukázali stúpajúci vplyv objemovej hmotnosti či už pri kontrole tak aj na parcele, kde bol použitý NEOSOL, výrazné zvýšenie hodnoty nad 60 mm lineárne stúpa. Pri kontrole bola dosiahnutá maximálna hodnota objemovej hmotnosti 2,041 t.m⁻³. U varianty NEOSOL bola maximálna hodnota dosiahnutá 1,891 t.m⁻³.



Obrázok 2 Pribeh penetrometrického odporu u varianty s biostimuláciou



Obrázok 3 Pribeh penetrometrického odporu u varianty - kontrola

U vlhkosti pôdy môžeme konštatovať, že neboli zistené medzi jednotlivými variantami s kontroly a NEOSOLU výrazné rozdiely navzájom. V celom horizonte pôdneho profilu po aplikácii pôdneho bio-stimulantu Neosol, sú viditeľne viac zastúpené koreňové zvyšky, ktoré sú výraznejšie zastúpené aj v zóne spraše. V prechodovej zóne od 40 cm je v profile ošetrovanom biostimulantem viditeľnejšie aj posun organicky stabilných látok smerom do spraše tzn. potvrdenie pozitívne zmeny fyzikálnych parametrov pôdy s následným rovnomernejším pohybom vody a živín v celom profile.

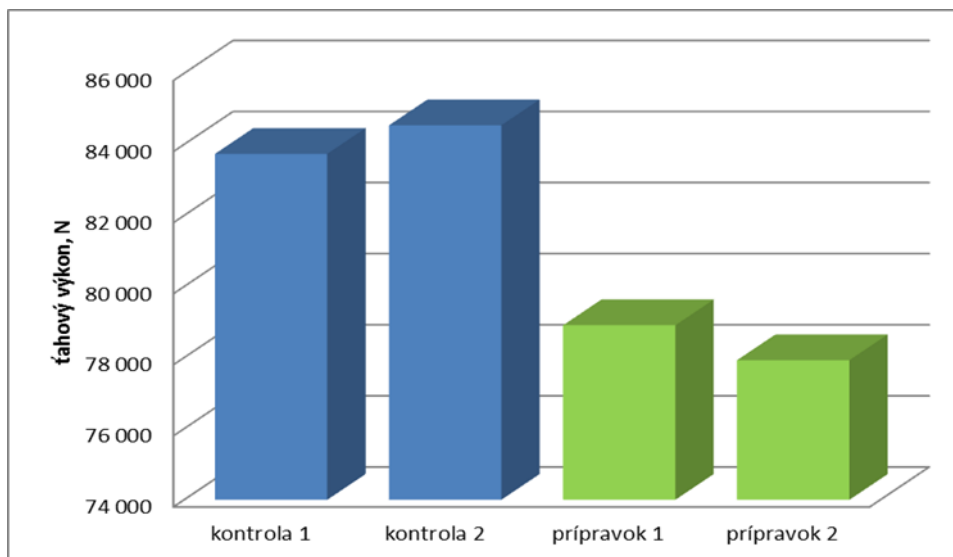


Obrázok 4 Porovnanie pôdnych profilov: vľavo Kontrola, vpravo Neosol

Na parcelách kde sme uskutočnili merania je hodnota koeficienta štruktúrnosti $KS = 5,04$ u Kontroly a u Neosolu to bolo $5,03$, ide tu jednoznačne o nízke zastúpenie granulátov pôdy v rozmeroch $8 - 16$ mm, čo je typické pre piesočnaté (ľahké) pôdy.

Pre meranie ťahových odporov bol použitý päťradličný pluh, na hĺbku 30 cm so zabudovaným tenzometrickým zariadením. Pričom parcela bola rozdelená na dve časti pri meraní a uskutočnili sme po dve opakovania pre každý variant.

Na stanovisku ktoré slúžilo ako kontrolná časť pri prejazde prvom nám suma celkového ťahového odporu dosiahla hodnotu $83\,685$ kN. Pri ďalšom, prejazde číslo dva bola nameraná hodnota $84\,648$ kN.



Obrázok 5 Porovnanie ťahového odporu pri jednotlivých variantách

Na pokusnej variante kde bol aplikovaný prípravok NEOSOL sme namerali nižšie hodnoty v porovnaní s kontrolou. Pri prejazde kontrola bez prípravu maximálny ťahový odpor ukázal hodnotu $78\,812$ kN, pri prejazde dva bola táto hodnota nameraná $77\,923$ kN.

Na základe jednoduchšej analýzy výsledkov merania ťahového odporu a spotreby pohonných hmôt potvrdzujeme skutočnosť, že zlepšenú funkciu biologickej aktivity a následne štruktúry pôdy došlo k zníženiu ťahového odporu o $9,76$ %, k zníženiu celkovej prepočítanej spotreby práce približne o $14,3$ % a k zníženiu spotreby nafty na hektár približne o 23 %.

ZÁVER

Záverom môžeme konštatovať, že na základe jednoduchej analýzy výsledkov merania ťahového odporu a spotreby pohonných hmôt potvrdzujeme skutočnosť, že došlo k zlepšeniu funkcií biologickej aktivity a následne štruktúry pôdy, došlo tiež k zníženiu ťahového odporu a tým aj k zníženiu celkovej prepočítanej spotreby práce. Rovnako sme zaznamenali zníženie spotreby nafty na hektár. Pri hodnotení úrody zberanej pšenice môžeme konštatovať, že boli v prospech technológie Neosol kde po troch rokoch aplikácie došlo k navýšeniu úrody v porovnaní s kontrolou. U pšenice ozimnej bol rozdiel v prospech biostimulácie 1,2 t.ha⁻¹. Daný fakt je spôsobený zmenou vlastností pôdy a efektívnejším využívaním živín v pôde. Biostimulácia pomáha naštartovať mikrobiálny život v pôde.

The paper reflects the results obtained within the research project VEGA 1/0718/17“Study about the effect of technological parameters of the surface coating in agricultural and forestry techniques for qualitative parameters, safety and environmental acceptability.

LITERATÚRA

1. BERNTSEN, J., HANSEN, E. M., PETERSEN, B. M., PETERSEN, J., 2002. Crop nitrogen demand and canopy area expansion in winter wheat during vegetative growth. In *European Journal of Agronomy*, roč. 16, 2002, s. 279-294
2. HORODIAN, V. P. 2004. Cultivator for processing plants or soil. Patent №64750 Ukraine. IPC6 A01M 7/00, A01M 9/00, B05B 17/00. Print 15.03.2004
3. PRÍSTAVKA, M. – BELOEV, H., 2017. *The Evaluation of harvesters performance. scientific monograph*. 1.st ed. Ruse : Angel Kanchev University of Ruse, 2017. 89 s. ISBN 978-954-712-710-4
4. PRÍSTAVKA, M. – BUJNA, M. – KORENKO, M., 2013. Reliability Monitoring of Grain Harvester in Operating Conditions. In: *Journal of Central European Agriculture*. Vol. 14, no. 4 (2013), s. 1436-1443. ISSN 1332-9049.
5. SLANÝ, V. - MAREČEK, J. - KRČÁLOVÁ, E. - BELOEV, I H. - KROČKO, V. - PRÍSTAVKA, M., 2017. Touchless control of a stationary manipulator. In *Agricultural, forest and transport machinery and technologies*. 4, 2 (2017), pp. 57-62. ISSN 2367-5888.
6. STASIAK-BETLEJEWSKA, R. – PRÍSTAVKA, M. – BELOEV, H., 2014. Qualitative Analysis of the Combine Harvesters Production. In: *Agricultural, Forest and Transport Machinery and Technologies*, Ruse, Bulgaria, 2014. Vol. 1, ISSN 2367 – 5888.
7. STASIAK-BETLEJEWSKA, R. – PRÍSTAVKA, M. – CZAJKOWSKA A. – TÓTH, M., 2015. Influence of machine exploitation effectiveness on furniture production quality level. In: *Acta technologica agriculturae*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita - ISSN 1335-2555. VOL. 18, NO. 4 (2015), PP. 113-117.

Corresponding author:

prof.h.c.prof. Ing. Pavol Findura, PhD., Slovak University of agriculture Nitra, Tr.A.Hlinku 2, 949 76 Nitra, tel.: +421 37 641 4350, E-mail: pavol.findura@uniag.sk

ANALÝZA REZNEJ SILY V PROCESSE PRIEČNEHO DELENIA DREVA

PAVOL HARVÁNEK – JÁN KOVÁČ – JOZEF KRILEK – PAVEL ŤAVODA

Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

Abstract: Chipless cutting is defined as the penetration of a cutting tool into the wood in a direction perpendicular to the growth of the fibers. The purpose of this paper is to compare the magnitude of the calculated theoretical cutting force required to divide a wood sample with the real measured value. The measurement was carried out at the hydraulic stand of the Faculty of Technology, Department of Environmental and Forestry Technology, which can operate with a force of 80kN. Measurements were made on wooden samples of spruce wood (*Picea abies*) measuring 70 x 35 x 200 mm (W x H x L). The number of measurements was 60 according to ST SEV 319-76. A hydraulic stand pushed the wood into the cutting knife in a direction perpendicular to the wood fiber growth. The cutting knife was 150 x 100 mm (W x H) with a thickness of 6 mm and a cutting edge angle of 30°, as found in the past, this cutting edge angle being most effective for chipless cutting. The results of the measurements on the hydraulic stand were processed by the STATISTICA 12 program. From the measurement results it was found that the theoretical calculated cutting force is almost identical to the average measured value during the measurements.

Keywords: Wood chipless cutting, cutting force analysis, spruce wood.

ÚVOD

Vo svete je veľmi rýchly rozvoj vedy a hlavne techniky, s ktorým súvisí aj rozvoj výroby, čo má za následok stále intenzívnejšie získavanie prírodných zdrojov. Pre zabezpečenie racionálneho obhospodarovania lesov je potrebné využívať čoraz častejšie moderné techniky ťažby dreva, ktoré by so sebou prinášali čoraz menej tvorby odpadu pri stínaní drevín a stromov. Jedným z možných riešení je použitie beztrieskového delenia dreva pri samotnej ťažbe rýchlorastúceho dreva alebo pri prebierkach (Kováč et al., 2017).

Beztrieskové delenie dreva v procese lesnej ťažby sa predovšetkým využíva pri strojoch určených pre strojové odvetvovanie stromov. Stále častejšie sa však beztrieskové delenie dreva využíva v podobe beztrieskových stínacích hlavíc u jednooperačných strojov. Konštrukciou, výhodami použitia aj modelovaním procesov stínania pomocou stínacích hlavíc sa zaoberal autor (Hatton et al., 2015, Hatton et al., 2017).

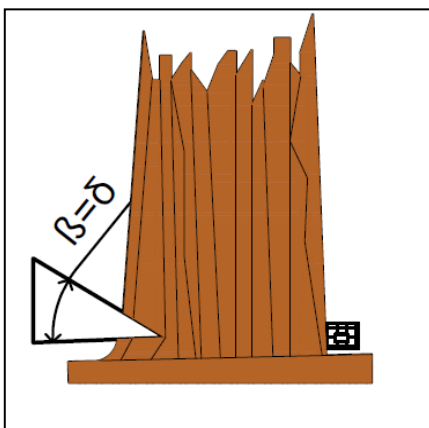
Pri porovnávaní s aktuálnym stavom zariadení a strojov, ktoré sa používajú pri obhospodarovaní lesov je kladený čoraz väčší dôraz na používanie ľahkých strojov a adaptérov na bázove stroje, čím je možné zmenšiť tlak na pôdu (Suchomel et al., 2012, Cavalli et al., 2014). Z uvedeného teda jasne vyplýva význam a opodstatnenosť riešenia danej problematiky.

Priečne delenie dreva nožom je založené na schopnosti dreva deformovať sa. Drevo poukazuje pomerne malý odpor deformovania pri vtláčaní klína doň. Pri vtláčaní rezného nástroja do dreveniny rezná hrana prerušuje väzby medzi vláknami, pričom nevzniká odpadová trieska a rezná škára sa rovná nule (Marko a Holík, 2000). Obrázok základnej schémy beztrieskového delenia jednočinným nožom je zobrazený na obrázku 1. Pri delení jednočinným plochým nožom sa uhol reznej hrany β rovná reznému uhlu δ (Mikleš M., 2009).

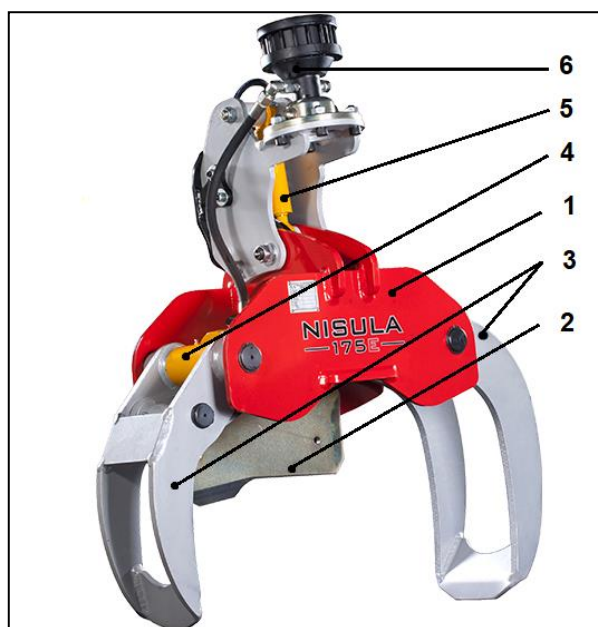
Princíp beztrieskovej stínacej hlavice spočíva vo vtláčaní rezného klína (rezného nástroja) do kmeňa v smere kolmom na rast vlákien stromu. Veľmi často sa tento princíp využíva pri štiepaní dreva, ale s rozdielom, že pri štiepaní dreva sa rezný klin vtláča do kmeňa v smere rovnobežnom na rast vlákien stromu. Pri beztrieskovom spôsobe stínania nevzniká žiadna odpadová trieska (Kováč, 2013, Jobbagy et al., 2014).

Moderné beztrieskové stínacie hlavice obsahujú jednoduchý zváraný rám z ocele (1), na ktorom sú umiestnené všetky prvky potrebné pre stínanie. Najdôležitejšou súčasťou je stínací mechanizmus alebo stínací nôž (2), ktorý môže mať rôzne variácie. Dve uchopovacie ramená (3) sú ovládané hydraulicky pomocou priamočiareho hydromotora (4) a zabezpečujú vtláčanie hlavice do stínanej dreveniny. Náklon hlavice okolo vodorovnej osi zabezpečuje druhý priamočiary hydromotor

(5). Rotáciu celej hlavice okolo zvislej osi zabezpečuje rotátor (6), pomocou ktorého sa hlavica pripevňuje aj k stroju a rozvodu hydraulickej kvapaliny.



Obrázok 1 Schéma beztrieskového delenia dreva (Krilek et al., 2018)



Obrázok 2 Technický popis beztrieskovej stínacej hlavice (www.nisulaforest.com)

Cieľom príspevku bolo porovnať stanovenú vypočítanú teoretickú veľkosť potrebnej stínacej sily pre predelenie vzorky s reálnou nameranou hodnotou na hydraulickom stende.

MATERIÁL A METÓDY

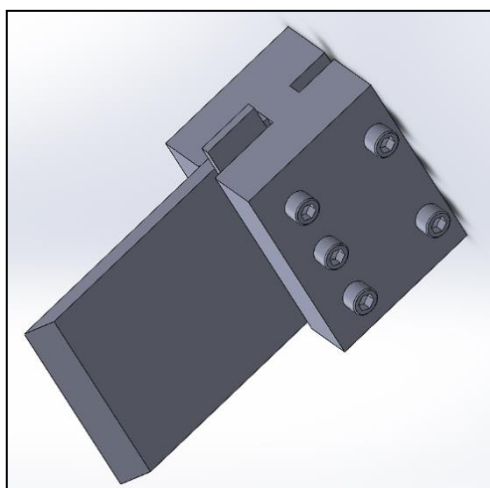
Meranie prebiehalo na hydraulickom stende katedry KELT, ktorý je zobrazený na obrázku 3. Hydraulický stend je vybavený dvojčinným priamočiarym hydromotorom od firmy Hansa Flex, hydrogenerátorom od firmy TOS, hydraulika Vrchlabí a tenzometrickým snímačom sily od firmy HBM spolu so snímačom dráhy.

Vďaka použitiu navrhnutého prípravku na uchytenie stínacieho noža zobrazeného na obrázku 4 bolo možné uchytiť stínací nôž do hydraulického stendu a vykonať všetky potrebné merania.

Stínací nôž bol vyrobený z ocele tr. 19 191 (STN 41 9191) alebo značenie DIN C105W1. Použitie ocele je vhodné pre rezné nástroje, na menšie tvarové rezné nástroje pre obrábanie dreva, gumy a plastov. Mechanické vlastnosti ocele sú popísané v Tabuľke. 1 (Leinveber a Vávra, 2011). Ocele triedy 19. sú vhodné pre použitie v sekacích strojoch, ale aj pre použitie v procese beztrieskového delenia vďaka vysokej tvrdosti a odolnosti voči opotrebeniu (Ťavodová a Kalincová, 2018).



Obrázok 3 Hydraulický stend katedry KELT (autor)



Obrázok 4 Prípravok pre uchytenie stínacieho noža (autor)

Tabuľka 1 Mechanické vlastnosti ocele DIN C105W1 (www.steelgr.com).

VELIČINA	HODNOTA	JEDNOTKA
Youngov modul	200000 - 200000	MPa
Pevnosť v ťahu	650 - 880	MPa
Pomerne predĺženie	8 - 25	%
Medza klzu	350 - 550	MPa

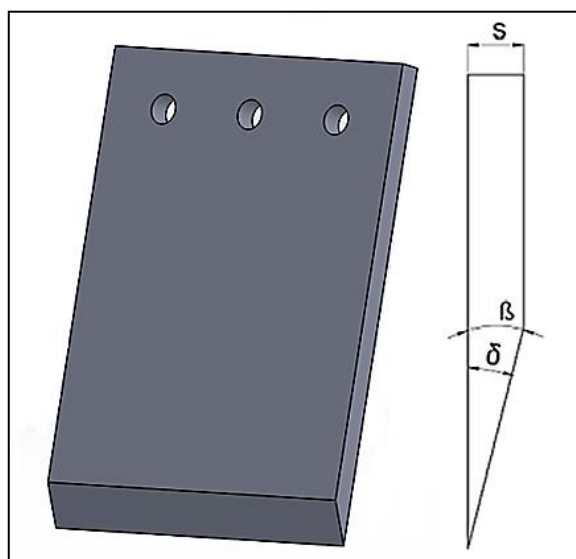
Meranie prebiehalo na drevných vzorkách zo smreka obyčajného (*Picea abies*) s rozmerom 70 x 35 x 200 mm (Š x V x D). Použité drevné vzorky pre meranie sú zobrazené na obrázku 5.

Stínací nôž je plochý jednočinný nôž s hrúbkou $s=6\text{mm}$ a uhlom reznej hrany $\beta=30^\circ$ (Obrázok 6), nakoľko je podľa vedeckých štúdií tento uhol reznej hrany najefektívnejší. Optimálnym

uhlom z rozsahu $\beta=15-60^\circ$ sa najvýhodnejším uhlom reznej hrany javí 30° (Marko, 1996 Johansson, 1996, Hirai et al., 1996). Rezná hrana stínacieho noža bola zakalená a popustená na hodnotu 56HRC.



Obrázok 5 Použité drevné vzorky zo smreku obyčajného (autor)



Obrázok 6 Model a geometria jednočinného plochého stínacieho noža (autor)
s- hrúbka noža, β - uhol rezného klina, δ - rezný uhol

Pre porovnanie veľkosti nameranej hodnoty stínacej sily z hydraulického stendu a vypočítanej hodnoty potrebnej pre predelenie drevnej vzorky bolo potrebné najskôr teoretickú stínaciu silu vypočítať.

Výpočet potrebnej teoretickej stínacej sily:

Pri delení vzoriek jednočinným plochým stínacím nožom sa stínacia sila môže definovať z nasledovných vzťahov:

$$F_c = F_N + F_D + F_{CH} + F_{\zeta} = 2,16 + 12,64 + 0,92 + 0,76 = 16,48[\text{kN}] \quad (1)$$

kde:

F_N – sila nadrezávania vlákien reznou hranou noža (kN),

F_D – deformačná sila dreva čelom noža (kN),

F_{CH} – sila na prekonanie odporu na chrbte noža (kN),

F_{ζ} – sila na prekonanie odporu na čele noža (kN).

$$F_N = 2 \cdot q_0 \cdot \rho \sqrt{x \cdot (d - x)} [2 + \mu \cdot (1 + \cos \delta)] = 2.2100.0,005 \cdot \sqrt{(0,035 \cdot (0,07 - 0,035))} \cdot [2 + 0,5 \cdot (1 + \cos 30)] = 2,16 [\text{kN}] \quad (2)$$

kde:

q_0 - merný normálový tlak na reznú hranu noža, pri ktorom prebieha porušenie vlákien (kPa),

x - hĺbka vniknutia noža (m),

ρ - polomer reznej hrany noža (m),

μ_0 - koeficient trenia reznej hrany noža s drevom (0,5),

δ - rezný uhol ($^\circ$),

d - priemer vzorky v mieste delenia (m).

$$F_D = 2 \cdot \sigma_D \cdot s \cdot (1 + \mu_D \cdot \cos \delta) \sqrt{x \cdot (d - x)} = 2.21000.0,006(1 + 0,5 \cdot \cos 30) \cdot \sqrt{0,035^2} = 12,64 \text{ [kN]} \quad (3)$$

kde:

σ_D - merný odpor proti stláčaniu dreva čelom noža (pod uhlom δ k smeru vlákien) (kPa),

S_D - plocha kontaktu čela noža s drevom (m^2),

μ_D - koeficient trenia čela noža s drevom.

S - hrúbka noža (m).

$$F_{CH} = k_y \cdot \rho \cdot S_{CH} \cdot \mu_{CH} = 350000 \cdot 0,005 \cdot 0,00245 \cdot 0,5 = 0,92 \text{ [kN]} \quad (4)$$

kde:

k_y - koeficient pružného vracania vlákien dreva pri ohybe a stláčaní (kPa),

S_{CH} - plocha kontaktu chrbta noža s drevom (m^2),

μ_{CH} - koeficient trenia chrbta noža s drevom (m^2),

$$F_{\zeta} = k_y \cdot s \cdot S_{\zeta} \cdot \mu_{\zeta} = 350000 \cdot 0,006 \cdot 0,0007273 \cdot 0,5 = 0,76 \text{ [kN]} \quad (5)$$

kde:

S_{ζ} - plocha kontaktu čela noža s drevom (m^2),

μ_{ζ} - koeficient trenia čela noža s drevom. (Krilek et. al., 2018).

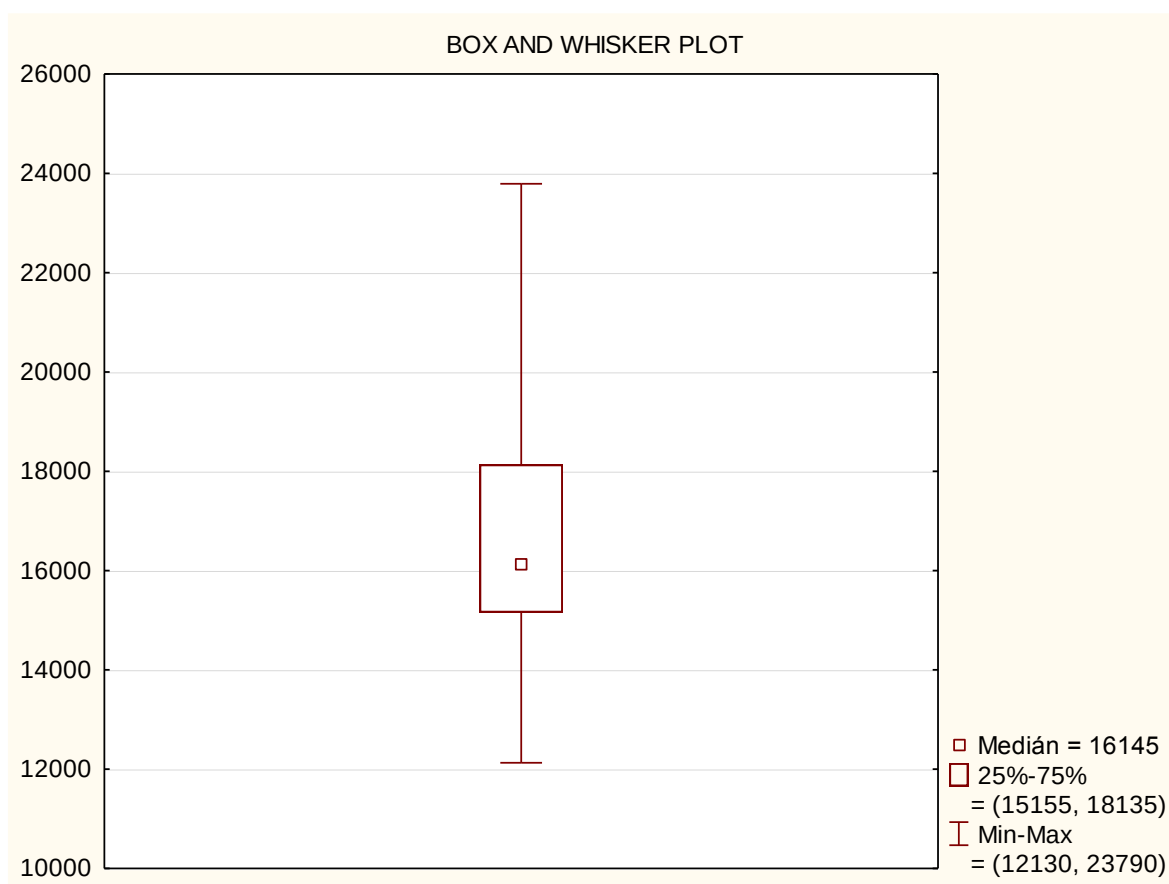
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Merania na hydraulickom stende boli vyhodnotené pomocou softwaru STATISTICA 12. Podobnou metódou merania a vyhodnocovania výsledkov sa zaoberali autori (Kováč et al. 2014, Kováč 2002, Kuvik et al. 2018). Z meraní bolo zistené, že minimálna stínacia sila bola 12,130 kN, maximálna stínacia sila bola 23,790 kN. A priemerná stínacia sila bola 16,844 kN čo je uvedené aj v Tabuľke. 2. Podľa empirických vzťahov bola vypočítaná potrebná stínacia sila pre predelenie vzorky 16,48 kN a teda je možné tvrdiť, že výpočet podľa uvedených vzorcov je správny tak ako aj navrhnutá metodika merania.

Tabuľka 2 Výsledky meraní zo softwaru STATISTICA 12 (autor)

POČET MERANÍ	PRIEMERNÁ SILA (N)	MINIMÁLNA SILA (N)	MAXIMÁLNA SILA (N)
60	16844	12130	23790
DOLNÝ QUARTIL	HORNÝ QUARTIL	SMERODAJNÁ ODCHYLKA	ROZPTYL
15155	18135	2518,309	6341878

Z priloženého obrázku 7 je možné vidieť kvartilový krabicový graf nameraných hodnôt, ktorý hovorí o strednej hodnote (median), maximálnej a minimálnej stínacej sile zistenej počas meraní a hornom a dolnom kvartile. Z obrázku je možné vidieť, že je veľký rozdiel medzi maximálnou a minimálnou stínacou silou, čo však bolo spôsobené tým, že drevo je nehomogénny materiál.



Obrázok 7 Kvartilový krabicový graf nameraných hodnôt (autor)



Graf 1 Pribeh stínacej sily počas delenia drevnej vzorky (autor)

Na základe literárnej rešerše a publikácií podľa autorov Mikleš a kol. tvrdí že, výsledky výskumu beztrieskového delenia ukázali, že stínacia sila pri vnikaní noža do dreveniny spočiatku lineárne rastie, ale potom klesá na nulu, kde maximálna stínacia sila zodpovedá hĺbke vniknutia noža 0,55 až 0,80 priemeru rezanej vzorky (Mikleš et al., 2004, Mikles, M., 1993) Toto tvrdenie však platí pri drevných vzorkách kruhového prierezu. V prípade nášho merania bolo zistené, že maximálna stínacia sila bola dosiahnutá tesne pred predelením vzorky, čo je zobrazené aj na priloženom Grafe

1. Z grafu 1 je jasne vidieť, že stínacia sila z počiatku lineárne rastie a až tesne pred predelením drevnej vzorky dosiahne sila svoje maximum.

ZÁVER

V súčasnej dobe kedy sa kladie vysoký nárok na nízku odpadovosť pri spilovaní a spracovaní drevín sa stále častejšie do popredia dostávajú beztrieskové stínacie hlavice. Ich konštrukcia je čím ďalej tým kvalitnejšia a jednoduchšia pre obsluhu a samotnú prevádzku.

Na Slovensku sa beztrieskové delenia dreva najčastejšie používa pri strojoch určených na odvetvovanie stromov ako sú napríklad harvesterové hlavice. Použitie beztrieskových stínacích hlavíc v oblasti ťažby rýchlorastúcich drevín je možné veľmi často vidieť v krajinách Škandinávie, avšak aj u nás sa začína s myšlienkou použitia beztrieskových stínacích hlavíc v oblasti stínania rýchlorastúcich drevín, kedy je možné túto drevinu ďalej spracovať pomocou štiepkovacích strojov na štiepku pre využitie v oblasti bioenergetiky nakoľko sa momentálne kladie veľký dôraz na získavanie energie z obnoviteľných zdrojov.

Úlohou článku bolo analyzovať experimentálne veľkosť stínacích síl pri delení drevných vzoriek zo smrekového dreva (*Picea abies*) v smere kolmom na rast vlákien. Tieto hodnoty bolo potrebné neskôr porovnať s vypočítanou teoretickou stínacou silou. V článku bolo dokázané, že výpočty a namerané hodnoty sa odlišujú len minimálne a teda navrhnutá metodika bola správna.

LITERATÚRA

1. CAVALLI, R., GRIGOLATO, S., SGARBOSSA, A., 2014: JOURNAL OF AGRICULTURAL ENGINEERING. Productivity and quality performance of an innovative firewood processor. S. 32-36. 2014.
2. HATTON, B., BOUZGARROU, J., FAUROUX, V., GAGNOL, V., GOGU, G., 2017: Springer International Publishing AG. An approach for modelling harvester head mechanism in the harvesting process of hardwood stands. S. 133-141. 2017.
3. HATTON, B., POT, G., BOUZGARROU, B., GAGNOL, V., GOGU, G., 2015: Croatian journal of forest engineering. Experimental determination of delimbing forces and deformations in hardwood harvesting. s.43-53. ISSN: 1845-5719. 2015.
4. HIRAI, T., YOSHIDA, S., TSUCHIHASHI, H., 1996: MOKUZAI GAKKAISHI. Cutting performances of limbing knives of log harvesters .1. Effect of wedge angles on cutting resistance of single-tapered knives. S. 258-263. ISSN: 0021-4795. 1996.
5. JOBBAGY, J. KOVAC, J. 2014. Stavebné stroje a lesná technika. 1. vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2014. 227s. ISBN 978-80-552-1233-3
6. JOHANSSON, J., 1996: Forestry, Case studies on farm tractors as base machines for single-grip thinnings harvester heads. S. 229-244. ISSN: 0015-752X. 1996.
7. KOVAC, J., 2013: Ergonómia lesných strojov v ťažbe dreva = The ergonomics of forest machines in the forest harvesting. - VEGA 1/0403/11.
8. KOVÁČ, J. 2002. Aplikácia Beztrieskového Delenia v Procese Odvetvovania Stromov [Application of Chipless Wood Cutting in Tree Delimbing], Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovakia, pp. 52-64.
9. KOVÁČ, J., KRILEK, J., KUČERA, M., AND BARCÍK, S. 2014. "The impact of design parameters of a horizontal wood splitter on splitting force," Drvna Industrija 65(4), 263-271. DOI: 10.5552/drind.2014.1335
10. KOVÁČ, J., KRILEK, J., JOBBÁGY, J., DVOŘÁK, J., 2017: Technika a mechanizácia v lesníctve, Technická univerzita vo Zvolene, 2017. ISBN 978-80-228-3021-8
11. KRILEK, J., KOVÁČ, J., DVOŘÁK, J., MIKLEŠ, J., 2018 : Výskum rezných mechanizmov v lesníctve. Zvolen : Vedecká monografia. Technická univerzita vo Zvolene. ISBN 978-80-228-3056-0
12. KUVIK, T., KRILEK, J., AND KOVÁČ, J. 2018. Výskum Rezných Mechanizmov Pri Priečnom Rezaní Dreva [Research of Cutting Mechanisms in Cross-Cutting of Wood], Technical University in Zvolen, Zvolen, Slovakia.
13. LEINVEBER, J. VAVRA, P. 2011. Strojnícke tabuľky. Praha: Vydavatel'stvo ALBRA. 2011. 927s. ISBN 978-80-736-1081-4.

14. MARKO, J. 1996: Problematika hodnotenia rezných mechanizmov pre výchovné zásahy. 1. vyd. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 1996. 49s. ISBN 80-228-0586-8.
15. MARKO, J., HOLIK, J. 2000: Teória delenia dreva. 1. vyd. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 2000. 66s. ISBN 80-228-0891-1.
16. MIKLES, M. HOLIK, J. MIKLES, J. 2004. Lesné stroje. 1. vyd. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 2004. 331s. ISBN 80-228-1403-2.
17. MIKLEŠ, M. 1993. Teória a stavba lesných strojov II. 1. vyd. Zvolen: Technická Univerzita vo Zvolene, 1993. 274s. ISBN 80-228-0281-6.
18. MIKLEŠ, M., 2009 : Štúdium geometrie nožov odvetvovacej hlavice. Acta Facultatis Technicae, XIV , 2009 (2) : p. 121 – 129, ISSN 1136 – 4472
19. SUCHOMEL, C., SPINELLI, R., MAGAGNOTTI, N., 2012: CROATIAN JOURNAL OF FOREST ENGINEERING. Productivity of processing hardwood from coppice forests. S. 39-47. ISSN: 1845-5719. 2012.
20. ĽAVODOVÁ, M., KALINCOVÁ, D. 2018: Possibility of lifetime increasing of functional places of cutting knives In Kolokvium ku grantovej úlohe č. 1/0826/15 Technická univerzita vo Zvolene, 2018. - ISBN 978-80-228-3128-4. - S. 122-128 [CD-ROM].
21. Firemná stránka NISULA FOREST YO, [online], [cit. 21. 03. 2020]. Dostupné na internete: <http://www.nisulaforest.com>>/.
22. Firemná stránka China steel suppliers, [online], [cit. 21. 03. 2020]. Dostupné na internete: <http://www.dteelgr.com>>/.

Príspevok bol pripravený v rámci riešenia vedeckého grantového projektu VEGA 1/0642/18 "Analýza vplyvu konštrukčných častí lesníckych mechanizmov v lesnom prostredí z hľadiska energetického a ekologického."

Corresponding author:

Ing. Pavol Harvánek, Faculty of Technology, Technical University in Zvolen Študentská 26, 960 01 Zvolen, Slovakia. pavol.harvanek@gmail.com

HODNOTENIE VYUŽITIA SOLÁRNEJ ENERGIE

JÁN JOBBÁGY - MARTIN DAUBNER

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

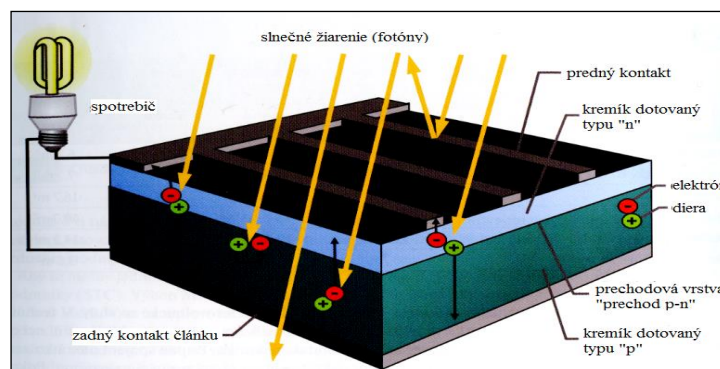
Abstract: In the article was the usage of sunlight, especially on the conversion of photovoltaic systems for electrical energy and economic valuation, focusing on the purchase prices of generated electricity evaluated. In direct active form of radiation, energy is proceeding in solar thermal systems for hot water, or photovoltaic systems for generating electricity. Their performance is mainly influenced by the intensity of radiation, slope and orientation of the world. PV systems are distributed according to the nature of storage and connectivity to the distribution network. The network distribution is from 06/30/2011 connected to 857 power plants with total capacity of 492 MW. The electricity power is sold directly or through the “green bonus” form, where the selling price is determined by the Regulatory Office for Network Industries. The research is focused on the selected photovoltaic system with 0.99 MW, which the base are solar modules and inverters, which parameters determine the overall performance of power station. Measurements of the total output power output of inverters, the intensity of radiation, daily temperature and module temperature were done in summer and winter period. Viability of the photovoltaic system and photovoltaic power plant is influenced by the geographical location of construction site, purchase and entry price for construction investment.

Keywords: solar energy, intensity of radiation, photovoltaic system

ÚVOD

Slnko so svojim žiarením je jedným zo základných faktorov, ktorý podmienil vznik života na našej planéte a neustále svojim pôsobením prispieva k jeho udržaniu a trvalému rozvoju (Rybár, Tauš, Rybár, 2001). Priame žiarenie má mnohonásobne vyššiu intenzitu v jednom smere, pričom difúzne žiarenie má intenzitu vo všetkých smeroch rovnaké (izotropické) (Božiková, 2012). Fotovoltaika je súhrnné označenie pre technológiu, ktorá umožňuje priamu premenu slnečného žiarenia na elektrickú energiu pomocou polovodičových materiálov. Transformácia je založená na fyzikálnom jave, uskutočňujúci sa bez emisií a spotrebných látok vo fotovoltaických aktívnych materiáloch. Prvkom, v ktorom premena nastáva sa označuje ako fotovoltaický článok. Je zložený s polovodičových materiálov najmä však s kremíka. Polovodiče sú materiály, ktoré za bežných podmienok nevedú elektrický prúd. Ich vodivosť je aktivovaná len privedením energetického impulzu, v tomto prípade slnečným žiarením (Haselhuhn, 2010). Pre výrobu solárnych článkov sa používajú rôzne druhy materiálov. Odlišujú sa farbou, vlastnosťami a výkonom. Majú za sebou už asi 50 rokov vývoja. Rozdeľujeme ich do troch generácií (Fotovoltaika 01, 2019). Fotovoltaické články sú integrované do tzv. modulov s napätím 6 - 12 V. Sú pospájané do série s počtom článkov 36, 48, 54, 60, alebo 72 ks. Pospájané moduly vytvárajú solárne FV systémy s výstupným napätím 230 V a viac (Fotovoltaika 02, 2019).

Cieľom príspevku bolo posúdenie využitia slnečnej energie a jej ekonomické zhodnotenie.



Obrázok 1 Funkcia a štruktúra článku (Quaschnig, 2010)

MATERIÁL A METÓDY

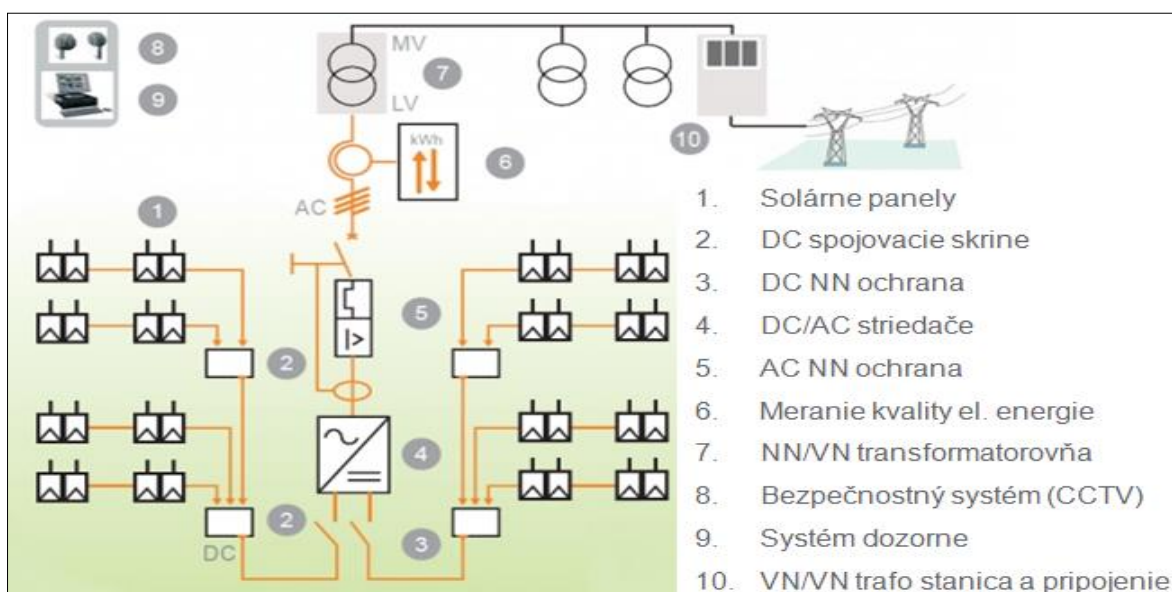
Okrem iných štátov aj Slovensko sa pripojilo k podpore výroby energie z obnoviteľných zdrojov. Ako všetky štáty EÚ aj Slovensko má do roku 2020 povinnosť naplniť daný podiel energie vyrobenej z obnoviteľných zdrojov na celkovej produkcii. Požadovaný priemer EÚ je na úrovni 20 % a Slovensko má prispieť zvýšením produkcie zo súčasných 7 % na 14 %. Vyrobenú elektrickú energiu je možné predávať distribučným spoločnostiam dvomi spôsobmi. Prvým spôsobom predaja je priamy predaj alebo druhým spôsobom predaja je prebytok elektrickej energie tzv. „zelený bonus“.

Pri prvom spôsobe systém vyrábajúci energiu len na priamy predaj do rozvodnej siete zahŕňa fotovoltaické panely pripojené na inverter napätia. Ten mení jednosmerný prúd na striedavý. Okrem toho obsahuje rozvádzač s istením sústavy a elektromer na zaznamenávanie vyprodukovanej energie. Ďalším krokom je zabezpečenie nového odberného miesta, čo v sebe obsahuje výstavbu kompletne novej elektroinštalácie s elektromerom na hranici pozemku. Na záver je nevyhnutné uzatvoriť s rozvodnou spoločnosťou novú zmluvu s novým zákazníckym číslom. Všetka vyrobená energia je potom dodávaná do siete.

Na základe stanoveného cieľa sa vykonali merania výstupných hodnôt a stanovilo sa ekonomické zhodnotenie fotovoltaickej elektrárne.

Vybraná elektráreň sa nachádza v extraviláne vybranej nemenovanej obce v okrese Nitra. Maximálny výkon je 0,99 MW. Rozkladá sa na ploche cca. 2,8 ha (140,24 x 196,71 m). Pozemok je po obvode oplotený a má jednu prístupovú bránu pri kioskových stanicích. Objekt je zabezpečený senzormi pohybu, v každom rohu areálu citlivými kamerami a je pripojený na riadiacu jednotku centrálnej ochrany. Principiálna schéma elektrárne je na obr.2.

Základ fotovoltaickej elektrárne tvoria polia s fotovoltaickými modulmi uloženými na hliníkovej konštrukcii so sklonom 35° a južnej orientácii. Šírka rozstupov medzi radmi modulov, z dôvodu vzájomného netienenia, je 5 m. V rozstupoch je potrebné pravidelne odstraňovať porasty a trávu, ktoré by pri určitej výške takisto tienili na moduly. Fotovoltaické moduly sú vyrobené typu JCB235-24/Bb s polykrystalickou štruktúrou. Parametre modulu sú v tabuľke 1 a závislosť výstupného výkonu od intenzity žiarenia je na obr.3. Životnosť panela je deklarovaná na min. 30 rokov, ale vydržia bežne až 50 rokov a strata z jeho výkonu je po 10 rokoch 10 % a po 25 rokoch 20 %. Každých 21 panelov je pospájaných do tzv. jedného stringu a 16 stringov je ukončených v jednom poľnom rozvádzači označovaného tiež DC spojovacia skriňa. V rozvádzači sú istiace prvky chrániace vonkajšiu stranu (FV moduly) a snímacie prvky správnej činnosti modulov, ktoré sa vyhodnocujú v riadiacom centre. Celkove je v elektrárni 16 poľných rozvádzačov.

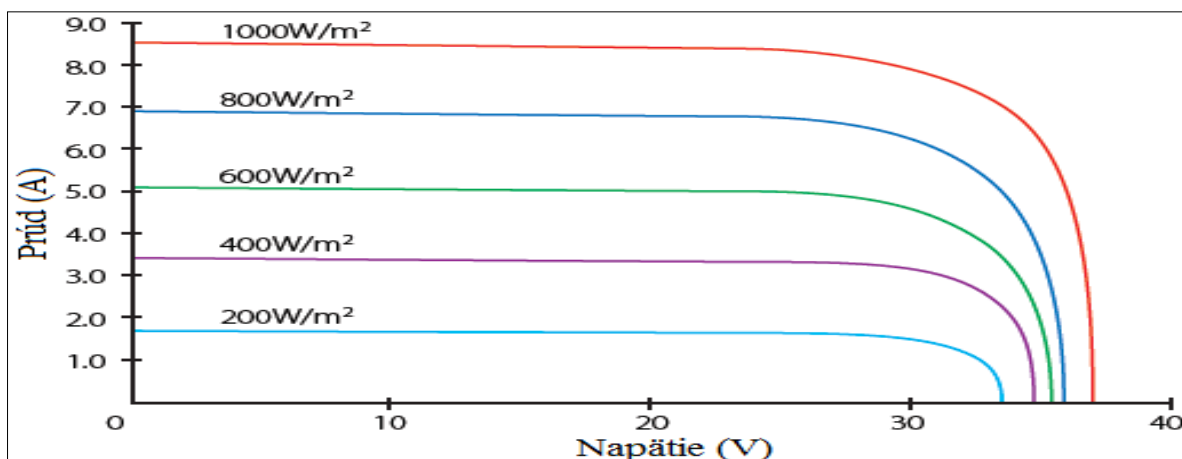


Obrázok 2 Principiálna schéma elektrárne

Tabuľka 1 Technické parametre modulu JCB235-24/Bb

Maximálny výkon (P_{MPP})	235 W
Tolerancia výkonu	$\pm 3 \%$
Účinnosť modulu	14,46 %
Prúd zodpovedajúci maximálnemu výkonu (I_{MPP})	8,02 A
Napätie zodpovedajúce maximálnemu výkonu (U_{MPP})	29,3 V
Napätie na prázdno (U_L)	37,4 V
Skratový prúd (I_K)	8,41 A
<i>Hodnoty pri štandardných testovacích podmienkach (25 °C, intenzita slnečného žiarenia 1 000 W.m⁻²)</i>	
Veľkosť článku	156 x 156 mm
Počet článkov v module	60 ks, zapojených v sérii (6x10)
Typ článku	polykrystalický
Prevádzková teplota	-40 ~ +85 °C
Menovitá prevádzková teplota	+ 45 °C
Maximálne napätie systému	1000 V
Počet Bypass diód	6 ks
Vypínací prúd poistiek	15 A
Rozmery (VxŠxH)	1 6040x992x50 mm
Dĺžka pripojného kábla	900 mm
Váha	23 kg

Ďalším prvkom je kiosková trafostanica TS1 s NN a VN rozvádzačmi. Od poľných rozvádzačov sem prichádza jednosmerné napätie a vstupuje do COMBINER BOXU, v ktorom sú umiestnené poistky proti prepätiu. Na každú z nich je pripojený jeden poľný rozvádzač. Odtiaľ je jednosmerné napätie z FV modulov premieňané v dvoch striadačoch na striedavú zložku 315 V. Striedače sú typu XANTREX GT 500 E a každý jeden je schopný prevádzať výkon do 500 kWh. Môžu pracovať v režime „Single“, alebo „Master / Slave“. Pri režime Single jednotlivé striedače prevedú výkon maximálne 500 kWh a na každý z nich je pripojených 8 poľných rozvádzačov.



Obrázok 3 Závislosť výstupného výkonu od intenzity žiarenia modulu JCB235-24/Bb



Obrázok 4 NN, VB rozvádzače v TS2; moduly; kiosky TS1 a TS2

Najvhodnejší je režim „Master / Slave“, ktorý optimalizuje činnosť striedačov, šetrí jeho životnosť, má vyššiu účinnosť, znižuje opotrebovanie a predlžuje ich životnosť. Keď intenzita žiarenia stúpne a hlavný striedač dosiahne úroveň výkonu od fotovoltaiických modulov 400 kWh, zopne sa druhý (pomocný) striedač a ten si prepne 8 poľných rozvádzačov (pri výkone do 400 kWh je 16 zopnutý len hlavný striedač Master so 16 rozvádzačmi).

Súčasťou kiosku TS1 je aj systém merania PM800 (Power Meter, merací modul pre energetiku), z ktorého odoberá údaje energetika o celkovom výkone dodávaného do siete. Údaje sme odčítavali z displeja a vyhodnocovali. V rámci kiosku je umiestnený aj rozvádzač rozvodu merania, ktorým sa monitorujú údaje z poľných rozvádzačov a striedačov. Zo zadnej strany v samostatnej časti kiosku je transformátor 315 V/22 kV s tromi fázami. Transformátor má dve sekundárne vinutia a na každý sekundár je privedený jeden striedač.

Trafostanica TS2 je zložená z troch samostatných miestností (01-prívod VN 22 kV z TS1 a rozvodňa, 02-transformátor a 03- miesto ovládania, monitorovania a merania všetkých parametrov).

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Najdôležitejší parameter pre vlastníka fotovoltaiickej elektrárne je dodávaný výkon do distribučnej siete. Výstupný výkon je závislý od intenzity slnečného žiarenia, od vonkajšej teploty, od režimu práce striedačov a od teploty modulov. Uvedené parametre boli merané na systéme PLC Modicon M340. Vonkajšia teplota, teplota modulov a intenzita žiarenia sa zaznamenala z vonkajších snímačov na kiosku TS2. Zaznamenal sa aj výstupný výkon z rozvodni SM6 a dáta zo striedačov v kiosku TS1. Predmetom merania je porovnanie výstupného výkonu od spomenutých veličín v letnom a v zimnom období.

Z jednotlivých meraní v dvoch ročných obdobiach je zrejmé, že FVE vyrába elektrickú energiu nielen v letnom, ale aj v zimnom období, nakoľko intenzita slnečného žiarenia je dostatočujúca na zopnutie striedačov. V letnom období je produkcia elektrickej energie vyššia z dôvodu dlhšej doby intenzity žiarenia a menšieho ovplyvnenia veľkosti žiarenia zatiahnutou oblohou. V nasledujúcich grafoch sú porovnávané vybrané snímané hodnoty v oboch ročných obdobiach. Medzi vybrané parametre sa zaradili intenzita žiarenia, výkon a dodané množstvo elektrickej energie.

Na obrázku 5 sú uvedené výsledky merania vyrobenej a dodanej elektrickej energie do siete a priebeh teplôt ovzdušia a modulov jeden vybraný letný deň. Priebeh intenzity žiarenia a dodávania elektrickej energie do siete v letný deň prezentuje obr. 6. Na obrázku 7 sú uvedené výsledky merania vyrobenej a dodanej elektrickej energie do siete a priebeh teplôt ovzdušia a modulov jeden vybraný letný deň. Priebeh intenzity žiarenia a dodávania elektrickej energie do siete v letný deň prezentuje obr. 8.

V letnom a v zimnom období sa previedli merania výstupného výkonu, výkonov jednotlivých striedačov, intenzity žiarenia, dennej teploty ovzdušia a FV modulov a ich výsledné hodnoty sa porovnali a posúdili. Na základe merania sa zistilo, že v letných mesiacoch produkuje elektrárne približne o polovicu viacej elektrickej energie ako v zimnom období. Je to zapríčinené dlhšou dobou slnečného žiarenia, jeho intenzitou a menšou oblačnosťou. Fotovoltaiická elektrárne vyrobila a dodala do siete v letnom dni 6 295,20 kWh el. energie, čo predstavuje zisk 2 711,47 €. V zimnom dni vyrobila a dodala elektrárne 3 543,10 kWh el. energie zo ziskom 1 526,10 €.

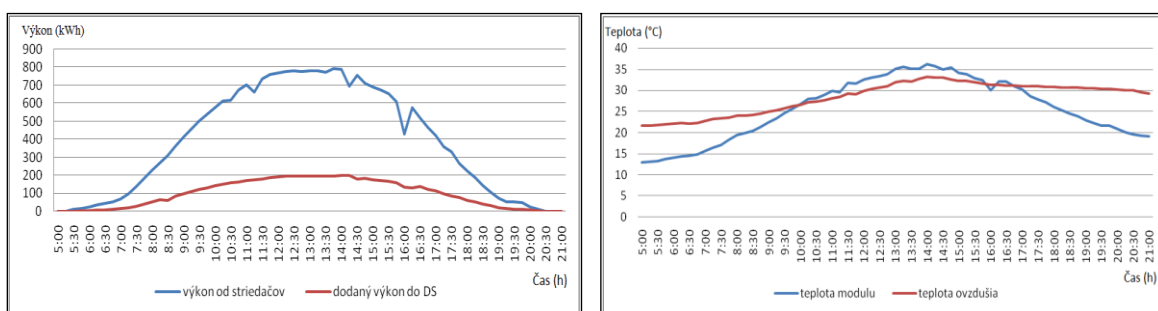
Najdôležitejším ukazovateľom pre výstavbu elektrárne je návratnosť investovaného kapitálu a s tým súvisiaca miera zisku v dlhodobom horizonte. Najväčší vplyv na spomenuté ukazovatele má zemepisná poloha miesta výstavby, cena výkupu elektrickej energie a vstupná investícia na výstavbu. Treba uviesť, že podmienky na realizáciu sa postupne menili a závisia od legislatívy ktorá buď podporuje alebo nepodporuje zvýhodnenú výkupnú cenu vyrobenej elektriny a výstavbu elektrárne len na budovách s pevnými základmi alebo strešných konštrukciách a s prirýpaným výkonom.

Pri hodnoteniach vybudovania elektrárne sme sa zamerali na nami preddefinované parametre realizácie. Vstupná investícia pozostáva z ceny nákupu pozemku a s ceny výstavby fotovoltaiickej elektrárne. Cena pozemku je daná podľa jednotlivých regiónov. Pre elektrárne s výkonom do 1 MW bola potrebná plocha okolo 25 000 m². Cena výstavby elektrárne s výkonom 1 MW aj s projektom a kúpou pozemku bola v tej dobe zhruba 1,2 mil. Eur. Cena bola udávaná $1,2 \text{ Eur} \cdot W_p^{-1}$ (W_p - hodnota špičkového výkonu pri intenzite slnečného žiarenia 1000 W.m⁻², pri teplote 25 °C a AM 1,5). Pre menšie elektrárne ako napr. rodinné domy do výkonu niekoľkých kWh je cena $2,2 \text{ €} \cdot W_p^{-1}$.

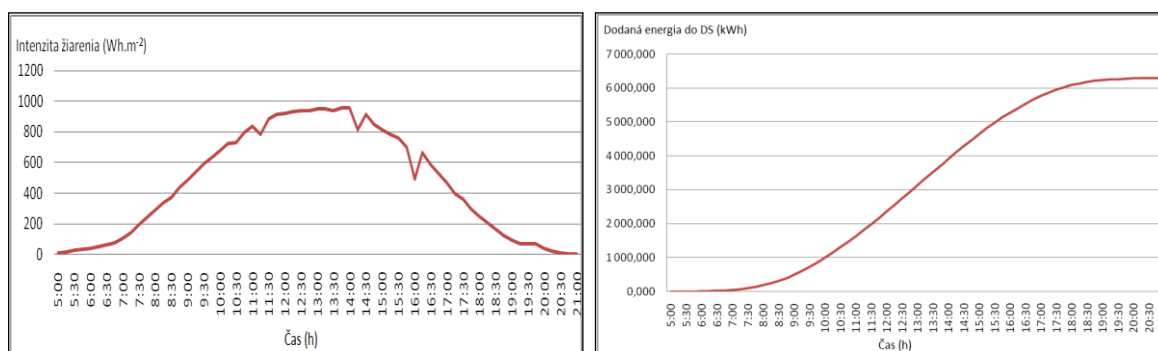
Výkupná cena bola určená podľa platného výnosu príslušného úradu dňom kolaudácie elektrárne a s garanciou pevnej ceny na 15 rokov. Najvýhodnejšia bola realizácia elektrárne do roku 2010, kedy za 1 MWh bola výkupná cena 430,72 Eur.MWh⁻¹, bez ohľadu kde sa elektrárne postavila a bez obmedzenia výkonu. Od 1.7. 2011 štát prestal podporovať výstavbu FVE na voľných pozemkoch, ale podporuje iba zariadenia vybudované na strešnej konštrukcii alebo obvodovom plášti jednej budovy spojennej so zemou pevným základom, s výkonom do 100 kW a výkupná cena sa znížila na 194,54 Eur.MWh⁻¹.

Pri predaji prebytkov sa inkasujú peniaze nielen za prebytočnú, ale aj za celú vyrobenú elektrickú energiu. V podstate to znamená, že za vyrobenú nespotrebovanú energiu sa inkasuje od distribučnej siete 0,06011 Eur.kWh⁻¹ a navyše ešte za celkovú vyrobenú elektrickú energiu (aj so spotrebovanou) sa vyplatí suma 0,13443 Eur.kWh⁻¹. Týmto spôsobom sa ušetrí na účtoch za energiu, ktorá sa musela predtým nakupovať od siete za 0,15 Eur.kWh⁻¹. Nakupovala sa len v prípade nedostatočnej intenzity slnečného žiarenia.

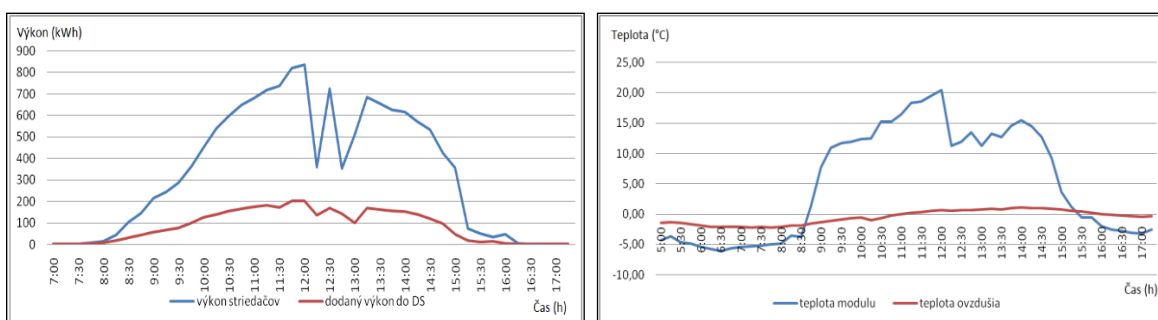
Pre ekonomické zhodnotenie sme vytvorili modelový príklad s predajom prebytku a s osadeným elektrárne o výkone 12kW_p v celkovej hodnote 26 400 Eur. Ročnú spotrebu domácnosti sme stanovili na 9 MWh pri ročnom prebytku elektrickej energie 3 MWh. Celkovo teda možno povedať z uvedeného modelového príkladu a pri stanovených jednotlivých ročných sadzbách, že investované prostriedky za výstavbu fotovoltaickej elektrárne sa vrátia za 8,4 rokov.



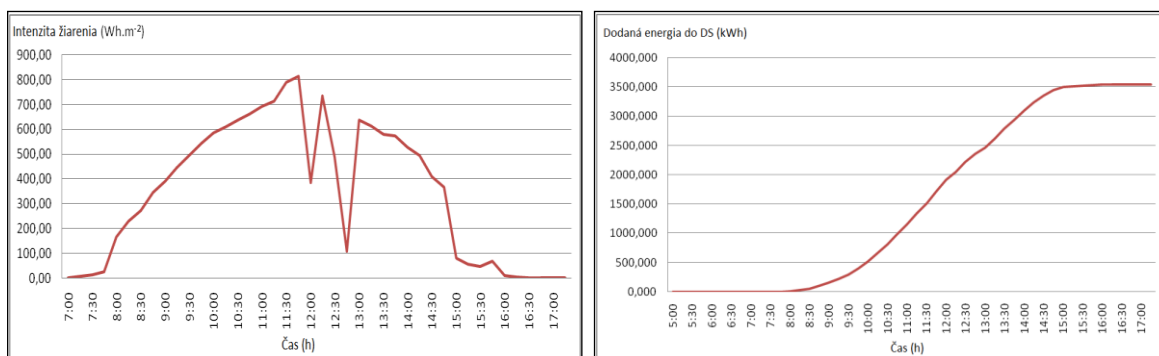
Obrázok 5 Vyrobená a dodaná elektrická energia do siete, priebeh teplôt ovzdušia a modulov, letný deň



Obrázok 6 Priebeh intenzity žiarenia a dodávania elektrickej energie do siete, letný deň



Obrázok 7 Vyrobená a dodaná elektrická energia do siete, priebeh teplôt ovzdušia a modulov, zimný deň



Obrázok 8 Priebeh intenzity žiarenia a dodávania elektrickej energie do siete, letný deň

Globálna produkcia solárnych panelov v minulom roku vzrástla o 30 % na 24 GW. Priemerná predajná cena naopak o 30 % klesla a tržby výrobcov dosiahli 31 miliárd dolárov, vyplýva zo správy analytickej spoločnosti Gartner. Z prognózy spoločnosti vyplýva, že produkcia solárnych panelov v nasledujúcich rokoch porastie priemerným tempom 17 % ročne. Tržby výrobcov ale zostanú na úrovni 30 miliárd dolárov, pretože priemerná cena na watt výkonu klesne zo súčasných 1,30 na 0,57 dolára. Hlavným faktorom, ktorý ovplyvňuje budúcnosť solárnej energetiky, sú vládne dotácie (Solárne panely, 2012).

V Čechách vysoké výkupné ceny v roku 2011 spôsobili náhly rozvoj solárnych elektrární, čo sa však následne prejavilo zdražením elektriny. ERÚ (Energetický regulačný úrad) preto rozhodol o znížení cien pre solárne zdroje o viac než polovicu, aby tak negatívny vplyv fotovoltiky na ceny elektriny obmedzil. V tomto roku sa rozvoj solárnych elektrární v podstate zastavil a ERÚ zvyšuje výkupné ceny len o stanovené minimum. Pre prevádzkovateľov elektrární, ktorí svoje zdroje stihli sprevádzkovať až v tomto roku, je to zanedbateľná cenová kompenzácia. Je potrebné spojiť zvýšenie výkupných cien s indexom priemyselných cien taktiež preto, aby sa zachovala predpokladaná návratnosť investícií do solárnych elektrární (Fotovoltika 03, 2012).

Nemecko obmedzilo podporu solárnej energetiky až o 30 % najsôr od apríla 2012. Najviac sa chystané krátenie dotkne veľkých solárnych parkov, ktoré sa budú musieť vyrovnáť s tridsaťpercentným znížením podpory. Za jeden kWh elektrického prúdu budú v budúcnosti dostávať len 13,5 eurocenta. Fotovoltaickým inštaláciám na strechách klesnú subvencie o 20 % na maximálne 19,5 eurocenta za kWh. Od mája sa potom každý ďalší mesiac v oboch kategóriách znížia o 0,15 eurocenta za kWh. Nemecko je svetovou jednotkou vo výrobe elektriny zo slnka. Vlni sa na jeho území inštalovali solárne zariadenia s celkovým inštalovaným výkonom zhruba 7 500 MW a ďalšie sa očakávajú v tomto roku. Celková inštalovaná kapacita fotovoltaických modulov v Nemecku už dosiahla 25 000 MW. Výroba solárnej elektriny, ktorá pokrýva zhruba 3 % spotreby krajiny, je ale bez štátom garantovaných výkupných cien nerentabilná. Tie sa premietajú do zvýšenej ceny pre koncových zákazníkov (Fotovoltika 04, 2012).

Do konca roku 2011 bolo na Slovensku podľa zdrojov príslušného úradu nainštalovaných 314 MW fotovoltických elektrární, v porovnaní s predchádzajúcim rokom to predstavuje nárast o 40 %. Za stále najväčšiu prekážku pri rozvoji fotovoltickej elektrárne na Slovensku považuje neustále sa meniacu legislatívu a narastajúcu administratívnu záťaž pre záujemcov o prevádzkovanie fotovoltických zariadení (FV Energia, 2012). Inovácie vo fotovoltike pochádzajú i zo Slovenska. Napríklad riešenia pre natáčanie panelov dokážu zvýšiť mieru účinnosti rádovo o niekoľko desiatok percent. Systém dvojsových trackerov založený na astronómickom riadení prináša 30 - 40 % zvýšenie využitia celoročnej intenzity žiarenia. Nové technológie možno inštalovať aj do starých elektrární (Inovácia, 2011).

Slovenská vláda sa snaží výkupnú cenu čo najviac priblížiť k trhovým cenám. Fotovoltaické elektrárne sú aj v nemilosti Slovenskej elektrizačnej a prenosovej sústavy, ktorá má okrem iného na starosti stabilitu elektrickej siete. Prenosová sústava stále považuje slnečné elektrárne za nestabilné zdroje s veľkou fluktuáciou výroby (Rozvoj FVE, 2012).

Cestou rozvoja fotovoltiky v SR bude najmä rozširovanie drobných inštalácií na tisíce, respektíve desaťtisíce miest po Slovensku. O solárne inštalácie sa začnú zaujímať skôr malí inštalatéri a tí, ktorí majú k dispozícii strechy a obvodové plášte budov a majú spotrebu

zodpovedajúcu približne objemu vyprodukovanej elektriny. Nie je správne riešenie, aby sme budovali naďalej veľké solárne elektrárne, ako sme ich budovali doteraz - s výkonom niekoľkých megawattov, spájali ich do celkov a potom mali problémy s reguláciou siete. Malé drobné systémy nie sú náročné na reguláciu ani zďaleka tak, ako by sa zdalo (Budúcnosť fotovoltaiiky, 2011).

ZÁVER

Slnko predstavuje nevyčerpatelnú formu energie a pritom aj na Slovensko dopadá 200 krát viac slnečnej energie, ako je naša spotreba z neobnoviteľných energetických zdrojov. Množstvo slnečnej energie závisí predovšetkým od zemepisnej polohy, miestnej klímy, ročného obdobia a od sklonu povrchu k dopadajúcemu žiareniu. V poslednom období fotovoltaiické systémy zaznamenali neobvyklý vzrast. Spôsobila to najmä výkupná cena vyrobenej elektrickej energie z fotovoltaiických elektrární, ktorá bola stanovená úradom. Najviac realizované boli systémy Grid-on, ktoré mohli predávať všetku vyrobenú elektrickú energiu priamo do siete, alebo sa väčšia časť spotrebovala vo vlastnej réžii a odpredala sa len nespotrebovaná tzv. „zelený bonus“. Aj pri menej priaznivých podmienkach týkajúcich sa výkupu, je výstavba fotovoltaiických systémov vhodnou alternatívou zabezpečenia potrebnej elektrickej energie.

LITERATÚRA

1. BOŽIKOVÁ, M. 2012. Obnoviteľné zdroje energie v teórii a praxi : slnečná energia a veterná energia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2012. 150 s. ISBN 978-80-552-0843-5 (brož.).
2. BUDÚCNOSŤ FOTOVOLTAIKY. [online] [s.a.] [cit. 2011-12-15]. Dostupné na: <<http://www.energia.sk/clanok/solarna-energia/buducnost-fotovoltiky-bude-v-rozsirovani-malych-instalacii/5176/>>.
3. FOTOVOLTAIKA 01. [online] [2019] [cit. 2019-12-08] Dostupné na internete: <https://eu-power.sk/fotovoltika/fotovoltaiicke-panely/>
4. FOTOVOLTAIKA 02. [online] [2020] [cit. 2020-03-05] Dostupné na internete: <https://gogreen.sk/fotovolticke-systemy/>
5. FOTOVOLTAIKA 03. [online] [s.a.] [cit. 2012-03-13]. Dostupné na: <http://www.energia.sk/clanok/obnovitelne-zdroje/cesko-vykupne-ceny-pre-oze-sa-v-roku-2012-mierne-zvysia/491>
6. FOTOVOLTAIKA 04. [online] [s.a.] [cit. 2012-03-08]. Dostupné na: <http://www.energia.sk/clanok/solarna-energia/nemecko-obmedzi-podporu-solarnej-energetiky-najskor-od-aprila/6276/>
7. FV ENERGIA. [online] [s.a.] [cit. 2012-03-08]. Dostupné na: <http://www.energia.sk/tlacova-sprava/solarna-energia/slovenski-fotovoltici-hodnotia-rok-2011-ako-uspesny/6165/>
8. HASELHUHN, R. 2010. Fotovoltaiika - Budovy jako zdroj proudu. Ostrava, 2010. ISBN 978-80-86167-33-6.
9. INOVÁCIA. [online] [s.a.] [cit. 2011-1-11]. Dostupné na: <http://www.energia.sk/clanok/veda-a-vyskum/fotovolticke-inovacie-zo-slovenska/5006/>
10. RYBÁR, P. - TAUŠ, P. - RYBÁR, R. 2001. Alternatívne zdroje energie I. – Slnečná energia, Košice : ELFA, 2001. ISBN 80-89066-16-X
11. ROZVOJ FVE. [online] [s.a.] [02-03-2012] Dostupné na: <http://www.energia.sk/clanok/solarna-energia/miskov-rozvoj-fotovoltaiiky-je-mozny-len-ak-sa-priblizi-trhovym-cenam/5602>
12. SOLÁRNE PANELY. [online] [s.a.] [cit. 2012-03-13]. Dostupné na: <http://www.energia.sk/clanok/solarna-energia/svetova-produkcia-solarnych-panelov-rastie/5992u>
13. QUASCHNING, V. 2010. Obnoviteľné zdroje energii, Praha : GRADA PUBLISHING A.S. 2010. ISBN 978-80-247-3250-3

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering,
Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

HODNOTENIE KVALITY PRÁCE VYBRANÉHO PIVOTOVÉHO ZAVLAŽOVAČA

JÁN JOBBÁGY - ZOLTÁN KOMLÓSI – OLIVER BARTÍK – PETER DANČANIN –
NORBERT MICHLIAN

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: Spray uniformity measurements were made on the farm Agromačaj Ltd. For measuring the uniformity of the spray, we applied standard ASAE 436.1 (1998). Field measurements were applied to one of the first 630 meters TL Wide sprinklers available in Slovakia. Wind speed and other input conditions were within the recommended standard. For measurements, the right beam to achieve uniformity of the spray 74.13%. Consequently, adjustments were made irrigation machine (nozzle cleaning) and made measurements of the beam left. Uniformity coefficient value increased to 86.93%. It was confirmed that care about their asphalt maintenance and the like need not be neglected. The results showed that after cleaning all the jets could achieve a higher quality of work.

Keywords: irrigation, quality of work, coefficient of uniformity

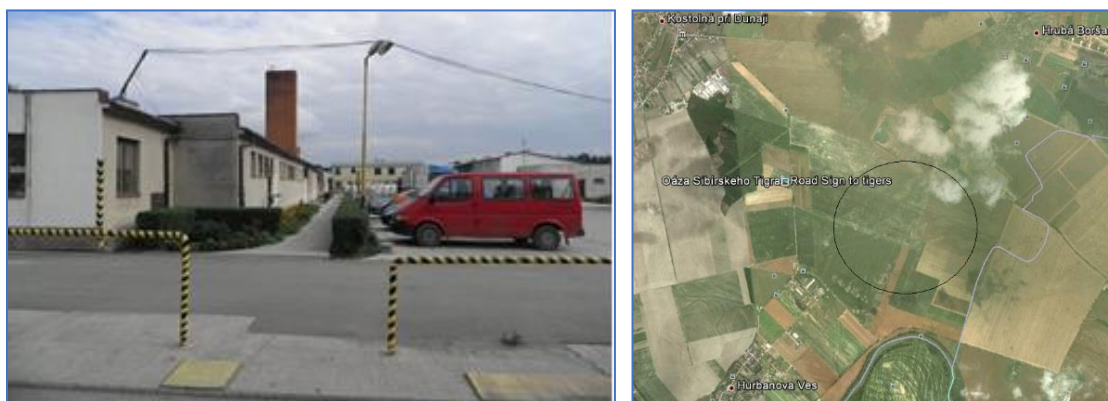
ÚVOD

Pod závlahou v poľnohospodárstve rozumieme melioračné opatrenie, ktorým sa uskutočňuje navlaženie pôdy, porastu, alebo prízemnej vrstvy vzduchu, aby sa dosiahla optimalizácia produkčného systému pri získaní vysokých a stálych hektárových úrod v rastlinnej výrobe (Jobbágy a kol., 2017). Kvalita zavlažovania sa posudzuje správnou intenzitou a rovnomernosťou zavlažovania. Intenzita vyjadruje množstvo vody v mm dodané zavlažovačom za časovú jednotku. Rovnomernosť zavlažovania závisí od správnej činnosti zavlažovačov (Jobbágy, 2011; Látečka, 2000; Simoník, 1996; Simoník, 2002). Kvalita práce širokozáberových pivotových alebo lineárnych zariadení, pásových zavlažovačov a tak isto aj úsporných systémov závisí od správneho nasadenia distribútorov a od správneho nastavenia prevádzkových podmienok ako sú tlak, prietok a prekrytia jednotlivých aplikátorov (Jobbágy, Bleho, 2019).

Cieľom vedeckého príspevku bolo zhodnotiť kvalitu práce širokozáberového zavlažovača T-L umiestneného v poľnohospodárskom podniku Agromačaj, s.r.o.

MATERIÁL A METÓDY

Na AGROMAČAJ s.r.o. je poľnohospodárska firma patriaca rodine Mačaj, ktorá hospodári na pôde v okolí obce Kráľová pri Senci už päť generácií (obr.1). Firma sa usiluje držať krok s novými trendmi v oblasti pestovania a spracovania poľnohospodárskych plodín. To si vyžaduje neustále zlepšovanie technológie, pestovateľských postupov, využívanie nových látok, hľadanie nových obchodných kontaktov, atď. Dá sa to aj vďaka pomoci európskych fondov, ktoré umožnili zakúpenie technológie spracovania, chladenia, vystavanie nových skladov na udržanie kvalitnej suroviny.



Obrázok 1 Sídlo spoločnosti a pozícia zavlažovanej parcely

Zariadenie je najnovším príspevkom do poľnohospodárskeho podniku Agromačaj, s.r.o. a je jedným z dostupných zavlažovacích zariadení. Správne nastavenia je tak ako u iných zariadení aj u tohto zariadenia (zavlažovač T-L) dôležité a to hlavne pre správnu kvalitu práce. Mnoho nastavení a opráv je možné uskutočniť aj bez školeného servisného technika. Aby zariadenie malo dlhoročné, náležité a spoľahlivé používanie, je nutné dodržiavať odporúčané postupy pri oprave a údržbe. Nedodržaním správnosti systému priameho smeru, nesprávnou inštaláciou a údržbou zábran pri zariadeniach s automatickým spätným chodom, inštaláciou neschválených zariadení a doplnkov, vrátane náhradných kolies a pneumatík, môže dôjsť k poruchám a problémom pri prevádzkovaní zariadenia. Závlahové zariadenie T-L (obr.2) je samohybné, plnoautomatizované závlahové zariadenie určené na zavlažovanie všetkých poľnohospodárskych plodín. Závlahové zariadenie je pivoťového typu s pracovným tlakom v rozpätí od 0,15 do 0,3 MPa. Krútiaci moment je zabezpečený pomocou hydraulického čerpadla. Bezpečnostný systém tvorený aj vyrovnávacím ventilom zastaví systém pri zistení vybočenia z priameho smeru, zároveň senzor vypne prítok vody v systéme. *Systém navádzania* (udržania priameho smeru) udržiava rovný smer pomocou jednoduchého hydraulického ventilu. Kontrolný systém pohybuje piestom ventilu a meria požadovaný tok hydraulikkej kvapaliny pre udržiavanie neustáleho pohybu každej veže až po koncovú. Toto jednoduché hydraulické ovládanie je oveľa jednoduchšie, ako štart- stop mikrosplínáčové konštrukcie, používané s jedno- rýchlostným elektrickým motorom. Piest ventilu je z nehrdzavejúcej ocele. Pokiaľ veža uviazne alebo je nekonštantný tlak ventil odkloní hydraulickú kvapalinu prostredníctvom spätného vedenia k čerpadlu, ktoré zastaví systém.



Obrázok 2 Širokozáberový zavlažovač T-L

Rovnomernosť postreku pri závlahy pivoťovými širokozáberovými zavlažovačmi sa hodnotí podľa D. F. HEERMANA a P. R. HEINA (obr. 3). Takúto metódu hodnotenie vyžaduje aj medzinárodná norma ISO11545:2009 (ISO/TC 23/SC 18 N 190).

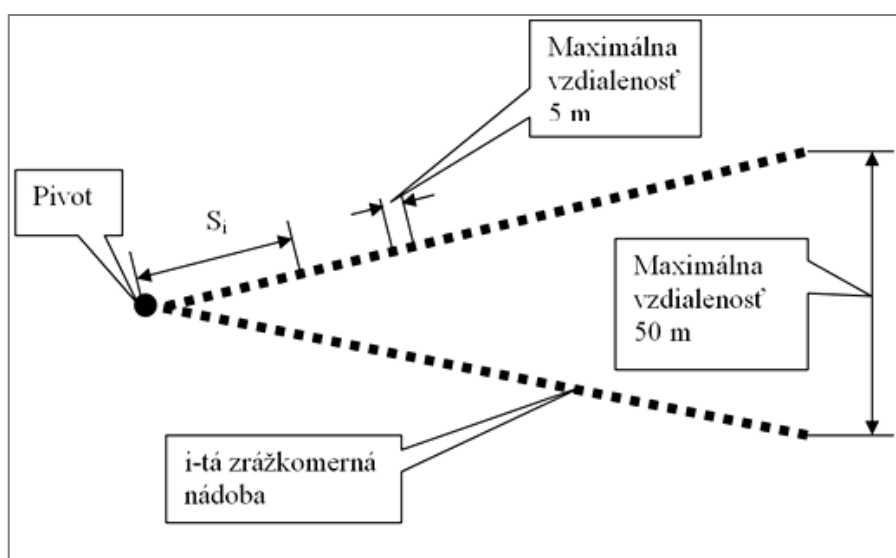
$$CuH = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=m}^n Si \cdot |Vi - \bar{V}|}{\sum_{i=m}^n Vi \cdot Si} \right], \quad (\%) \quad (1)$$

$$\bar{V} = \frac{\sum_{i=m}^n Vi \cdot Si}{\sum_{i=m}^n Si}, \quad (\text{mm}) \quad (2)$$

CuH - koeficient rovnomernosti podľa Heermanna a Heina,

- n - počet zrážkomerných nádob,
 i - číslo určené pre identifikáciu určitej zrážkomernej nádoby so začiatkom $i = 1$ pre nádobu, ktorá je najbližšie pri pivote a končiace $i = n$ pre zrážkomernú nádobu, umiestnenú najďalej od pivota,
 V_i - závlahová dávka v i -tej zrážkomernej nádobe, mm
 S_i - vzdialenosť i -tej zrážkomernej nádoby od pivota, m
 $\bar{V}$ - priemerná závlahová dávka, mm
 $|V_i - \bar{V}|$ - absolútna hodnota odchýliek od priemernej dávky.

Ak sa vo výpočte použijú hodnoty od všetkých zrážkomerných nádob $m = 1$. Pri vylúčení údajov 20 % z dĺžky od pivota, sa $m = p$, kde p je najbližšie celé číslo pre $0,20 \cdot n$. Meranie rovnomernosti postreku pri závlahe si vyžaduje najmä z dôvodov medzinárodnej štandardizácie a normalizácie postupovať podľa medzinárodnej normy ISO.



Obrázok 3 Rozmiestnenie zrážkomerných nádob na meranie rovnomernosti postreku pivotových širokozábavých zavlažovačov (Látečka, 2000)

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vo vybranom podniku sme sa zamerali na zhodnotenie kvality práce vybraného zavlažovača, ktorý možno zaradiť medzi prvé, ktoré sa nachádzali v podmienkach SR (obr. 4). Zavlažovač mal celkovú dĺžku 630 m s počtom podvozkov 11 + pivot a krakorec. Ďalekoprádový postrekovač bol pri našich meraniach vypnutý. Na meranie sa použili stojany a k nim prislúchajúce zrážkomerné nádoby z plastickej hmoty. Rozstup nádob pozdĺž zavlažovača bol 5 m. Počet rozmiestnených nádob bol pri meraniach pravého lúča 120 ks. Pri meraniach ľavého lúča bol počet nádob 120 ks. Po príprave ľavého lúča sa mohli začať merania. Lúč sa umiestnil mimo dostreku rozstrekačov. Meranie sa začalo v ranných hodinách a ukončilo sa po preukázateľnom ukončení prechodu zavlažovača cez zrážkomerný profil, a to vtedy, keď už rozstrekače nedostrekli do zrážkomerných nádob. Potom sme odmerali objem vody v jednotlivých zrážkomerných nádobách kalibračnými valcami a výsledky sme si zapísali do tabuľky. O pár minút na to sa opäť rozložili nádoby a premeral sa pravý lúč merania. Merania sa uskutočnili v poľnohospodárskom podniku PD Agromačaj s.r.o. Teplota vzduchu sa pohybovala v intervale do 35 °C.

Pri meraní rovnomernosti závlahovej techniky treba obzvlášť dbať na poveternostné podmienky a ich možný vplyv na meranie. Nakoľko pri našom meraní bolo takmer úplné bezvetrie. Rýchlosť vetra bola teda do výšky tolerancie normou. Pre výpočet rovnomernosti sme si zvolili metódu podľa Heermana a Heina CuH. Na zavlažovači T-L 630 m nám vyšli pri prvom meraní hodnoty rovnomernosti ľavého lúča 86,93 % a pravého lúča 74,13 %. Výsledky pre ľavý a pravý lúč sú uvedené v tabuľke 1 a v tabuľke 2. Z grafov vyplýva, že pre pravý lúč bola kvalita horšia, pretože v niektorých nádobách bolo závlahová dávka nízka a až nulová. Bolo to hlavne spôsobené

zlou prípravou zavlažovača od závlahára. Následne sa uskutočnili čistiace a opravné práce rozstrekovačov a merania sa zopakovali. Z výsledkov vyplýva, že v jednotlivých nádobách bola rovnomernejšie rozdelená dávka (ani v jednej nádobe nebola nulová hodnota). Koeficient rovnomernosti dosiahol o 19,8 % vyššiu hodnotu.



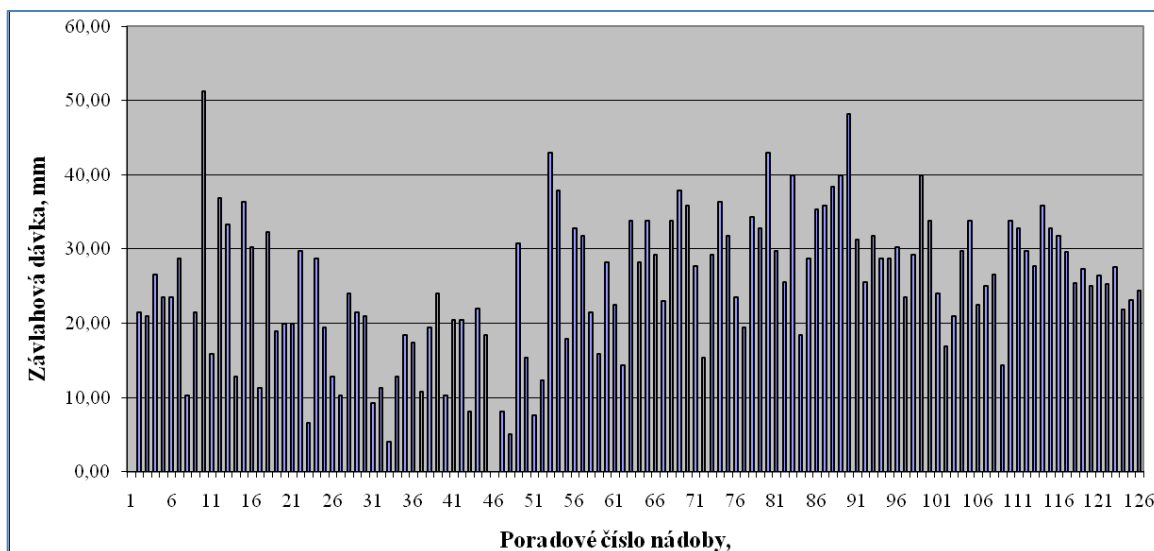
Obrázok 4 Pohonná jednotka a rozstrekovač na skúmanom zavlažovači

Tabuľka 4 Zhodnotenie kvality práce, rovnomernosť postreku – podvozky, ľavý lúč

Podvozok	1	2	3	4	5	6
Cu, (%)	81,61	93,07	92,62	92,79	89,04	83,98
Podvozok	7	8	9	10	11	Krakorec
Cu, (%)	88,77	82,17	91,01	87,09	88,38	94,02

Tabuľka 5 Zhodnotenie kvality práce, rovnomernosť postreku – podvozky, pravý lúč

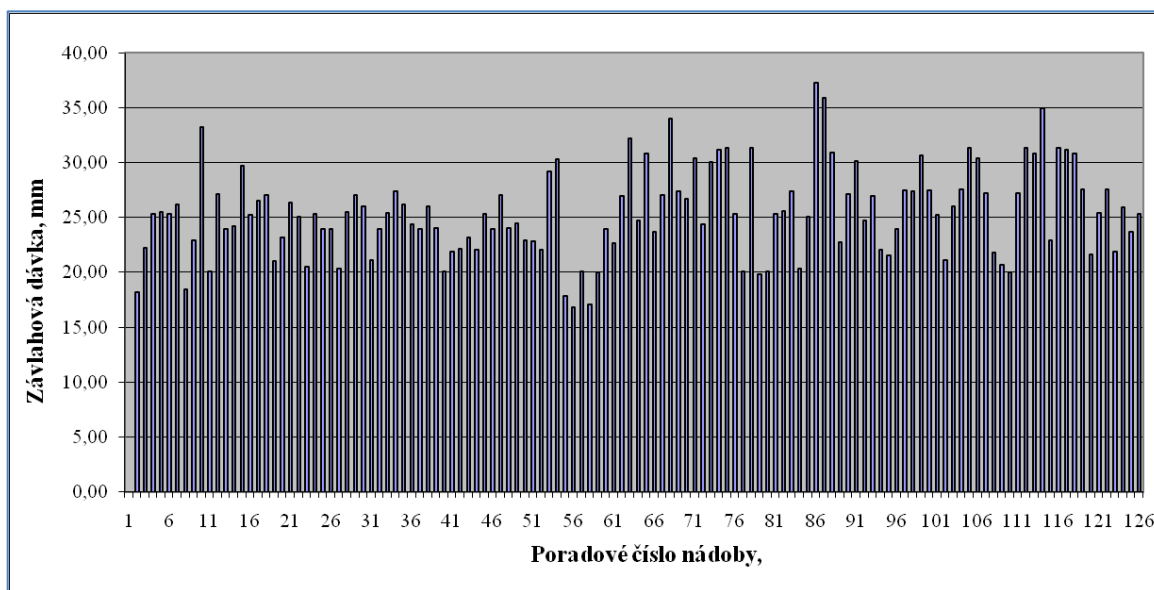
Podvozok	1	2	3	4	5	6
Cu, (%)	65,33	68,84	54,56	72,33	41,49	78,28
Podvozok	7	8	9	10	11	Krakorec
Cu, (%)	78,52	83,09	85,15	79,17	85,04	92,97



Obrázok 5 Rovnomernosť postreku, zavlažovač TL 630 m, pravý lúč

Pre zhodnotenie jednotlivých podvozkov bolo treba uskutočniť výpočet pre rozstrekovače spadajúce pre jednotlivé mosty (podvozky). Výsledky sú uvedené v tabuľke 1 (ľavý lúč merania) a v tabuľke 2 (pravý lúč merania). Pre ľavý lúč možno z výsledkov konštatovať, že normou stanovenú kvalitu práce spĺňal len krakorec. Po dohode so závlahárom podniku a dodávateľom zavlažovača T-L sa vykonali čistiace práce zanesených dýz, a následne sa merania zopakovali. Pri druhom meraní

(ľavý lúč) sa výsledky zlepšili. Kvalitu práce spĺňali podvozky 2, 3, 4, 9 a krakorec. Grafické zhodnotenie výsledkov pre ľavý a pravý lúč je uvedené na obr. 5 a 6.



Obrázok 6 Rovnomernosť postreku, zavlažovač TL 630 m, ľavý lúč

Rovnomernosť závlahovej dávky je jedna z hlavných úloh pri hodnotení kvality závlah. Dosiahnutie vysokej rovnomernosti je neľahká úloha a z minulosti najvyššie zaznamenané údaje sú z roku 1988 a merania dosahujú hodnoty v rozsahu 92% až 95%. (OLLÁRY, 1989). Szabó (2005) vo svojom hodnotení uvádza stroj Linestar 168 LL s dĺžkou 385 m a odmerné nádoby rozložené v sériovej vzdialenosti 3 m v počte 132 ks. Spomínané meranie sa konalo 11.9.2004 pri teplote 22°C a rýchlosti vetra 3,2 m.s⁻¹.

Pri relatívne vysokej rýchlosti nárazového vetra boli dosiahnuté výsledky Cu 85,33 % a 77,5 %. I keď sú poznatky využiteľnosti vody značné, naďalej je nutné intenzifikovať výrobu a zvyšovať využiteľnosť vody i živín z hnojív pestovanými plodinami v jednotlivých pôdno-klimatických podmienkach, pri stálej potrebe viac chrániť životné prostredie a zdravotný stav produkcie a spotrebiteľa (Nielsen, Roberts, 1996; Paoli, 1997).

Růžička (1996) uvádza, že pri koeficiente 70 % je rovnomernosť postreku uspokojujúca. Klementová a Heinige (1999) považujú za dobrú rovnomernosť postreku minimálne hodnotu Cu = 80 %. Norma ON 754307 u pričnej rovnomernosti doporučuje rovnomernosť postreku pri koeficiente rovnomernosti podľa Christiansena CU = 90 %. Norma tiež odporúča aby pri rýchlosti vetra do 2 m.s⁻¹ bolo 80 % plochy zavlaženej v medziach 0,85 až 1,15 priemernej dávky.

ZÁVER

V predkladanom príspevku sme sa zamerali na zhodnotenie kvality práce závlahovej techniky od firmy T-L model 630 m. Na meraní zariadení bolo pravdepodobne nesprávne nastavenie závlahovej dávky, nakoľko sa ani raz nepodarilo namerať koeficient vyšší než 90%, ktorý je podmienkou splnenia normy ISO /TC 23/ SC 18 N 190, až na krakorec a to pri prvom meraní.

Odporúča sa uskutočniť úpravy a prečistenia rozstrekovačov a tým zvýšiť kvalitu práce a zlepšiť koeficient. Po uskutočnení týchto úprav sa nám kvalita práce jednoznačne zvýšila, išlo o vyčistenie trysiek, ktoré vôbec nestriekali. Následne odporúčame vyčistiť všetky trysky a kvalita práce bude zaručene vyššia.

LITERATÚRA

1. ASAE STANDARDS. 1998. S436.1. Test procedure for determining the uniformity of water distribution of center pivot and lateral move irrigation machines equipped with spray or sprinkler nozzles. St. Joseph, Mich.: ASAE.
2. ISO/TC 23/SC 18 N 190: Závlahová zařízení: Stanovení rovnoměrnosti rozdělení vody u závlahových zařízení s centrálním čepem a s příčným pohybem, vybavených rozprašovacími nebo zadešťovacími traskami-skušební postup. 1989.
3. JOBBÁGY, Ján. Hodnotenie závlhovej techniky z hľadiska rovnomernosti závlahy postrekom : vedecká monografia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011. 123 s. ISBN 978-80-552-0617-2.
4. JOBBÁGY, Ján - BLEHO, Henrich. 2019. Vplyv vstupných parametrov nastavenia mikropostrekovačov na výslednú kvalitu práce : vedecká monografia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2019. 134 s. ISBN 978-80-552-2044-4.
5. JOBBÁGY, Ján - KRIŠTOF, Koloman - BÁREK, Viliam. Meliorácie v poľnohospodárstve: vlastnosti pôdy, odvodňovanie a zavlažovanie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017. 253 s. ISBN 978-80-552-1676-8.
6. KLEMENTOVÁ, E. - HEINIGE, V. 1999. Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21.storočia. In: Závlaha postrekom pásovým zavlažovacom. Bratislava: SEMISOFT, s.r.o., 1999., s. 227-232.
7. LÁTEČKA, M. 2000. Rovnomernosť postreku pri závlahe otáčavými postrekovačmi. In: Monografia Nitra, 2000. 58 s. ISBN 80-7137-678
8. NIELSEN, D. - ROBERTS, T.L. 1996. Potassium fertigation of high density apple orchards. In: Better Crops with Plant Food, 1996, r. 80, č.4, s.12, ISSN 0006-0089
9. OLLÁRY, V. 1989. Kvalitatívne a kvantitatívne ukazovatele širokozáberového stroja SIGMATIC PSX: diplomová práca. Nitra. VŠP, 1989. 81 s.
10. PAOLI, N. (1997): What does fertigation have to offer? Obstbau-Weinbau, 1997, r.34, č.1, s.10-13
11. RŮŽIČKA, M. 1996. Technika a kvalita zavlažování: Studijní informace ÚZPI. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. 50 s. ISSN 0862-3562.
12. SIMONÍK, J. 1996. Technika a technológia pre zavlažovanie poľných plodín zadažďovaním : Habilitačná práca. Nitra: VŠP. 1996, 148 s.
13. SIMONÍK, J. 2002. Najvyššia produktivita práce- Centerstar a Linestar. In: Naše pole, 2002, č.9, s.42-43.
14. SZABÓ, F. 2005. Hodnotenie kvality práce širokozáberového zavlažovača BAUER. In: Diplomová práca. 2005. 77 s.

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering,
Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

REALIZÁCIA A ANALÝZA KVALITY PRÁCE KVAPKOVEJ ZÁVLAHY VO VYBRANEJ LOKALITE

JÁN JOBBÁGY¹ – LUKÁŠ MOLNÁR¹ – KOLOMAN KRIŠTOF¹ – JOZEF KRILEK² – JÁN KOVÁČ²

¹Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

²Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

Abstract: In the article, we analysed the quality of drip irrigation in the selected location. For the location we chose a small orchard in Komjatice. The orchard was founded in 2008 purely for family consumption. Planted and irrigated is 24 fruit trees in 4 rows. As a fruit trees were planted pears and plums. Each variety was connected to its own source of water, irrigated with watering system from Gardena. The source of irrigation water was a 1 m³ tank followed by an Alko filter unit. The aim of this work was to evaluate the coefficient of uniformity of drip irrigation components. We measured water rates for each dripping in three-time horizons to better perceive the variations. Dripping from the manufacturer had indicated maximum flow of 2 dm³.h⁻¹. Dripping has been setup before the measurement to the mean value of 1000 ml.h⁻¹. Measured average values for both irrigation systems differed slightly. The average on every dripper was at 1027 ml.h⁻¹ on pear trees and 0.977 dm³.h⁻¹ on plum trees. Value of coefficient uniformity on pear trees were 96,15% and value of coefficient uniformity on plum trees were 97,55 %. Based on the measured values, we found that a particular system used Micro- Drip from Gardena agrees with the indication parameters stated by the manufacturer and is suitable for use in orchards. Minor deviations may occur with small impurities or irregularities in setting of drippers.

Keywords: drip irrigation, drippers, quality

ÚVOD

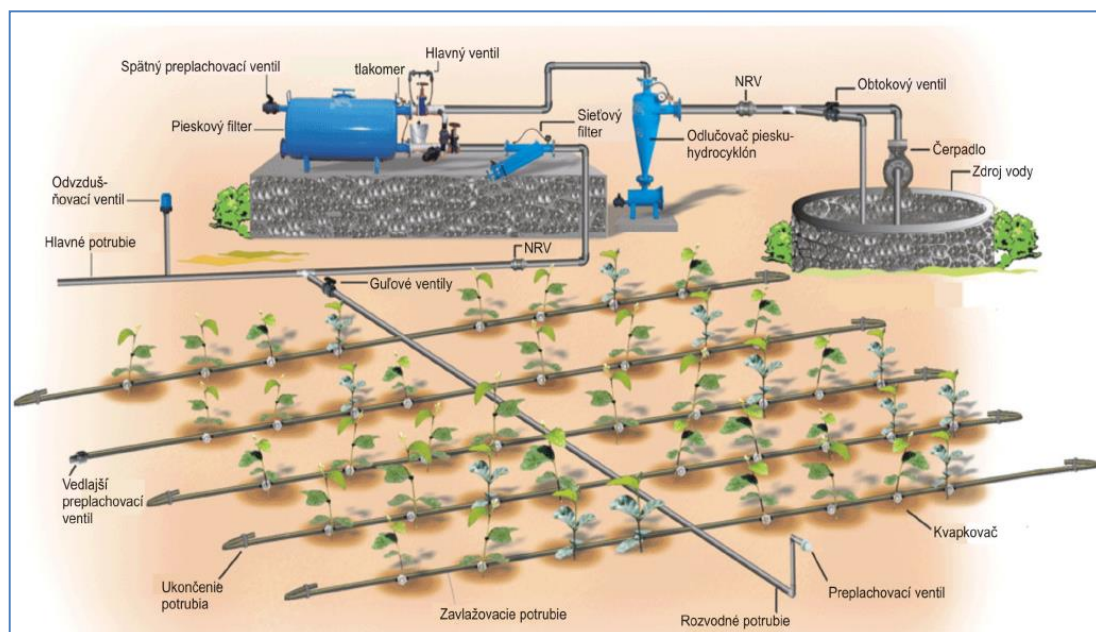
Zavlažovanie sa používa už od staroveku. Začalo to pochovávaním nádob, ktoré boli naplnené vodou. Týmto spôsobom voda pomaly presakovala do pôdy. Vývoj moderného zavlažovania nastal v roku 1866 v Afganistane. Spočíval v použití ílu ako zavlažovacie potrubie, ktorého vytvorenie slúžilo na zavlažovanie ako aj na odvodňovanie. V roku 1913, E.B. Dom na Colorado State University sa podarilo pri použití vody do koreňovej zóny bez zvýšenia hladiny podzemnej vody. Pórovité potrubie bolo zavedené v Nemecku v roku 1920. V roku 1934, OE Nobey experimentoval so zavlažovaním cez pórovité hadice na Michigan State University (Závlaha, 2011). Doplnková závlaha doplná chýbajúce množstvo vody do pôdy počas vegetácie alebo pred jej začiatkom. Využitie nájde v suchšej oblasti a zabezpečuje sa povrchovou alebo podzemnou vodou. Je najrozšírenejším a najdôležitejším druhom závlahy, pretože sa môže aplikovať jednorázovo ale i niekoľkokrát za sebou (Jobbágy, 2011A).

Kvapková závlaha patrí medzi novšie metódy zavlažovania. Princíp je založený na úspornom dávkovaní vody, ktorá je cielene dodávaná ku koreňu rastlín alebo do blízkej oblasti. Rastlina dostane len toľko vody, koľko pre svoj rast potrebuje. Týmto spôsobom dokážeme ušetriť až dve tretiny spotreby vody oproti tradičnej zálievky. Kvapková závlaha má svoje korene v poľnohospodárstve, kde v mnohých častiach sveta to bola jediná dostupná voľba pre drsné podnebie s obmedzenými zásobami vody (Jobbágy a kol., 2017).

Ako uvádza (Benetin, 1979), pre prevádzku kvapkovej závlahy je nutné určiť potrebné množstvo vody pre jednotlivé rastliny. Z neho sa určí merné dávkové množstvo pre jednotku súčasne zavlažovanej plochy. Rovnakým spôsobom možno určiť prietokové množstvo pre jednu vetvu rozvodného potrubia s kvapkovačmi. V technickom návrhu je nutné vychádzať z požiadavky, aby kvapkovač kryl maximálnu dennú potrebu vody.

Kvalita práce závlahových zariadení ako aj úsporných systémov závisí od správneho nasadenia distribútorov a od správneho nastavenia prevádzkových podmienok ako sú tlak, prietok a prekrytia jednotlivých aplikátorov (Jobbágy, Bleho, 2019). Rovnomernosť zavlažovania závisí od správnej činnosti zavlažovačov (Jobbágy, 2011; Látečka, 2000).

Cieľom príspevku bolo posúdiť správnú kvalitu práce zostrojeného kvapkovacieho závlahového systému v podmienkach ovocného sadu.



Obrázok 1 Princíp kvapkovej závlahy (Kvapková závlaha 01, 2019)

MATERIÁL A METÓDY

Momentálne sa pri pestovaní vybraných plodín (napr. zemiaky) a hlavne pri pestovaní viniča a ovocných sádov využíva pre zavlažovanie práve kvapková závlaha. Kvapková závlaha je tvorená hlavne kvapkovou hadicou v ktorej sú nainštalované kvapkovače Micro-drip.

Ako vybranú lokalitu sme si vybrali menší rodinný ovocný sad o rozlohe 800 m². Nachádza sa v zastavanej časti obce Komjatice Vysadených je 24 ovocných drevín, teda 12 sliviek a 12 hrušiek. Sad bol založený v roku 2008. Úroda zo sadu sa využíva výhradne pre rodinné potreby. Využitá je všetka úroda bez ohľadu na kvalitu. Najkvalitnejšie ovocie je priamo konzumované a menej kvalitné, prezreté ovocie slúži pre potreby oficiálnej pálenice v blízkom okolí. V budúcnosti je plánované využitie kvapkovej závlahy aj pre vysadených 30 koreňov ríbezlí a novovysadený vinič. Obec Komjatice sa nachádza na západnom Slovensku na území Nitrianskeho kraja v severozápadnej časti okresu Nové Zámky. Ležia v srdci juhozápadného Slovenska na nivách, ktoré vytvorili staré ramená rieky Nitry a na rovinatých sprašových terasách, ich chotár má úrodné nivné, lužné a černoziemné pôdy. Zavlažované boli dva druhy hrušiek (Ázijská hruška Nashi, Williamsova hruška) a dva druhy sliviek (Čačanská lepotica– slivka, Čačanská najbolja– slivka, obr. 2).

Komponenty kvapkovacieho závlahového systému sú od spoločnosti Gardena. Systém Micro-Drip sa dá ľahko používať na zavlažovanie kvetinových a zeleninových záhonov, skleníkov, závesných košíkov a rastlín v kvetináčoch alebo tiež dlhých radov ovocných drevín, živých plotov alebo kríkov. Zdrojom vody závlahovej sústavy boli dve plastové nádrže o objeme 1 m³ (obr.3), ktoré sú v prípade potreby plnené výkonným ponorným čerpadlom (5500/5 Inoxpremium Gardena) z blízkej studne klasickým spôsobom hadice. Zásobník vody musí byť umiestnený najmenej 1 meter nad úrovňou zavlažovaných záhonov. Medzi oboma zásobníkmi vody a zavlažovacím potrubím sa nachádza filter, ktorý zachytáva nečistoty. Jednotlivé dávky ku každému stromu potom môžeme regulovať priamo na regulovateľných kvapkovačoch alebo regulačným ventilom. Na konci všetkých kvapkovacích hadíc sa nachádza výpustný ventil. Nadzemná kvapkacia hadica o priemere 16 mm slúži na zavlažovanie riadkov rastlín a menších plôch s rastlinami v kvetinových alebo zeleninových záhradách. Závlahu aplikujeme podľa poveternostných podmienok (v období teplých a suchých dní) približne raz až dvakrát za týždeň, štyri až osem hodín. Kvapková závlaha je technicky riešená tak, že potrubie o priemere 16 mm je trvalo namontované asi 0,3 m nad zemou. Pri kyprení treba dávať pozor aby sme závlahové potrubie nepoškodili. Kvapkovače, nainštalované majú intenzitu postreku (prietok) 2 až 4 dm³.h⁻¹. Vďaka inovatívnej labyrintovej technológii sú kvapkače samočistiace. S

regulačným ventilom je možné nastavovať prevádzkové parametre závlahy. Na konci zavlažovacieho potrubia je koncový kvapkovač alebo môže byť aj radový a za ním uzatváracia zátk. Merania budú prebiehať v určitých časových intervaloch, kde pod každý kvapkovač sa umiestni zrážkomerná nádoba. Výsledky sa vyhodnotia graficky a výpočtom koeficienta rovnomernosti postreku Cu.

Hodnoty, ktoré sa získali zachytením do zrážkomerných nádob sa musia ďalej spracovať a vyhodnotiť. Vyhodnotenie podľa určitého kritéria obsahujú rôzne metódy hodnotenia rovnomernosti postreku. Podľa toho, aký zavlažovací stroj sa hodnotí poznáme metódy pre:

- Postrekovače umiestnené v sponoch.
- Pásové zavlažovače.
- Pivotné širokozábberové zavlažovače.

Najviac rozšírená je metóda hodnotenia rovnomernosti postreku koeficientom rovnomernosti Cu podľa Christiansena. Hodnotenie závlahy podľa tejto metódy podmieňuje aj norma ISO/DIS 7749/2 (Látečka, 1999). Látečka (1999) uvádza, že na hodnotenie rovnomernosti postreku **pásovými zavlažovačmi** sú vhodné metódy podľa CHRISTIANSENA a podľa normy TNV 754307 (1998), použitie ktorých umožňuje porovnať rovnomernosť postreku pri postrekovačoch v sponoch s plynule sa pohybujúcim postrekovačom pri závlahe pásovými zavlažovačmi.

Výpočet sa uskutočňuje podľa nasledovného vzťahu:

$$Cu = 100 \cdot \left[1 - \frac{\sum_{i=m}^n |Vi - \bar{Vi}|}{n \cdot \bar{Vi}} \right], \quad (\%) \quad (1)$$

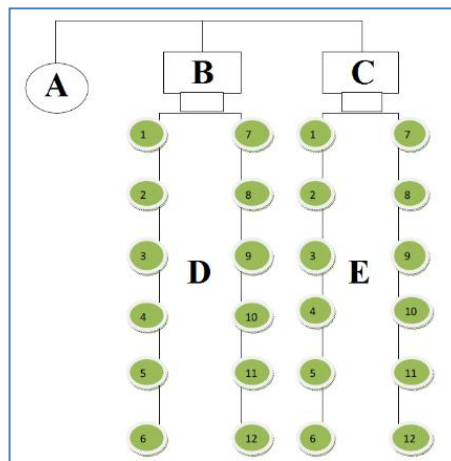
kde:

Vi - dávka vody na elementárnych plochách, mm

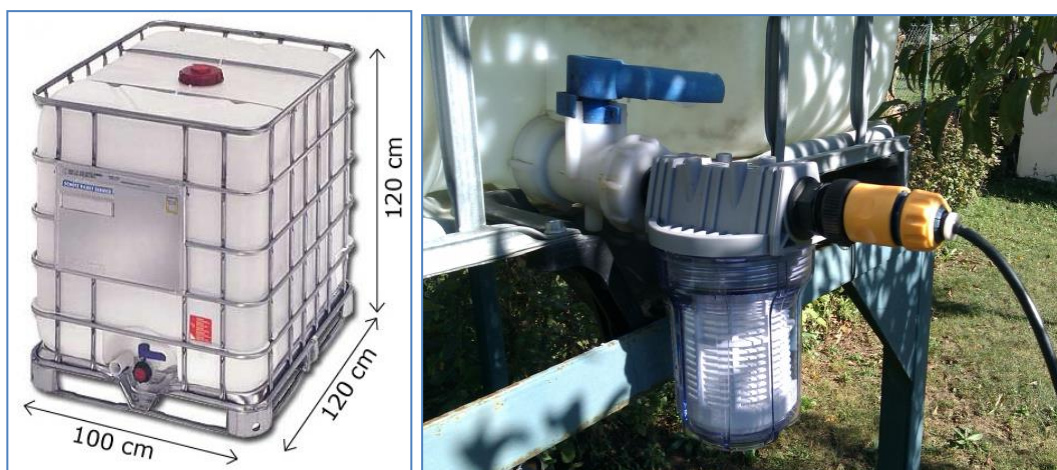
$\bar{Vi}$ - priemerná dávka vody, mm

n - počet rovnako veľkých elementárnych plôch, na ktoré sa zavlažovaná plocha rozdelí, pričom plochy musia byť rovnako veľké, ks,

$\sum_{i=m}^n |Vi - \bar{Vi}|$ - absolútna suma odchýliek od priemernej dávky.



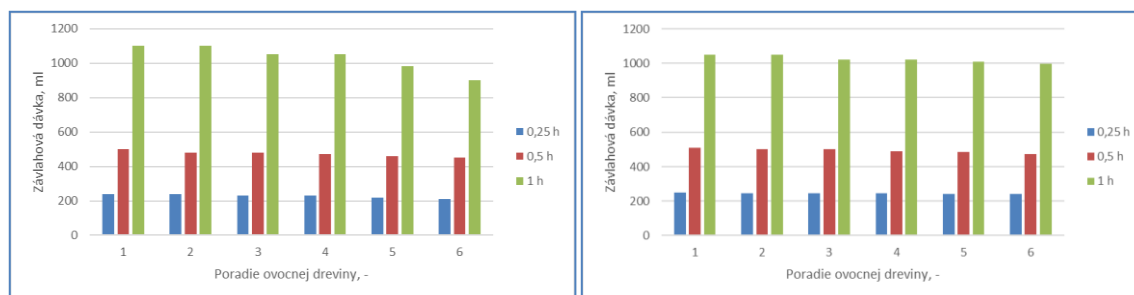
Obrázok 2 Zavlažovaný sad, kopecia usporiadania, A- studňa, B, C-zdroj vody s fitrom 1 a 2, D-ovocný sad, hrušky, E-slivky



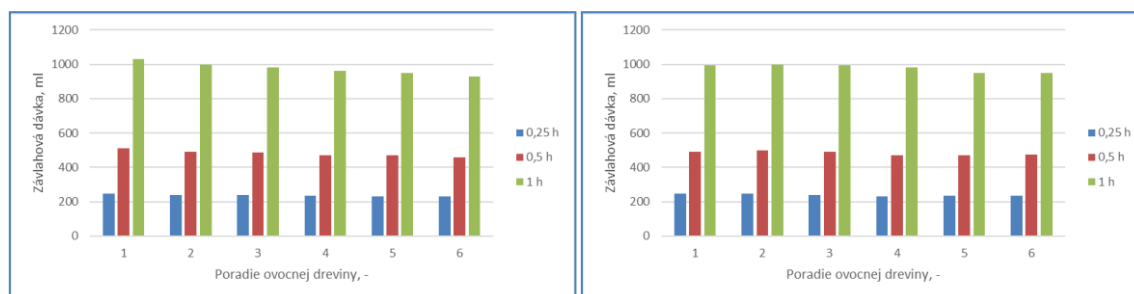
Obrázok 3 Zdroj vody, nádrž a filter s regulačným hlavným ventilom

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Po zapojení jednoduchého závlahového systému, ktorý je určený pre drobných pestovateľov a záhradkárov sme začali s meraním množstva vody dodanej priamo ku kmeňom drevín. Merali sme v troch časových intervaloch (0,25 h, 0,5 h a 1 h), aby sme mali presnejší prehľad o každom jednom kvapkovači. Používame kvapkovače, ktorých intenzita zavlažovania dosahuje $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Ide o redukované kvapkovače a bežne sú nastavené na stredný prietok, čiže ideálny stav sa pohybuje pri množstve $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ pri každom kvapkovači. Meranie sme vykonávali na dvoch rovnakých ale od seba nezávislých zavlažovacích systémoch. Každý systém bol napojený na vlastný zdroj vody. Teda na obe skupiny 12 hrušiek a 12 sliviek pripadalo 1 m^3 vody z vlastného zdroja. Najedno naplnenie zdroja vody teda prislúcha každému stromu približne 83 dm^3 závlahovej vody. Zavlažuje sa 4 až 5 krát do týždňa zakaždým približne 8 h. Jedno naplnenie zásobníka vody zásobuje zavlažovací systém približne 2 týždne. Zásobovanie zásobníka vody je jednoduché a to klasickým spôsobom pomocou ponorného čerpadla v blízkosti zásobníkov vody asi vo vzdialenosti 5 m. Grafické zobrazenie výsledkov je uvedené na obr. 4 (hrušky) a 5 (slivky).



Obrázok 4 Závlahová dávka, Hrušky, Williamssova a Ázijská Nashi



Obrázok 5 Závlahová dávka, Slivky, Čačanská lepotica – slivka, Čačanská najbolja

Pre lepší prehľad slúži jednoduchý graf rovnomernosti zavlažovaných drevín, v tomto prípade hrušiek. Na grafe vidieť, že ide o dva rady hrušiek, nakoľko kvapkovače, ktoré sú bližšie ku zdroju vody mali o niečo vyšší výdaj vody ako koncové kvapkovače. Odchýlky sa zvyšovali až po

hodinovom meraní. Je viditeľné, že ak by sme merali len časový horizont 15 min, nejaké výrazné rozdiely by sme nepostrehli. Z nameraných a zaznamenaných hodnôt vyplýva, že odchýlka pri hruškách predstavuje 2,71 % a výsledok Cu je 96,15 %.

Aj pri aplikovaní zavlažovania sliviek funguje systém na základe umiestnenia zásobníka vody nad úroveň zavlažovacieho potrubia a jednoduchou reguláciou na konkrétnych kvapkovačoch. Opätovne dochádza k zníženiu závlahovej dávky na konci vedenia kvapkovacej hadice. Pri zavlažovaní sliviek sme z nameraných hodnôt dosiahli odchýlku 2,29 % a výsledná hodnota Cu predstavuje 97,55 %.

Výsledky boli pomerne podobné predchádzajúcemu meraniu. To nás len utvrdilo v tom, že systém je plne funkčný a zatiaľ nepotrebuje výraznú renováciu. Labyrintový systém vo vnútri zavlažovacieho potrubia naplno plní svoju funkciu a za pomoci vonkajšieho filtra pomáha zabráňovať znečisteniu a zanášaniu zavlažovacieho potrubia.

Získané výsledky nám naznačujú, že kvalita použitej kvapkovej závlahy je predanú lokalitu postačujúca. Samozrejme sa dajú použiť aj oveľa kvalitnejšie kvapkové zavlažovacie systémy, ale pre takto malý rodinný sad ovocných drevín je to primeraná investícia. Ak zoberieme do úvahy, že pri nastaveniach kvapkovačov na hodinový prietok 1 dm^3 , a pri slivkách sa priemer pohyboval na úrovni $0,977 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a pri hruškách dokonca $1027 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Do popredia svetového záujmu sa dostávajú technológie zavlažovania podnázvom kvapková závlaha. Zavlažovanie sa v súčasnosti opisuje ako jedna z najviac podporovaných aktivít na svete. Vzniká nám tu nová úloha poľnohospodárstva, priktorej sa rozhoduje o svetových vodných zdrojoch (Jobbágy, Beljaková, 2007).

Existuje asi 180 typov kvapkovačov. Podľa ISO noriem nemá prietok kvapkovača presahovať $10 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Bežný prietok kvapkacej hadice je $2 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Na základedopytu je možné dodať aj kvapkovacie hadice s prietokom $4 \text{ dm}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Kvapkače sú na rozpon 20, 25, 30, 33, 40, 50, 60, 75, 80, 100 cm. Dĺžka hadice je 300 m alebo 400 m. Pracovný tlak sa pohybuje v rozpätí 50 – 400 Pa. Ďalej je zabezpečené rovnomerné držanie tlaku po celej dĺžke. Použitie je vhodné aj pri terénnych nerovnostiach do 10° (Jobbágy, 2011B).

Vážnym problémom pri dodávkach vody do zavlažovacích systémov je úprava vody a filtrácia. Príčinou upchávania kvapkovačov je totiž upchávanie spôsobené fyzikálnymi, chemickými a biologickými nečistotami, ktoré sa nachádzajú vo vode (Jobbágy, 2011B). Pri relatívne vysokej rýchlosti nárazového vetra boli dosiahnuté výsledky Cu 85,33 % a 77,5 %. I keď sú poznatky využiteľnosti vody značné, naďalej je nutné intenzifikovať výrobu a zvyšovať využiteľnosť vody i živín z hnojív pestovanými plodinami v jednotlivých pôdno-klimatických podmienkach, pri stálej potrebe viac chrániť životné prostredie a zdravotný stav produkcie a spotrebiteľa (Nielsen, Roberts, 1996; Paoli, 1997). Růžička (1996) uvádza, že pri koeficiente 70 % je rovnomernosť postreku uspokojujúca. Klementová a Heinige (1999) považujú za dobrú rovnomernosť postreku minimálne hodnotu Cu = 80 %.

ZÁVER

Cieľom príspevku bola analýza kvality práce konkrétneho zavlažovacieho systému použitého vo vybranej lokalite. Použitá kvapkovacia závlaha bola od spoločnosti Gardena, testovaná na ovocnom sadev Komjaticiach. Z nameraných výsledkov sme zistili, že použitý zavlažovací systém využívaný pri konkrétnom ovocnom sade je plne vyhovujúci potrebám ovocných drevín. Všetky komponenty zodpovedajú údajom udávaným výrobcom. Aj keď sme pred samotným spustením zavlažovacieho zariadenia kvapkovej závlahy všetky komponenty závlahy dôkladne prečistili, odchýlky, ktoré boli zaznamenané pri meraní kvality kvapkového zavlažovania mohli byť spôsobené menším znečistením vody, kvapkacích hadíc alebo kvapkovačov. Bolo zistené, že pre tento spôsob kvapkového zariadenia dostatočne postačuje pre konkrétne zavlažovanie ovocných stromov. Tlak prietoku vody spôsobuje čisto len poloha umiestneného zásobníka vody, ktorý je asi 1 meter nad úrovňou zavlažovacích hadíc.

LITERATÚRA

1. BENETIN, J. – FÍDLER, J. – HRABAL, A. – RAUČINA, Š. 1979. Závlahy. Bratislava: Príroda, 1979. 544s.
2. JOBBÁGY, Ján. 2011A. Hodnotenie závlhovej techniky z hľadiska rovnomernosti závlahy postrekom : vedecká monografia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2011. 123 s. ISBN 978-80-552-0617-2.
3. JOBBÁGY. 2011B. Kvapková závlaha – závlaha, ktorá šetrí vodu. In: roľnícke noviny. č. 25, 22.06.2011, s. 21-22.
4. JOBBÁGY, Ján - BELJAKOVÁ, Annamária. 2007. Kvapková závlaha – budúcnosť zavlažovania. In Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve. ISSN 1335-6178
5. roč. 10, č. 6, s. 22-23. JOBBÁGY, Ján - BLEHO, Henrich. 2019. Vplyv vstupných parametrov nastavenia mikropostrekovačov na výslednú kvalitu práce : vedecká monografia. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2019. 134 s. ISBN 978-80-552-2044-4.
6. JOBBÁGY, Ján - KRIŠTOF, Koloman - BÁREK, Viliam. 2017. Meliorácie v poľnohospodárstve: vlastnosti pôdy, odvodňovanie a zavlažovanie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017. 253 s. ISBN 978-80-552-1676-8.
7. KLEMENTOVÁ, E. - HEINIGE, V. 1999. Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. storočia. In: Závlaha postrekom pásovým zavlažovacom. Bratislava: SEMISOFT, s.r.o., 1999., s. 227-232.
8. LÁTEČKA, M. 1999. Rovnomernosť postreku širokozáberových zavlažovačov. In: Hydromeliorácie Slovenska na prahu 21. storočia. Bratislava.: VÚMKI, 1999, s.233-237.
9. LÁTEČKA, M. 2000. Rovnomernosť postreku pri závlahe otáčavými postrekovačmi. In: Monografia Nitra, 2000. 58 s. ISBN 80-7137-678
10. KVAPKOVÁ ZÁVLAHA.[2012] [online] [cit. 2019-08-12] Dostupné na internete: <https://sswm.info/ar/sswm-solutions-bop-markets/affordable-wash-services-and-products/affordable-technologies-and/drip-irrigation>
11. PAOLI, N. (1997): What does fertigation have to offer? Obstbau-Weinbau, 1997, r.34, č.1, s.10-13
12. RŮŽIČKA, M. 1996. Technika a kvalita zavlažování: Studijní informace ÚZPI. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 1996. 50 s. ISSN 0862-3562.
13. STN ISO 7749-2. 1999. Poľnohospodárske zavlažovacie zariadenia – Otáčivé postrekovače. 2.časť. rovnomernosť zavlažovania a skúšobná metodika.
14. TNV 754307: 1998. Závlahové zariadenie podrobné pre postrek.

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering,
Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

ANALÝZA VYBRANÝCH PARAMETROV MOTOROVÝCH PÍL

JÁN KOVÁČ¹ – PAVOL HAVRÁNEK¹ – PAVEL ŤAVODA¹ – JOZEF KRILEK¹ – JÁN JOBBÁGY² – KOLOMAN KRISTOF²

¹Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

²Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: The work with a chain saw is risky and it has negative impact on the health of workers. It has been clear from recent findings. The classification of chain saws is quite clear parameter for buying and it defines its parameters and abilities at work in wood felling and wood processing. The article deals with analysis of the technical parameters of chain saws, which bring the overview at classification of individual types of chain saws used in felling and processing wooden mass in the Slovak Republic.

Keywords: chain saws, technical parameters, Forests, forest wood feeling

ÚVOD

Lesné hospodárstvo je pre človeka zdrojom jedného z najpoužívanějších materiálov – dreva. Ťažba dreva je proces získavania drevnej hmoty stromov ich stínkou. Ťažba sa môže vykonávať sekerou, pilou, motorovou pilou, alebo strojom zvaným harvester. Práca s ručnou motorovou reťazovou pilou je veľmi náročná. Motorová píla je medzi laickou verejnosťou, vo väčšine prípadov označovaná ako stroj. Toto označenie je však nesprávne, a to z dôvodu nutnosti aktívnej účasti človeka pri práci. Správnym označením motorovej píly je motomanuálny pracovný nástroj. (Kováč, Kováčová, 2011).

Motorová píla

Motorová reťazová píla sa nepoužíva len v lesníctve pri spíľovaní a opracovaní stromov a dreva, skôr naopak. Podiel motorových píľ na ťažbe dreva vplyvom harvesterových technológií klesá. Motorové píly sa používajú v pestovateľskej činnosti, pri tesárskych prácach, parkovníckych úpravách miest a obcí, pri hasení požiarov, ale aj napr. v sochárstve. Motorová píla je široko využívaný ale zároveň aj nebezpečný nástroj, ktorý pri neodbornej obsluhu, alebo nepozornosti môže spôsobiť poškodenie zdravia. (Kostúr, 2008)

Delenie motorových píľ

Motorové píly môžeme deliť podľa viacerých hľadísk, základné delenie môže byť podľa typu koncového užívateľa, a teda na píly profesionálne, poloprofesionálne a hobby píly. Pri delení z tohto hľadiska sú na prvý pohľad v podstate všetky podobné, avšak čo sa týka konštrukcie, usporiadania a kvality jednotlivých komponentov sú značne rozdielne. Zásadné rozdiely sú najmä v objeme motora a dôsledkom toho vo výkone a hmotnosti píly, ale aj použitých materiáloch a tým aj odolnosti a životnosti píly. Pri výrobe profesionálnych píľ sa používajú tie najkvalitnejšie materiály požadovaných vlastností s čo najmenšou hmotnosťou, preto sú tieto píly najkvalitnejšie a dosahujú najvyššiu životnosť, ale to sa samozrejme odráža aj na kúpnej cene a prevádzkových a údržbových nákladoch. Pri výrobe poloprofesionálnych píľ sú využité bežné, väčšinou kovové materiály, tým sa znižuje aj odolnosť a životnosť píly, avšak cena náhradných dielov je z tohto dôvodu nižšia. Motorové píly patriace do kategórie hobby sú vyrábané z najdostupnejších materiálov (aj niektoré funkčné časti sú vyrábané z tvrdených plastov), z čoho vyplývajú nízke náklady na opravu, ale aj obmedzenia času a frekvencie použitia, spôsobené nižšou životnosťou použitých materiálov.

Ďalšími kritériami delenia motorových píľ sú konštrukčné riešenia jednotlivých častí ako pohonná jednotka reťaze, ktorou môže byť spaľovací motor, alebo elektromotor či hydromotor. Motorové píly môžeme deliť podľa počtu rúk potrebných na ich bezpečné ovládanie - píly jednoručné a obojručné. Možno je aj delenie podľa konštrukčných zvláštností na píly bežné, vyvetvovacie, rozbrusovacie a rôzne iné typy podľa príslušných adaptérov. (Kostúr, 2008, Lukáč, 2005, Voňavka, 1992).

Výrobcovia rozdeľujú MP do 3 základných skupín, tj. profesionálne, poloprofesionálne a hobby pily (tab. 1). S rastúcou hmotnosťou píl sa zvyšuje ich výkonnosť, hmotnosť, objem valcov a dĺžka lišty. Voľba pily do pracovného procesu vychádza s ohľadom k jej použitiu hlavne pri ťažbe dreva. Z tabuľky 1 je vidieť, že jednoznačná hranica medzi triedami stanovená nie je. Píly nižšej výkonovej kategórie z poloprofesionálnej triedy sú výrobcami triedené i medzi hobby pily a MP vyššej výkonovej kategórie medzi profesionálne. O jednoznačnom rozlišovaní tak na súčasnom trhu môžeme hovoriť iba medzi triedou profesionálnou a hobby.

Tabuľka 1 Rozdelenie MP podľa predajcov

Trieda	Hmotnosť*	Objem	Výkon	Dĺžka lišty
	[kg]	[cm ³]	[kW]	[cm]
Profesionálna	4,9 - 9,9	48,7 – 121,6	2,3 – 6,4	33 – 90
Poloprofesionálna	3,8 – 5,9	39,0 – 59,0	1,7 – 3,4	33 – 60
Hobby	3,5 – 4,9	30,1 – 49,4	1,2 – 2,3	30 – 45

*) hmotnosť MP je uvedená bez lišty

Najväčšími známymi výrobcami motorových píl sú v súčasnej dobe spoločnosti Husqvarna (Švédsko), Stihl (Nemecko).

Cieľom príspevku bola analýza vybraných parametrov motorových píl.

MATERIÁL A METÓDY

Na preskúmanie technických parametrov motorových píl, sme si zvolili posúdenie objemu valca na výkon motora pily a hmotnosť pily, čo sú dôležité parametre rozdelenia motorových píl regresnú analýzu. Regresná analýza skúma lineárnu závislosť medzi dvoma kvantitatívnymi premennými a je špecifickým prípadom viacnásobnej regresie. Jednoduchá regresia odhaduje regresné koeficienty β_0 a β_1 v rovnici:

$$y_i = \beta_0 + \beta_1 x_i + \varepsilon_i \quad (1)$$

kde: y_i - hodnota závislej premennej Y (kritéria) v i-tom pozorovaní,
 x_i - hodnota nezávislej premennej X (prediktora) v i-tom pozorovaní,
 β_0 - regresná konštanta (priesečník regresnej priamky s osou x),
 β_1 - regresný koeficient (smernica regresnej priamky),
 ε_i - náhodná chyba i-teho pozorovania.

Za predpokladu, že údaje predstavujú náhodnú vzorku z populácie, sú vypočítané regresné koeficienty a korelačný koeficient najlepšimi bodovými odhadmi neznámych parametrov. Okrem toho možno testovať hypotézy (nulová hypotéza, že koeficient sa rovná nule vyjadruje, že medzi premennými v základnom súbore neexistuje vzťah) a zostrojiť ich intervalové odhady. Testy hypotéz a intervalové odhady regresných koeficientov predpokladajú, že chyby ε_i sú vzájomne nezávislé (z čoho vyplýva, že aj y_i sú nezávislé), normálne rozdelené s priemerom 0 a rovnakým rozptylom pre všetky hodnoty X [1].

Bol vytvorený databázový súbor, ktorý obsahuje rôzne typy motorových píl vyrábaných v súčasnosti na svete. Zoradené sú vzostupne podľa výrobcu motorových píl, venujeme sa hlavne dvom najväčším výrobcam tab 2.

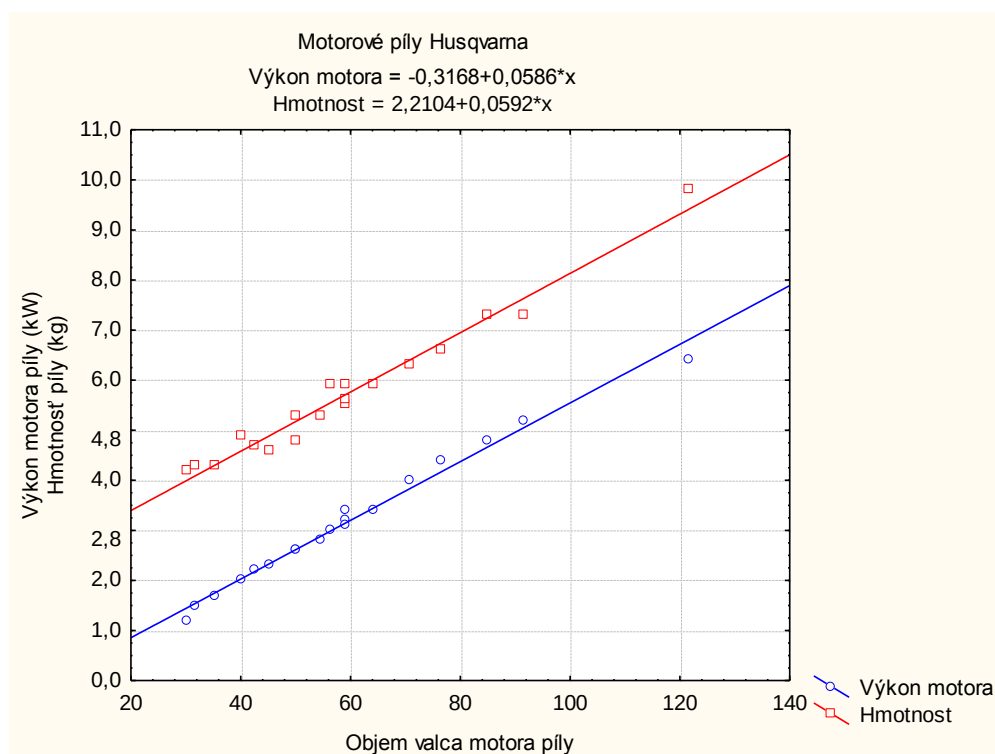
Tabuľka 2 Hodnoty technických parametrov motorových píl od firmy Husqvarna a Stihl

HUSQVARNA				STIHL			
Typ	Objem valca motora pily (ccm)	Výkon motora pily (kW)	Hmotnosť pily (kg)	Typ	Objem valca motora pily (ccm)	Výkon motora pily (kW)	Hmotnosť pily (kg)
135	40,9	1,4	4,4	MS 171	30,1	1,2	4,2
140	40,9	1,5	4,4	MS 181	31,8	1,5	4,3
236	38,2	1,4	4,7	MS 280i	54,7	2,8	5,3
240e	38,2	1,5	4,7	MS 210	35,2	1,7	4,3

339XP	39	1,8	4	MS230CB	40,2	2	4,9
440e	40,9	1,8	4,4	MS 241 C-M	42,6	2,2	4,7
450e	50,2	2,4	5,1	MS 250	45,4	2,3	4,6
445	45,7	2,1	4,9	MS 260	50,2	2,6	4,8
550XP	50,1	2,8	4,9	MS 270	50	2,6	5,3
555	59,8	3,1	5,6	MS 290	56,5	3	5,9
359	59	2,9	5,5	MS 310	59	3,2	5,9
455e	50,2	2,4	5,1	MS 341	59	3,1	5,5
460	60,3	2,7	5,8	MS 361	59	3,4	5,6
365	65,1	3,4	6	MS 390	64,1	3,4	5,9
372XP	70,7	3,9	6,1	MS 440	70,7	4	6,3
560XP	59,8	3,5	5,6	MS 460	76,5	4,4	6,6
576XP	73,5	4,2	6,6	MS 650	84,9	4,8	7,3
390XP	87,9	4,8	7,1	MS 660	91,6	5,2	7,3
395XP	93,6	4,9	7,9	MS 880	121,6	6,4	9,8
3120XP	111,8	6,2	10,4				

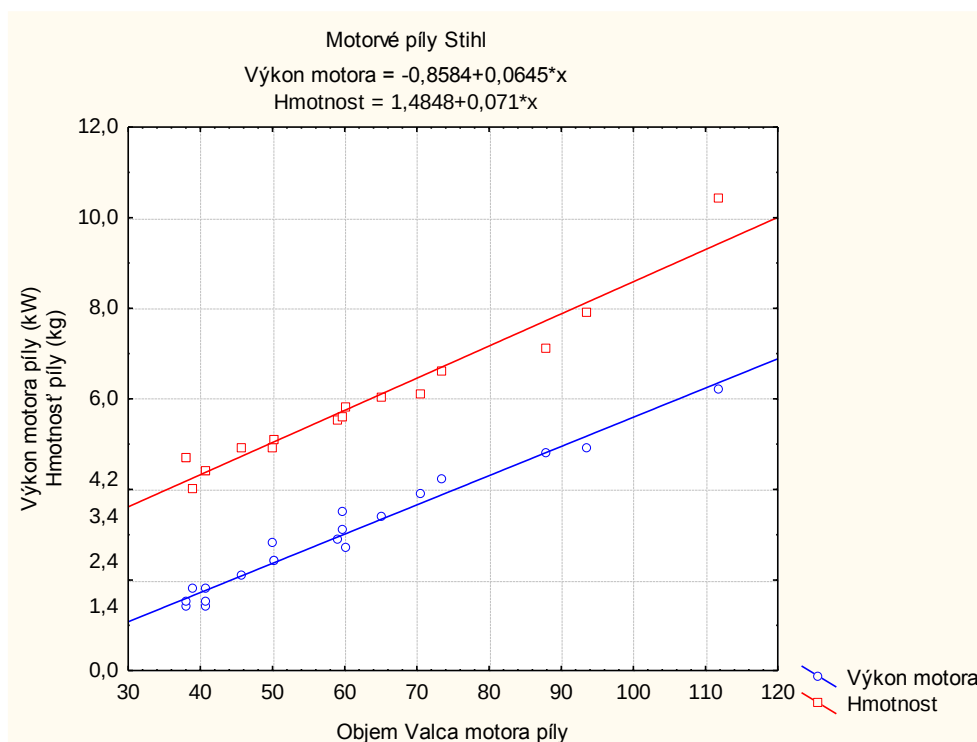
VÝSLEDKY A DISKUSIA

Realizovaním navrhutej metodiky sa vytvorili grafy regresie v závislosti objemu valca motora píly od výkonu a hmotnosti jednotlivých motorových píl, a histogramy početností porovnaným oboch výrobcov.

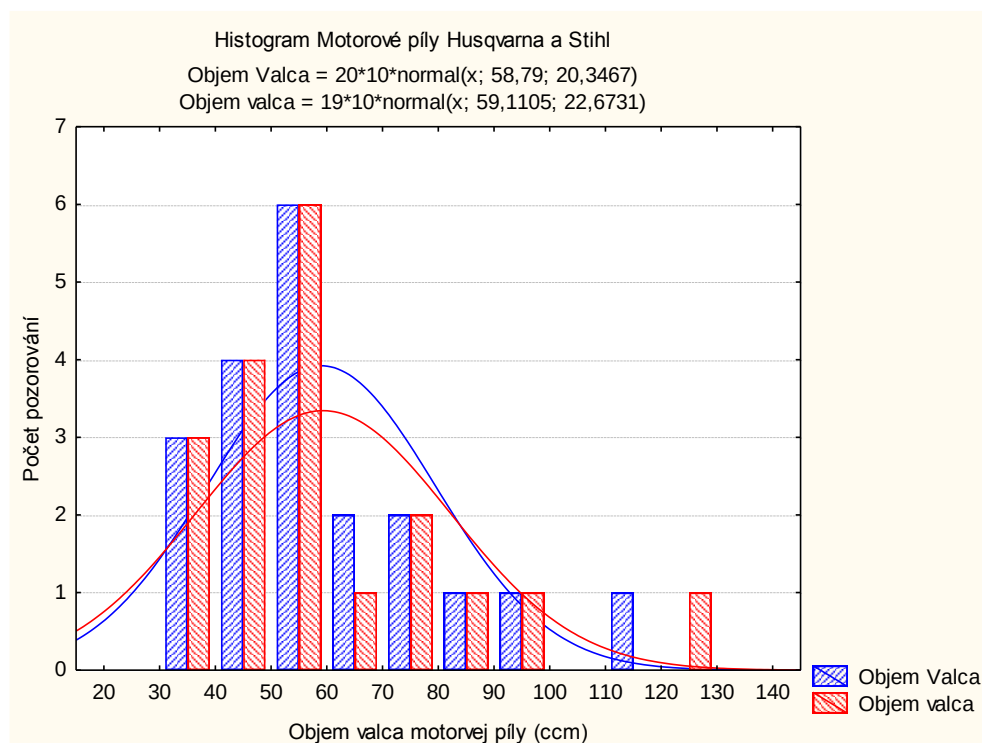


Obrázok 1 Graf regresie objemu valca motora v závislosti od výkonu a hmotnosti motorových píl HUSQVARNA.

Z obrázku 1a 2 vidieť, že výkon motora píly a hmotnosť píly na objeme valca motora sa pohybuje v rozsahu od 40 ccm do 80 ccm. Na presnejšie porovnanie uvedených technických parametrov motorových píl sa urobili histogrami početností výrobcov motorových píl.

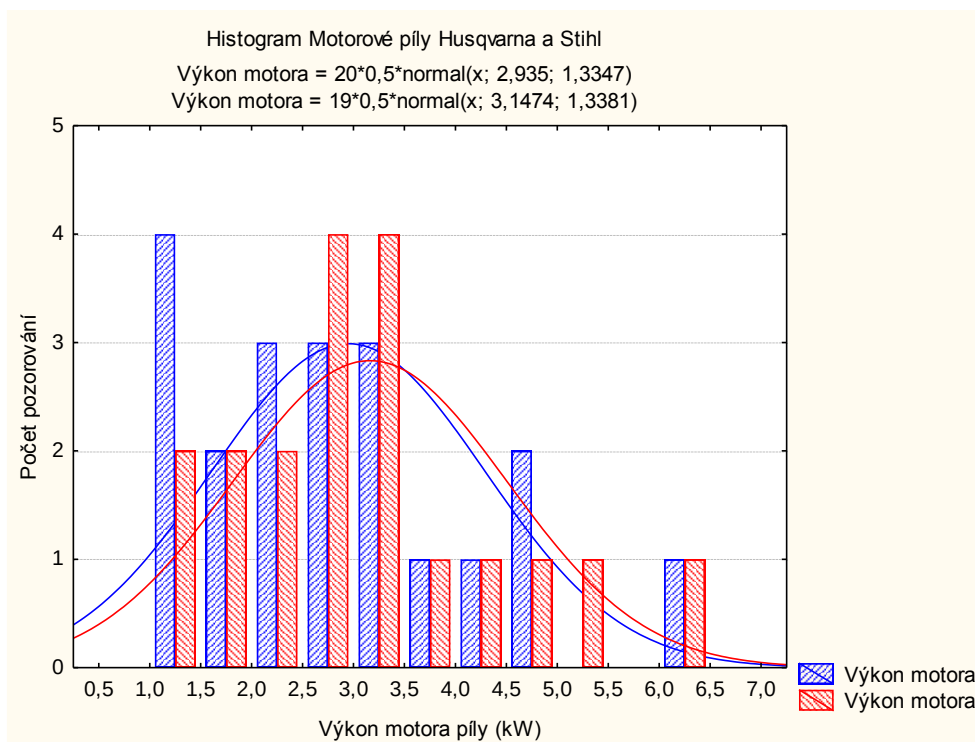


Obrázok 2 Graf regresie objemu valca motora v závislosti od výkonu a hmotnosti motorových píl STIHL.

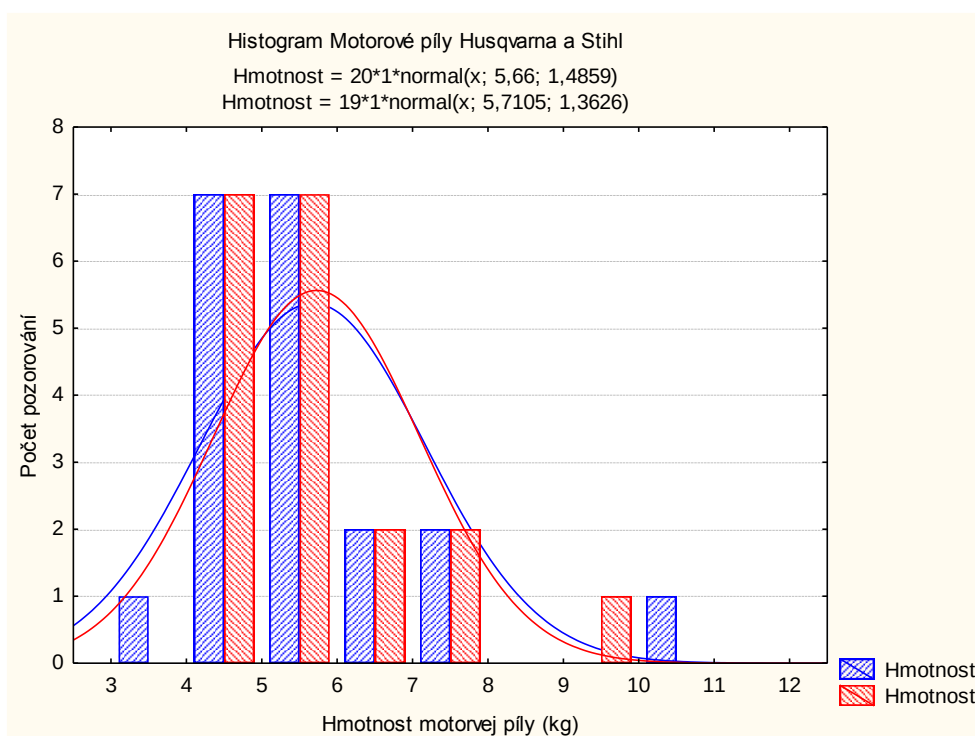


Obrázok 3 Histogram objemu valca uvedených výrobcov motorových píl.

Na obrázku 3, 4 a 5 vidieť, že ako firma Stihl tak aj firma Husqvarna (najväčší výrobcovia motorových píl) sa odlišujú výkonom motora pri rovnakom objeme valca. V úvode uvedené rozdelenie podľa objemu motora, výkonu a hmotnosti je presné a môžeme sa tým riadiť pri rozpoznávaní jednotlivých typov motorových píl. Z vykonaného štatistického vyhodnotenie môžeme konštatovať, že rozdelenie na hobby, farmárske a profesionálne pily, nám nedáva presný prehľad o jednotlivých typoch píl, keďže pri práci a kúpe mototrovej pily je nutné poznať aj jej technické parametre.



Obrázok 4 Histogram výkonu motora uvedených výrobcov motorových píl.



Obrázok 5 Histogram hmotnosti uvedených výrobcov motorových píl.

ZÁVER

S rýchlym rozvojom motorových píl a ťažbových strojov sa čoraz viac kladie dôraz na bezpečnosť pri práci, jednoduchú manipuláciu a údržbu a v neposlednej rade aj ekonomiku práce a prevádzky. Všetky tieto aspekty si vyžadujú poznanie konštrukcie ako motorového tak aj rezného ústrojenstva, dostatočnú starostlivosť a kvalifikovanú prevádzku a obsluhu.

Z doterajších poznatkov práce s motorovými píľami vyplýva, že práca s ňou je riziková a má negatívny vplyv na zdravie pracovníkov (Kováč, Marko, 2009). Obmedzenie týchto následkov má vplyv na technické, technologické a organizačné zásahy, ktoré majú slúžiť na preventívne opatrenia. Motorové reťazové píly sa prispôbujú požiadavkám profesionálov aj súkromných užívateľov progresívnou konštrukciou, silnými motormi, priaznivou váhou. To ich činí komfortnými, nenáročnými na obsluhu, bezpečnými s prvkami zabezpečujúcimi minimálne zaťažovanie životného prostredia.

LITERATÚRA

1. DOMSITZ, E. 2013. [online]. [cit. 2013-10-10]. Dostupné na internete: <http://www.unms.sk/swift_data/source/dokumenty/skusobnictvo/odborne_seminare/bezpecnost_prenosnych_reta_zovych_pil/bezpecnostne_poziadavky_-_pily.pdf>
2. KOSTÚR, J. 2008. *Konštrukcia a údržba motorových reťazových píl*. bakalárska práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta environmentálnej a výrobnéj techniky, 2008. 50 s.
3. KOVÁČ, J. 2012. *Ergonomické aspekty práce pri pílení dreva reťazovými píľami*. In VIII. Medzinárodná vedecká konferencia: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2012. Zvolen. Technická univerzita vo Zvolene, 2012. ISBN 978-80-228-2385-2, s. 169-174.
4. KOVÁČ, J. – KOVÁČOVÁ, K. 2011. *Analýza intenzity porúch u lesných ťažbových a dopravných strojov*. In Acta facultatis technicae. ISSN 1336-4472, 2011, roč. XVI, č. 1, s. 55-63.
5. KOVÁČ, J., KRILEK, J. 2010. *Analýza vybraných technických parametrov lesníckych navijakov*. In XXXVI. Seminár katedier a inštitútov transportných, stavebných, úpravárenských a poľnohospodárskych strojov : zborník vedeckých recenzovaných prác : Zvolen, 16.-17. september 2010. Technická univerzita vo Zvolene. s. 86-93. ISBN 978-80-228-2139-1.
6. KOVÁČ, J., MARKO, J. 2009. *Pôsobenie hluku a vibrácií motorových píl na človeka*. In: Zborník prednášok z XXXV. Medzinárodného seminára katedier a inštitútov transportných, stavebných, úpravárenských a poľnohospodárskych strojov. TU v Košiciach. s. 32 -39. ISBN 978 – 80 – 553 – 2042 – 3.
7. LONTOŠ, J. 2008. *Rezné ústrojenstvo ťažbových strojov a motorových píl*. bakalárska práca. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta environmentálnej a výrobnéj techniky, 2008. 50 s.
8. LUKÁČ, T. 2005. *Motorová píla: obsluha, údržba, technika a technológia práce*. Zvolen: Ustav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov lesného a vodného hospodárstva SR, 2005. 207 s. ISBN 80-89100-10-4.
9. MARKO, J., HOLÍK, J. 2000. *Teória delenia dreva*. VŠ 10/1999/A, TU vo Zvolene. 66s. ISBN 80-228-0891-1.
10. RÓNAY, E., DEJMAL, J. 1991. *Lesná ťažba*. Príroda Bratislava. 359s. ISBN 80-07-00432-7.
11. VOŇAVKA, K. 1992. *Motorová píla. prvé vydanie*. Benešov: Správa pro výchovu a vdělávání pracovníků lesního a vodního hospodářství, 1992. 90 s
12. ZELENÝ, J. a kol. 2006. *Riziká v priemysle*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2006. 320 s. ISBN 80-2281638-8.
13. STIHL. [online]. Košice : STÉNIA a.s., c2012 [cit. 2012-06-22]. Dostupné na internete: <<http://www.stihl.sk/>>.
14. HUSQVARNA: Great experience. [online]. Trnava : INTEC, c2012 [cit. 2012-06- 22]. Dostupné na internete: <<http://www.hsquintec.sk/>>.

Príspevok bol vypracovaný v rámci projektu VEGA 1/0642/18 "Analýza vplyvu konštrukčných častí lesníckych mechanizmov v lesnom prostredí z hľadiska energetického a ekologického."

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Kováč, PhD.

Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene, Študentská 26, 96 001 Zvolen, jan.kovac@tuzvo.sk, +421 45 5206 517

HODNOTENIE SPÔSOBILOSTI VÝROBNÉHO ZARIADENIA A PROCESU

KOLOMAN KRIŠTOF – ERNEST HUDIK – MICHAL ANGELOVIČ

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: The purpose of this study was the introduction of statistical methods to control processes in an organization Miba Steeltec spol. s.r.o. Vráble. It was necessary to perform the following main steps: capability of measuring equipment, production equipment and capability of process. The capability of measuring equipment was performed on a digital caliper - Mitutoyo Absolute Digimatic 500-162-30. Evaluation started with determination of capability indices $C_{gm} = 2,607$ a $C_{gmk} = 2,646$. Both fulfilled the condition, that $C_{gm} \geq 1,33$, $C_{gmk} \geq 1,33$. It continued the evaluation of total variance $SM\% = 8,765\%$. The meter is in class 0 – 20%, which corresponds to the state - good. The production equipment TruLaser 3040 TC L4030 was used to perform the capability of the machine. The evaluation of stability was done by using the X-card and s-card. The determination of normality of measured reading was accomplished by a histogram and Pearson test. After positive evaluation of stability and normality, the next step was to determine the indices of capability. Index $C_m = 2,657$ complies the condition $C_m \geq 1,66$. Index $C_{mk} = 2,455$ complies the condition $C_{mk} \geq 1,67$. The capability of production process was performed on laser cutting basis. Control charts for average and standard deviation were made out. After their evaluation, the histogram was formed, and Pearson test of probability was done. The last step after a positive evaluation of control charts and Pearson test was to determine process capability indices. The values of the indices are $C_p = 2,169$ and $C_{pk} = 1,839$. The condition $C_p \geq 1,33$ and $C_{pk} \geq 1,33$ was fulfilled. The measuring equipment, production equipment and production process were evaluated as capable.

Keywords: capability, statistical control, measuring equipment, production equipment, production process.

ÚVOD

V dnešnej dobe si úspech na trhu vyžaduje veľa úsilia a času. Konkurencia je obrovská a preto sú organizácie nútené zvyšovať kvalitu svojich produktov. Predovšetkým však rastú aj požiadavky zákazníkov, ktorí chcú zlepšovať svoje procesy. Dnes si zákazníci určujú čo sa bude vyrábať, kedy sa bude vyrábať a kedy potrebujú samotný produkt. Aby organizácia naplnila požiadavky zákazníka musí konať rýchlo a flexibilne. Kvalita je dnes vnímaná ako účinná zbraň na získanie podielu na trhu a následne spokojnosťou zákazníka aj zotrvanie alebo stúpanie podielu na trhu. Kvalita je obsiahnutá v systémoch riadenia kvality. Tie sa zavádzajú pomocou súboru noriem ISO 9000. Ak je organizácia certifikovaná touto normou, zákazník má osvedčenie o spôsobilosti tejto organizácie dodávať kvalitné výrobky. Dlhodobú spokojnosť zákazníka môže organizácia dosiahnuť zavedením a trvalým zlepšovaním manažérstva kvality. Informácie od zákazníkov, audity a prieskumy dávajú organizáciám príležitosť na zlepšenie SMK. Účinným nástrojom zabezpečovania kvality výrobkov sú štatistické metódy. Štatistické metódy majú pôvod v Japonsku počas druhej svetovej vojny. Ich správne použitie je dôležitým prvkom každej etapy slučky kvality.

Myšlienkou súčasného manažérskeho myslenia a konania je schopnosť vytvárať si svoju budúcnosť. Dnes už nestačí pasívne prispôsobovanie sa zmenám v podnikateľskom prostredí alebo na zmeny reagovať len s nutným časovým odstupom. Požaduje sa aktívny prístup organizácie k vytváraniu príležitostí. Organizácia musí vytvárať svoju budúcnosť cieľavedomými zmenami vo vlastnom vnútornom prostredí, tak aj zmenami svojho doterajšieho prostredia a zmenami v ňom. (Vodáček, 2009). Zlepšovanie podnikových procesov je dnes vyslovenou nevyhnutnosťou. V posledných rokoch sa stalo zvykom, že podniky sú nútené svojimi zákazníkmi s neustále lepšie produkty a služby, pretože sústavne uvažujú o zlepšovaní svojich procesov. Keď zákazník nedostane to čo žiada, má možnosť sa obrátiť ku konkurencii. Prístup neustáleho zlepšovania je založený na meraní a porozumení existujúceho procesu a z toho vyplývajúcich podnetov k jeho zlepšovaniu. (Řepa, 2007). V konkurenčnom prostredí 90. rokov sa stala kvalita stredobodom pozornosti mnohých organizácií. Stala sa jedným z najfrekvencovanejších obchodných a výrobných termínov. Kvalita nie je len módny slogan, ale aj najziskovejší spôsob podnikania. Kvalitná služba je pre zákazníka

nevyhnutná na odlíšenie sa od konkurencie a je nástrojom maximalizácie výnosov prostredníctvom spokojnosti zákazníkov. Dnes je kvalita predmetom intenzívneho záujmu. Keďže sa kvalite venuje v teórii i v praxi veľa priestoru, stáva sa opodstatnenou súčasťou marketingu a manažmentu. (Michalová, 2006). Význam slova kvalita má pri každodennom používaní veľakrát rozličné významy. Jej definícia a chápanie sa s odstupom času mení. Najfrekvencovanejším významom je však termín Fitness for use – spôsobilosť k použitiu, ktorý definoval Joseph Moses Juran. Japonec Kaoru Ishikawa povedal, že kvalitný výrobok by mal spĺňať potreby zákazníka a má prinášať radosť v celej dobe životnosti produktu. Mnohí pracovníci a autori však uvádzajú kvalitu produktu ako súhrn úžitkových vlastností a výrobných nákladov. Úžitkové vlastnosti možno spojiť s kvalitatívnymi znakmi výrobku. Hovoríme, že tvoria technickú stránku kvality. Kvalita výrobkov je však ovplyvnená aj nákladmi na jej výrobu, tu už hovoríme o ekonomickej stránke kvality. Medzi týmito stránkami je silná závislosť, preto je potrebné vyrábať dobrú kvalitu, pri minimálnych nákladoch (Hrubec, 2001). Bezpečnosti a kvalite strojovej a poľnohospodárskej techniky sa venovali aj ďalší autori ako Jobbágy et al. (2016), Jobbágy et al. (2017), Jobbágy et al. (2019). Kvalita a bezpečnosť strojovej techniky je mimoriadne dôležitá pri práci na svahu Rédl a kol. (2017), nesmieme však zanedbať popri tom ochranu operátora v poľnohospodárskom terénnom vozidle pred nežiadúcimi vibráciami Rédl a kol. (2019).

Cieľom príspevku bolo aplikovanie štatistických metód do riadenia kvality procesu pálenia laserom v organizácii Miba Steeltec Vráble, s.r.o.. Zároveň zlepšenie kvality vyrábaného výrobku – oceľovej lamely a v prípade nedostatočnej spôsobilosti prijatie nápravných opatrení. Pre naplnenie týchto cieľov bolo potrebné vypracovať metodiku ktorá slúžila na posúdenie: a) spôsobilosti meracieho zariadenia, b) spôsobilosti výrobného zariadenia a c) spôsobilosti výrobného procesu.

MATERIÁL A METÓDY

Spôsobilosť meracích zariadení

Cieľom tejto časti je prezentovať návod slúžiaci na vykonanie spôsobilosti meracieho zariadenia. Tento návod je používaný prevažne priemysle, preto sa odporúča jeho aplikácia hlavne v tomto odvetví. Metodika je zameraná na systémy merania, v ktorých je možné opakovať meranie údajov pre každý výrobok. Pod pojmom meranie sa rozumie priradenie čísel hmotným záležitostiam pre reprezentáciu vzťahov medzi nimi s ohľadom na konkrétne vlastnosti.

Určenie indexov spôsobilosti meracieho zariadenia C_{gm} a C_{gmk}

Získanie údajov pre spôsobilosť meracieho zariadenia sa skladá z opakovaných meraní na kalibrovanom normále a v mieste použitia meracieho zariadenia. Meranie vykonáva zaškolený pracovník. Menovitá hodnota normálu sa musí nachádzať v rozsahu meracieho zariadenia.

Pri vyhodnotení spôsobilosti meradla sa berie do úvahy nižšia z hodnôt indexov C_{gmk} . Meradlo je spôsobilé ak $C_{gmk} \geq 1,33$ a $C_{gm} \geq 1,33$. Ak meradlo túto podmienku nespĺňa, tak je potrebné vykonať nápravné opatrenia alebo zvoliť presnejšie meradlo.

Stanovenie celkového rozptylu meradla S_M

Skúmanie celkového rozptylu S_M v mieste používania meracieho prístroja, v sériovej výrobe a s rôznou obsluhou meradla. Toto skúmanie nasleduje po dokončení spôsobilosti meradla pomocou indexov C_{gm} C_{gmk} . Ak meradlo spĺňa minimálne požiadavky indexov spôsobilosti C_{gm} a C_{gmk} a celkové pásmo rozptylu meracieho zariadenia $S_M\%$ je do 20%, v tom prípade sa môže pristúpiť k posúdeniu spôsobilosti výrobného zariadenia. (Hrubec, 2014).

Spôsobilosť výrobných zariadení

Cieľom preverenia spôsobilosti výrobného zariadenia je zistiť, či výroba na stoji prebieha v známych zákonitostiach. Ak sa takáto zákonitosť nezistí, nie je prípustné priradenie štatistickej hodnoty, vyjadrujúcej spôsobilosť zariadenia. Dôkaz o tom, že stoj vyrába v požadovaných toleranciách, môže poskytnúť len nájdená zákonitosť.

Stabilita nameraných hodnôt

Ak stredné hodnoty znakov v podskupinách neprekračujú medze zásahu, považujeme proces za stabilný. Ak by boli medze zásahu prekročené nemôže sa pokračovať v štatistickom vyhodnocovaní a je potrebné prijať nápravné opatrenia.

Normalita nameraných hodnôt

Normalita nameraných hodnôt sa určuje pomocou histogramu, ktorý by mal mať zvoncovitý tvar. Je potrebné určiť počet triednych intervalov a šírku triedneho intervalu. Výpočítaná hodnota počtu triednych intervalov sa zaokrúhli k najbližšiemu celému číslu. Ak sú určené šírky a počty triednych intervalov pokračuje sa v zostrojení tabuľky rozdelenia početností. Tabuľka obsahuje: absolútnu početnosť n_j , kumulatívnu absolútnu početnosť Σn_j , relatívnu početnosť P_j a kumulatívnu relatívnu početnosť ΣP_j . Absolútna početnosť n_j vyjadruje výskyt premenných v danom intervale. Zostrojenie histogramu je realizované tak, že na x – os sú nanesené jednotlivé triedne intervaly a na y – os sú nanesené relatívne početnosti zodpovedajúce jednotlivým intervalom. Pre určenie záveru, či majú hodnoty normálne rozdelenie je potrebné vypočítať nasledujúce parametre: a) Aritmetický priemer, b) Rozptyl, c) Smerodajná odchýlka, d) Distribučná funkcia.

Pearsonov test χ^2

Pri testovaní zhody medzi teoretickým a empirickým rozdelením sa vychádza zo súčtu rozdielov štvorcov medzi teoretickými početnosťami $m_j T$ a nameranými početnosťami m_j v každom jednom intervale radu rozdelenia početností. Zväčšený triedny interval k sa určuje na základe splnenia podmienky $m_j > 5$. Podľa počtu stupňov voľnosti a pomocou výslednej hodnoty Pearsonovho testu odčítame výslednú hodnotu pravdepodobnosti. Hodnoty pravdepodobností sa nachádzajú v tabuľkách pre pravdepodobnosť zhody. Ak je hodnota v % vyššia ako 10% potom považujeme rozdelenie za vhodné.

Výpočet indexov spôsobilosti C_m , C_{mk}

Ak bola potvrdená stabilita nameraných hodnôt spolu s normalitou rozloženia, prechádza sa k výpočtu indexov spôsobilosti C_m a C_{mk} . Základom je výpočet smerodajnej odchýlky zo všetkých nameraných hodnôt. Index spôsobilosti C_{mk} vyjadruje polohu nameraných hodnôt v tolerančnom poli. Počíta raz voči hornej tolerančnej medzi a raz voči dolnej tolerančnej medzi. Výsledná hodnota C_{mk} je rovná menšej z týchto hodnôt. Spôsobilosť je dokázaná ak $C_{mk} \geq 1,67$. Ak bola preukázaná stabilita, potvrdená normalita a ak indexy spôsobilosti výrobného zariadenia dosahujú minimálne požiadavky, môže sa prejsť k sériovej výrobe. (Hrubec, 2000).

Spôsobilosť výrobného procesu

Pri sledovaní výrobného procesu je dôležité sledovať okrajové podmienky za ktorých bola spôsobilosť vykonávaná. Môže to byť výmena nástroja, výmena obsluhy, nový materiál, iné teplotné podmienky a podobne. Všetky tieto ukazovatele sú dôležité pre následnú analýzu procesu, keďže ho ovplyvňujú v značnej miere. Prvým krokom spôsobilosti výrobného procesu je zostrojenie regulačných diagramov, ktoré charakterizujú konkrétny proces.

Regulačné diagramy pre priemer a rozpätie

Pre správny rozsah výberového súboru potrebujeme vzorku 100 meraní, ktoré sú odoberané po 4 až 5 po sebe idúcich výrobkoch. Z každého odobratia je potrebné vytvoriť jednu podskupinu. Výrobky sú odoberané v rovnakom časovom rozpätí, napríklad 30 minút. Ešte pred zberom je potrebné vypracovať plán získavania údajov. Počet podskupín udáva pomer rozsahu výberového súboru a rozsahu podskupiny. R a X tvoria v diagramoch centrálnu priamku a sú zakreslené plnou hrubou čiarou. Regulačné medze sa vyznačia ako čiarkované priamky. Konštanty D_4 , D_3 a A_2 sa menia v závislosti od rozsahu podskupín a sú uvedené v tabuľkách koeficientov pre výpočet regulačných medzí.

Vyhodnotenie regulácie procesu

Jednotlivé priemery v podskupinách X_i pre priemer a R_i pre rozptyl nemôžu prekračovať regulačné medze, nesmú vykazovať rastúci alebo klesajúci trend a nemali by vykazovať ani žiadne zoskupenia. Cieľom regulačných diagramov je podať dôkaz o tom, že variabilita procesu je konštantná. Ak to tak nie je, je potrebné vykonať nápravné opatrenia.

Normalita výrobného procesu

Normalita výrobného procesu sa vykonáva obdobne ako pri spôsobilosti výrobného zariadenia. Takisto pravdepodobnosť normálneho rozdelenia sa počíta ako pri spôsobilosti výrobného zariadenia.

Vyhodnotenie spôsobilosti procesu

Pri C_{pk} sa uprednostňuje menšia hodnota. Pre minimálnu spôsobilosť musí platiť $C_p \geq 1,33$ a $C_{pk} \geq 1,33$ (Hrubec, 2000).

1. Charakteristika meradla

Názov: Absolute Digimatic 500-162-30

Výrobca: Mitutoyo

Model: CD-20 DAX

Rok výroby: 2012

Merací rozsah: 0-200mm

Presnosť: 0,01mm

Kalibrované: 7.7.2014



Obrázok 1 Posuvné meradlo Absolute Digimatic 500-162-30

Charakteristika výrobného zariadenia

Názov: Laser TruLaser 3040

Výrobca: TrumpsInc., USA

Typ: TC L4030

Výrobné číslo: A0240A0151

Rok výroby: 2004

Výkon: 73kW

Výkon lasera: 3200 W

Pracovný rozsah osí: x – 4000 mm, y – 2000 mm, z – 115 mm

Rezné plyny: dusík, kyslík

Laserové plyny: hélium, oxid uhličitý, dusík

Prevádzkový plyn: vzduch

Okrajové podmienky:

Výkon lasera: 1200 W

Spínacia frekvencia: 16 kHz

Rýchlosť: 3,5 m.min⁻¹

Vzdialenosť trysky: 1 mm

Tlaky plynu: 0,3 kPa

Teplota: 28 °C

Vlhkosť: 29 %

Tlak: 101,6 kPa



Obrázok 2 Laser TruLaser 3040

Charakteristika výrobu

Názov: Vonkajšia lamela Ø88

Oceľová lamela je súčasťou spojky v automobiloch. Jej úlohou je preniesť krútiaci moment z hracieho hriadeľa na hnaný hriadeľ. Spojkové lamely sú rozhodujúcim výkonovým prvkom v spojkách vozidiel a slúžia na optimalizáciu rýchlosti a sily. Komponenty skupiny Miba Friction Group redukujú hmotnosť a redukujú rozmery prevodoviek a náprav. Nachádzajú sa v stavebných strojoch, traktoroch, autách, nákladných vozidlách, vysokorýchlostných vlakoch, motocykloch, lietadlách a aj vo veterných elektrárnach.

Znázornenie v aplikácii: 1,3,6,8 – oceľové lamely 2,4,5,7 – trecie(frikčné) lamely



Obrázok 3 Oceľové a trecie disky

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Spôsobilosť meracieho zariadenia

Kalibrácia meradla bola uskutočnená v certifikovanom laboratóriu. Platnosť kalibrácie je 1 rok, čiže v deň overovania meradla, bolo meradlo v poriadku. Merania sme vykonávali na normále, ktorý má hodnotu $X_r = 102 \text{ mm}$, čo je stred tolerancie znaku. Vykonali sme 50 meraní, ktoré sme zapísali do formulára pre vyhodnotenie indexu spôsobilosti C_{gm} a C_{gmk} . Zo všetkých nameraných hodnôt sme vypočítali priemernú hodnotu súboru $X_a = 102,0006$. Smerodajnú odchýlku sme vypočítali a jej hodnota bola $s_w = 0,005115004$. Ďalej sme pristúpili k výpočtu indexov spôsobilosti meracieho zariadenia. Vypočítali index C_{gm} , ktorého hodnota je $C_{gm} = 2,607$. Ďalej sme vypočítali indexy C_{gmk} . Hodnota indexu C_{gmk} voči hornej tolerančnej hranici bola $C_{gmk} = 2,568$. Hodnota indexu C_{gmk} voči dolnej tolerančnej hranici bola $C_{gmk} = 2,646$.

Minimálne požiadavky pre spôsobilosť meradla sú $C_{gmk} \geq 1,33$ a $C_{gm} \geq 1,33$. **Hodnoty indexov meracieho zariadenia jasne prevyšujú minimálne požiadavky spôsobilosti a to znamená že meradlo je spôsobilé.**

Vyhodnotenie celkového pásma rozptylu S_M (podľa metódy s)

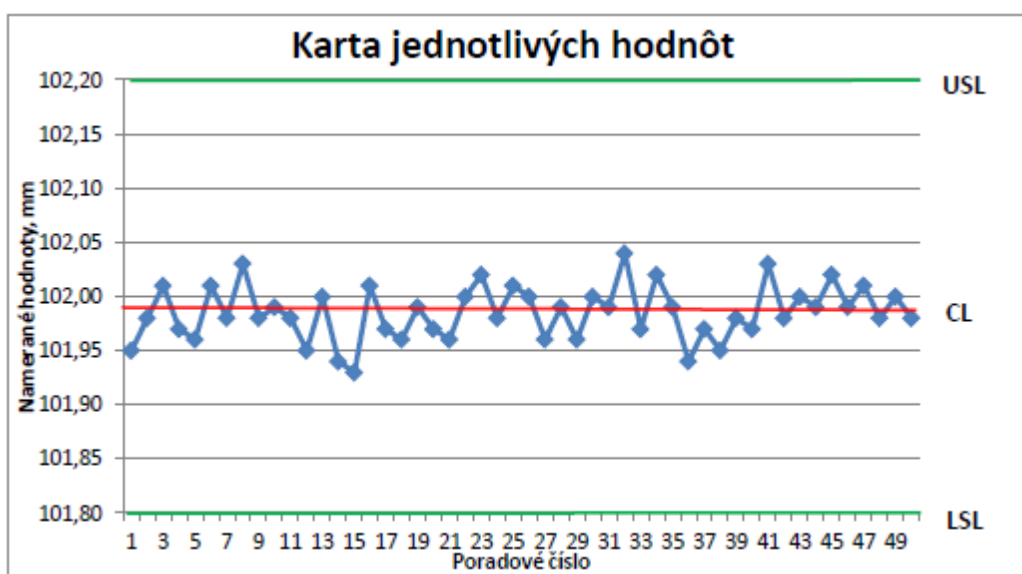
Meranie prebehlo na 10 označených výrobkoch 2 krát za sebou, každým jedným pracovníkom obsluhy. Príslušné hodnoty sme zapísali do príslušných kolónok formulára pre vyhodnotenie celkového pásma rozptylu. Pokračovali sme výpočtom celkového pásma rozptylu meradla S_M . Ten sme vypočítali s výsledkom $S_M = 0,03506$. Vyjadrili sme aj $S_M\% = 8,765\%$.

Pásma celkového rozptylu S_M meracieho prístroja patrí do hranice $S_M\% = 0 - 20\%$ a tomu zodpovedá stav – dobrý.

Spôsobilosť výrobného zariadenia

Z výrobného zariadenia sme odobrali 50 po sebe idúcich výrobkov. Hodnoty sme rozdelili do 10 podskupín po 5 hodnôt. Ako kontrolný znak sme si určili Vonkajší priemer, ktorý je dôležitý pri montáži oceľovej lamely.

Z priebehu na karte jednotlivých hodnôt (Obr.4) môžeme vidieť, že namerané hodnoty nevykazujú žiadny trend a nie sú chaoticky usporiadané. To znamená, že majú priebeh s normálnym rozdelením. Samozrejme neprekračujú ani hornú a dolnú tolerančnú medzu. Keďže priebeh podlieha známym zákonitostiam, pokračovali sme v určovaní stability nameraných hodnôt.



Obrázok 4 Karta jednotlivých hodnôt

Výpočet indexov spôsobilosti C_m a C_{mk}

Z celkového súboru hodnôt sme vypočítali smerodajnú odchýlku $\sigma_{N-1} = 0,02509$. Následne sme vypočítali priemernú hodnotu zo všetkých meraní $X_N = 101,9848$. Index spôsobilosti stroja C_m sme vypočítali a jeho hodnota bola $C_m = 2,657$. Spôsobilosť výrobného zariadenia bola preukázaná, pretože $C_m \geq 1,66$. Indexy spôsobilosti stroja C_{mk} sme vypočítali a ich hodnota bola $C_{mk} = 2,859$ a $C_{mk} = 2,455$. Spôsobilosť výrobného zariadenia bola preukázaná, pretože $C_{mk} \geq 1,67$. **Spôsobilosť výrobného zariadenia Laser TruLaser 3040 bola preukázaná.**

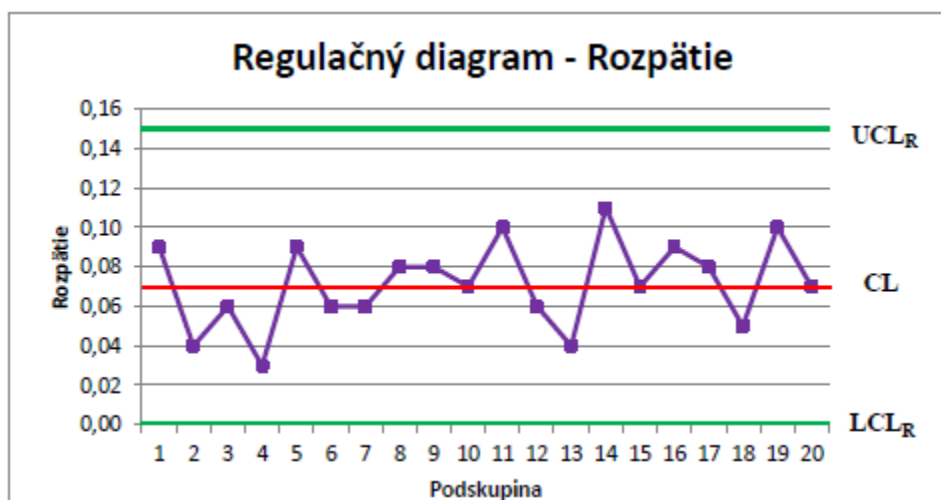
Spôsobilosť výrobného procesu

Z výrobného procesu sme odoberali vzorky každých 15 minút po 5 kusov. Výrobky sme odmerali a hodnoty sme zapísali do tabuľky nameraných hodnôt. Pre každú podskupinu sme vypočítali priemernú hodnotu X_i a rozpätie R_i .

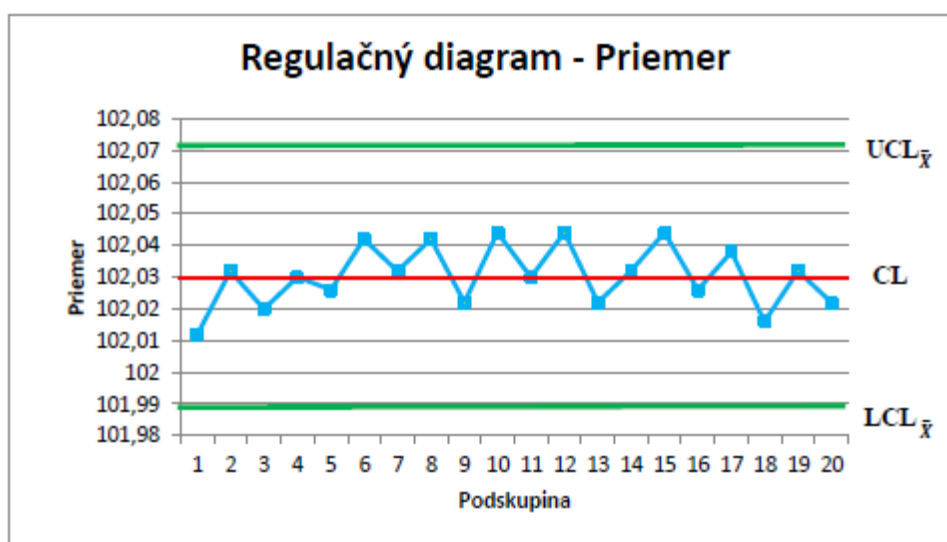
Priemernú hodnotu výrobného procesu sme vypočítali a jej hodnota bola $X = 102,0304$. Priemerné rozpätie sme vypočítali a jeho hodnota bola $R = 0,0715$.

Z tabuliek pre výpočet regulačných medzí sme podľa rozsahu podskupiny $n = 5$, odčítali koeficienty $D_4 = 2,114$; $D_3 = 0$ a $A_2 = 0,577$. Tieto koeficienty sme použili na výpočet regulačných medzí. Kde horná tolerančná medza pre rozpätie bola $UCL_R = 0,151$. Dolná tolerančná medza pre rozpätie bola $LCL_R = 0$. Horná tolerančná medza pre priemer bola $UCL_X = 102,07$. Dolná tolerančná

medza pre priemer bola $LCL_{\bar{x}} = 0$. Regulačné diagramy pre priemer a rozpätie je možné vidieť na Obr.5 a Obr.6.



Obrázok 5 Regulačný diagram pre rozpätie



Obrázok 6 Regulačný diagram pre priemer

Vyhodnotenie regulácie procesu

V regulačnom diagrame pre rozpätie sa nevyskytujú žiadne trendy ani zoskupenia. Jednotlivé body neprekračujú regulačné medze. 7 za sebou idúcich bodov nevytvára stúpajúcu ani klesajúcu postupnosť a taktiež neležia na jednej strane od priemeru. Približne 2/3 bodov ležia v 1/3 pásme centrálnej priamky. V regulačnom diagrame pre priemer sme dospeli k záveru, že poloha procesu sa nemení odstupom času. Po dodržaní týchto podmienok môžeme prehlásiť, že variabilita procesu je konštantná a môžeme pristúpiť k ďalšiemu vyhodnocovaniu.

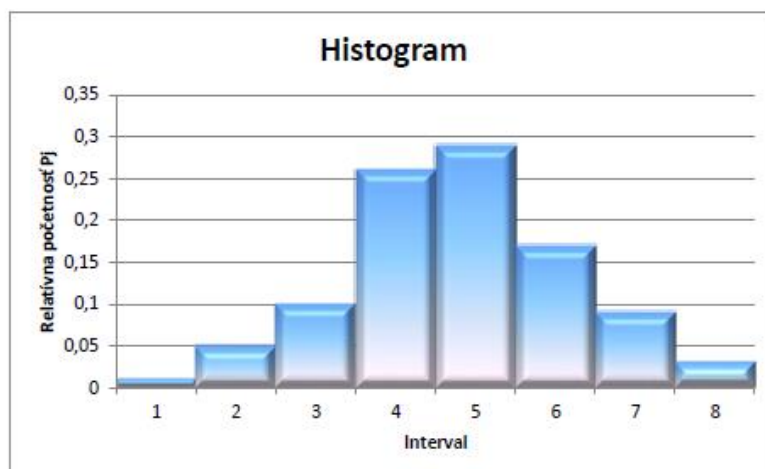
Normalita rozdelenia

Pokračovali sme zostrojením radov rozdelenia početností a zostrojením histogramu (Obr.7). Krivku kumulatívnej relatívnej početnosti ΣP_j a krivku distribučnej funkcie $F(x)$ sme znázornili na obrázku 8.

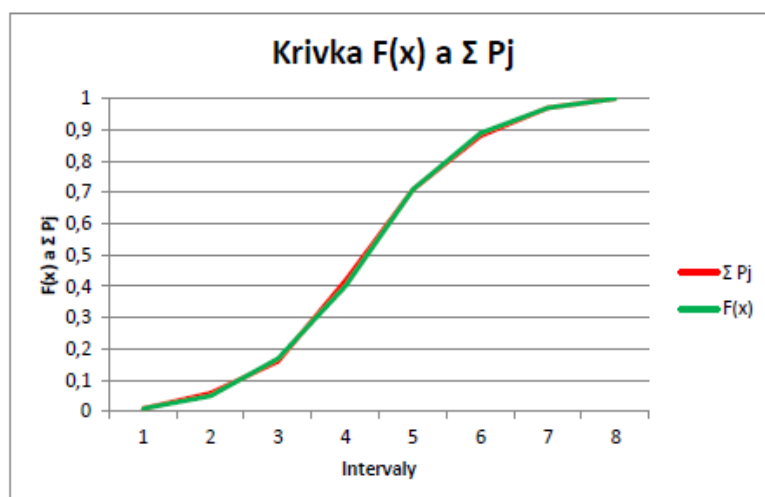
Pearsonov test χ^2

Vytvorili sme zväčšené rady rozdelenia početností m_j . Určili sme teoretické početnosti m_{jT} . Pre každý interval sme vypočítali χ^2 a súčtom týchto hodnôt sme dostali výslednú hodnotu Pearsonovho kritéria $\chi^2 = 1,200$. Počet stupňov voľnosti sme určili na základe definovaných kritérií

$r = 5$. Výslednú hodnotu pravdepodobnosti normálneho rozdelenia sme odčítali z tabuľky a zodpovedá jej hodnota $P = 93\%$. *Teoretické rozdelenie sa považuje za vhodné, pretože $P < 10\%$.*



Obrázok 7 Histogram nameraných hodnôt



Obrázok 8 Krivka kumulatívnej relatívnej početnosti a distribučnej funkcie

Výpočet indexov spôsobilosti C_p a C_{pk}

Po kladnom vyhodnotení regulačných diagramov a po zistení normality a pravdepodobnosti rozdelenia sme pristúpili k výpočtu indexov spôsobilosti nášho výrobného procesu.

Ako prvú sme potrebovali vypočítať smerodajnú odchýlku procesu $\sigma = 0,0307$. Následne sme mohli vypočítať index spôsobilosti výrobného procesu $C_p = 2,169$. Vypočítali sme aj korigované indexy spôsobilosti výrobného procesu C_{pk} . Ten voči hornej tolerančnej medzi bol $C_{pk} = 1,839$. Index spôsobilosti voči dolnej tolerančnej medzi bol 2,498. Keďže sa do úvahy berie nižšia z hodnôt, výslednú hodnotu indexu považujeme $C_{pk} = 1,839$.

Výrobný proces pálenia laserom považujeme za spôsobilý, pretože $C_p \geq 1,33$ a $C_{pk} \geq 1,33$.

Pre úspešný chod organizácie je nevyhnutné riadiť ju systematicky a transparentne. Úspech môže priniesť zavedenie a následne udržiavanie systému manažérstva kvality. Ten musí byť navrhnutý tak, aby zlepšoval výkonnosť organizácie a súčasne sa zaoberal potrebami všetkých zainteresovaných strán. Pre každú jednu organizáciu je kvalita základným nástrojom na udržanie a zvyšovanie konkurencieschopnosti. Z dlhodobého hľadiska závisí úspech organizácie jednoznačne od kvality jeho produktov (služieb a výrobkov) v porovnaní s konkurenciou v rámci hospodárskej súťaže. Kvalita sa nechápe len ako faktor imidžu, stáva sa otázkou prežitia a je potrebné ju brať do úvahy pri všetkých rozhodnutiach manažmentu. V časoch, keď na trhoch prevládala dopyt nad

ponukou, s dlhým životným cyklom produktov, bolo jednoduchšie dosiahnuť požadovanú kvalitu. Organizácie si mohli dovoliť držať dostatok ľudí, materiálu a financií potrebných na uspokojenie potrieb trhu. S rastom konkurencie a so zmenami na trhu je to sotva možné. Na trhu uspeje len ten, kto je schopný vyrábať kvalitnejšie (Korenko, 2015).

Manažérske systémy majú korene v armádnom využití. Pri stavbe lodí, muselo všetko do seba zapadať po stránke funkčnosti a času. Bola potrebná záruka, že jednotlivé vyrábané časti budú do seba zapadať. Vypracovali sa podrobné špecifikácie, aby bolo možné dodávať potrebné výrobky. Armádni zamestnanci kontrolovali, či dodávatelia dodržia špecifikované požiadavky. Veľa z dodaných častí bolo nutné vyradiť a konečný výrobok sa skladal len z kontrolovaných častí. Dalo by sa povedať že to bol začiatok použitia manažérstva kvality. Až vznikom moderných výrobkov ako autá, lietadlá, telefóny stúpol význam koordinácie všetkých činností, ktoré sa podieľajú na tvorbe týchto moderných výrobkov a tvoria celistvý systém. Dá sa teda povedať, že vznik moderných výrobkov vyvolal revolúciu v technike zabezpečenia kvality a vzniklo riadenie kvality (Hrubec, 2009).

V súčasnosti sa obzvlášť vyzdvihuje význam TQM riadenia. Táto etapa skĺbila riadenie kvality výrobku, procesu a starostlivosť o životné prostredie. Medzinárodná norma ISO bola preverená v roku 2000, v dnešnej podobe ako norma ISO 9000:2015. Súčasné riadenie kvality sa zameriava na produktovú bezpečnosť, bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci a na ochranu a tvorbu životného prostredia zavedením noriem ISO 14000 a iné (Kapsdorferová, 2010).

Cieľom príspevku bolo vytvoriť a aplikovať metodiku pre posúdenie spôsobilosti meracieho zariadenia, výrobného zariadenia a spôsobilosti procesu. Bola vytvorená všeobecná metodika pre aplikáciu štatistických metód do riadenia kvality procesu pálenia laserom. Táto metodika je použiteľná aj pre iné procesy v iných organizáciách, ktoré chcú zlepšovať kvalitu svojich výrobkov. Samotná práca slúžila aj na overenie už zavedených štatistických metód v organizácii, preverenie súčasného stavu a v konečnom dôsledku potvrdenie stability celého procesu. Zavádzaním štatistických metód do procesov môžu výrobné organizácie ušetriť na počte nezhodných výrobkov, na reklamáciách zo strany zákazníka a na čase, ktorý by venovali nápravným opatreniam štatisticky nestabilným procesom.

ZÁVER

Cieľom príspevku bolo aplikovanie štatistickej regulácie procesu pálenia laserom v organizácii Miba Steeltec s.r.o. vo Vrábľoch. Pre naplnenie tohto cieľa bolo potrebné vypracovať metodiku spôsobilosti meracieho zariadenia, výrobného zariadenia a spôsobilosti výrobného procesu. Spôsobilosť meracieho zariadenia bola vykonaná na posuvnom meradle Mitutoyo Absolute Digimatic 500-162-30. Prvá časť pozostávala z meraní kalibra s hodnotou 102,00 mm. Merania sme zapísali do príslušného formulára a vypočítali potrebné údaje. Vypočítali sme indexy spôsobilosti $C_{gm} = 2,607$ a $C_{gmk} = 2,646$. Oba indexy splnili minimálnu podmienku, že $C_{gm} \geq 1,33$, $C_{gmk} \geq 1,33$. Pokračovali sme vyhodnotením celkového pásma rozptylu meracieho zariadenia. Merania prebiehali na 10 označených výrobkoch a 3 obsluhami. Namerané hodnoty sme zapísali do formulára a vyhodnotili. Celkové pásmo rozptylu $S_M\% = 8,765\%$. Keďže meradlo patrí do triedy 0 – 20%, jeho stav je – dobrý.

Spôsobilosť výrobného zariadenia bola vykonávaná na výrobnom zariadení TruLaser 3040 TC L4030. Vonkajší priemer lamely sme stanovili ako znak. Odoberali sme 50 za sebou idúcich výrobkov, ktoré sme namerali a zapísali do tabuľky. Priemerné hodnoty priemeru a sme zaznačili do X-karty a s-karty. Z diagramov sme vyčítali, že na výrobné zariadenie pôsobia len náhodné príčiny a vyrába stabilne. Vyhodnotenie normality nameraných hodnôt sa uskutočnilo pomocou histogramu a Pearsonovho testu. Po pozitívnom vyhodnutí normality rozdelenia sa pristúpilo k určeniu indexov spôsobilosti. Index $C_m = 2,657$ spĺňa požiadavku pre $C_m \geq 1,66$. Index $C_{mk} = 2,455$ spĺňa požiadavku pre $C_{mk} \geq 1,67$. To znamená že výrobné zariadenie je spôsobilé pre výrobu. Spôsobilosť výrobného procesu bola vykonaná na procese pálenia laserom. Každých 15 minút sme odobrali vzorku 5 výrobkov, ktoré sme namerali a zapísali do tabuľky. Zostrojili sme regulačné diagramy pre priemer a smerodajnú odchýlku. Po ich vyhodnutí sme zostrojili histogram a vykonali sme Pearsonov test pravdepodobnosti. Po pozitívnom vyhodnutí regulačných diagramov a Pearsonovho testu sa pristúpilo k určeniu indexov spôsobilosti výrobného procesu. Hodnoty indexov sú $C_p = 2,169$ a $C_{pk} = 1,839$. Podmienka $C_p \geq 1,33$ a $C_{pk} \geq 1,33$ bola splnená. Môžeme

prehlásiť, že výrobný proces pálenia laserom je pod štatistickou kontrolou a je spôsobilý pre výrobu výrobkov.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. HRUBEC, Jozef. 2000. Riadenie kvality. Nitra. 203 s. ISBN 80-7137-849-6.
2. HRUBEC, Jozef. 2001. Zlepšovanie kvality a spoľahlivosti výrobkov vo výrobnom procese (podľa noriem STN ISO 9000). Nitra. 130 s. ISBN 80-7137-896-8.
3. HRUBEC, Jozef - VIRČÍKOVÁ, Edita. a kol. 2009. Integrovaný manažérsky systém. 543 s. Nitra. ISBN 978-80-552-0231-0.
4. HRUBEC, Jozef - KRCHNÁK, Peter - LESTYANSZKÁ ŠKŮRKOVÁ, Katarína. 2014. Inžinierstvo kvality produkcie. Nitra. 166 s. ISBN 978-80-552-1174-9.
5. JOBBÁGY, Ján - KRIŠTOF, Koloman - KUPČIHOVÁ, Natália - KRILEK, Jozef - KOVÁČ, Ján. Analýza bezpečnostných charakteristík šmykom riadeného nakladača. In *Kolokvium ku grantovej úlohe č. 1/0826/15*. 1. vyd. 1 CD-ROM (164 s.). ISBN 978-80-228-2920-5. . Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2016, s. 29-35, CD-ROM
6. JOBBÁGY, Ján - DEMOVIČ, Roland - RÉDL, Jozef. Zhodnotenie bezpečnostných charakteristík manipulátora. In *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. 1. vyd. 332 s. ISBN 978-80-553-3289-5. *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. Košice : Technická univerzita, 2019, s. 133-139.
7. JOBBÁGY, Ján - RÉDL, Jozef - ČERNAY, Erik - MICHLIÁN, Norbert. Zhodnotenie bezpečnostných a kvalitatívnych charakteristík pásového zavlažovača BAUER 90/300. In *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. 1. vyd. 1 CD-ROM (325 s.). ISBN 978-80-553-3115-7. *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. Košice : Technická univerzita, 2017, s. 10-17, CD-ROM.
8. KAPSDORFEROVÁ, Zuzana. 2010. Manažment kvality. Nitra. 145 s. ISBN 978-80-552-0490-1.
9. KORENKO, Maroš. a kol. 2015. Manažérstvo kvality procesov. Nitra. 144 s. ISBN 978-80-552-1316-3.
10. MATEIDES, Alexander. a kol. 2006. Manažérstvo kvality. 751 s. Bratislava. ISBN 80-8057-656-4.
11. MICHALOVÁ, Valéria. 2006. Manažment a marketing služieb. Bratislava. 216 s. ISBN 80-969567-1-X.
12. RÉDL, Jozef - FINDURA, Pavol - JOBBÁGY, Ján. Analysis of operation safety of agricultural machine on sloped ground. In *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. 1. vyd. 1 CD-ROM (325 s.). ISBN 978-80-553-3115-7. *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. Košice : Technická univerzita, 2017, s. 18-24, CD-ROM.
13. RÉDL, Jozef - JOBBÁGY, Ján. Ochrana operátora v poľnohospodárskom terénnom vozidle pred nežiadúcimi vibráciami. In *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. 1. vyd. 332 s. ISBN 978-80-553-3289-5. *Bezpečnosť - kvalita - spoľahlivosť*. Košice : Technická univerzita, 2019, s. 241-246.
14. ŘEPA, Václav. 2007. Podnikové procesy: Procesní řízení a modelování. Praha. 288 s. ISBN 978-80-247-2252-8.
15. ŘEPA, Václav. 2012. Procesne řízená organizace. Praha. 304 s. ISBN 978-80-247-4128-4.
16. VODÁČEK, Leo, - VODÁČKOVÁ, Oľga. 2009. Synergie v moderním managementu. Praha. 168 s. ISBN 978-80-7261-190-4.
17. STN ISO 8258: 1995: Shewhartove regulačné diagramy.
18. STN EN ISO 9000: 2006 : Systémy manažérstva kvality. Základy a slovník.
19. STN EN ISO 9001: 2009 : Systémy manažérstva kvality. Požiadavky.
20. STN EN ISO 9004: 2010 : Manažérstvo trvalého úspechu organizácie. Prístup na základe manažérstva kvality.
21. ZÁVADSKÝ, Ján. 2006. Metódy, nástroje a techniky manažérstva kvality. Banská Bystrica. 180 s. ISBN 80-8083-189-0.

Corresponding author:

Ing. Koloman Krištof, PhD., Katedra strojov a výrobných biosystémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, SR, koloman.kristof@uniag.sk, tel. 037 641 4368

HODNOTENIE RIADENIA BEZPEČNOSTI PRI SPRACOVANÍ DREVA VO VÝROBNEJ ORGANIZÁCIÍ

KOLOMAN KRIŠTOF¹ – JÁN JOBBÁGY¹ – MATEJ HUDEC¹ – JOZEF KRILEK² – JÁN KOVÁČ²

¹Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

²Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

Abstract: Occupational health and safety legislation impose an obligation on the manufacturing organization to regularly and comprehensively inform employees of existing hazards, threats and risks. In the paper, we assessed the basic safety requirements in a woodworking workshop for a format circular saw. Deficiencies from non-compliance with safety regulations were identified from the CLA. We performed a safety assessment using an expanded point method to determine the value of the risk rate. When working on a circular saw, the risk cannot be accepted, and protective measures have to be devised. We designed remedial measures and a safety card for the sawmill for the manufacturing organization. All measures proposed by us were accepted and accepted by the production organization. By applying and observing safety precautions, it is possible to prevent the occurrence of work injury or injury to the worker.

Keywords: danger, risk, circular saw

ÚVOD

Súčasná európska legislatíva ustanovuje všeobecné zásady prevencie a základné podmienky na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci (BOZP) a na vylúčenie rizík a faktorov podmienujúcich vznik pracovných úrazov a iných poškodení zdravia z práce. Pre oblasť bezpečnosti strojov je to Smernica 2006/42/ES o aproximácii právnych predpisov členských štátov týkajúcich sa strojového zariadenia.

Touto smernicou je výrobca zariadenia povinný odstrániť alebo minimalizovať nebezpečenstvá (ohrozenia), navrhnúť opatrenia na ovládanie ohrozenia (rizík), ktoré je možné odstrániť. Ďalej je povinný informovať užívateľa stroja o zostatkových ohrozeniach a navrhnúť stroj tak, aby aj v prípade jeho chybného obsluhy nevznikli počas jeho prevádzky riziká (Šolc, 2013; Pačaiová et al., 2016a).

Požiadavky vykonávať analýzu nebezpečenstiev, ohrozenia a rizík kladené tak na výrobcov strojov, ako aj na ich užívateľov nepredpisujú, aké metódy je potrebné použiť. Výber postupov a metód je ponechaný na vlastné uváženie. Hodnotenie rizík môžeme vykonať v rôznych formách. To akú formu zvolíme záleží na získaných informáciách, možnosti posudzovateľov, ale aj na účele posudzovania rizík, druhu ohrozenia a pod. Patria sem, či už kvalitatívne, alebo kvantitatívne hodnotenia, prípadne ich kombinácia. Samozrejme je potrebné prihliadať aj na výrobnú organizáciu a proces výroby (Baybutt, 2017; Dziuba et al., 2016; Matisková, 2013a; Pačaiová et al., 2016a).

Medzinárodne uznávaná špecifikácia OHSAS 18001:2007 udáva požiadavky na systém manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, aby organizácii umožnila riadiť riziká a zlepšila jej výkonnosť. Nová pripravovaná norma ISO 45001:2018 predstavuje okrem iných zmien, hlavne jednoznačnejšia riešenia rizík a príležitostí. Požiadavky na identifikáciu zdrojov rizika sú podrobnejšie definované, s dôrazom na proaktívny prístup k identifikácii rizika.

Hodnotenie rizík je proces posúdenia rizík pre zdravie a bezpečnosť zamestnancov, ktoré vyplývajú z nebezpečenstiev na pracovisku. Ide o systematické preskúmanie všetkých aspektov práce. Konkrétne o to čo by mohlo spôsobiť zranenie alebo ujmu, či je možné riziko odstrániť, a ak to nie je možné, tak aké preventívne alebo ochranné opatrenia sa na pracovisku prijali (alebo treba prijať) s cieľom regulovať riziko (Ingaldi and Dziuba, 2017; Matisková, 2013b).

Úroveň spoľahlivosti zamestnanca v pracovnom prostredí závisí od jeho fyzických vlastností, psychických daností a vedomostnej úrovne. Posudzovanie pravdepodobnosti rizika musí zahŕňať celý rozsah ľudských omylov - od načrtnutia formálnych chýb, cez napätie, únavu, po nesprávne techniky hodnotenia rizika a podobne. Chybu človeka je možné definovať ako nesplnenie stanovenej úlohy (alebo vykonanie zakázanej činnosti), ktorá môže byť príčinou poruchy zariadenia alebo

narušenia normálneho chodu plánovaných operácií (Alonso and Broadribb, 2018; Burda et al., 2010; Pačaiová et al., 2016b; Ťavodová and Sujová, 2005).

Cieľom príspevku je posúdenie bezpečnosti a ochrany zdravia zamestnancov vo výrobnej organizácii, ktorá sa zaoberá spracovaním dreva. V drevoobrábacej dielni identifikujeme nebezpečenstva a ohrozenia zdravia zamestnancov pri práci na formátovacej kotúčovej pile. Následne posúdime a stanovíme mieru rizika aplikovaním rozšírenej bodovej metódy. Na základe hodnotenia rizika navrhujeme bezpečnostné opatrenia, ktorými znížime mieru ohrozenia zdravia zamestnancov.

MATERIÁL A METÓDY

Posúdenie bezpečnosti pri spracovaní dreva realizujeme vo výrobnej organizácii STOLÁRSTVO HUDEC s.r.o. so sídlom vo Vieske nad Žitavou, Slovenská republika. Výrobná organizácia sa dlhodobo špecializuje na výrobu nábytku, prístreškov, altánkov a rôznych produktov z dreva na mieru. Uvedené produkty vyrábajú z masívneho dreva, alebo drevotriesky v rôznych farebných prevedeniach.

Ako objekt skúmania bezpečnosti stroja sme vybrali formátovaciu kotúčovú pílu s typovým označením PK 315A (obr.1). Kotúčová píla patrí medzi najrozšírenejšie zariadenie pre mechanický spôsob obrábania dreva. Daná píla plní v stolárskej dielni dôležité funkcie v podobe veľmi presného rozrezávania materiálov a vytvárania priečnych alebo šikmých rezov s ručným posuvom obrobkov.



Obrázok 1 Formátovacia kotúčová píla PK 315A

Pomocou tejto píly sa dajú realizovať rezy z rôznych druhov drevených materiálov (drevené masívy, laminátové dosky z dreva a na báze dreva, drevotriesky) a ľahko orezávať guľatiny. Súčasťou formátovacej píly je posuvný stôl, ktorý tesne prilieha k pílovému kotúču. Výšku a náklon pílových kotúčov je možné ľahko prestavovať.

Hlavné parametre kotúčovej píly sú:

- výkon motora 3,7 kW,
- otáčky motora 2 865/min.,
- maximálny priemer pílového kotúča 315 mm,
- otáčky pílového kotúča 3 755/min.,
- maximálna výška/šírka/dĺžka rezu 100/1050/2000 mm,
- hmotnosť 455 kg.

Pre účel identifikovania nebezpečenstiev a ohrození využijeme analýzu pomocou kontrolných záznamov (Check list analysis - CLA). Kontrolné záznamy sa často používajú na zistenie súladu s predpismi a štandardmi (normami). Kontrolný záznam na kotúčovú pílu s otázkami a odpoveďami bol vypracovaný pre obsluhu stroja, pre technický a bezpečnostný stav zariadenia a pre pracovné prostredie zariadenia.

Pre analýzu a posúdenie rizík pri obsluhu kotúčovej píly použijeme rozšírenú bodovú metódu. Miera rizika (R) je súčin troch parametrov, a to pravdepodobnosťou výskytu udalosti (P), dôsledkom vzniknutej udalosti (D) a názorom hodnotiteľa (V). Odhad rizika definujeme podľa bodového hodnotenia uvedeného v tab.1. Výslednú mieru rizika zatriedime do piatich kategórií (KR), ktoré sú uvedené v tab.2.

Pravdepodobnosť výskytu udalosti (P) stanovuje odhad možnosti, že k nežiaducej udalosti dôjde. Dôsledok vzniknutej udalosti (D) vyjadruje závažnosť dôsledku vzniku nežiaducej udalosti. Názor hodnotiteľa (V) zahŕňa zohľadnenie úrovne riadenia, čas pôsobenia, ohrozenia, kvalifikáciu zamestnancov, pracovnú morálku, úroveň prevencie, stav a vek technických zariadení, úroveň údržby, vplyv pracovného prostredia, odlúčenosť pracoviska a pod.

Tabuľka 1 Bodové hodnotenie odhadu rizika

P – odhad pravdepodobnosti		D – závažnosť dôsledku		V – názor hodnotiteľa	
Slovné vyjadrenie	Body	Slovné vyjadrenie	Body	Slovné vyjadrenie	Body
Nepravdepodobná	1	Poškodenie pracovnej schopnosti a zdravia	1	Zanedbateľný vplyv	1
Náhodná	2	Úraz s pracovnou neschopnosťou	2	Malý vplyv	2
Pravdepodobná	3	Vážnejší úraz vyžadujúci hospitalizáciu	3	Nezanedbateľný vplyv	3
Veľmi pravdepodobná	4	Ťažký pracovný úraz s trvalými následkami	4	Veľký vplyv, významný	4
Trvalá	5	Smrteľný pracovný úraz	5	Viac významných vplyvov	5

Tabuľka 2 Stanovenie kategórie rizika

R - riziko	Kategória rizika (KR)	Bodové rozpätie	Hodnotenie bezpečnosti	Potreba bezpečnostných opatrení
Zanedbateľné	I.	1-4	Bezpečnosť je prijateľná	Opatrenia nie sú potrebné
Mierne	II.	5-10	Riziko je akceptovateľné pri zvýšenej pozornosti	Systém je bezpečný, možnosť zlepšenia
Povážlivé	III.	11-50	Bez ochranných opatrení nemožno riziko akceptovať	Opatrenia sú potrebné
Nežiaduce	IV.	51-100	Bezpečnosť je nevyhovujúca, veľká, možnosť úrazu	Nutnosť prijať okamžité opatrenia, s krátkym termínom
Neprijateľné	V.	101-125	Systém je nebezpečný, veľká možnosť úrazu	Nutnosť okamžitého zastavenia činnosti, vyradenie prevádzky

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na identifikáciu nebezpečenstiev a ohrození pri práci stroja sme využili analýzu pomocou kontrolných záznamov (CLA). Zoznam otázok bol vytvorený v spolupráci s vedúcim zmeny a bezpečnostným technikom vo výrobnjej organizácii. Na otázky odpovedali pracovníci, ktorí vykonávajú činnosť na kotúčovej pile.

Na základe kontrolných záznamov sme definovali možné nebezpečenstvá a ohrozenia zdravia pracovníkov. V tab.3 uvádzame zoznam nebezpečenstiev a ohrození, ktoré sa môžu vyskytnúť pri práci na formátovacej pile. Následne v nej uvádzame aj vyhodnotenie miery rizika pomocou rozšírenej bodovej metódy.

Tabuľka 3 Zoznam nebezpečenstiev a ohrození, miera rizika

NEBEZPEČENSTVÁ	OHROZENIA	P	D	V	R	KR
nadmerná hlučnosť stroja	poškodenie sluchu pracovníka	4	1	4	16	III.
	narušenie koncentrácie pracovníka	2	1	4	8	II.
	únava pracovníka	2	1	4	8	II.
nadmerná hlučnosť okolitých strojov	poškodenie sluchu pracovníka	4	1	4	16	III.
	narušenie koncentrácie pracovníka	2	1	4	8	II.

	únava pracovníka	2	1	4	8	II.
ostroť pílového kotúča	porezanie časti hornej končatiny	3	3	5	45	III.
	odrezanie časti hornej končatiny	3	4	5	60	IV.
rotujúci pílový kotúč s vysokými otáčkami	zachytenie, vtiahnutie, navinutie pracovného odevu obsluhy zariadenia	2	3	4	24	III.
	pomliaždenie horných končatín	2	4	4	32	III.
poškodenie pílového kotúča	zasiahnutie úlomkom z pílového kotúča alebo vymršteným materiálom	1	3	3	9	II.
	vznik iskier a plameňa, požiar	2	1	2	4	I.
odletujúce častice z materiálov (piliny, triesky, prach, odrezky)	zasiahnutie obsluhy časticami	3	1	4	12	III.
	prienik častice do oka	2	1	4	8	II.
spätňý vrh obrábaného materiálu	úder, bodnutie a pichnutie materiálom do obsluhujúceho pracovníka stroja	2	2	4	16	III.
prítomný nebezpečný horľavý drevený prach a piliny	podráždenie dýchacích ciest, alergia	2	2	4	8	II.
	otrava, zadusenie	1	5	4	20	III.
	výbuch	1	5	4	20	III.
nedostatok denného svetla	poškodenie zraku pracovníka	3	1	4	12	III.
	horšia koncentrácia pracovníka	3	1	4	12	III.
	zrková únava pracovníka	2	1	4	8	II.
prekážky a nečistoty na podlahe v okolí stroja	pád, zakopnutie pracovníka o odpadový materiál na podlahe v blízkosti stroja	3	1	4	12	III.
	pošmyknutie pracovníka na podlahe	2	1	4	8	II.
pílenie rozmerovo veľkých materiálov	pád, prevalenie, prevrhnutie materiálu	2	1	3	6	II.
	zavalenie, pritlačenie obsluhy	2	2	3	12	III.
elektrický prúd	zakopnutie o elektrické vedenie a zásah pracovníka elektrickým prúdom	2	5	3	30	III.

Zistené nedostatky obsluhy zariadenia:

- Pracovník nevykonáva pravidelné kontroly stroja vždy pred každým začatím práce na stroji.
- Pracovníkovi zariadenia boli pridelené OOPP, ale pracovník ich nepoužíva pravidelne.
- Pracovník nepoužíva posuvné pracovné prostriedky určené na posúvanie úzkeho a drobného materiálu smerom k pílovému kotúču.
- Pracovník po dokončení pracovnej činnosti neopúšťa pracovné miesto vždy až po úplnom zastavení pílového kotúča.
- Pracovník neudržiava všetky časti stroja a pracovný priestor vždy v čistote a nevykonáva čistenie stroja a pracovného priestoru stroja pravidelne.
- Pracovník nepoužíva odsávacie zariadenie pri chode stroja.
- Pracovník nepoužíva pílové kotúče s čepeľami na znižovanie hladiny hluku.

Zistené nedostatky technického a bezpečnostného stavu zariadenia:

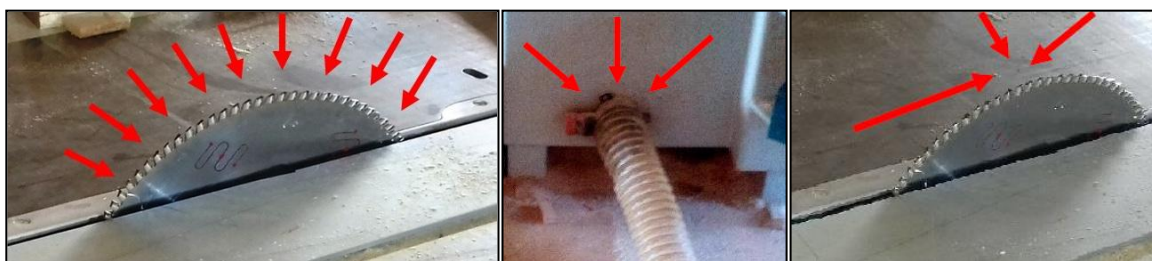
- Rozmerovo veľké obrobky nie sú počas pílenia na stroji vždy dostatočne zaistené proti prevrhnutiu, nakloneniu alebo pádu.
- Pri pile, alebo v jej blízkosti nie je umiestnený návod na použitie stroja.
- Na hlavnom pílovom kotúči nie je nainštalovaný ochranný kryt.
- Na stroji, alebo v jeho blízkosti nie je znázornené použitie osobných ochranných pracovných prostriedkov (OOPP), ktoré má pracovníka pri výkone práce použiť.
- K stroju je pripojené odsávacie zariadenie, ktoré neodsáva všetky vzniknuté častice. V mieste vzniku rezu pílovým kotúčom vznikajú častice (prach, piliny, triesky a škodliviny), ktoré nie sú odsávané priamo pri ich vzniku, pretože pri pílovom kotúči nie je umiestnená odsávacia hadica, vedúca k hlavnému odsávaciemu zariadeniu, ktorá sa pripája do ochranného krytu pílového kotúča.

- Pracovný stôl stroja nie je pravidelne po skončení pracovnej činnosti vyčistený a udržiavaný od odpadového materiálu a škodlivín.
- Za pilovým kotúčom nie je nainštalovaný rozovierací klin, ktorý je určený k zabráneniu spätného vrhu materiálu.

Zistené nedostatky pracovného prostredia zariadenia:

- V dielni sa nachádza množstvo strojov, ktoré spôsobujú zvýšenú hlučnosť a ich hodnota hluku pravdepodobne presahuje dolnú akčnú hodnotu expozície.
- Pracovný priestor stroja a prístupová cesta k stroju nie sú dostatočne vyznačené.
- Denné (prirodzené) osvetlenie na pracovisku nie je vždy dostačujúce, pretože iné objekty v podobe materiálu zasahujú do prieniku denného osvetlenia k stroju.
- Z podlahy v okolí stroja nie sú pravidelne odstraňované nerovnosti, odpadový materiál a iné prekážky.
- Elektrické vedenie trčí z podlahy a nie je dostatočne oddelené od prístupu obsluhujúceho pracovníka stroja počas pracovných úkonov na stroji.

Príklady zistených nedostatkov sú zobrazené na nasledujúcich obrázkoch č. 2 až č. 4.



Obrázok 2 Chýbajúci ochranný kryt, pripojenie hlavne odsávacej hadice, miesto chýbajúcej odsávacej hadice



Obrázok 3 Pracovný stôl stroja s odpadovým materiálom, miesto chýbajúceho rozovierajúceho klina, materiál v mieste okien



Obrázok 4 Odpadový materiál a prekážky na podlahe v okolí stroja

Výrobná organizácia je povinná pravidelne, zrozumiteľne a preukázateľne oboznamovať každého zamestnanca s predpismi súvisiacimi so zásadami bezpečnej práce, zásadami ochrany

zdravia pri práci, zásadami bezpečného správania na pracovisku a s bezpečnými pracovnými postupmi a overovať ich znalosť. Ďalej výrobná organizácia je povinná oboznámiť každého zamestnanca s existujúcim a predvídateľným nebezpečenstvom a ohrozením, s dopadmi, ktoré môžu spôsobiť na zdraví, a s ochranou pred nimi.

Na základe týchto povinností výrobnej organizácie sme pristúpili k vytvoreniu návrhu nápravných bezpečnostných opatrení. Nami zistené nedostatky zvyšujú ohrozenie zdravia pracovníka pri stroji. Prejavom zistených nedostatkov je aj zvýšená hodnota miery rizika. Riziko pri práci na kotúčovej píle môžeme definovať ako mierne až povážlivé. Iba v jednom prípade (odrezanie časti končatiny) je riziko nežiaduce a je potrebné okamžite prijať nápravné opatrenia. Vypočítané hodnoty miery rizika musíme znížiť na prijateľnú úroveň. Aplikovaním a dodržiavaním bezpečnostných opatrení je možné zamedziť vzniku pracovného úrazu, či poškodeniu zdravia pracovníka.

Pre výrobnú organizáciu sme navrhli aplikovať tieto bezpečnostné opatrenia:

- ✓ Na pílový kotúč je nevyhnutné nainštalovať ochranný kryt, ktorý chráni pracovníka stroja pred dotykotom rotujúceho pílového kotúča, pred odletujúcimi časticami rezaného materiálu alebo pred vymrštením úlomku z pracovného nástroja.
- ✓ Za pílový kotúč je nevyhnutné nainštalovať rozovierací klin, ktorý chráni obsluhujúceho pracovníka stroja pred spätným vrhom obrábaného materiálu.
- ✓ Pílový kotúč je nevyhnutné vybaviť odsávacím nadstavcom, cez ktorý odsávací hadica zariadenia odsáva priamo z miesta rezu všetky častice v podobe prachu, pilín, triesok a drobných odrezkov.



Obrázok 5 Ochranný klin (A), rozovierací klin (B) a odsávací nadstavec (C)

- ✓ Elektrické vedenie, ktoré trčí z podlahy a vedie do formátovacej píly je potrebné zakryť a odizolovať, aby pracovník nemal k tomuto elektrickému vedeniu pri obsluhu zariadenia žiaden prístup.
- ✓ Pre zníženie hladiny hluku na kotúčovej píle je potrebné, aby sa používali výhradne pílové kotúče so špecifickými čepeľami, ktoré sú určené na znižovanie hladiny hluku.
- ✓ Odstránenie uskladneného a poopieraného materiálu v mieste okien, kvôli prieniku denného svetla do pracovného priestoru stroja.
- ✓ Vyznačenie pracovného priestoru a prístupovej cesty k stroju.
- ✓ Umiestnenie návodu na použitie píly do blízkosti stroja, aby bol pracovníkovi stroja vždy k dispozícii.
- ✓ Vypracovanie bezpečnostného manuálu pre pracovníka stroja, s jeho umiestnením na zariadenie alebo na viditeľné miesto v okolí stroja.
- ✓ Poskytnutie a dodržiavanie používania osobných ochranných pracovných pomôcok pre pracovníka na stroji.
- ✓ Používanie posuvných pracovných pomôcok pri každom pílení drobných a úzkych materiálov. Tieto pomôcky zabráňujú styku horných končatín pracovníka s pílovým kotúčom.

Okrem spomenutých bezpečnostných návrhov navrhujeme aj pravidelné školenia pracovníkov. Taktiež sú potrebné neohlásené kontroly pracovníkov pri používaní kotúčovej píly. Na zabezpečenie ochrany zdravia pracovníka a zvýšenie bezpečnosti pri používaní kotúčovej píly je nutné sa zamerať tiež na:

- ❖ vykonávanie pravidelných kontrol stroja vždy pred každou pracovnou činnosťou, a to:

- ✓ akékoľvek možné poškodenia na stroji,
- ✓ správny výber pílového kotúča podľa rezného materiálu,
- ✓ správne upnutie, dotiahnutie a stav pílového kotúča,
- ✓ správne pripojenie odsávacieho zariadenia,
- ✓ správne nastavenie ochranného krytu a rozovieracieho klinu,
- ✓ čistotu stroja a pracovného prostredia v okolí stroja,
- ❖ pravidelná realizácia čistenia stroja a pracovného priestoru v okolí stroja od vzniknutého odpadového materiálu po každej pracovnej činnosti na stroji,
- ❖ používanie odsávacieho zariadenia pravidelne vždy počas každej práce na stroji,
- ❖ opustenie pracovného miesta po dokončení pracovnej činnosti až po úplnom zastavení pílového kotúča,
- ❖ dostatočné zaistenie rozmerovo veľkých obrobkov proti prevrhnutiu, nakloneniu alebo pádu alebo privolanie pomocnej pracovnej obsluhy,
- ❖ pravidelné použitie pridelených OOPP počas každej práce na formátovacej píle, a to:
 - ✓ ochranné okuliare, ktoré sú určené na ochranu očí pred odletujúcimi časticami obrábaného materiálu,
 - ✓ slúchadlové chrániče sluchu alebo zátkové chrániče sluchu, ktoré sú určené na ochranu sluchu pracovníka pred hlukom,
 - ✓ respirátor alebo ochranné rúško, určené na ochranu dýchacích ciest pracovníka,
 - ✓ ochrannú obuv s ochrannou špicou a s podrážkou proti šmyku, ktorá je určená proti pádu materiálu na dolné končatiny pracovníka a proti pošmyknutiu na nevyčistenej podlahe v okolí stroja,
 - ✓ vystuženú ochrannú zásteru, ktorá je určená proti spätnému vrhu materiálu do tela pracovnej obsluhy stroja,
- ❖ vylúčenie voľného pracovného odevu, prsteňov, náramkov, hodínok, kravaty, rozpustených dlhých vlasov, voľných rukávov kvôli zachyteniu do rotujúceho pílového kotúča.
- ❖ zákaz vykonávať pracovnú činnosť pod vplyvom alkoholu, drog a prísny zákaz fajčenia v celej stolárskej dielni.

Pre prácu s kotúčovou pilou odporúčame vytvoriť bezpečnostnú kartu (obr.6), ktorá slúži ako pomôcka pre prevenciu voči pracovným úrazom. V nej budú uvedené bezpečnostné pravidlá pri práci s kotúčovou pilou na ktoré pracovník nesmie zabudnúť. Taktiež tam môžu byť uvedené pokyny súvisiace s povinnosťami pre pracovníka pre zvýšenie jeho bezpečnosti, ako napr. používanie OOPP. Daná bezpečnostná karta bude čitateľná a zrozumiteľná a jej umiestnenie musí byť v blízkosti stroja na viditeľnom mieste pre pracovníka.

OHSAS 18001 je medzinárodne uznávaná špecifikácia pre posudzovanie systémov manažérstva BOZP. Bola vyvinutá v reakcii na naliehavú požiadavku organizácií, podľa ktorej by ich systémy manažérstva BOZP mohli byť posudzované a certifikované. Základným princípom je identifikácia všetkých možných rizík na pracoviskách a ich efektívne riadenie tak, aby bolo minimalizované možné poškodenie zdravia zamestnancov - dôsledky.

Norma ISO 45001 je novým medzinárodným štandardom pre systém riadenia bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, ktorý nahradí systém riadenia podľa OHSAS 18001. Účelom nového štandardu je harmonizácia s národnými štandardami s cieľom obmedziť nejednoznačné požiadavky a zvýšiť konzistenciu. Tento systém manažérstva umožňuje kontrolovať riziká pre bezpečnosť práce a ochranu zdravia pri práci, zdokonaľovať bezpečnosť v podniku a vytvárať bezpečné prostredie pre pracovníkov i dodávateľov.

Filozofia posudzovania rizík vychádza z princípu, že len splnením predpisov na zaistenie BOZP nie je možné dosiahnuť bezpečnosť na pracovisku. Je potrebné posudzovať BOZP aj nad rámec predpisov to, čo môže ľuďom ublížiť. Pritom platí zásada, že neexistuje nulové riziko, neexistuje absolútna bezpečnosť. Bezpečnosť môžeme chápať len ako akceptovanie určitého stupňa rizika. Takéto poznanie kladie nároky na ľudí, dávať si neustále pozor. Poznať nebezpečenstvá, ktoré im môžu spôsobiť úraz a vedieť ako sa majú pred nimi chrániť. Majer (Kredatusová and Bujna, 2010; Baron et al., 2014).

Ľudský faktor je neoddeliteľnou súčasťou technických systémov a technologických procesov, pričom jeho podiel na ovládaní týchto systémov je často značne veľký. Spôľahlivosť

systému „človek-stroj“ závisí najmä od spoľahlivosti človeka. Spoľahlivosť ľudského faktora je obvykle definovaná ako pravdepodobnosť, že človek bude správne vykonávať určitú požadovanú činnosť počas stanovenej doby bez konania akýchkoľvek vedľajších aktivít, ktoré by mohli ovplyvniť spoľahlivosť celého systému (Kardas, 2016; Pačaiová et al., 2016; Kosmowski, 2018; Kardas, 2017).

Všeobecne je možné definovať závislosť medzi spoľahlivosťou človeka a prvkami (vnútorné a vonkajšie vplyvy), ktoré ju ovplyvňujú. Vnútorné vplyvy predstavujú základné charakteristické individuálne danosti. Medzi vnútorné vplyvy patrí motivácia, psychická a mentálna schopnosť, temperament, koncentrácia, rýchlosť reakcie a vedomosti. Vonkajšie vplyvy predstavujú súbor vplyvov prostredia, v ktorom pracovník vykonáva danú činnosť. Medzi vonkajšie vplyvy patria fyzikálne (kvalita pracovného prostredia), organizačné (vzájomné vzťahy na pracovisku) a osobné faktory (fyzické a mentálne zdravie) (Dado et al., 2013; Ingaldi and Dziuba, 2017).

Príspevok popisuje pracovné činnosti a z nej vyplývajúce nebezpečenstvá a ohrozenia zdravia zamestnancov. Do návrhu bezpečnostných opatrení sme definovali aj organizačné, technické a individuálne ochranné opatrenia. Tieto bezpečnostné opatrenia slúžia k odstráneniu, alebo k minimalizovaniu vyskytujúcich sa rizík. Avšak je dôležité, aby každý pracovník mal vypestovanú vnímavosť na riziká. Musí byť schopný ju používať na rozpoznanie toho, čo môže ľuďom spôsobiť úraz, alebo nepríjemnú situáciu. Taktiež musí viesť k takému prístupu aj svojich kolegov.

Každá výrobná organizácia v záujme zaistenia BOZP je povinná zisťovať nebezpečenstvá a ohrozenia, posudzovať riziko a vypracovať písomný dokument o posúdení rizika pri všetkých činnostiach vykonávaných zamestnancami. Výrobná organizácia musí odstraňovať nebezpečenstvo a ohrozenie, a ak to podľa dosiahnutých vedeckých a technických poznatkov nie je možné, vykonať opatrenia na ich obmedzenie a pripravovať opatrenia na ich odstránenie (Aven, 2012; Pauliček et al., 2012).

Konečnú zodpovednosť za riadenie rizík nesú zamestnávateľia a vrcholový manažment, ale ich snaha nemôže byť úspešná bez aktívnej účasti zamestnancov. Riadiaci pracovníci si musia osvojiť moderné trendy v oblasti bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci a v rámci svojich činností musia byť príkladom. Ich úlohou je pomocou informácií, komunikácie a školení, ako aj dôslednou kontrolou ovplyvňovať presadzovanie pravidiel BOZP (Markulík et al., 2016; Šolc et al., 2017). Hodnotenie rizika je kľúčom k riadeniu bezpečnosti a ochrany zdravia na pracovisku. Riziko pri práci je vyjadrením pravdepodobnosti a závažnosti zranenia alebo ochorenia pôsobením nebezpečenstva. Hodnotenie rizika predstavuje východisko pre úspešne riadenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci vo výrobnej organizácii. Správne zrealizované hodnotenie môže zvýšiť bezpečnosť na pracovisku a zlepšiť zdravie, ako aj celkovú pracovnú výkonnosť (Dado et al., 2011; Ťavodová, 2010).

ZÁVER

Výrobky a pracovné postupy, ktoré sú určené na použitie v práci, musia vyhovovať požiadavkám vyplývajúcim z právnych predpisov a ostatných predpisov na zaistenie bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci. Súčasťou tohto musí byť vyhodnotenie neodstrániteľných nebezpečenstiev a neodstrániteľných ohrození, ktoré vyplývajú z navrhovaných riešení v určených prevádzkových a užívateľských podmienkach, posúdenie rizika pri ich používaní a návrh ochranných opatrení proti týmto nebezpečenstvám a ohrozeniam.

Pracovná činnosť je natoľko rozmanitá a zložitá, že na rozpoznanie nebezpečenstiev a ohrození je potrebná systematická analýza. Takýto postup môžeme nazvať aj posudzovanie rizík. Hlavným cieľom posudzovania rizík pri práci je ochrana zdravia a bezpečnosť zamestnancov. Posudzovanie rizík pomáha minimalizovať možné poškodenie zamestnancov, alebo životného prostredia zavineneho pracovnou činnosťou.

V príspevku sme poukázali na nebezpečenstvá a ohrozenie zdravia pracovníkov, ktoré sa môžu vyskytnúť na pracovisku. Zo všetkých strojov v stolárskej dielni sme vybrali stroj, pri ktorom má vznik úrazovosti vysokú pravdepodobnosť. Definovaním miery rizika a následnej kategorizácii rizík pomocou rozšírenej bodovej metódy sme navrhli bezpečnostné opatrenia. Po analýze nedostatkov sme zistili nutnosť navrhnuť bezpečnostné opatrenia pri obsluhu kotúčovej píly.

Tieto bezpečnostné pravidlá majú praktické využitie v konkrétnej stolárskej dielni. Všetky nami navrhnuté bezpečnostné opatrenia a odporúčania boli vo výrobnej organizácii akceptované. Očakávame, že pri dodržaní týchto pravidiel je možné vytvoriť vhodné pracovné prostredie v oblasti

BOZP pre všetkých pracovníkov. Nesmieme zabudnúť, že hodnotenie bezpečnosti práce je neustála činnosť potrebná pre ochranu zdravia zamestnancov.



Obrázok 6 Bezpečnostná karta pre prácu na kotúčovej píle

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. Alonso, I.J. and Broadribb, M. (2018). Human error: A myth eclipsing real causes. Process Safety Progress, Volume 37(2). pp. 145-149.
2. Aven, T. (2012). On the link between risk and exposure. Reliability Engineering and System safety. Volume 103. pp. 191-199.
3. Baybutt, P. (2017). Issues for security risk assessment in the process industries. Journal of Loss Prevention in the Process Industries, Volume 49. pp 509-518.

4. Baron, P., Šoltésová, S. and Kočiško, M. (2014). The development of a knowledge based system for the process of risk assessment in the workplace. *Applied Mechanics and Materials*, Volume 446-447, Beijing : China; 2013. pp. 1314-1320.
5. Bujna, M., Kotus, M., Čičo, P. (2017). *Manažérstvo rizika*. Nitra : SUA. 220 pp.
6. Burda, M., Čičo, P., Bujna, M. (2010). Posúdenie rizika, pracovného miesta komplexnou metódou. *Kvalita a spoľahlivosť technických systémov*. Nitra : SUA. pp.61-65.
7. Dado, M, Hnilica, R., Kováč, J., Kučera, M. (2011). Assessment of hand-transmitted vibration during work with chain saw. *Annals of DAAAM for 2011 & proceedings of the 22nd international DAAAM symposium "Intelligent manufacturing & automation: power of knowledge and creativity"*. Vienna : DAAAM International Vienna. pp. 1083-1084.
8. Dado, M, Hnilica, R., Schwarz, M. (2013). Development of virtual laboratory for evaluation and control of workplace hazards. *Engineering for rural development : 12th international scientific conference*. Jelgava : Latvia University of Agriculture, pp. 573-576.
9. Dado, M., Němec, M., Hnilica, R. (2013). Evaluation of acoustic suitability of woodworking shop based on spatial sound distribution curves measurements. *Akustika : odborný časopis o akustice a vibráciách*. Vol. 20 (2). pp. 6-9.
10. Dziuba S., Ingaldi M., Kadhubek M. (2016). Use of Quality Management Tools for Evaluation of the Products' Quality in Global Economy. *Globalization And Its Socio-Economic Consequences : 16th International Scientific Conference Proceedings*. Žilina : University of Zilina. pp. 425-432.
11. Ingaldi, M., Dziuba, S.T. (2017) Popularity of environment management system according to iso 14001 in Poland. *International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management*. Volume 17 (53). pp. 611-618.
12. Ingaldi M., Dziuba S.T. (2016). Supervisor's Assessment as an Element Effecting Technological Process in Chosen Metallurgical Company. *25th Anniversary International Conference on Metallurgy and Materials*. Ostrava : Tanger Ltd., pp. 1822-1828.
13. Kotus, M., Jankajová, E., Lestyánszka Škúrková, K., Matisková, D., Zach, M. (2016). Safety Audit of Band Saw in Manufacturing Organization. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, Volume 64 (2). pp.467-471.
14. Kredatusová, M., Bujna, M. (2010). Identifikácia a analýza ohrozenia vo vybranom procese. *Najnovšie trendy v poľnohospodárstve, v strojárstve a odpadovom hospodárstve*. Nitra : SUA, 2010. pp.146-152.
15. Kosmowski, K.T. (2018). Human factors and cognitive engineering in functional safety analysis. *Advances in Intelligent Systems and Computing*, Volume 635. pp 434-448. 13th International Conference on Diagnostics of Processes and Systems, Sandomierz, Poland.
16. Markulík, Š., Kozel, R., Šolc, M., Pačaiová. H., (2016). Causal dependence of events under management system conditions. *MM Science Journal*, Issue October, M Publishing Ltd., pp. 1040-1042.
17. Matisková, D. (2013). Požiadavky na systémy manažérstva kvality vo výrobných podnikoch. *Posterusk*. Volume 6 (7). pp.1-7.
18. Matisková, D. (2013). Strategické plánovanie - základ kvality riadenia podniku. *Kvalita*. Volume 21 (1). pp. 37-40.
19. OHSAS 18001:2007 / ISO 45001:2018. Systém manažérstva pre bezpečnosť práce a ochranu zdravia pri práci.
20. Pačaiová, H. et al. 2016. *Metódy posudzovania rizík v rozhodovacích procesoch*. Košice : SF TU, 2016. 330 s. ISBN978-80-553-3033-4.
21. Pačaiová, H. et al. 2016. *Význam rizika v manažérskych systémoch*. Košice : SF TU, 2016. 280 s. ISBN 978-80-553-2618-4.
22. Paulíček, T., Čičo, P., Zaujec, J., Burda, M. (2012). Risk assessment and actions to reduction of risk in explosive environment. *Management systems in production engineering*. Vol. 2 (3) pp.18-20.
23. Šolc, M. (2013). Proces riadenia rizík projektov. *Kvalita produkcie – od kvality k zodpovednosti a inováciám*. Herľany : HF TUKE. pp.107-111.
24. Šolc, M., Kliment, J., Girmanová, L., Sütöová, A., Forrai, F. (2017). The system of transport dangerous goods by road transport. *Transport Means - Proceedings of the International*

- Conference. Kaunas : Kaunas University of Technology. pp. 1066-1071. Ľavodová, M. 2010. Possibilities of using the control charts manufacture of wooden floor panels. In *Acta Facultatis Xylologiae*. Volume 52, Issue 2, 2010. pp.111-119. ISSN 1336-3824.
25. Ľavodová, M. 2010. Possibilities of using the control charts manufacture of wooden floor panels. In: *Acta Facultatis Xylologiae*. Volume 52, Issue 2, 2010. pp.111-119. ISSN 1336-3824.
26. Ľavodová, M. – Sujová, E. 2005. Vybrané rizikové faktory pracovného prostredia vznikajúce pri obrábaní dreva. Metódy ich identifikácie a hodnotenia. In *Acta facultatis technicae*. Volume 9, Issue 1, 2005. pp.7-18. ISSN 1336-4472.
27. Zákon SR č.124/2006, Z.z. o bezpečnosti a ochrane zdravia pri práci.

Corresponding author:

Ing. Koloman Krištof, PhD., *Katedra strojov a výrobných biosystémov, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Tr. A. Hlinku 2, 94976 Nitra, SR, koloman.kristof@uniag.sk, tel. 037 641 4368*

VPLYV DREVÍN PRI PRIEČNOM REZANÍ REŤAZOU MOTOROVEJ PÍLY

TOMÁŠ KUVIK – JOZEF KRILEK – JÁN KOVÁČ – MIROSLAVA ŤAVODOVÁ

Katedra environmentálnej a lesníckej techniky Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

Abstract: Based on the measured data, we evaluated the effects of beech (*Fagus sylvatica*) and spruce (*Picea abies*) trees. We focused on the energy performance of the Husqvarna XP 550 and Stihl MS 261 chainsaws. Based on statistical evaluation, we can conclude that higher energy requirements for cross-sawing with the saw chain are for beech wood than for spruce wood.

Keywords: saw chain, energy intensity, cutting mechanism

ÚVOD

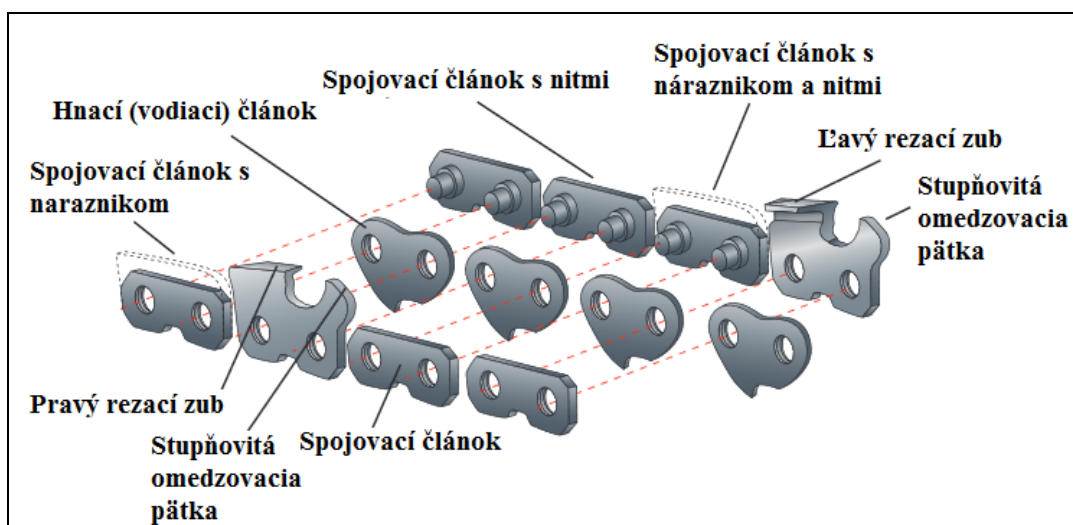
V súčasnosti sa kladú veľké nároky na vývoj a inovácie nových technológií. Zámerom súčasného výskumu je znížiť energetickú náročnosť s dôrazom na spoľahlivosť pri spracovaní dreva, preto je potrebné viac skúmať základnú problematiku delenia dreva s použitím nových technológií. Pre lesné a drevárske stroje sa kladú vysoké nároky, predovšetkým na ich negatívny dopad z ekologického hľadiska. Na základe týchto požiadaviek sa dáva prednosť strojom s výhodnými ergonomickými a ekologickými parametrami.

Dôležitou úlohou je optimalizovanie technicko – technologických parametrov rezných mechanizmov ťažobných zariadení s veľkými nárokmi na ich nízku energetickú náročnosť, spoľahlivosť, hmotnosť, rezný výkon a kvalitu rezu. Preto je na optimalizáciu rezných mechanizmov potrebné ich skúmanie a testovanie vplyvov pri rezaní dreva.

Pri reťazových pilách sú rezné elementy (zuby) spojené do jedného celku - pílovej reťaze a pohybujú sa voľne po lište. Lišta v danom prípade orientuje pílovú reťaz potrebným smerom a zabezpečuje jeho potrebnú tvrdosť a smer rezania. Absencia pevnej kinematickej väzby medzi systémom rezných elementov a telesom rezného orgánu umožňuje racionálnejšiu dráhu pohybu pílovej reťaze, čo znižuje obrysové rozmery rezného mechanizmu voči rezanej ploche. Toto predstavuje výhodu, pretože umožňuje široké uplatnenie pri ťažobných strojoch (harvestoroch). (KOVÁČ, 2013, SIKLIENKA, 2017)

Hobl'ovacia reťaz je znázornená na obr. 1, má jednoduchú konštrukciu a tvarom zubov odstraňuje nedostatky komplikovanej konštrukcie rezacej reťaze a tým aj práce s ňou pri rezaní. Hobľ'ovacia reťaz je zložená len z jedného druhu zubov tzv. hobľ'ovacích, zostavených striedavo raz z ľavej a raz z pravej strany. Každá má dva rezné klíny, chrbtový a bočný, súvisle spojené pod uhlom 90°. Bočné ostrie prerezáva drevné vlákna z boku a chrbtové ostrie hobľ'uje a vyberá triesku zo spodku reznej škáry. Zub nerezá ale hobľ'uje. (KOVÁČ, 2016; Kováč 2012)

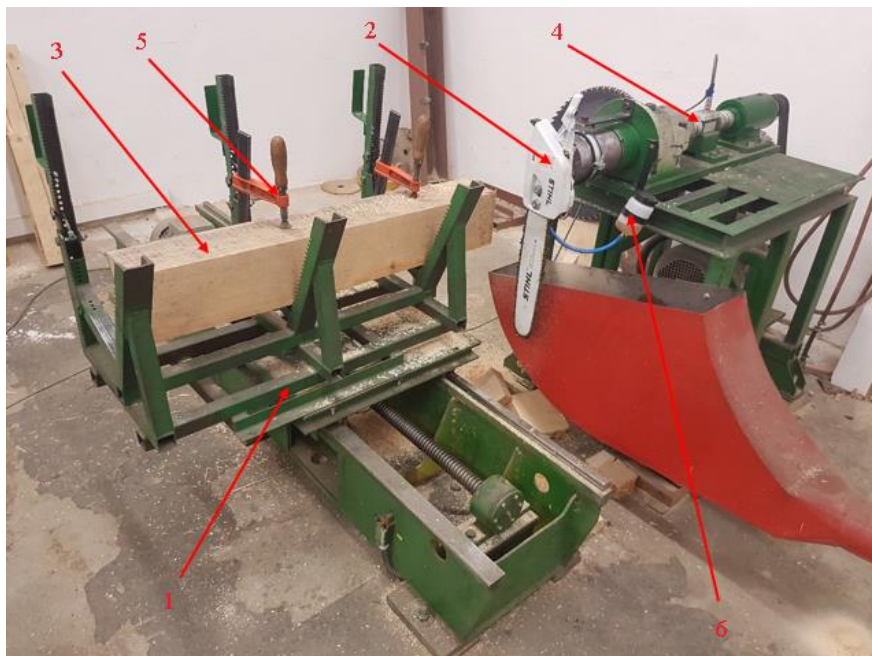
Cieľom príspevku bolo posúdiť vplyv vstupného dreva na krížové rezanie reťazou píly.



Obrázok 1 Časti hobľ'ovacej reťaze (Kováč, 2016)

MATERIÁL A METÓDY

Experiment prebiehal v dielňach TUZVO na experimentálnom zariadení (obrázok 2). Uchytenie rezných mechanizmov motorových píl bolo realizované pomocou navrhnutých prípravkov. Pomocou navrhnutého meracieho reťazca sa sledoval pokles otáčok ako aj veľkosť krútiaceho momentu.



Obrázok 2 Experimentálne zariadenie s prípravkom na uchytenie rezného mechanizmu motorovej píly STIHL, 1- Vozík zabezpečujúci pohyb do rezu, 2 prípravok na uchytenie rezného mechanizmu motorovej píly, 3 – obrobok, 4 – snímač krútiaceho momentu a otáčok HBM T20 WN, 5 – svorka, 6 – nádržka s olejom

Základnými meracími prvkami tohto zariadenia sú snímač krútiaceho momentu a otáčok HBM T20WN a snímač sily HBM S9, s ktorých sa signály prenášajú do meracieho zariadenia SPIDER8. Pri experimente boli použité dva rezné mechanizmy z motorových píl Stihl MS 261 a Husqvarna 550 XP. Každý rezný mechanizmus je uchytený na prípravku ktorého rozmery vychádzali z rozmerov rezného mechanizmu. Merania boli realizované pre vybrané typy reťazí a lišt ktoré zodpovedajú použitiu pre daný typ rezného mechanizmu odporúčaného výrobcom. Merania boli opakované pre vybrané dreviny.



Obrázok 3 Snímač krútiaceho momentu a otáčok HBM T20WN

Na meranie krútiaceho momentu a otáčok vreteníka slúži *snímač krútiaceho momentu* a otáčok HBM T20WN (obrázok 3). Jeho základné technické parametre sú uvedené v tabuľke 1.

Snímač má vlastný napájací zdroj s napätím 12V. Má dva výstupné signály. Je to tenzometrický snímač krútiaceho momentu so vstavaným meraním otáčok a uhlu natočenia a s bezkontaktným prenosom signálu. Z charakteristík je zrejmé, že snímač je navrhnutý na nominálny krútiaci moment 20Nm, ale znesie krútiaci moment až 108 Nm.

Snímač je chránený dvoma originálnymi pružnými spojkami s vlnovcami, ktoré zaistujú ochranu snímača proti odchýlkam a hádzaniu vyvolaným nesúosovosťou hriadeľov a obmedzujú prenos krútiaceho momentu na 60 Nm.

Tabuľka 1 Základné charakteristiky snímača HBM T20WN (Snímač T20, 2019)

Parameter	Jednotka	Hodnota
Nominálny krútiaci moment	Nm	20
Maximálne zaťaženie krútiacim momentom	Nm	60
Deštrukčné zaťaženie krútiacim momentom	Nm	108
Nominálna citlivosť	V	10
Tolerancia citlivosti	%	0,2
Chyba linearity	%	<±0,1
Relatívna chyba viazaná na zmenu výstupného signálu	%	<0,05

Vzorkový materiál bol z drevín buk (*Fagus sylvatica*, BK) a smrek (*Picea abies*, SM) dĺžky $l=1,5\text{ m}$ so štvorcovým prierezom s rozmerom strany $a=150\text{ mm}$. Vlhkosť vzoriek bola 12% a bola zisťovaná podľa STN EN 13183-1.



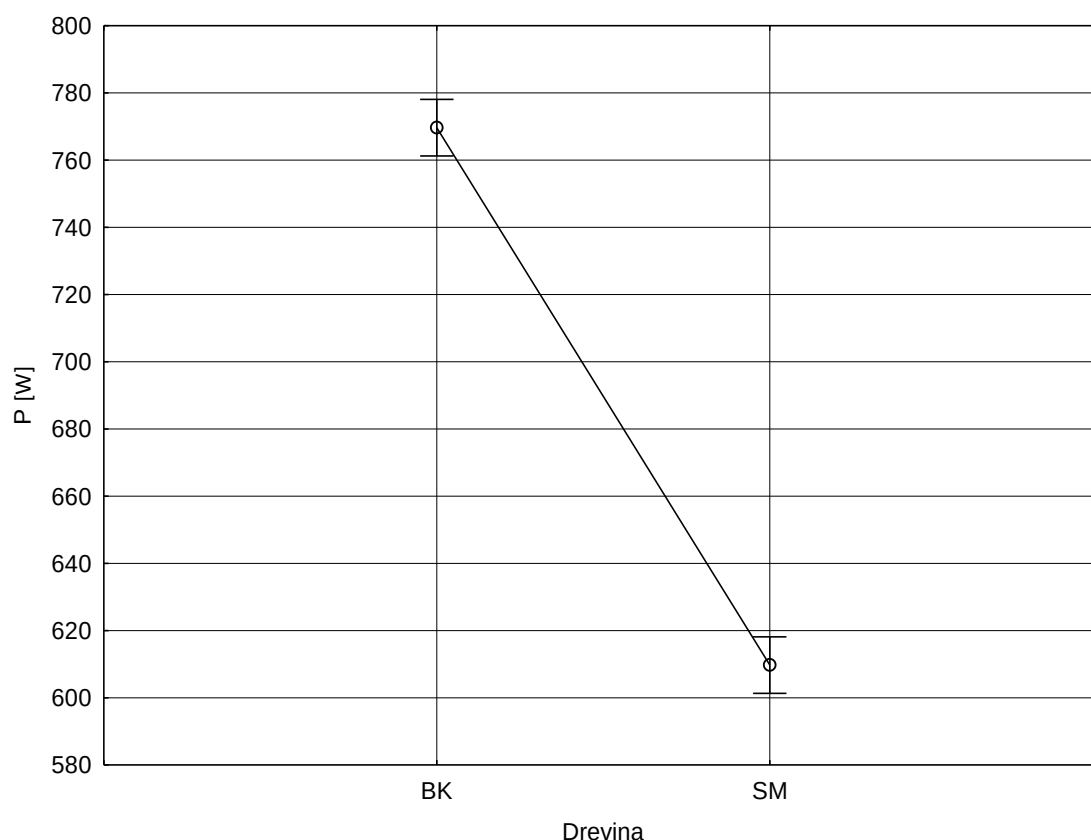
Obrázok 4 Vzorkový materiál

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na grafe 1 je znázornený vplyv dreviny na výkon, kde vidíme že pri drevine buk sú priemerné hodnoty výkonu výrazne väčšie ako pri drevine smrek. Priemerná hodnota výkonu pri drevine smrek bola 614,277 W a pri buku 769,905 W. Podľa tabuľky 2 ma drevina štatistický významný vplyv na výsledný výkon a teda aj na energetickú náročnosť pri priečnom pílení pílovou reťazou.

Pre výskum procesu priečného pílenia pílovou reťazou boli navrhnuté rôzne postupy a zariadenia. MACIAK (20015) vo svojej práci použil kompletnú motorovú pílu ktorá bola upevnená pevne o stôl a obrobok vykonával posuv do rezu. OTTO a PARMIGIANI (2015) využili testovaciu aparaturu kde bola použitá vodiaca lišta s pílovou reťazou a reťazovým kolieskom. Pre naše experimenty sme používali celý rezný mechanizmus (blok motora, olejové čerpadlo, spojkový bubon, reťazové koliesko, vodiaca lišta, reťaz, napínacie zariadenie) ktorý je uchytený na experimentálnom zariadení. Výhodu oproti práci kde je upevnená kompletná motorová píla (MACIAK, 2015) považujeme to že pri našom riešení dokážeme presne nastaviť veľkosť otáčok (reznú rýchlosť). Testovacia aparatura kde je upevnená len vodiaca lišta s reťazovým kolieskom

(Otto a PARMIGIANI, 2015) je v princípe podobná našej aparátúre, ale pretože my sme použili celý rezný mechanizmus boli sme schopný popísať aj jeho celkový vplyv na proces pílenia.



Graf 1 95% spoľahlivosti pre stredné hodnoty výkonu v závislosti od dreveny

Tabuľka 2 Základná tabuľka jednofaktorovej analýzy vplyvu dreveny

Efekt	Jednorozmerné testy významnosti, veľk. efektov a sily pre P				
	SČ	Stupne voľnosti	PČ	F	p
Abs. člen	620771128	1	620771128	12986,79	0,00
drevina	7847222	1	7847222	164,17	0,00
Chyba	61853467	1294	47800		

ZÁVER

Na základe experimentálneho merania sme pre štatistické vyhodnotenie výsledkov použili ANOVA (jednofaktorovú analýzu rozptylu). Zvolenou metódou bol popísaný vplyv dreveny na energetickú náročnosť procesu priečného pílenia pílovou reťazou. Hlavným kritériom bol maximálny výkon ktorý bol počítaný zo získaných hodnôt krútiaceho momentu po jeho ustálení počas pílenia spolu s príslušnými otáčkami. Na základe nameraných údajov a výslednej analýzy môžeme konštatovať že drevenina má jednoznačný vplyv na energetickú náročnosť pri priečnom pílení pílovou reťazou.

Príspevok bol vypracovaný v rámci riešenia vedeckého grantového projektu VEGA 1/0609/2020 " Výskum rezných nástrojov pri spracovaní dendromasy z poľnohospodárskej a lesníckej výroby".

LITERATÚRA

1. KOVÁČ, J, a kol. 2013. *Ergonimické parametry procesu řezání dřeva*. Brno : Mendelova univerzita, 2013. s. 68. ISBN 978-80-7375-766-3.
2. KOVÁČ, J A KUEKOV, A. 2016. *Rezné mechanizmy s pílovou reťazou ťažobných strojov.*. Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2016, kolokvium ku grantovej úlohe č. 1/3534/06.
3. KOVÁČ, J A KRILEK, J. 2012. *Analýza opotrebovania reznej hrany hobľovacích nožov pílovej reťaze motorových píl.* 17, Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene
4. MACIAK, A. 2015. *Impact of the feed force on discontinuity of wood cutting with petrol chainsaw.* 66, Warsaw : Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW. Agriculture (Agricultural and Forest Engineering), 2015. ISSN 1898-6730.
5. OTTO, O A PARMIGIANI, J, 2015. *Velocity, Dpth-of-Cut, and Physical Property Effects on Saw Chain Cutting.* s.l. : BioResources , 2015. 10(4),. ISSN 1930-2126.
6. SIKLIENKA, M., KMINIAK, R., ŠUSTEK, J., JANKECH, A., 2017. *Delenie a obrábanie dreva*. Zvolen: Tachnická univerzita vo Zvolene, 2017. ISBN 978-80-228-2845-1
7. SNÍMAČ T20. [2019] [online] [cit. 2019-12-10] Dostupné na: <https://www.hbm.com/en/7343/t20wn-torque-meter-with-cylindrical-shaft-stubs/>
8. STN EN 13183-1: 2003. Obsah vlhkosti reziva. Časť 1: Stanovenie metódou sušenia v sušiarňi.

Corresponding author:

Ing. Tomáš Kuvik, PhD., Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta techniky, Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Študentská 26, 960 01 Zvolen,
e-mail: t.kuvik14@gmail.com

APPLICATION OF MECHANICAL FORCE SENSOR AND EMI METHOD FOR IDENTIFICATION OF PEDOCOMPACTION

MIROSLAV MACÁK - JANA GALAMBOŠOVÁ - VLADIMÍR RATAJ

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: Soil compaction introduced by large machineries is a major problem in terms of root development, water and nutrient availability and so it effects directly the yield of field crops. ControlledTrafficFarming (CTF) is based on permanent separation between traffic lines and crop bed. As in many CTF systems the permanent traffic lines are cropped as well, it is necessary to monitor the soil conditions there. There is need to assess the soil compaction in quick and reliable way.

The paper discusses the possibility of selected soil proximal sensing methods to determine the level of soil compaction. The draft force sensor (measuring at 0.10, 0.15 and 0.20 cm depth) and soil conductivity (electromagnetic induction) sensor (measuring at depths of 0.35 and 0.75m) were used. Both sensors were able to detect the differences in soil compaction at statistically significant difference of 0.01. It can be concluded that selected sensors can be used to reflect the soil compaction in a CTF system.

Keywords: horizontal penetrometer, electromagnetic conductivity, pedocompaction

INTRODUCTION

Soil compaction is one of the serious actual problem in agriculture (Hamza & Anderson, 2005). It significantly affects the many physical - chemical and biological processes (etc. low porosity, low water and air permeability) and it increased requirements for traction power in seedbed preparation (Badalíková, 2010; Chamen, 2011).

There are many factors which influence soil compaction. Besides the properties of soil itself (soil type, water and soil organic matter contents, etc.), the major factor is artificial.

Other than incorrect management practices, the majority of soil compaction is caused by field machinery and its axle loads, wheel and tyre parameters, number of passes and drive slip. For example, the predicted pressure at 0.5 m depth in soils has increased by a factor of around six due to increasing loads over the past 80 years (Chamen, 2011). Kroulik et al. (2009), Galambošová & Rataj (2011) showed that 85% and more of the field area is trafficked during the season. Damaged soil structure after field traffic may be partly repaired by deep soil cultivation however the high cost of these operations may be reduced by site- specific tillage (Chamen, 2015).

Other group of action is based on reducing/ avoiding soil compaction. To minimize the trafficked area, controlled traffic farming can be deployed, where the traffic is confined to the least possible area. The basic principle is establishing permanent traffic lines, which are used for all field operations and crop growth is mostly confined to the non-trafficked areas – crop beds (Chamen, 2011; Chamen, et al. 2003). This system can be used for all field crops (Peets et al., 2017). Also, in these systems, the extent of soil compaction needs to be determined and a proper soil management needs to be design as the permanent traffic lines are drilled in most of the European CTF systems (Galambošová et al. 2017; Macák et al. 2018; Smith at al. 2014; Godwin et al. 2017; Antille, et al. 2015).

Determining soil compaction is possible with standard methods as sampling of undisturbed soil samples or vertical penetrometer measurements. However, these methods are time and cost consuming (Rataj et al., 2014). Therefore, rapid methods which enable to measure soil properties and produce soil maps with high resolution.

Gebbers (2019) well summarizes proximal sensing methods. He described direct (the penetrometers and draft force sensors) and indirect (electromagnetic induction, galvanic couple electric resistivity or ground penetrating radar methods) methods which can be used for determining soil compaction. There are also published results on determining soil compaction by these methods (Krajčo, 2007; Alaoui&Diserens, 2018; Romero-Ruiz et al. 2019).

However, there is still lack of evidence in terms of direct assessing the extend of soil compaction by these methods. This paper presents results of a pilot experiment comparing the two soil proximal methods (soil conductivity and a draft force sensor) used to determine the soil compaction at traffic lines at a CTF experimental site.

MATERIAL and METHODOLOGY

Aim of the study is to find out if the selected soil proximal sensors can detect the different soil compaction areas in a CTF field.

Experimental site

Soil sensors were used to determine soil compaction at an experimental site, where along-term field scale experiment on Controlled traffic farming was established in growing season 2009/2010. The 16ha experimental field is located at University farm in Kolinany (Slovakia) with silty loam in the top soil (0-350 mm) (51% silt, 30% sand, 19% clay). A 6m OutTrackCTF system is used at the field using standard machinery resulting in 64 % non-compacted and 36 % of compacted soil. Soil conservation technologies are used up to the depth of 15cm. Crop rotation comprises of cereals, legumes, oil seed rape and maize. The layout of the experiment and all the details are described in Macák, et al. 2018 and Galambošová et al. 2017. The different intensity of soil compaction is introduced through the controlled traffic of machinery at the field.

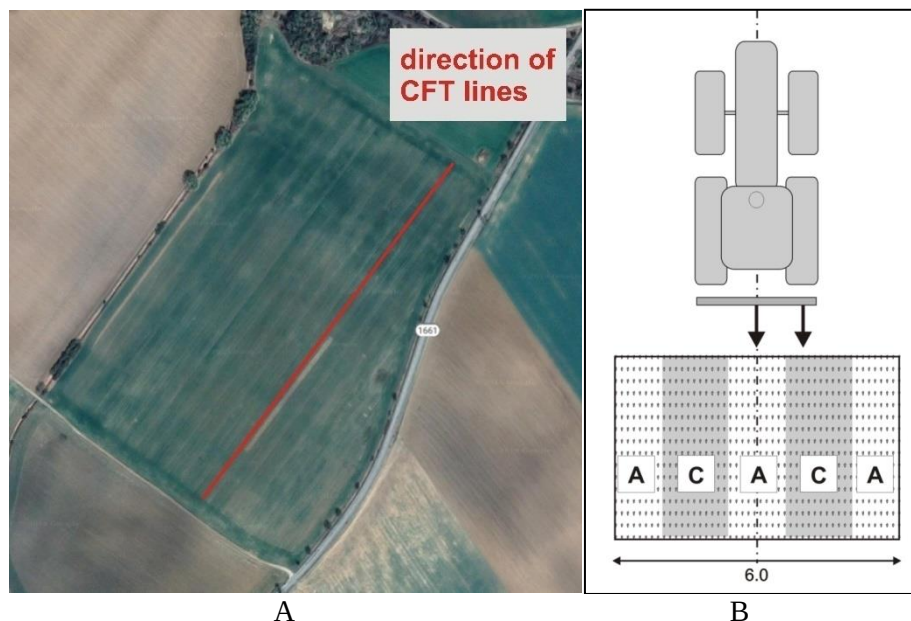


Figure 1 A - Satellite image of experimental field, showing, direction of CTF lines; B - experiment design – measured areas were located along the axle of CTF line namely: A - crop bed and C - traffic line

Areas used for tests

Data from soil proximal sensors were collected at two areas with different soil compaction conditions (**Figure 1-B**):

- Crop bed – non compacted soil (no field traffic since season 2009/2010),
- Traffic line – permanent traffic line of the CTF system, all field traffic at this line (since 2009/2010).

The different soil structure conditions were documented by vertical penetrometric resistance measured with a vertical soil cone penetrometer (Penetrologger Eijkelkamp).

Used methods of proximal sensing

Soil draft force sensor

A draft force sensor which measures continuously in horizontal plane, with two blades (one in non-compacted soil – crop bed and one in compacted soil – traffic line) was used to measure the

extend of soil compaction at the experimental field (Figure 2). This device was developed at Department of Transport and Handling, and details are provided in **Varga, et al. (2014)**. The device was originally designed to calculate the difference between the two blades which then is used to determine the relative extent of soil compaction. However, for the CTF systems it is beneficial that both, non-compacted and compacted soil could be measured at the same time in a very close distance ergo in the conditions (etc soil moisture content). Having the data for non-compacted soil and compacted tramlines enables then to assess the relative difference within the implement width, the conditions of soil at permanent tramlines the changeover the time. The measuring device was aggregated with John Deere 8100 and the forward speed of 1 km.h⁻¹ was used. Measurements were taken along a selected permanent tramline as shown in Figure 1-B and Figure 2 in three different depth horizons (10cm, 15cm a 20 cm).

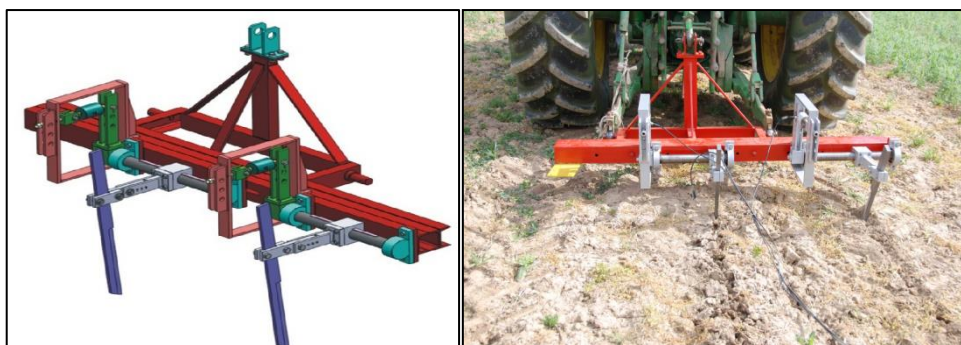


Figure 2 The draft force sensor measuring with the two-argument comparative method, left image: principle of the device (Varga, et al. 2014); right image: photo from the measurement

Electromagnetic conductivity (ECa, mS.m⁻¹)

Based on the published results (**Krajčo, 2007**), soil compaction can be determined by the electromagnetic conductivity of soil. The ECawas measured by EM38-MK2 (Figure 3) which provides measurements in the range to 0.35 m and 0.75 m, when the device is in the horizontal dipole orientation. Measurements were conducted at the same positions as the soil force sensor described above. To ensure this, the RTK accuracy GNSS receiver was used for guidance during the measurement.



Figure 3 The soil conductivity sensor Geonics EM-38MK2, (Geonics Limited, Canada)

Data analyses

Data were analysed with standard methods; one factor ANOVA with the LSD test were used to evaluate the differences of crop bed and permanent traffic line data. Software Statistica was used.

RESULTS and DISCUSSION

Soil force sensor was used in 2018 and electrical conductivity sensor was used in 2019 season. Figure 4 shows the penetrometric resistance at the areas in those two seasons. Siqueira et al. (2014) reported overview of published results that the root growth can be restricted or even impeded when vertical penetrometric resistance values vary between 1.0 and 3.5MPa or 2.0 and 4.0MPa. In 2018 were these limit values recorded for both areas, the crop bed reached the value of 2 MPa at the depth of 12cm and the permanent traffic line already at 5cm. In 2019 were the values up to the limit value to the depth of 30 cm for traffic line and 60 cm for the crop bed, respectively. However,

differences between the two areas of soil compaction (crop bed and permanent traffic line) were statistically significant ($p < 0.05$, see Figure 3) in the whole soil profile as it was expected.

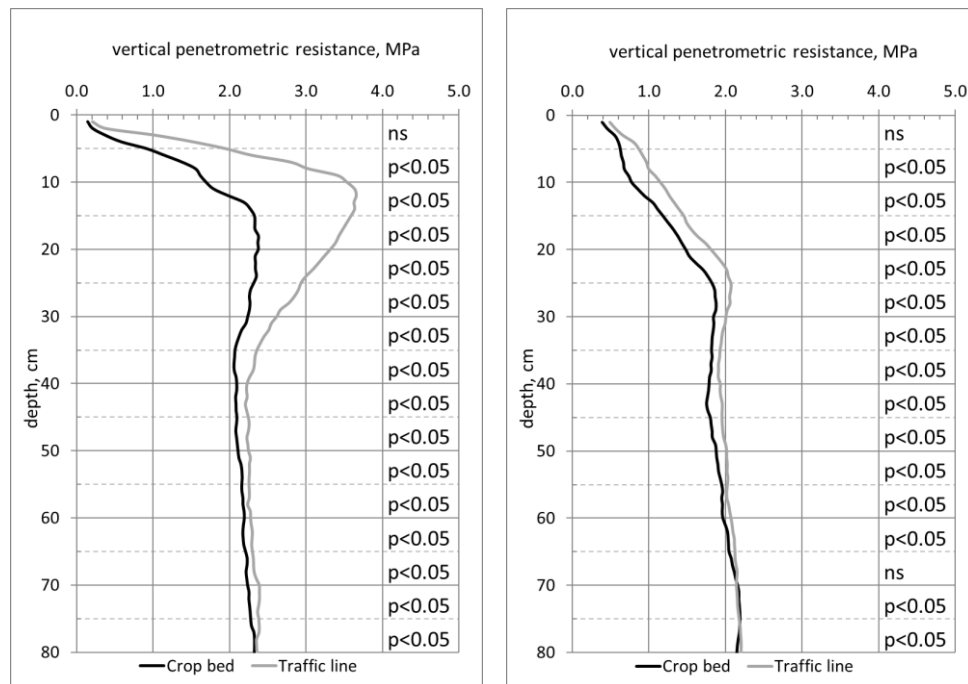


Figure. 4 Intensity of soil compaction in experimental zones represented by vertical penetration resistance (crop bed and trafficked line), left in 2018, right in 2019. Note: average of gravimetric soil moisture content in depth horizons 0-20 cm, 20-40cm and 40-80cm were 20.6%, 22.7%, 23.7% in 2018 and 23.4%, 22.5%, 22.6% in 2019, respectively. (ns – not significant).

Soil force sensor

Results of soil force sensor measurements are given in Table 1 (and one example of data readings in Figure 5). Statistical analyses showed a significant difference in the median values for all depths and both soil moisture conditions at a level of $p < 0.01$ (Table 1).

Table 1 Mean values, standard deviation and median values for data obtained by soil force sensor, ($n > 2500$), ** $p < 0.01$, (sd – standard deviation)

Depth of measurement, cm	Compaction	Draft force, N		Difference, N / significance
		average	±sd	
10 cm	Crop bed	1018.0	± 296.3	1260.7 **
	Traffic line	2278.7	± 427.9	
15 cm	Crop bed	1652.3	± 324.8	1186 **
	Traffic line	2838.3	± 374.4	
20 cm	Crop bed	3166.0	± 473.3	837.3 **
	Traffic line	4003.3	± 599.5	

The difference between the crop bed and traffic line decreases with increasing depth. This corresponds with the vertical penetrometer values, where also the difference decreases with increasing depth in the range between 10 to 20 cm. This shows the ability of the measuring device to detect the soil compaction differences across a small distance, which has potential use in assessing the conditions of permanent traffic lines in a CTF system. Also, if used for field scale variability mapping, soil moisture and a GNSS location should be recorded as proposed by authors (Naderi-Boldaji et al., 2016) the areas for local tillage could be targeted (Adamchuck et al., 2004).

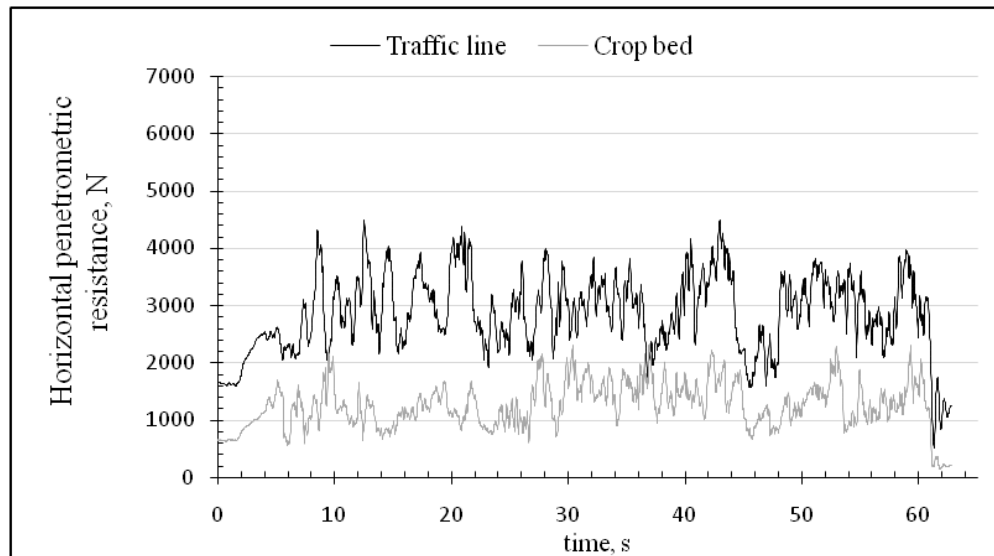


Figure 5 Time record of horizontal penetrometric resistance (depth of blade 15cm)

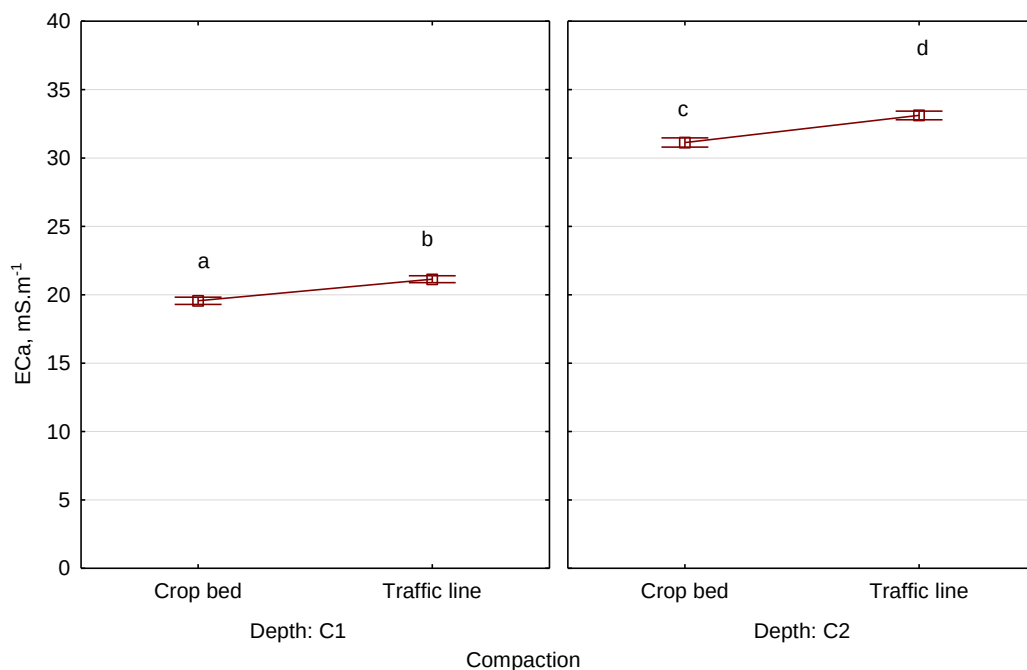


Figure 6 Mean values of soil conductivity measured in crop bed and traffic line in 0.35m (C1) and 0.75 m (C2) depth, (Note: a,b,c,d - different letters denotes to different groups at $p < 0.01$)

The soil conductivity sensor

Results of soil conductivity measurements are provided in Figure 6. Here, measured values for the different soil compaction conditions (crop bed and traffic line) are presented for both depth ranges (C1 – up to 0.35m and C2 - up to 0.75 m). Values of measured ECa, are typical for this type of soil texture (Domsch&Giebel, 2004). For both depths, soil compaction increased the ECa values significantly. The difference between measurement in crop bed and at traffic line were significantly different for both depths ($p < 0.01$). Up to date, there is lack of published knowledge on determining the soil compaction by electric sensors. In 2007, Krajčo compared different sensors (method of galvanic coupled resistivity and electric conductivity measuring by electromagnetic sensor) and reported that the electromagnetic sensor distinguished the areas with no compaction above 0.3 m and areas with no compaction in whole profile with less precision.

CONCLUSIONS

This paper is focused to determine soil compaction of permanent traffic lines at a CTF field by selected two soil proximal methods. In stated experimental CTF field, permanent separation of crop bed and field traffic line has been used for 10 years. Data from this pilot study showed, that electric conductivity measured by the electromagnetic induction methods is a useful tool to distinguish differences in soil compaction between the compacted lines and crop bed for the depth ranges up to 0.3 and 0.75 m at a statistically significant level. Measurements was done alongside the tramlines. Future research should be focused to exam the spatial resolution in the traffic lines.

The horizontal penetrometric resistance showed high sensibility in terms of determining the soil compaction in the upper layer. Here the local maximum of compaction was targeted by the technical specification of sensor. Future work will be aimed on combining this sensor with soil moisture measurements and GNSS data and possible extension of the sensor in order to be able to measure different depths simultaneously.

ACKNOWLEDGEMENT

This paper was prepared in the framework of a research projects funded by the European Union entitled:

- ITEPAG: Application of information Technologies to increase the Environmental and economic efficiency of Production Agro-system' (ITMS no. 26220220014)

- ABT: Building the Re-search Centre AgroBioTech' (ITMS no. 26220220180).

The authors are grateful to staff at the University Farm in Kolinany (Slovakia) for technical and operational support to conduct this research.

References:

1. ADAMCHUK, V.I. – HUMMEL, J.W. – MORGAN, M.T. -Upadhyaya, S.K. 2004. On-the-go soil sensors for precision agriculture. In: Computers and Electronics in Agriculture 44 (2004) 71–91.
2. ALAOUI, A. &DISERENS, E. 2018. Mapping soil compaction – A review. Current Opinion in Environmental Science & Health, 5:60–66
3. ANTILLE, D.L. - CHAMEN, W.C.T. - TULLBERG, J.N. - Lal, R. 2015. The potential of controlled traffic farming to mitigatebadalgreenhouse gas emissions and enhance carbon sequestration in arable land: A critical review. Transactions of the ASABE, 58(3): 707–731.
4. BADALÍKOVÁ, B. 2010. Influence on Soil Tillage on Soil Compaction. In: Dedousis, A.P., Bartzanas (eds.), Soil Engineering, Springer - Verlag Berlin Heidelberg.
5. CHAMEN, W.C.T. - Alakukku, L. - Pires, S. - Sommer, C. - Spoor, G. - Tijink, F.G.J. - Weisskopf, P. 2003. Prevention strategies for field traffic-induced subsoil compaction: a review Part 2. Equipment and field practices. Soil & Tillage Research, 73, 161-174.
6. CHAMEN, W.C.T. 2011. The effects of low and controlled traffic systems on soil physical properties, yields and the profitability of cereal crops on a range of soil types. PhD Thesis. Cranfield University.
7. CHAMEN, W.C.T. 2015. Controlled traffic farming – From worldwide research to adoption in Europe and its future prospects. Acta TechnologicaAgriculturae, 18(3): 64–73.
8. DOMSCH, H. – GIEBEL, A. 2004. Estimation of Soil Textural Features from Soil Electrical Conductivity Recorded Using the EM38. In Precision Agriculture 5(4):389-409, DOI: 10.1023/B:PRAG.0000040807.18932.80
9. GALAMBOŠOVÁ, J. - RATAJ, V. 2011. Determination of machinery performance for random and controlled traffic farming. In: Precision agriculture 2011. -- 1 elektronickýoptický disk (CD-ROM). -- 978-80-904830-2-6 Precision agriculture. -- Prague: Czech Centre for Science and Society, 2011. -- S. 449-456.
10. GALAMBOŠOVÁ, J. - MACÁK, M. - RATAJ, V. - ANTILLE, D. L. - GODWIN, R. J. - CHAMEN, W.C.T. - ŽITŇÁK, M. - VITÁZKOVÁ, B. - ĎUĐÁK, J. - CHLPÍK, J. 2017. Field Evaluation of Controlled Traffic Farming in Central Europe Using Commercially Available Machinery. In Transactions of the ASABE. vol. 60(3): 657-669, ISSN 2151-0032. DOI: <https://doi.org/10.13031/trans.11833>,

11. GEBBERS, R. 2019. Proximal soil surveying and monitoring techniques. In Precision agriculture for sustainability, editor: Stafford, J., BurleighDodds Agricultural Science, 2019. ISBN 13 9781786762047
12. GODWIN, R.J. - MISIEWICZ, P.A. - SMITH, E.K. - MILLINGTON, W.A.J. - WHITE, D.R. - DICKIN, E.T. - CHANEY, K. 2017. Summary of the effects of three tillage and three traffic systems on cereal yields over a four-year rotation. *Aspects of Applied Biology*, 134: 233–241.
13. HAMZA, M.A. - ANDERSON, W.K. (2005). Soil compaction in cropping systems A review of the nature, causes and possible solutions. *Soil & Tillage Research*, 82 (2): 121-145
14. KRAJČO, J. 2007. Detection of soil compaction using soil electrical conductivity. MSc by Research thesis. Cranfield University at Silsoe.
15. KROULÍK, M. - KUMHÁLA, F. - HULA, J. - HONZÍK, I. 2009. The evaluation of agricultural machines field trafficking intensity for different soil tillage technologies. *Soil & Tillage Research*, 105, 171–175.
16. MACÁK, M. - RATAJ, V. - BARÁT, M. - GALAMBOŠOVÁ, J. 2018. Comparison of Two Sowing Systems for CTF Using Commercially Available Machinery. *Agronomy Research*, 2018, 16, 2, p. 523 – 533. DOI: doi.org/10.15159/AR.18.060
17. NADERI-BOLDAJI M. - WEISSKOPF, P. - STETTLER, M. – KELLER, T. 2016. Predicting the relative density from on-the-go horizontal penetrometer measurements at some arable top soils in Northern Switzerland, *Soil & Tillage Research*, 159, 23-32.
18. PEETS, S. - CHAMEN, W.C.T. - GODWIN, R.J. - WHITE, D.R. - MISIEWICZ, P.A. - HARGREAVES, P.R. 2017. System design and the economics for controlled traffic farming (CTF) in grass silage production. ASABE Paper No.: 1700145. St. Joseph, MI.: 2018 ASABE Annual International Meeting, American Society of Agricultural and Biological Engineers.
19. ROMERO-RUIZ, A. - LINDE, N. - KELLER, T. - Or, D. 2019. A review of geophysical methods for soil structure characterization. *Reviews of Geophysics*, 56, 672–697.
20. SIQUEIRA, G.M. - DAFONTE, J. D. - LEMA, J.B. - ARMESTO, M.V. - FRANÇA e SILVA, E.F. 2014. Using Soil Apparent Electrical Conductivity to Optimize Sampling of Soil Penetration Resistance and to Improve the Estimations of Spatial Patterns of Soil Compaction. In *The Scientific World Journal*. Volume 2014, Article ID 269480, 12 pages, Hindawi Publishing Corporation <http://dx.doi.org/10.1155/2014/269480>
21. SMITH, E. K. - MISIEWICZ, P. A. - GIRARDELLO, V. - ARSLAN, S. - CHANEY, K. - WHITE, D. R. - GODWIN, R. J. 2014. Effects of traffic and tillage on crop yield (Winter Wheat *Triticum aestivum*) and the physical properties of a sandy loam soil. ASABE Paper No 1912652, St. Joseph, Michigan, USA
22. VARGA, F. - TKÁČ, Z. - ŠIMA, T. - HUJO, Ľ. - KOSIBA, J. - UHRINOVÁ, D. 2014. Measurement of soil resistance by using a horizontal penetrometer working with the two-argument comparative method. In *Agronomy Research* 12 (1), 187–196, 2014. available on web site: http://agronomy.emu.ee/wp-content/uploads/2014/05/2014_1_21_b5.pdf#abstract-313

Corresponding author:

Ing. Miroslav Macák, Ph.D., Department of Machines and Production Systems, Faculty of Engineering, Slovak university of Agriculture in Nitra, Tr. A. Hlinku 2, 949 76, Nitra, Slovakia, Slovak Republic, phone: +421 37 64144798, e-mail: miroslav.macak@uniag.sk

IMPACT OF ENERGY USE OF WOOD BIOMASS FOR THE ENVIRONMENT

JURAJ MAGA - KOLOMAN KRIŠTOF - OĽGA URBANOVIČOVÁ

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In order to improve both economic and social conditions in disadvantaged micro-regions of Slovakia, suitable changes in the heat supply are induced. This path was also chosen by the company, which was chosen by us. The mentioned company made the switch to another fuel at its boiler from burning low-quality brown coal / lignite to wood. The question is not only whether the new fuel for the boiler meets the economic, energy, but also environmental - environmental impact.

Keywords: biomass energy, dendromass, climate protection

INTRODUCTION

In 2018 the total consumption of solid wood fuel biomass (firewood, wood chips, fine-grained and lump residues after wood processing and handling, briquettes and pellets) reached 2.93 mil. ton. Compared to 2017, it decreased by 120 thousand. ton. The key consumers of wood fuels, which are the dominant renewable energy source in the SR, are enterprises of the wood and pulp and paper industry, population, central heat sources and the energy sector. The heat produced is mainly used for heating and industrial purposes.

So far, the modest growth in cogeneration in total energy production from wood fuels has stopped. There was a change in the structure of total consumption in favor of the wood processing industries, which was caused by an increase in the volume of industrial utilization of wood by domestic processors (favorable development in the export and import of wood). The consumption of wood fuels in central heat sources and energy continued to stagnate due to the development of climatic conditions and energy savings. The share of wood fuels in the total consumption of primary energy sources in Slovakia remained at 1.9% (Maga et al, 2010; Piszczalka, Jobbágy, 2011).

As a result of a change in the structure of wood fuel consumption in favor of wood processing industries that use their own wood residues, the supply of wood fuel biomass from forestry fell to EUR 1.41 million compared to 2017. tonnes (Table 9.2-1) by 15 thous. ton. Annual consumption of firewood increased by 5 thous. tonnes and reached 850 thous. ton. The reason is the increase in the number of family houses partly or exclusively heated by firewood. Consumption of forest fuel chips decreased by 20 thous. tonnes to the level of 560 thous. ton. In addition to the stagnation of domestic consumption, the reasons for the decline in supply are the lower competitiveness of forest chips against chips produced in the wood processing and non-forest land sectors (higher production costs).

Forest fuel wood biomass covered 48.1% of the total annual wood fuel consumption. Approximately 50% of the exploitable potential on forest land remains untapped. The wood is unsuitable for mechanical and chemical processing. This is due to the high incidence of calamities and the consequent accidental felling in coniferous (predominantly spruce) stands, thereby increasing the potential of deciduous wood by conserving logging; its product structure includes a higher proportion of fuel dendromass. Given the expected growth in the share of deciduous trees and their assortment structure, it is necessary to address the efficiency of fuel wood biomass production in LH, also due to the increase, resp. maintaining revenue from its sales (Piszczalka, Jobbágy, 2012; Maga et al, 2010).

Adoption of Act no. Amending Act no. 309/2009 Z.z. on the promotion of renewable energy sources and high-efficiency cogeneration and on amendments to certain acts, as amended, will adversely affect the efficient use of forest fuel biomass for the following reasons:

- at all levels (national, regional and local) the possibilities of increasing energy self-sufficiency will be reduced;
- chipping of residues from (deliberate, accidental) logging in an environmentally acceptable range has had a positive impact on forest hygiene and forest health;
- deterioration of economic performance of forest managers due to changing tree species and deteriorating structure of forest biomass due to accidental harvesting;
- the export of unprocessed wood raw material is indirectly promoted;

- reduce the possibilities of effectively reducing greenhouse gases in the atmosphere, through increased consumption of fossil fuels and carbon release from biomass, which is contrary to EU energy priorities and mitigation of climate change impacts (Zelená správa, 2019).

Reflections on combustion

The content of carbon, hydrogen and oxygen in the fuel determines the combustion properties, while the content of sulfur, chlorine and nitrogen mainly determines the characteristics of corrosion and environmental pollution. The simplest way to extract energy from woody biomass is by burning, which in turn converts the chemical energy contained in the components into thermal energy. The combustible components of wood-based fuels are carbon, hydrogen, sulfur and phosphorus and the non-combustible components are oxygen, nitrogen, water and ash minerals (carbonates, silicates, phosphates, sulphates, oxides, etc.).

Table 1 Combustion properties of wood biomass

Biomass	Elemental composition, %					Calorific value, (MJ/kg)	Ash (%)	Volatile substances, (%) (% m/m)
	C	H	O	N	S			
Wood	47	6,3	46	0,16	0,02	18,5	0,5	85
Barka	47	5,4	40	0,4	0,06	16,2	7,2	76

Dry calorific value at 10% humidity is 15-18 MJ / kg. A specific feature of biomass is its high volatile matter content (60-70% calorific value) and the favorable low ash content (1-7%).

In direct combustion, the wood is burned in a boiler and the hot water produced is used either for heating purposes or for the production of electricity by means of a steam turbine. The most popular local biomass combustion system is wood, namely traditional firewood, wood chips, sawdust or mixtures of these sources.

Ecological burning of wood and wood waste is a complex technological process, which generally includes the following partial processes:

- reducing the moisture content (dehydration) by storing it from 'fresh' to 'dried';
- thermal decomposition of dry wood, thereby removing moisture and releasing volatile substances;
- combustion of volatile substances (complete combustion: complete oxidation of volatile substances; incomplete combustion: environmentally polluting substances - carbon monoxide, unburnt hydrocarbons, solid particles - occur in flue gases);
- combustion of residual carbon.

The CO₂ neutrality dilemma

One of the main arguments for energy use of biomass (wood-based) is that greenhouse gas emissions from biomass combustion are lower than those from fossil fuels. Its combustion is assumed to be CO₂ neutral as it emits as much CO₂ as it consumes during growth. However, the carbon balance also includes carbon dioxide emissions from the production and application of fertilizers, pesticides needed for cultivation, as well as energy consumption accompanying all other transport operations and carbon dioxide emissions to convert primary agricultural products. The CO₂ balance of biomass use is ultimately favorable (saving CO₂) due to the use of fossil fuels it replaces. However, plant production also produces other greenhouse gases (eg CH₄, N₂O).

Influence of moisture and content of Na-, K-, S-, Cl in biomass on ecology

The low sulfur content of biomass (<0.1%) is beneficial against acid rain and acidification, so virtually no flue gas or ash is present. However, the decisive factor is the significant chloride content in the straw, which leads to the formation of volatile metal halides, chlorinated hydrocarbons and gaseous hydrogen chloride during combustion. Safe combustion is only recommended in power plants equipped with flue gas filters. Chlorine in the flue gas damages the design of the boilers and is responsible for corrosion at high temperatures on the heat exchanger surfaces. The moisture content of the biomass also causes combustion problems, which causes condensation and dew point problems, prevents perfect combustion of the fuel, lowers the combustion chamber temperature, and reduces the efficiency of the combustion technology. In the case of incomplete combustion of flue gas (smoke) also contain harmful organic compounds - benzene, organic acids, aldehydes, cresols,

phenols and other aromatics, but at the same time maintaining a high value of excess air increases NO_x emissions.

A key point of biomass combustion is the amount and quality of ash and dust in the flue gas, where the combustion air oxygen plays an important role. Particles in flue gases during biomass combustion are mainly potassium compounds (K_2SO_4 , KCl , KOH), which are less volatile and therefore remain predominantly in the ashes of the combustion chamber. However, some of them react in the presence of oxygen, increasing the potassium content of the flue gas as volatile compounds. The amount of potassium, chlorine and sulfur according to Table 2 in the samples of flying dust in the combustion of spruce biomass compared to the ash of the combustion chamber is very significant.

Table 2 Composition of ash from spruceSample Concentration

Sample	Concentracion (%)										
	C	O	Ca	Mg	Na	K	Al	Si	P	S	Cl
Spruce - ash	9,42	39,60	20,30	4,83	0,70	3,28	5,50	9,55	1,41	0,98	0,05
Spruce - dush	13,50	33,50	9,55	3,38	0,46	20,90	1,08	7,20	1,19	7,69	0,12

Alkali metals and chlorine compounds of the same elements play an important role in melting ash from biomass, which is detrimental to the combustion chamber.

On the other hand, the small amount and favorable composition of the remaining wood ash is beneficial for the environment. Unlike coal burning ash, it can be applied as a nutrient on agricultural land.

MATERIAL and METHODOLOGY

In the heating boilers used, flue gas testing is a suitable method for analyzing the combustion quality of the test fuel as well as the environmental impact of the combustion process. Two types of fuels were used for the measurements, namely the renewable energy source dendromass - fresh alder in a split state and as a non-renewable energy source lignite. Combustion was carried out in a hot-water boiler for mixed fuel (wood, coal) for heating houses with an output of 32 kW. The flue gas was tested with the flue gas analyzer TESTO 300 through the control opening in the flue gas duct behind the boiler. Parameters of used fuels and ash were analyzed in specialized laboratories of SES Tlmače.

RESULTS and DISCUSSION

Flue gas analysis in lignite combustion

As we can see from the table, the lignite combustion parameters are not favorable because it has a high humidity and a high ash content and the calorific value is relatively low. During the entire combustion process in the flue gas, a high CO concentration was measured, which is the effect of incomplete combustion even with sufficient oxygen (O_2) in the flue gas.

Table 3 Combustion properties of lignite

C	H	N	S	Ash content	Moisture	Calorific value (MJ/kg)
%						
41,95	3,97	0,84	3,89	23,9	50,98	

The concentration of nitrogen oxides (NO_x) was satisfactory. Due to the high sulfur content of lignite, the flue gases contain a higher concentration of SO_2 . A close inspection of the combustion chamber revealed a supply of false air that cooled the flame. In addition, the condition of the grates was found, some of which were slightly damaged. During the measurement to reduce the CO content in the flue gas, the temperature of the combustion process increased, resulting in an increase in SO_2 - and NO_x in the flue gas.

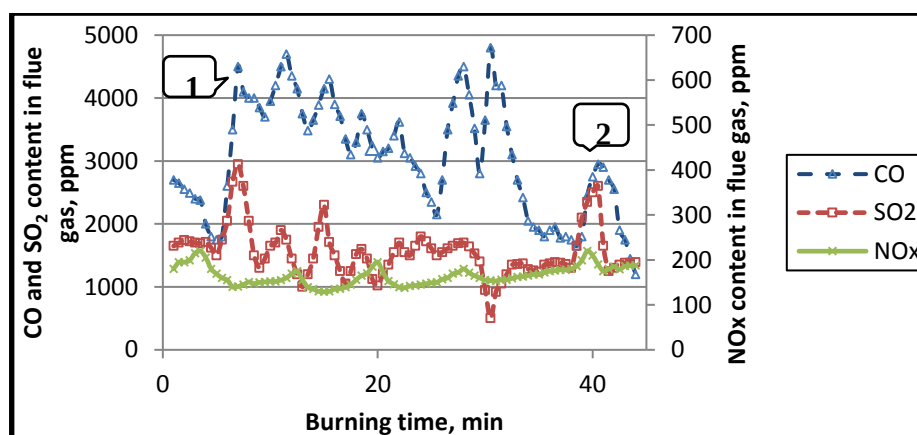


Figure 1 Content of CO, SO₂ and NO_x in flue gases during combustion of lignite
1, 2 - first and second fuel application - lignite

The change in the composition of the flue gas in individual periods of time is caused by occasional shifting of the combustion bed, where also a sudden supply of primary air occurs. The temperature of the flue gas was measured on the boiler outlet elbow, where the value was below 90 ° C. This value negatively influenced the chimney draft and thus the thermal processes with combustion reactions.

Flue gas analysis in wood combustion

The transition from lignite combustion to dendromass is expected to improve emission parameters as well as savings in heating costs. The dendromass used was fresh alder, more precisely split logs, where the dimensions of the individual pieces were: length 40 cm and diameter from 7 to 11 cm. The combustion parameters of this dendromass are shown in the following table.

The content of individual CO, SO₂ and NO_x gases in the flue gas when two batches of wood are burnt is shown in Figure 3.

Table 4 Parameters of combustion of dendromass - alder

C	H	N	S	Ash content , (%)	Moisture, (%)	Calorific value, (MJ/kg)
46	6	0,11	0,01	1- 2	35	14,35

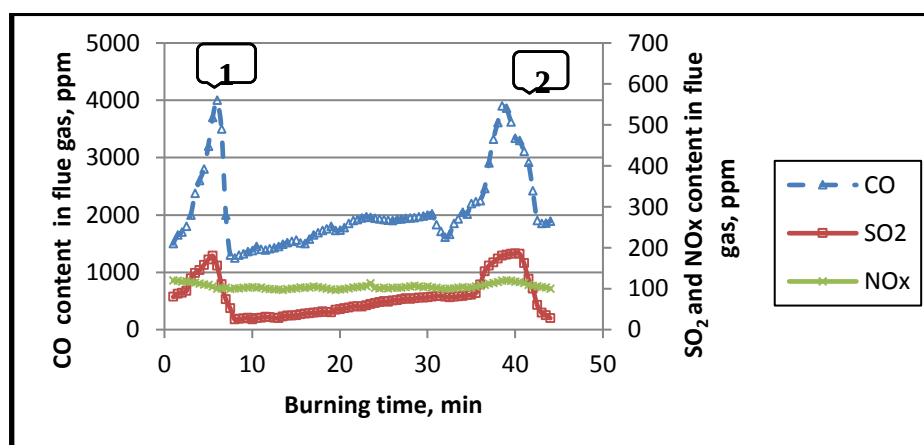


Figure 2 Concentration of CO, SO₂ and NO_x in flue gases during combustion of dendromass
1, 2 - first and second fuel application - wood

The increased proportion of SO₂ at the beginning of the combustion process at the time of the burn-up was due to the bark that had a higher sulfur content burned first. After burning of the bark layer, the SO₂ concentration in the flue gas stabilized at a dendromass typical of a significantly lower level of 50 ppm. The CO concentration, except for the fuel loading periods, was at a relatively low level of 1500 to 2000 ppm. At the time of fuel addition, CO values were nearly 4000 ppm. The

NO_x concentration was at a good level of about 100 ppm, as a result of the combustion process being properly conducted and the wood containing relatively little nitrogen.

Comparison of flue gas composition in combustion of lignite and dendromass

The figures compare the averages of the most important flue gas components polluting the atmosphere of CO, NO_x and SO₂ in the combustion of lignite and wood.

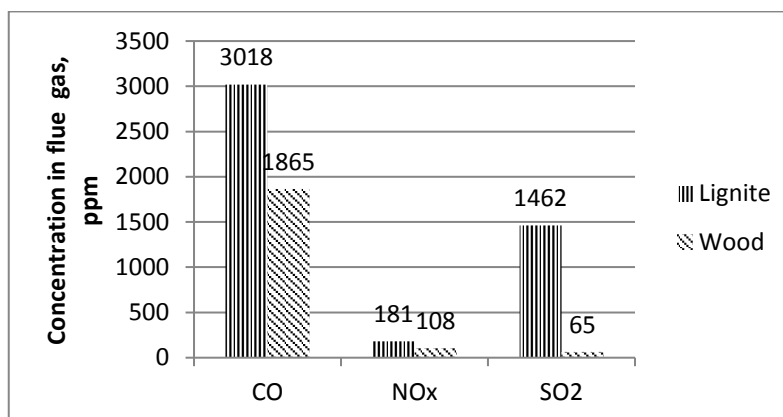


Figure 3 Content of CO-SO₂- and NO_x in flue gases during combustion of lignite and wood

All three monitored flue gas components in wood combustion were lower than in lignite combustion. Since the sulfur content of the wood is negligibly small compared to lignite, it is logical that the SO₂ content is only a fraction (about one-twentieth) of the flue gas lignite. The resulting nitrogen oxides (chemical NO_x) in the combustion of wood come exclusively from the nitrogen contained in the wood. From elemental analysis of wood we know that the nitrogen content in the wood is very low. From the available literature we know that when burning pure wood, the NO_x content of the flue gas is in the range of 100-200 mg / m³. In experimental measurements, NO_x levels of about 104 ppm were achieved, which is low compared to the average. In this context it should also be mentioned that the low NO_x content was also due to the gradual supply of air into the combustion chamber.

Combustion of wood and flue gas in combustion products

An accompanying phenomenon of a high proportion of the gaseous component in the combustion of wood is also a higher percentage of the dust content in the flue gas, namely particulate matter. In addition, a considerable amount of water vapor is present in the flue gas. According to the measurement results, 90% of the flue gas particles belong to the PM 10 group (Particulate Matter, PM 2.5). 2.5 is analogous to particles up to 2.5 µm in diameter, but some sites also measure PM1, where the particle diameter is less than 1 µm.

PM 10 emissions from wood combustion are mainly due to the following reasons:

- the fuel is damp and contaminated,
- the combustion plant is satisfactory,
- the operation of the combustion plant is satisfactory.

Table 5 The composition of solid pollutants in combustion products during combustion of wood

Element	K	Cl	Si	Ca	P	Mg	Fe	Al	Cu
%	13,86	0,61	1,18	24,95	1,7	2,94	0,46	0,65	0,029

Wood moisture as a fuel is important not only from the point of view of calorific value, but also from the point of view of high heat consumption for evaporation of water, the temperature of the combustion chamber decreases. For this reason, the combustion of wood gas and carbon will not be perfect, and therefore unburned hydrocarbons and soot will be produced. The rate of TZL formation can be reduced below the allowed value by proper combustion control. In this case, if the boiler works with good efficiency, the temperature of the exhaust gas is low and so bag filters can be

used. The concentration of particulate matter in flue gas should be lower than the permitted limit after January 1, 2016 with the value of 25 mg / Nm³.

PAH and dioxins

The chlorine content of the fuels during combustion may lead to metal halides, chlorinated hydrocarbons and hydrochloric acid in gaseous form. PAH (polycyclic aromatic hydrocarbons) arise due to imperfect combustion, especially when burning wood in low-output unregulated boilers (mainly in the population). One of the most dangerous is benzo (a) pirene (C₂₀H₁₂), which results from the pyrolysis of organic fuels in an oxygen-deficient environment. Its formation is most intense after heating, when the combustion chamber is still relatively cold and the dosed wood fuel is still heated. Due to the presence of chlorine (the chlorine content of wood is relatively low < 0.01 mg / kg) when burning wood at temperatures of 250-450 °C, chlorine dioxins and furans may also be formed.

CONCLUSION

This article evaluates the environmental impacts of energy use of biomass by combustion on ambient air. Emission values of experimental measurements of wood biomass combustion with fossil fuel - lignite were compared with the average values of literary ones. Measurements were made on boilers with a power of 32 kW at burning wood as a renewable energy source as well as lignite as a non-renewable energy source. The flue gas composition was measured, namely CO, NO_x and SO₂. Measurement results from the point of view of air pollution by flue gas emissions unequivocally confirmed the advantages of alder wood burning over fossil lignite. When comparing the average flue gas composition values for lignite and wood combustion, we conclude that the CO and NO_x concentration in fresh alder is 35-40% and SO₂ 90-95% lower than in lignite combustion. In assessing the impact of flue gas emissions on the ambient air pollution, water vapor and particulate matter (TZL) play an important role, where the combustion of wood does not achieve satisfactory results. To alleviate the problems caused by water vapor (combustion chamber cooling, incomplete combustion, inappropriate condensation phenomena), the correct and long-term storage of firewood is a clear solution to achieve a humidity of around 20%. TZL formation can be mitigated by dosing clean wood without pollutants, ensuring perfect combustion, optimizing chimney draft, and of course filtering devices connected to the flue.

REFERENCES

1. MAGA, J., PISZCZALKA, J., PEPICH, Š.:2010 Využitie rastlinnej a drevnej biomasy na výrobu tepla, SPU v Nitre, 171 str., ISBN 978-80-552-0511-3
2. MAGA, J. at all:2010 Zelená energia riešenie pre budúcnosť, SPU v Nitre, 180 str., ISBN 978-80-552-0510-6
3. PISZCZALKA, J. – JOBBÁGY, J. 2011. BIOENERGETIKA zelená energia. In: Odborná monografia. SPU: Nitra, 143 strán, ISBN 978-80-552-0645-5
4. PISZCZALKA, J. – JOBBÁGY, J. 2012 Bioenergetika zelená energia. In: Odborná monografia. SPU: Nitra, vydanie: prvé prepracované a doplnené, 1 strán, ISBN 978-80-552-0813-8.
5. ZELENÁ SPRÁVA: Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky /<https://www.mpsr.sk/zelená-správa-2019/123---14927/>

This work was supported by Laboratory of Analysis of Biomass for Bioenergy, AgroBioTech Research Centre built in accordance with the project Building „AgroBioTech" Research Centre ITMS 26220220180.

Corresponding author:

doc.Dr.Ing. MAGA Juraj, SUA in Nitra, Tr.A.Hlinku 2, Faculty of engineering, Department of Machines and Production Biosystems, e-mail: juraj.maga@uniag.sk

REALIZÁCIA PROJEKTU PRE SKLADOVANIE A MIEŠANIE KVAPALNÝCH HNOJÍV

JOZEF NAGY - JÁN JOBBÁGY - MICHAL ANGELOVIČ

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In given article we focused on the design and implementation of components for storage and mixing of industrial liquid fertilizer. The implementation has been done in the agricultural company Lupol, s.r.o. established in Lukáčovce. The concept of the design consisted of a mechanical mixing device with a total mixing volume of 7.5 m^3 ($2 \times 3.75 \text{ m}^3$), a technological solution of the tank connection and a system of storage tanks with a total volume of 96 m^3 . By the realisation were used Duraplas vertical storage tanks (DuraTank V-Pro, four pieces). Total savings on purchase prices for one season alone would be 8,270.08 Euros and the investment costs of the storage tanks 34,500 Euros (prices are for the year of implementation). With a minimum lifetime of 15 years, the implementation proved to be profitable during the first five years (total costs including transport). The result of the project was a successful implementation of mixing and storage of liquid nitrogen fertilizer in the selected company.

Keywords: fertilizer, applicator, tractor

ÚVOD

Základom poľnohospodárskej výroby je rastlinná výroba. Rastliny pre tvorbu produkcie vyžadujú príjem živín v rozličných formách, ktoré je možné aplikovať následne s modernými technológiami v potrebných dávkach podľa potreby a to na miesta (resp. zóny), kde sú najviac potrebné (Jobbágy a kol., 2017). Hnojivá sú jedným z hlavných výrobných prostriedkov rastlinnej výroby. Sú úzko späté s hospodárením na pôde. Ich charakteristickou vlastnosťou je, že priamo, alebo nepriamo pôsobia na rast a vývoj rastlín, na výšku a kvalitu úrody. Ovpływujú prístupnosť živín a intenzitu biologických procesov v pôde (Fecenko, 1994). Optimalizačné, preventívne a profylaktické hnojenie sa v súčasnosti obvykle realizuje pomocou tzv. listových (mimokoreňových, foliárnych) hnojív. V žiadnom prípade nemožno tento systém výživy považovať za náhradu základného hnojenia do pôdy, pretože cez listy môže rastlina prijať len malé množstvo živín. Výhodou mimokoreňovej výživy rastlín však je, že ju možno veľmi účinne využiť vtedy keď výživa rastlín prostredníctvom koreňov je obmedzená (napr. pretrvávajúce obdobie sucha), alebo keď sa v priebehu vegetácie zistí výrazný deficit niektorej živiny, pričom jej prednosťou tiež je, že ju možno výhodne spájať s aplikáciou pesticídov (Kuric, 2012). Pre dosiahnutie požadovanej kvality produkcie je potrebné okrem základného hnojenia dodať účinné živiny i v priebehu vegetácie. Jedným z možných a v súčasnosti zrejme najviac využívaných spôsobov prihnojovania je aplikácia živín mimokoreňovou – listovou výživou (Ducsay, Varga, 2015).



Obrázok 1 Aplikátor a skladovanie kvapalného hnojiva (AgriMaster, 2019)

Skladovanie hnojív a ich využívanie je upravené legislatívou. Stanovujú sa v nej požiadavky na ochranu vôd a vodných ekosystémov. Jej cieľom je zachovanie alebo zlepšenie stavu vôd pre ich trvalé využívanie. Vymedzuje práva a povinnosti osôb, či už právnických alebo fyzických, ktoré manipulujú s hospodárskymi hnojivami (Brestenský, 2019). Vďaka veľkoobjemovému skladovaniu za veľkoobchodné ceny sa ušetrí časové straty prostredníctvom stálej dostupnosti v blízkosti aplikácia alebo centrálou podniku a vstupné náklady. Ďalšou výhodou je jednoduché a rýchle plnenie postrekovačov a aplikátorov (obr. 1).

Cieľom príspevku bolo navrhnúť a zrealizovať možnosti skladovania kvapalného hnojiva vo vybranom podniku.

MATERIÁL A METÓDY

Podľa predurčeného cieľa sa z dostupných materiálov sa spracovala prehľadná charakteristika doterajšieho stavu technického vybavenia pre skladovanie kvapalných hnojív. Na základe zisteného stavu a požiadaviek zákazníka sa navrhlo najvhodnejšie riešenie z hľadiska prevádzkového a ekonomického. Problematika bola riešená v spolupráci s poľnohospodárskym podnikom Lupol, s.r.o. so sídlom v Lukáčovciach. Koncepcia metodických postupov vychádzala z posúdenia prvotného stavu, monitorovania podmienok, návrhov a realizácie a zhodnotenie aplikovateľnosti. Pri ekonomickom zhodnotení sa postupovalo podľa metodík podľa Ďudáka (Ďudák, 2016). V rámci ekonomického zhodnotenia projektov pre nové skladovacie zariadenia sme sa zamerali na náklady súvisiace cenou celého zariadenia, dopravy materiálu a montážnych prác. Pri výpočtoch nákladov na realizáciu projektu sa uvažovalo so zmenami vstupných parametrov, ktoré súviseli s konkrétnym podnikom, zvoleným systémom skladovania.

Medzi tieto parametre patria:

- vybraný podnik,
- cena zariadenia,
- cena jednotlivých komponentov,
- hodinová mzda zamestnancov,
- počet zamestnancov,
- celková dopravná vzdialenosť.

Celkové náklady na realizáciu projektu sa vypočítajú ako:

$$N_{CRP} = N_O + N_D \quad \text{Eur} \quad (1)$$

kde:

N_{CRP} – celkové náklady na realizáciu projektu v danom podniku, Eur,

N_O – obstarávací cena, Eur,

N_D – náklady na dopravné práce, Eur.

Pre realizáciu zásobníkov a miešacích zariadení pre kvapalné hnojivá sme sa zamerali na výrobcu plastových nádrží Duraplas. Avšak pred samotnou realizáciou inštalácie zásobníka alebo výroby miešacieho zariadenia sa museli zmapovať vstupné podmienky, navrhnúť opatrenia, technické a technologické parametre jednotlivých komponentov a to na základe potrebných výstupných hodnôt zákazníka. Francúzska spoločnosť Duraplas bola založená v roku 2006 ako dcérska spoločnosť veľkých svetových značiek s pôsobením v Severnej a Južnej Amerike, v Spojenom kráľovstve, ale aj v Austrálii a na Novom Zélande.

Poľnohospodársky podnik pod názvom Lupol, s.r.o. je vlastne rodinný podnik, ktorý pôsobí v oblasti poľnohospodárstva už od roku 1998. Nachádza sa v katastrálnom území obce Lukáčovce a obhospodaruje poľnohospodársku pôdu o celkovej výmere 1100 ha, zameriava sa výhradne na rastlinnú výrobu (plodiny - repka, pšenica, jačmeň a kukurica). V minulosti sa tu pestovali aj zemiaky, cibuľa a kapusta. Počet zamestnancov je v súčasnosti 20. Vznikol z bývalého PD Lukáčovce.

V poľnohospodárskom podniku Lupol, s.r.o. so sídlom v Lukáčovciach sa uskladňovalo už aj v minulosti koncentrované tekuté dusíkaté listové hnojivo vo forme vodného roztoku dusičnanu amónneho a močoviny (napr. DAM 390) a to vo vakových nádržiach, takzvaných flexitankoch.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Vzhľadom na dostupné informácie sme spracovali prieskum možnosti realizácie úpravy vybraných alebo realizácie nových zariadení pre prípravu a teda miešanie kvapalných priemyselných hnojív v danom poľnohospodárskom podniku, v ktorom sa zrealizovala výroba mechanického miešacieho zariadenia a to pre vytvorenie nami zvoleného tekutého roztoku do postrekovača. Týmto spôsobom si už podnik dokáže samostatne pripraviť ľubovoľný roztok listového dusíkatého hnojiva v danom čase, v danom množstve a pre danú plodinu. Príprava takéhoto zariadenia vyžadovala predprípravu a návrhy realizácie, pretože na Slovenskom trhu nie je mnoho zariadení a výrobcov, ktorí by sa zaoberali danou problematikou. K dispozícii je skôr ďaleko väčšie množstvo už predpripravených kvapalných roztokov. Tieto roztoky však už majú vopred predurčené množstvo a koncentráciu dusíkatých látok a mikroprvkov, ktoré nie je možné meniť. Výsledok sa následne môže prejaviť ako negatívny vplyv na podporu rastu plodín. Výstupom je namiešané listové kvapalné hnojivo (z granulátového hnojiva bohatého na dusík – prilovaná močovina a vody) o koncentrácii a množstvo ako si mi sami navolíme.



Obrázok 2 Realizácia miešacieho zariadenia v spoločnosti Lupol, s.r.o.

Na obr.2vľavo je zobrazené mechanické miešacie zariadenie, ktoré pozostáva z konštrukcie, osky, miešacej lopatky, elektromotora a prevodového ozubeného ústrojenstva. Konštrukcia je vytvorená tak, aby manipulátor mohol manipulovať s celým miešacím zariadením. Miešací proces sa realizuje priamo v zariadení pričom otáčky elektromotora sú zredukované na 2100 h^{-1} . Na obr.2vpravo sú zobrazené miešacie nádoby o objeme $3,75 \text{ m}^3$ (objem jednej nádoby, počet nádob 2 ks), ktoré slúžia pre vytvorenie tekutého roztoku z granulátových priemyselných hnojív (granulátová močovina). Priemer lopatkového ústrojenstva je 1,9 m, pričom priemer stacionárnych nádrží je 2,1 m, v ktorých dochádza k procesu miešania kvapalného hnojiva.



Obrázok 3 Technologické riešenie pripojenia nádrže, Zásobníky pre tekuté hnojivo – Lupol, s.r.o.

V rámci poľnohospodárskeho podniku Lupol, s.r.o. so sídlom v Lukáčovciach sa následne riešilo (druhá etapa) aj technologické riešenie plnenia (obr. 3vľavo). Pre napúšťanie nádrže sa musí horný ventil otvoriť a spodný zatvoriť. Pri prečerpávaní do dopravného prostriedku alebo aplikátora, t.j. vypúšťaní nádrže sa ventili otvoria a zatvoria opačne. Cisterna sa pripája protipožiarnou rýchlospojkou C52.

Ako tretia etapa projektu sa navrhlo riešenie, ktoré pozostávalo zo štyroch kusov veľkoobjemových nádrží na skladovanie tekutých listových hnojív v našom prípade na DAM390 (obr.3vpravo). Celkový objem uskladnenia je 96 m³ napr. pre tekuté listové hnojivá, z čoho tri nádrže sú s objemom 25 m³, a jedna nádrž má objem 21 m³.

Výhodou zásobníkov je ich jednoduché premiestnenie a úspora v plošnom priestore. Ekonomicky je to pre podnik výhodné riešenie, pretože môže hnojivo uskladňovať a nakúpiť ho vo väčšom množstve. Nákup veľkého množstva tekutého listového hnojiva firme zníži samozrejme obstarávacie náklady a tým samotné vstupy, čím firma zvýši rentabilitu a cenovú konkurencia schopnosť pri predaji úrody komodít. Základné vlastnosti hnojiva sú uvedené v tabuľke 1. Celkový obsah dusíka N je okolo 30 %.

Tabuľka 1 Vlastnosti listového hnojiva DAM 390

Parameter	Hodnota
<i>Celkový dusík ako N, %</i>	30
<i>Amónny dusík ako N, %</i>	15
<i>Močovínový dusík ako N, %</i>	7,5
<i>Dusičnanový dusík ako N, %</i>	7,5
<i>Maximálny obsah biuretu, %</i>	0,5

DAM 390 je možné použiť k základnému hnojeniu, k prihnojovaniu počas vegetácie, k urýchlenu rozkladu zaoranej slamy a k príprave širokej palety NPK suspenzií. Pre základné dusíkaté hnojenie pri predsejbovej príprave pôdy je DAM 390 použiť ku všetkým plodinám, hlavne k jarným. Uplatní sa aj v systéme minimálneho spracovania pôdy k medziplotinám. U semien citlivých na vyššiu koncentráciu čpavkového dusíka (ďateliny, repa a pod.) sa nepoužíva DAM390 tesne pred siatím. Vzhľadom k tomu, že DAM390 obsahuje rýchle ak postupne pôsobiace formy dusíku, je možné ním hnojiť na jar pred siatím (so zapracovaním), a na pôdach s dobrými sorpčnými vlastnosťami jednorazovo po celú vegetáciu (jarný jačmeň, ovos a iné.) K prihnojovaniu počas vegetácie sa používa buď v nezriedenom stave (predovšetkým k hnojeniu obilnín, repky a trávnatých porastov) alebo zriedený (hlavne pri dávkach dusíku pod 10 kg N.ha⁻¹ a u väčšiny dvojdomých rastlín). DAM390 je možné aplikovať na porasty nekvitnúce bez obmedzenia, pre kvitnúce sa môže aplikovať iba v dobe mimo letu včiel. Spoločná aplikácia s povolenými prípravkami na ochranu rastlín je možná a výhodná (miešateľnosť je nutné overiť u výrobcu prípravku na ochranu rastlín). Pre určenie potreby hnojenia dusíkom sa odporúča využiť platné normatívy a ďalšie objektívne diagnostické postupy. DAM 390 nie je látkou požiarnou nebezpečnou ani výbušnou, má ale oxidačné účinky. Sušina hnojiva je horľavá, v prípade vysolenia (vytvorenia zaschnutých zvyškov) je vzniknutý solný povlak pri styku s organickými látkami horľavý. Doba použiteľnosti je 18 mesiacov pri dodržaní podmienok skladovania. Hnojivo sa skladuje v nádržiach k tomu účelu vybudovaných a označených názvom hnojiva, umiestnených v záchytných vaniach väčších ako je objem najväčšej nádrže vo vani. V praxi sa zvykne tiež vybudovať okolo vonkajších nádrží navyšovanie jamy, ktoré sa zaizolujú a v prípade havárie tak ochraňujú ekologické prostredie. Pri skladovaní nesmie teplota prekročiť 80°C. Potom dochádza k hydrolýze močoviny a zvýšeniu pH. Je nutné zabrániť vzniku sušiny hnojiva na organ. Materiáloch (papier, tkaniny, drevo, piliny a pod.). Zásobníky, prepravné obaly, aplikačnú techniku je nutné okamžite po použití prepláchnuť vodou. Táto voda ani zvyšky aplikačných roztokov nesmú znečistiť zdroje pitnej vody. Je nutné zabrániť vzniku hnojiva do kanalizácie, do povrchových a spodných vôd.

Pred samotným návrhom sa zisťovali priemerné ceny balení dusíkatých hnojív (tabuľka 2). Pri investícií do nákupu zásobníkov o objeme 96 m³ pre skladovanie sa musíme v prvom rade zamyslieť nad časovou návratnosťou, ktorá vyplýva zo vstupných podmienok ako celkové potrebné množstvo hnojiva za rok, cena balení v malých množstvách alebo vo veľkých a pod.. Lupol, s.r.o v Lukáčovciach spotrebuje ročne 73,84 t (96 m³) DAM390 a 100 t Močoviny 46 %. Z toho vyplýva,

že pri objednávaní v maloobchodných cenách a objednanom množstve 73,84 t DAM390 sa spotrebuje 2953,6 ks (25 kg balení) čo predstavuje náklady 23038,08 Eur. Pretože močovina sa skladuje v 500 kg BigBag vakoch a je granulátová, nepotrebuje veľkoobjemové skladovanie.

Tabuľka 2 Cenník dusíkatých hnojív (termín zisťovania december 2019, Ceny, 2019)

Hnojivo	Balenie, kg	Cena, Eur
DAM 390	25	7,8
Liadok amónny s vápencom 27%	25	8,97
Liadok vápenatý 15%	25	8,58
Močovina 46%	25	11,7
Síran amónny 21%	25	7,8

Tabuľka 3 Ekonomické položky realizácie

Materiál			
Položka, názov	Počet, ks	Cena, Eur bez DPH	Cena, Eur s DPH
DuraTank V-Pro 25000	3	24 450	29 340
DuraTank V-Pro 21000	1	6 650	7 980
Spolu	4	31 100	37 320
Realizované a dopravné práce			
Položka, názov	Počet, ks	Cena, Eur bez DPH	Cena, Eur s DPH
Montážne práce	20	580	696
Doprava 01	4	3 400	4 080
Doprava 02	4	120	144
Doprava spolu		3520	4 224
Spolu		4 100	4 920
Celkové náklady s DPH		42 240	

Doprava 01 - materiál zo zahraničia na Slovensko, Doprava 02 - výjazdy montážnikov na Slovensku

Pri veľkoobchodných cenách sú hodnoty ponúk na inej úrovni a pri skladovaní a objednaní 73,84 t DAM390 sa cena pohybuje na úrovni 204 Eur.t⁻¹ (dodávateľ Wodan, s.r.o Slovensko) čo predstavuje celkové náklady 14768,00 EUR. Celkové úspory len na obstarávacích cenách za jednu sezónu činia 8270,08 Eur. Investičné náklady z hľadiska realizácie zásobníkov o celkovom objeme 96 m³ (nádžre 3x25 m³ a 1x21 m³ – polyetylénové nádžre francúzskeho výrobcu Duraplas) predstavujú celkom 37 320 Eur. Pri minimálnej životnosti 15 rokov sa nám realizácia preukázala ako rentabilná a to v období 5 prvých rokov (celkové náklady aj s dopravou). Vertikálne polyetylénové nádžre majú aj rad ďalších výhod. Potrebne plošné rozmery pre nádžre sú v hodnotách okolo 9 m² pre každú nádžre, čo predstavuje celkovo 36 m². Výškové parametre s hodnotami 4 m (pre 25 m³) a 6,2 m (pre 21 m³). Pri vakových systémoch predstavuje celková plocha cca. 128 m² (prevedenie 27 m³, t.j. 32 t, rozmery – 8,1 x 3,94 s počtom kusov 4). Úspora plošnej výmery predstavuje teda 92 m². Montážne práce vykonávali zamestnanci počas niekoľkých dní, kde celkový pracovný fond bol stanovený na hodnotu 20 h. Pri cene práce za jednu normohodinu 29 Eur činili náklady na montážne práce 696 Eur s DPH. Doprava zo zahraničia v prípade štyroch zásobníkov činila 4 080 Eur a doprava v rámci Slovenska (štyri zásobníky, vzdialenosť 20 km – spolu tam a späť 40 km, cena za jeden kilometer 0,9 Eur) činila 144 Eur. Celkovo možno povedať, že náklady na dopravu štyroch zásobníkov činili 4 920 Eur a celkové náklady na realizáciu projektu aj s materiálom boli vo výške 42 240 Eur.

Hlavné prednosti používania hnojív na listovú výživu spočívajú v ich rovnomernejšej aplikácii a v použití menších dávok živín (najmä mikroelementov) v porovnaní s pôdnou aplikáciou ako i v uplatnení výživy cez list počas vegetácie (Varga, Ducsay, 2015). Veľmi výhodným spôsobom hnojenia mikroelementmi je ich aplikácia na list (Ducsay, Varga, 2015). Vysoké a stále úrody poľných plodín sa dajú dosiahnuť len pri pravidelnom prísune organickej hmoty do pôdy. Časť takejto hmoty pozostáva zo zvyškov po zbere poľných plodín, ostávajúcu potrebu organickej hmoty dopĺňajú hnojivá aplikované zámerne (Ďudák, 2019). Cieľom používania listovej výživy je, presnou a cieleňou aplikáciou, zvyšovanie hektárových výnosov a prirodzenej úrodnosti pôdy a znižovanie spotreby priemyselných hnojív (AT Hnojenie, 2020). V danom podniku sa zrealizovali výskumy aplikácie dusíkatých hnojív, kde dusičnan sa akumuloval smerom k hranici zvlhčeného objemu pre

vybrané kombinácie počiatočnej koncentrácie dusičnanov, aplikačnej dávky, aplikovaného objemu a vstupnej koncentrácie. Distribúcia dusičnanov bola výrazne ovplyvnená stratégiami fertigácie (Li et al., 2005).

ZÁVER

V príspevku sme sa zamerali na možnosť realizácie miešania a skladovania kvapalného priemyselného hnojiva. Realizácia prebiehala v podniku Lupol, s.r.o. so sídlom v Lukáčovciach, a bola rozdelená na tri etapy – miešanie, pripojenie nádrže a skladovanie. Pre miešací proces sa navrhol mechanický princíp s celkovým objemom nádrží pre miešanie 7,5 m³. V rámci realizácii úspešne prebehla aj etapa týkajúca sa skladovacích priestorov o celkovom objeme 96 m³ pozostávajúca zo štyroch nádrží. Pri aplikovaní kvapalného hnojiva DAM v skladovacích priestoroch a prezistených cenových ponukách by celkové úspory len na obstarávacích cenách za jednu sezónu činili 8 270,08 Eur a to pri celkových nákladoch na realizáciu 42 240 Eur. Pri minimálnej životnosti 15 rokov sa nám realizácia preukázala ako rentabilná a to v období 5 prvých rokov (celkové náklady aj s dopravou).

LITERATÚRA

1. AGRIMASTER. [online] [s.a.] [cit. 24.11. 2019] Dostupné na internete: file:///C:/Users/janko/Downloads/39076_AgriMaster_CZ.pdf 2015. Listová výživa - prečo, kedy a ako. In Naše pole. 19, (2015), s. 45--47. ISSN 1335-2466.
2. AGROTRADE. [online] [2019] [cit. 04.12. 2019] Dostupné na internete: <https://www.agrotradegroup.sk/duraplas>
3. AT Hnojenie. [2013] [s.a.] [cit. 27.01. 2020] Dostupné na internete: <https://www.listovehnojivaat.sk/hnojenie-s-at>
4. CENY. [online] [cit. 23.12.2019] Dostupné na internete: <https://www.agropodnikas.cz/maloobchod>
5. DUCSAY, Ladislav - VARGA, Ladislav. 2015. Listová výživa - prečo, kedy a ako. In Naše pole. 19, (2015), s. 45--47. ISSN 1335-2466.
6. ĎUĐÁK, J. 2019. Hnojenie tuhými a tekutými organickými hnojivami. In Moderná mechanizácia v poľnohospodárstve. 22, 7 (2019), s. 5--11. ISSN 1335-6178.
7. EKOART. [online] [2019] [cit. 24.11. 2019] Dostupné na internete: <http://www.ekoart.sk/dvojplastove-nadrze-na-dam.html>
8. FECENKO, Ján. 1994. Hnojenie poľnohospodárskych plodín 1.vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1994. 184 s. ISBN 80-7137-162-9
9. JOBBÁGY, Ján - KRIŠTOF, Koloman - BÁREK, Viliam. 2017. Meliorácie v poľnohospodárstve : vlastnosti pôdy, odvodňovanie a zavlažovanie. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2017. 253 s. ISBN 978-80-552-1676-8.
10. KURIC, Ivan. 2012. Výživa a hnojenie. Pomôcka pre ZO SZZ. Dostupné na internete: https://www.skalite.sk/e_download.php?file=data/editor/212sk_4.pdf&original=Vyziva_a_hnojenie.pdf
11. LI, J. – ZHANG, J – RAO, M. 2005. Transactions of the ASAE. 2005. Vol. 48(2): 627-637. (doi: 10.13031/2013.18336).
12. VARGA, Ladislav. -- DUCSAY, Ladislav. 2015. Výživa a hnojenie záhradných plodín. 1. vyd. Bratislava : Plat4M Books, 2015. 171 s. Praktické rady záhradkárom. ISBN 978-80-89642-22-9.

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

REALIZÁCIA DOPRAVY A APLIKÁCIE PRE ORGANICKÉ HNOJIVÁ

JOZEF NAGY - JÁN JOBBÁGY

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In a given article, we focused on design and implement agricultural combination for transport and application of organic fertilizer. The implementation took place in the agricultural company AT Dunaj, s.r.o established in Dubník. The design concept of the agricultural combination consisted of a Massey Fergusson MF 8690 tractor, a Samson PG25 slurry transporttanker and a Samson TE8M injector. Three variants were proposed for the successfully implementation of the project, from which Option 1 was selected, where the total cost of the combination was 349,000 EUR. From the overall evaluation it follows, that for the annual production of 18 000 m³ of digestate and its price before the separation of NPK 4.78 Eur.m⁻³ the difference was calculated on the economic costs in nutrients with respect to the application method 34 420 Eur.year⁻¹. This nutrient value gets directly into the soil, what in resulting is a reduction in the cost of applying industrial or liquid fertilizers. Given the way of injection, input prices for nutrients of digestate and the amount of material produced in the Biogasstation, we can count with payback period of 1.13 years.

Keywords: fertilizer, applicator, tractor

ÚVOD

Hnojivá sú jedným z hlavných výrobných prostriedkov rastlinnej výroby. Sú úzko späté s hospodárením na pôde. Ich charakteristickou vlastnosťou je, že priamo, alebo nepriamo pôsobia na rast a vývoj rastlín, na výšku a kvalitu úrody. Ovpľývajú prístupnosť živín a intenzitu biologických procesov v pôde (Fecenko, 1994). Výživa a hnojenie majú nezastupiteľnú funkciu pri pestovaní plodín a pestovateľskému koníčku dávajú kvalitatívne omnoho vyšší stupeň (Varga, Ducsay, 2015). Podľa pôvodu sa hnojivá rozdeľujú na organické a priemyselné (minerálne) (Angelovič, Jobbágy, 2010).

Mechanizačné prostriedky používané na aplikáciu hnojiva vykonávajú práce spojené s aplikáciou živín rastlinám do pôdy, na povrch pôdy alebo na povrch rastlín. Pestovaním plodín dochádza k úbytku živín, ktoré je treba následne dodávať. Dodaním sa zvyšuje úrodnosť pôdy a upravujú sa fyzikálne, chemické a biologické vlastnosti. V niektorých prípadoch sa využíva tzv. fertigácia – aplikácia hnojiva so závlahovou vodou (Angelovič a kol., 2019). Súprava predstavuje zoskupenie energetického a mechanizačného prostriedku (Ďuďák, 2016A).

Maštalný hnoj je najviac aplikovaným tuhým organickým hnojivom. Obohacuje pôdu o organickú hmotu a súčasne dodáva potrebné živiny do pôdy (dusík, fosfor a draslík). Nevhodnou alebo zastaranou aplikáciou maštalného hnoja resp. nevhodne vybavenými prostriedkami dosiahneme percentuálnu stratu využitia živín (Angelovič a kol., 2015).



Obrázok 1 Aplikácia organického hnojiva(Jeřábková, Dufková, 2013)

Jedným z najefektívnejších spôsobov zhodnotenia biologicky rozložiteľných odpadov je výroba bioplynu v bioplynovej stanici. Bioplynové stanice pracujú na princípe anaeróbného rozkladu substrátov s vysokým obsahom organického uhlíka. Produktmi anaeróbného rozkladu substrátu sú bioplyn (s majoritným podielom metánu v rozsahu od 50 % do 75 %) a digestát, ktorý sa v prípade

optimálneho zloženia môže aplikovať na poľnohospodársku pôdu (Galovič, Balog, 2020). Aplikácia digestátu ako hnojiva je jednoznačne najvhodnejší spôsob jeho využitia, pretože spolu s ním sú do pôdy navrátené ľahko dostupné živiny pre rastliny a mikroorganizmy (Jeřábková, Dufková, 2013).

Cieľom príspevku bolo navrhnúť a zrealizovať vo vybranom podniku súpravu pre dopravu a aplikáciu organického hnojiva.

MATERIÁL A METÓDY

Na základe stanoveného cieľa sa z dostupných materiálov spracuje prehľadná charakteristika doterajšieho stavu technického vybavenia pre dopravu a aplikovanie organických tekutých hnojív. Na základe zisteného stavu a požiadaviek zákazníka sa navrhlo najvhodnejšie riešenie z hľadiska prevádzkového a ekonomického. Problematika bola riešená v spolupráci s poľnohospodárskymi podnikmi AT Dunaj, s.r.o. so sídlom v Dubníku. Koncepcia metodických postupov vychádzala z posúdenia prvotného stavu, monitorovania podmienok, návrhov a realizácie a zhodnotenie aplikovateľnosti. Pri ekonomickom zhodnotení sa postupovalo podľa metodík podľa Ďudáka (Ďudák, 2016). V rámci ekonomického zhodnotenia projektov pre nové skladovacie a prepravné zariadenia sme sa zamerali na náklady súvisiace cenou celého zariadenia, dopravy materiálu a montážnych prác. Pri výpočtoch nákladov na realizáciu projektu sa uvažovalo so zmenami vstupných parametrov, ktoré súviseli s konkrétnym podnikom, zvoleným systémom skladovania a prepravy. Medzi tieto parametre patria:

- vybraný podnik,
- cena zariadenia,
- cena jednotlivých komponentov,
- hodinová mzda zamestnancov,
- počet zamestnancov,
- celková dopravná vzdialenosť.

Celkové náklady na realizáciu projektu sa vypočítajú ako:

$$N_{CRP} = N_O + N_D \quad \text{Eur} \quad (1)$$

kde:

- N_{CRP} – celkové náklady na realizáciu projektu v danom podniku, Eur,
 N_O – obstarávacía cena, Eur,
 N_D – náklady na dopravné práce, Eur.

Spoločnosť AT Dunaj bola založená v roku 2000 na troskách družstva v konkurze, za účelom poľnohospodárskej prvovýroby, kde hlavnou činnosťou v tomto období bola rastlinná výroba v stredisku (Kamenici nad Hronom). V súčasnosti spoločnosť AT Dunaj Dubník, s.r.o. je dcérskou spoločnosťou Agrotrade Group, s.r.o., ktorá vznikla v roku 1993, obhospodaruje približne 3300 ha ornej pôdy rámci 2 stredísk Kamenica nad Hronom a Dubník, a to v rôznych katastrálnych územiach okresov Komárno a Nové Zámky, kladie dôraz na rozvíjanie živočíšnej výroby. Hlavnými pestovanými plodinami sú kukurica, pšenica, slnečnica, repka, sója bez GMO a krmoviny. Stredisko v Kamenici nad Hronom je zamerané na rastlinnú výrobu a výrobu krmovín. V r. 2001 pri rozšírení aktivít o POD Dubník bola činnosť doplnená o živočíšnu výrobu a aj napriek všeobecnému trendu v tom období rušiť chovy hovädzieho dobytku sa vedenie spoločnosti odvážne rozhodlo pre investície a rozširovanie v tejto oblasti chovu hovädzieho dobytku a mliečnej produkcie. Celá poľnohospodárska výroba je podriadená Farmfoods konceptu a je prírodná. Vedenie spoločnosti AT Dunaj sa zameriava na vysokej úrovni na chov a podstatné investície spoločnosti smerujú do tejto oblasti.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Odpadové teplo z bioplynovej stanice zefektívnilo iné činnosti v spoločnosti AT Dunaj Dubník. Centralizácia chovu hovädzieho dobytku na stredisko v Dubníku, ktorá prebehla v roku 2012 a 2013, pozitívne ovplyvnila jeho výsledky, vzhľadom na umiestnenie dojníc do novo vybudovanej maštale s kapacitou 650 ks dojníc. So živočíšnou výrobou súvisí aj prevádzka bioplynovej stanice,

ktorá využíva ako vstupné suroviny pre výrobu energie hnojovicu a maštalný hnoj. Taktiež vyhnitá hmota z bioplynovej stanice je využitá na doplnenie organických živín pre plodiny a aplikácia sa vykonáva pomocou stacionárnych aplikátorov, ktoré sa zároveň využívajú aj na zavlažovanie a boli uvedené do prevádzky v roku 2016. Spoločnosť si v rámci dodávateľsko-odberateľských vzťahov zakladá na dlhodobých a korektných vzťahoch, o čom svedčí aj fakt, že s niektorými spoločnosťami firma spolupracuje od svojho založenia.

Vyhnitá hmota z bioplynovej stanice, ako sme už uviedli, je využitá na doplnenie organických živín pre plodiny. Aplikácia sa vykonáva pomocou aplikátorov, ktoré sa zároveň využívajú aj na zavlažovanie. Alkalita digestátu v AT Dunaj Dubník má hodnotu pH 7 až 8, ktorá ho predurčuje na kyslé (až neutrálne) pôdy. BPS využíva výhradne objemové krmivá (siláž, senáž) a hosp. hnojivá (hnojovica, MH) produkujú digestát s obsahom N (0,25-0,75%) z čoho je $\frac{1}{2}$ až $\frac{3}{4}$ dusíka amónneho okamžite prijateľného rastlinami. Na druhej strane digestát fermentáciou znižuje obsahuje organickej hmoty až o 50% oproti hnojovici a obsahuje iba ťažko rozložiteľnú organickú hmotu, čím pôdu neobohacuje o humus a organickú zložku až tak, ako MH, alebo hnojovica. Preto je dôležité dodávať spolu s digestátom na pole aj látky podporujúce a urýchľujúce rozklad organickej hmoty (napr. bakteriálne hnojivá).

Pred spustením prevádzky BPS v roku 2013 sa AT Dunaj Dubník aplikáciu tekutej organickej hmoty (neseparovanej hnojovice) vykonával s cisternovým podvozkom Liaz 706 s objemom cisterny 8 m³, ktorá aplikovala voľným rozstrekem tekutú organickú zložku na pole, a tým všetky hodnotné živiny unikli minimálne s 50 %-ným podielom do ovzdušia. Oblasť Dubník sa nachádza v okrese Nové Zámky na západnom Slovensku, kde je v celkovej výmere obhospodarovanej ornej pôdy prevažne rovinatá oblasť. V oblasti teda nie sú ďalšie terénne faktory, ktoré by podmienovali naplánovanie novej technickej jazdnej súpravy na efektívny vývoz tekutej organickej zložky na všetky polia. Pri plánovaní koncepcie novej technickej jazdnej súpravy sa zohľadňoval tiež spôsob aplikácie a zapracovania do pôdy. Keďže nová plánovaná technická súprava je veľká investičná položka v podniku, bola pre nás dôležitá ekonomická návratnosť vložených investícií. Pri výpočtoch sa počítalo s cenami NPK (v hnojovici) pre rôzne formy aplikácií a zapracovania do pôdy (N = 0,9 Eur.kg⁻¹, P = 0,8 Eur.kg⁻¹ a K = 0,8 Eur.kg⁻¹). Celkovo sme teda uvažovali s jednotkovou cenou hnojovice alebo digestátu 4,78 Eur.m⁻³. V priemernej hnojovici HD a v digestátoch z bioplynových staníc je asi polovičný obsah živín oproti maštalnému hnoju a nižší podiel sušiny organickej hmoty. Aplikácia materiálu musí byť čo najrovnomernejšia, pretože následne sa môže dosiahnuť nepriaznivý efekt rozloženia živín v pôde. Dôležitý je aj faktor zamedzenia strát únikom do ovzdušia a okamžité zapravenie aplikovaného organického materiálu do pôdy. V hnojovici sme uvažovali so zastúpením živín NPK v nasledovnom percentuálnom zložení (N = 0,3 %, P = 0,06 % a K = 0,02 %).

Pri realizácii projektu, sme v danej oblasti zohľadnili typy pôdných podmienok, univerzálne využitie a zapracovanie separovanej hnojovicovej šťavy – digestátu, maximalizáciu hodinovej a dennej výkonnosti jazdnej súpravy a investičné náklady vybraného riešenia. Pred samotným výberom najvhodnejšej alternatívy sa vytvorila koncepcia troch možností. Spoločnosť AT Dunaj Dubník mal pred spustením BPS plány pre realizáciu dopravy a aplikácie na zapracovanie do pôdy separovanej hnojovice (digestátu) o objeme 18 000 m³. Podnik nemal k dispozícii žiadnu techniku pre tento účel.

Prvá alternatíva (**variant 1**) vychádzala s aplikovania kombinácie traktora MF8690 a aplikátora SamsonPG s objemom nádrže 25 m³. Technické, technologické a prevádzkové parametre sú uvedené v tabuľke 1. Pri plnení sa uvažovala výkonnosť čerpadla 300 m³.h⁻¹ a pri aplikácii 192 m³.h⁻¹. Vzhľadom na vzdialenosť parcely od podniku musíme počítať s celkovou časovou potrebou 720 h, čo predstavuje pri 8 h smene 90 pracovných dní. Pri samotnej výkonnosti súpravy a výslednej časovej náročnosti vstupujú do procesu aj ďalšie faktory ako napr. dlhšie časové obdobie potrebné na vývoz digestátu s nízkou hodinovou kapacitou, menej priaznivé počasie, nižšia výkonnosť (neustále skladanie - rozkladanie náradia) a samotná jazda s aplikátorom - obmedzená priechodnosť terénom (Tabuľka 2).

Pri druhej variante (**variant 2**) sa uvažovalo s aplikátorom Samson o objeme 25 m³ v kombinácii s traktorom MF8690, pričom by dovoz vykonávala jedna cisterna s objemom 18 m³ taktiež v kombinácii s traktorom MF8690 (navýšenie vozového parku podniku o dva traktory, jednu cisternu a jeden aplikátor). Vzhľadom na objemovú veľkosť prepravnej cisterny sa preukázalo toto

riešenie ako nevhodné. Dôvodom je o 28 % nižší objem prepravnej cisterny ako objem nádrže aplikátora, ďalšou nevýhodou je obstarávacia cena prepravného zariadenia. Zásobník aplikátora by sme teda nikdy nenaplnili na 100 %. Z hľadiska časového zhodnotenia pri meraniach sme zistili, že aplikácia 14 m³ digestátu je v trvaní cca. 0,25 h pričom kyvadlová doprava (jedno otočenie) je v trvaní 0,67 h pri vzdialenosti 6 km.

Tabuľka 1 Technické a prevádzkové parametre – súprava Variant 1 (Aplikátor – doprava a aplikácia)

Parameter	Hodnota
Pracovný záber, m	8
Objem cisterny, m ³	25
Dávka, m ³ .ha ⁻¹	20
Rozloha parcely, ha	40
Pracovný čas plnenia, h	0,083
Vzdialenosť na pole, m	7 000
Výkonnosť súpravy, ha.h ⁻¹	1,26
Výkonnosť súpravy, m ³ .h ⁻¹	25,29
Celkový objem digestátu, m ³	18 000
Celkový čas, h	720

Tabuľka 2 Rýchlostné parametre a časové úseky – variant 1 (Aplikátor – doprava a aplikácia)

Parameter	Hodnota
Koeficient plnenia, %	100
Priemerná rýchlosť na pole, km.h ⁻¹	20
Priemerná rýchlosť na poli pred aplikáciou, km.h ⁻¹	11
Pracovná rýchlosť pri aplikácii, km.h ⁻¹	12
Priemerná rýchlosť na poli mimo aplikácie, km.h ⁻¹	12
Priemerná rýchlosť z poľa, km.h ⁻¹	22
Čas nakládky v BPS, h	0,08
Čas jazdy po ceste – plná nádrž, h	0,36
Čas jazdy po poli – plná nádrž, h	0,05
Čas aplikácie, h	0,14
Čas jazdy po ceste – prázdna nádrž, h	0,33
Čas jazdy po poli – prázdna nádrž, h	0,04
Celkový čas cyklu, h	1
Celkový čas jazd po ceste, h	0,69
Celkový čas jazd a práce na poli	0,31

Tabuľka 3 Technické a prevádzkové parametre – súprava Variant 3 (Aplikátor + 2 cisterny)

Parameter	Hodnota
Aplikátor len na poli	
Pracovný záber, m	8
Objem nádrže, m ³	25
Dávka, m ³ .ha ⁻¹	20
Rozloha parcely, ha	40
Pracovný čas plnenia, h	0,067
Výkonnosť súpravy, ha.h ⁻¹	4,35
Výkonnosť súpravy, m ³ .h ⁻¹	86,92
Celkový objem digestátu, m ³	18 000
Celkový čas, h	207
Prepravné cisterny	
Objem prepravnej cisterny, m ³	25
Vzdialenosť na pole, m	7 000
Čas nakládky v BPS, h	0,067
Výkonnosť súpravy, m ³ .h ⁻¹	34,97
Celkový objem digestátu, m ³	18 000
Celkový čas, h	515

Navrhli sme preto aj tretie riešenie (**variant 3**) zvýšenia doterajšej objemovej výkonnosti z $25 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ na $50 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (Tabuľka 3, 4). Celkovo by bol vozový park navýšený o tri kusy traktorov MF8690, jeden aplikátor Samson a dve dopravné cisterny o objeme 25 m^3 . Pri takomto riešení je treba súpravu vhodne rozdeliť na stroje aplikačné a stroje prepravné (štandard pri užívaní BPS alebo v rámci služieb – vzdialenosť viac ako 2 až 3 km od BPS). Navrhli sme v tomto prípade zaradiť aplikátor s objemom nádrže 25 m^3 a pre dopravu zrealizovať dve prepravné cisterny o objeme 25 m^3 (spolu 50 m^3). Pri plnení sa uvažovala výkonnosť čerpadla $378 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a pri aplikácii (prekládke) $498 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Pri zhodnocovaní aplikačnej linky sme zistili, že hodnota výkonnosti by mohla dosiahnuť $86,92 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ aplikovaného digestátu. Prepravná rýchlosť a z toho vyplývajúca výkonnosť sa stanovila na hodnotu $35 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ (pri nasadení dvoch cisterien to je $70 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$).

Tabuľka 4 Rýchlostné parametre a časové úseky – variant 3 (Aplikátor + 2 cisterny)

Parameter	Hodnota
Koeficient plnenia, %	100
Priemerná rýchlosť na pole, $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	22
Priemerná rýchlosť z poľa, $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$	25
Prekládka do aplikátora na poli, h	0,05
Čas nakládky v BPS, h	0,067
Čas jazdy po ceste – plná nádrž, h	0,318
Čas jazdy po ceste – prázdna nádrž, h	0,28
Celkový čas cyklu, h	0,715
Celkový čas jazd po ceste, h	0,598
Čas plnenia a prekládky, h	0,17

Tabuľka 5 Technické parametre vybraných traktorov MF

Parameter	Hodnota
Označenie	MF 8690
P_N , kW	253,54
P_M , kW	275,91
M_M , Nm	1540
Prevodovka	Dyna VT
Hmotnosť, kg	10300 kg
Dĺžka, m	5,67
Výška, m	3,380
Motor	SISU AGCO POWER 8.4 l, 6 valec
Hydraulický systém	$12 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$, 0,2 MPa
Nosnosť TBZ	12 000 kg

P_N - nominálny výkon pri otáčkach 2100 min^{-1} , kW, P_M - maximálny výkon pri otáčkach 2000 min^{-1} , kW, M_M - maximálny krútiaci moment, Nm

Tabuľka 6 Technické parametre prepravných cisterien Samson PG

Parameter	Hodnota		
Typ, označenie	PG 18	PG 21	PG 25
Objem nádrže, m^3	18	21	25
Hmotnosť, kg	7400	9700	9900
Výška max, m	4000	4000	4000
Traktor, kW	200	240	300
Výkon, $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$	36	42	50
Spotreba, $\text{l} \cdot \text{m}^{-3}$	0,6	0,6	0,6
Náprava	Tandem hydr. odpružená	Tridemhydr. odpružené	Tridemhydr. odpružená

Pre výber najvhodnejšej alternatívy je treba posúdiť aj ekonomickú stránku realizácie. Technické parametre navrhovanej techniky pre realizáciu projektu dopravy a aplikácie hnojovice sú uvedené v tabuľke 5 (traktor MF8690, obr.2), tabuľke 6 (Prepravná cisterna Samson PG25) a v tabuľke 7 (aplikátor TE8M, obr.2).

Aplikátor je použiteľný pre plytké zapravenie do hĺbky 5-10 cm, je univerzálne použiteľný vrátane lúk, pasienkov a porastov viacročných krmovín – rýchly rozklad organickej hmoty za pôsobenia kyslíka (aeróbny). Zhodnotenie ekonomických nákladov pre jednotlivé varianty je uvedené v tabuľke 8. Na základe posudzovaných vstupných parametrov a to celkovo vyrobeného digestátu (hnojovice) za rok a celkových obstarávacích nákladov pre jednotlivé alternatívy sa vybralo pre daný podnik najvhodnejšie riešenie - **Variant 1**. Hodinová výkonnosť je pri danom variante A síce najnižšia, ale vzhľadom na celkovú produkciu podniku a nasadenie techniky postačujúca.



Obrázok 2 Traktor MF8690, Prepravná cisterna PG25

Tabuľka 7 Technické parametre aplikátora TE8M

Parameter	Hodnota
Označenie	TE-8
Počet diskov	1
Pracovná šírka, m	8
Transportná šírka, m	2,74
Transportná výška od zeme, m	3,74
Počet diskov / Priemer diskov, mm	32 / 385
Potrebný príkon kW.m ⁻¹	4,47 - 5,97
Hmotnosť, kg	1850

Tabuľka 8 Ekonomické náklady pre obstaranie techniky, tri alternatívy

Technika	Obstarávacia cena, Eur.ks ⁻¹	Variant 1		Variant 2		Variant 3	
-	-	Počet, ks	C ₀ , Eur	Počet, ks	C ₀ , Eur	Počet, ks	C ₀ , Eur
Traktor MF8690	170 000	1	170 000	2	340 000	3	510 000
Cisterna PG18/PG25	110 000 140 000	1 PG25	140 000	1 PG18+ 1 PG25	250 000	3 PG25	420 000
Aplikátor TE8M	39 000	1	39 000	1	39 000	1	39 000
Spolu	-	-	349 000	-	629 000	-	969 000

Na základe obstarávacích cien jednotlivých vybraných poľnohospodárskych strojov a vybranej varianty 1, tvoria celkové vstupné náklady na techniku 349 000 Eur. Pri ročnej výrobe 18 000 m³ digestátu a jeho cene pred separáciou NPK 4,78 Eur.m⁻³ (ceny platia pre rok, kedy sa realizovali práce) sa pri diskovom zapracovaní uvažuje 10 % strata živín (celková hodnota investovaná do pôdy je 77 440 Eur) a pri klasickej aplikácii postrekom bez zapracovania sa uvažuje s 50 % stratou živín (celková hodnota investovaná do pôdy je 43 020 Eur). Rozdiel prepočítaný na ekonomické náklady v živinách teda predstavuje vzhľadom na spôsob aplikácie 34 420 Eur.rok⁻¹. Táto hodnota živín sa dostane priamo do pôdy čo vo výsledku predstavuje zníženie nákladov na aplikáciu priemyselných alebo listových hnojív. Vzhľadom na spôsob zapracovania (to znamená zavedením vybraného aplikátora s uvažovaním predpísaných strát), vstupné ceny za živiny z digestátu a množstvo vyrobeného materiálu v BPS môžeme uvažovať s návratnosťou za časové

obdobie 1,13 roka. Pri tomto hodnotení sme uvažovali s rovnakými pracovnými podmienkami pre náklady na zamestnanca a časové úseky aplikácie. Vzhľadom na zavedenie komplexnej súpravy aplikácie (variant 1) bude návratnosť dlhšia.

Kvalita digestátu ako hnojiva ide pritom ruka v ruku s kvalitou vstupných surovín, ktoré sú v bioplynových staniciach spracované. Pri aplikovaní digestátu na pole je kladený dôraz nielen na jeho nutričné hodnoty, ale i na jeho nezávadnosť. Ako hnojivo nesmie byť kontaminované chemickými nečistotami, nežiaducimi materiálmi, odpadom ani patogénmi. Kladené nároky na kvalitu digestátu sú v súčasnom období v radoch krajín s rozvinutým sektorom bioplynu, ako napr. v Nemecku, Dánsku, Rakúsku, Švédsku, Veľkej Británii i v Českej republike, už prenesené do legislatívy. Hnojivé účinky digestátu veľmi často predbehnú v testoch minerálne hnojivá, ale napríklad aj hnojovicu (Jeřábková, Dufková, 2013).

Efektívnosť využívania dopravných súprav je charakterizovaná ich výkonnosťou a nákladmi na zabezpečenie ich prevádzky. Preto oblasť pre racionálne uplatnenie dopravných súprav je treba hľadať na základe dvoch kritérií: maximum výkonnosti a minimum nákladov (Duďák, 2016B).

ZÁVER

V danom príspevku sme poukázali na zhodnotenie a realizáciu návrhov dopravy a aplikácie organického hnojiva. Vo vybranom podniku sa navrhli tri varianty realizácie, z ktorých sa nakoniec vybrala prvá s celkovou obstarávacou cenou za súpravu 349 000 Eur. Z hľadiska dostupných materiálov o cenách hnojív a nákladov ich aplikácii aj inými spôsobmi sme zistili, pri ročnej výrobe 18 000 m³ digestátu a jeho cene pred separáciou NPK 4,78 Eur.m⁻³ predstavuje rozdiel prepočítaný na ekonomické náklady v živinách vzhľadom na spôsob aplikácie 34 420 Eur.rok⁻¹. Pri takýchto výsledkoch by sme dosiahli približne návratnosť 1,13 roka. Samozrejme výsledky by sa zmenili ak by sme počítali s inými nákladmi na hodinovú sadzbu zamestnanca a časovými sekvenciou pracovných činností.

LITERATÚRA

1. ANGELOVIČ, Marek - JOBBÁGY, Ján. 2010. *Mechanizácia rastlinnej výroby*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2010. 179 s. ISBN 978-80-552-0453-6.
2. ANGELOVIČ, Marek - JOBBÁGY, Ján - FINDURA, Pavol. 2015. *Technika v biosystémoch*. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015. 203 s. ISBN 978-80-552-1391-0.
3. ANGELOVIČ, Marek - JOBBÁGY, Ján - FINDURA, Pavol. 2019. *Technika v biosystémoch*. 1. upravené vydanie. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2015. 220 s. ISBN 978-80-552-2065-9
4. DUĎÁK, Jozef. 2016A. Riadenie prevádzky strojov. 1. vyd. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita, 2016. 216 s. ISBN 978-80-552-1616-4.
5. DUĎÁK, Jozef. 2016B. Kritériá hodnotenia dopravy. In *Roľnícke noviny*. 87, (2016), s. 29. ISBN 0231-6617.
6. FECENKO, Ján. 1994. Hnojenie poľnohospodárskych plodín. 1. vyd. Nitra: Vysoká škola poľnohospodárska v Nitre, 1994. 184 s. ISBN 80-7137-162-9
7. GALLOVIČ, PETER - BALOG, BORIS. 2020. Výroba bioplynu. [online] [20.01.2020] [07.02. 2020] Dostupné na internete: <https://www.enviro.sk/33/vyroba-bioplynu-uniqueidmRRWSbk196FPkyDafLfWAAAnlHoBoU9LRpfIR8s0I3uS0YG2SXIR7jg/>
8. JEŘÁBKOVÁ, Julie - DUFFKOVÁ, Renata. 2013. Využití digestátu jako hnojiva. *Biom.cz* [online]. 2019-06-21 [cit. 2020-02-13]. Dostupné z WWW: <<https://biom.cz/cz/odborne-clanky/vyuziti-digestatu-jako-hnojiva>>. ISSN: 1801-2655.
9. VARGA, Ladislav. -- DUCSAY, Ladislav. Výživa a hnojenie záhradných plodín. 1. vyd. Bratislava : Plat4M Books, 2015. 171 s. Praktické rady záhradkárom. ISBN 978-80-89642-22-9.

Corresponding author:

doc. Ing. Ján Jobbágy, P.hD. Slovak University of Agriculture in Nitra, Faculty of Engineering, Department of Machines and Production systems, Tr. A. Hlinku 2, Nitra 949 76, Slovak Republic
phone: : + 421 37 641 4796, e-mail: Jan.Jobbagy@uniag.sk

ANALÝZA REZNÉHO MECHANIZMU PRE DENDROMASU

BRANISLAV TICHÝ¹ – JOZEF KRILEK¹ – JÁN KOVÁČ¹ – TOMÁŠ KUVIK¹ – JÁN JOBBÁGY² – KOLOMAN KRISTOF²

¹Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

²Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: The aim of the paper is to design and calculate by means of mathematical empirical relations the disc chipper mechanism and its shaft, which will be design for beech wood processing. The shaft of disc chipper was testing by program PTC Creo. The results of the analysis show that the shaft of the cutting mechanism disc chipper complies.

Keywords: disc chipper, analysis, shaft, design

ÚVOD

Získavanie energie z biomasy je jednou z najstarších energetických technológií využívaných ľudstvom. Biomasa bola pre zabezpečenie tepla a svetla využívaná už v dobe kamennej a v nasledujúcich rokoch sa stala najdôležitejším zdrojom energie. Ale s nástupom fosílnych palív a elektrifikácie biomasa stratila svoje vedúce postavenie. V rozvojových krajinách však zostala naďalej hlavným zdrojom energie, s ohľadom na životné prostredie a negatívnymi dopadmi neobnoviteľných zdrojov energie. V blízkej budúcnosti bude zastávať významné miesto v palivovo - energetickej základni aj v rozvinutých krajinách, vrátane Slovenska. Biomasa je biologický materiál vhodný na energetické využitie, ktorý sa tvorí v prírode vďaka fotosyntéze, ktorá premieňa organickú hmotu rastlín pomocou konzervovanej slnečnej energie. Poskytuje užitočné formy energie, či už je to elektrická, teplo i kvapalné palivá pre motorové vozidlá. Biomasa patrí medzi najvýznamnejšie obnoviteľné zdroje energie a je významným energonosičom, ktorý môže do značnej miery nahradiť fosílnu palivá a tým znížiť množstvo skleníkových plynov. Významné postavenie má aj v sociálno-ekonomickom aspekte, hlavne na vidieku, kde vytvára trvalé pracovné príležitosti a zabezpečenie údržby krajiny (Židek, Bohunická 2005). Sekacie stroje sa využívajú aj pri výrobe v drevárskom priemysle a to na výrobu aglomerovaných (vláknitých a trieskových) dosiek a pri chemickom spracovaní dreva.

Sekanie dreva je nevyhnutná časť spracovania drevnej hmoty. Toto spracovanie dreva prispieva k efektívnemu využitiu dreva pri spracovaní, ťažbe, ale aj pri spracovaní na nové výrobky. Aby bol výrobný proces čo najefektívnejší, najkvalitnejší a najekonomickejší musia sa zvoliť čo najvhodnejšie stroje a technológie výroby.

Sekací mechanizmus tvoria: sekací kotúč, sekacie nože a protinôž.

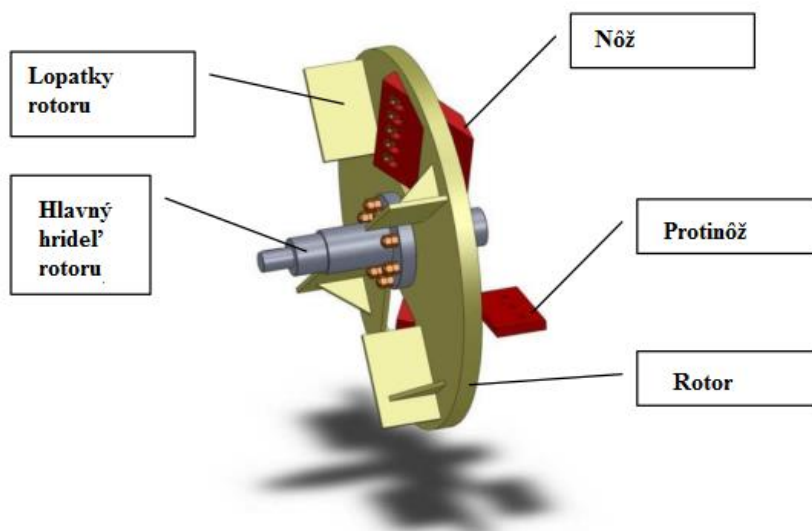
Jeho úlohou je správne odseknúť triesku. Sekací mechanizmus je uvedený na obrázku 1. Jedná sa o masívny rotujúci kotúč, na ktorom sú pripevnené sekacie nože a vyhadzovacie lopatky. Celý kotúč je umiestnený na hriadeľi, ktorý je zároveň jeho hnacím ústrojenstvom. Kotúč má na sebe vytvorené tri (dve alebo viac) dosadacie plochy pre sekacie nože. Priemer kotúča je zvolený tak, aby nám dostatočne pokryl vstupný otvor. Materiál rotoru je zvolený tak, aby odolával všetkým rázom a silám vznikajúcim pri sekaní dreva na štiepku.

Nôž je vyrobený z veľmi kvalitného materiálu nástrojovej oceli, aby odolával všetkým zaťažujúcim silám, bol po čo najdlhšiu dobu ostrý a odolný voči oteru. Sekací nôž sa musí dať nastavovať, tak aby sa dala nastaviť správna medzera medzi nožom a protinôžom.

Cieľom príspevku bol návrh hriadeľa malej kotúčovej sekačky.

MATERIÁL A METODIKA

V tejto časti príspevku je špecifikovaná sústava SNOP, sú definované rezné parametre a uvedené základné výpočty pre teoretické stanovenie rezných síl. Pre napäťovú analýzu je potrebné zistiť veľkosti síl a momentov, ktoré pôsobia na samotný hriadeľ. Vykonaný teoretický výpočet rezných síl a tie sa potom s reznými podmienkami zadefinovali vo vybranom CAD softvéri, v ktorom boli vytvorené 3D model hriadeľa. Následne sa vykonala napäťová analýza simulovaného hriadeľa.



Obrázok 1 Sekací mechanizmus

Tabuľka 1 Zadané parametre

Základné parametre sekačky	Max. priemer sekaného dreva d [mm]	Hrúbka štiepky h [mm]	Dĺžka štiepky l_s [mm]	Príkon P [kW]
	250	5	30	50

STREDNÁ HODNOTA REZNEJ SILY

$$F_{cstr} = p * b_{str} = 25454 * 0,064 = 1629,06N \quad (1)$$

kde:

p - merná rezná sila na jednotku štiepky ($N \cdot m^{-1}$)

b_{str} -stredná podmienená šírka rezania dreva (m)

Pri sekaní valcových kusov suroviny naklonených k rovine sekacieho kotúča, každý režúci nôž odrezáva kotúč eliptického tvaru určitej hrúbky ako je to znázornené na obrázku 2.

STREDNÁ PODMIENENÁ ŠÍRKA REZANIA

$$b_{str} = \frac{S_r}{L} = \frac{\pi * d^2}{4 * \cos \alpha_s * \cos \varphi_1 * L} = \frac{2 * 0,25^2}{4 * \cos 0 * \cos 20 * 0,5236} = \frac{0,125}{1,9681} = 0,064m \quad (2)$$

kde:

d - priemer sekaného dreva (m)

$\alpha_s = \alpha_1$ - uhol naklonenia vstupného žľabu od horizontálnej roviny ($^\circ$)

$\varphi_1 = \alpha_2$ - uhol naklonenia vstupného žľabu od vertikálnej roviny ($^\circ$)

S_r - plocha rezu (plocha elipsy $S_r = \pi \cdot a \cdot b$) (m^2)

L - vzdialenosť medzi sekacími nožmi na kružnici s polomerom R_{str} (m)

VZDIALENOSŤ MEDZI SEKACÍMI NOŽMI

$$L = \frac{2\pi R_{str}}{z} = \frac{2 * \pi * 0,250}{3} = 0,5236 m \quad (3)$$

kde: z - počet nožov (-)

R_{str} - stredný sekací polomer (m)

MERNÁ REZNÁ SILA NA JEDNOTKU DĹŽKY:

$$p = K * h_{str} = 5,1 * 10^6 * 0,005 = 25454 Nm^{-1} \quad (4)$$

kde:

K - merná rezná sila na jednotku plochy ($N.m^{-2}$)

h_{str} - stredná hrúbka štiepky (m)

MERNÁ REZNÁ SILA NA JEDNOTKU PLOCHY:

$$K = K_{\varphi,2} * a_w * a_d * a_p * a_m = 4 * 10^6 * 0,89 * 1,3 * 1,0 * 1,1 = 5090800 Pa \quad (5)$$

kde: $K_{\varphi,2}$ - merná rezná sila na jednotku plochy (Pa)

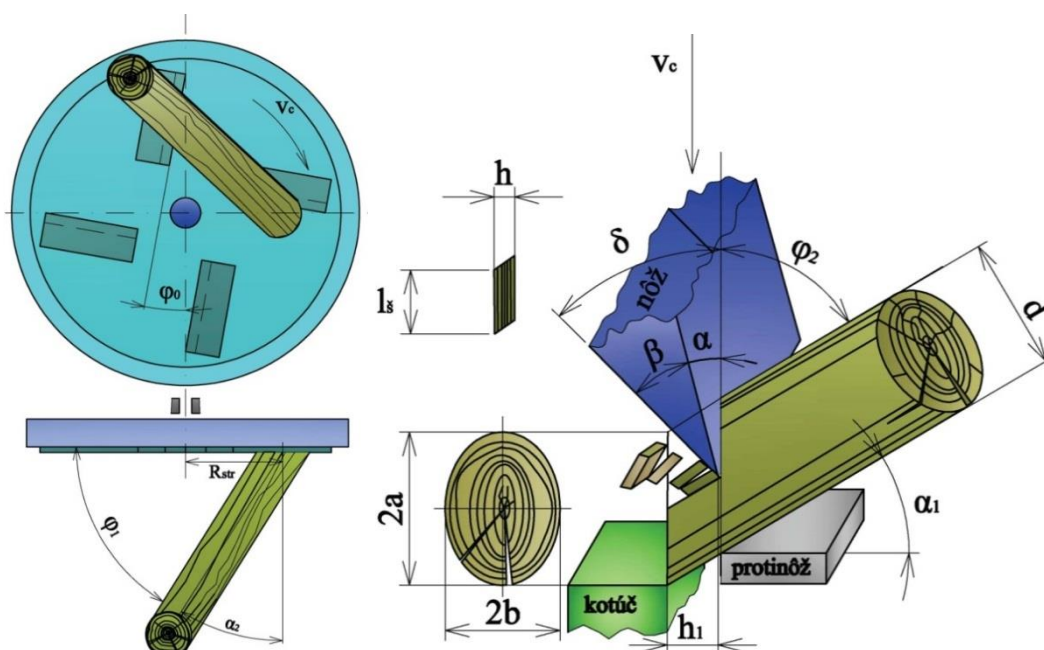
$$K_{\varphi,2} = (1,96 \div 4,9) \cdot 10^6 Pa$$

a_w - opravný faktor, zohľadňujúci vplyv vlhkosti dreveniny (suchá $a_w = 1$, vlhká dreveniny $a_w = 0,89$)

a_d - opravný faktor, zohľadňujúci vplyv druhu dreveniny (sosna $a_d = 1,0$, breza $a_d = 1,2 \div 1,3, \dots$)

a_p - opravný faktor, zohľadňujúci vplyv stavu reznej hrany sekacieho noža ($\alpha_p = 1,0$ - ostrá, $\alpha_p = 1,4$ - zatupená, $\alpha_p = 1,6$ - tupá)

a_m - opravný faktor, zohľadňujúci zmrznutosť dreveniny ($\alpha_d \approx 1,1$)



Obrázok 2 Vľavo: priestorová poloha vtokového žľabu, Vpravo: princíp a hlavné parametre sekania
 l_s - dĺžka štiepky, h - hrúbka štiepky, h_1 - presah nožov z roviny kotúča, d - priemer polena, v_c - vektor reznej rýchlosti kotúča, α_1 - uhol sklonu vtokového žľabu vo vertikálnej polohe, β - uhol rezného klina, δ - uhol rezu, φ_0 - uhol medzi polohou reznej hrany a vektorom v_c , φ_1 - uhol medzi polohou reznej hrany a drevnými vláknami, φ_2 - uhol, ktorý zvierá vektor reznej rýchlosti so smerom drevných vlákien, φ_3 - uhol medzi drevnými vláknami a vektorom reznej rýchlosti (Krilek, 2013)

REZNÝ VÝKON:

$$P_r = \frac{F_{cstr} * v_{str}}{1000} = \frac{1629,06 * 26,18}{1000} = 42,65 kW \quad (6)$$

kde: v_{str} - stredná rezná rýchlosť ($m.s^{-1}$)

STREDNÁ REZNÁ RÝCHLOSŤ:

$$v_{str} = \frac{2\pi R_{str} \cdot n}{60} = \frac{2 \cdot \pi \cdot 0,25 \cdot 1000}{60} = 26,18 \text{ ms}^{-1} \quad (7)$$

kde: n - konštantné otáčky sekacieho kotúča (min^{-1})

PRÍKON POHONNÉHO MOTORA:

$$P = \frac{P_r + P_m}{\eta} = \frac{42,65 + 7}{0,98} = 50,66 \text{ Kw} \quad (8)$$

kde: P_m - potrebný výkon na mechanické vyhadzovanie štiepky ($P_m = 5 \div 7 \text{ kW}$)

η - účinnosť čelného ozubeného prevodu $\eta = 0,98$

Pri výpočte hriadeľa vychádzame z:

1. Ťažovej sily: G_K - ťaž sekacieho kotúča ($m = 60 \text{ kg}$)

2. Ťahovej sily:

OHYBOVÝ MOMENT:

-v horizontálnom smere

$$M_O^H = F_{Cmax} \cdot l_2 - R_B^H \cdot (l_2 + l_3) \Rightarrow R_B^H = \frac{F_{Cmax} \cdot l_2}{(l_2 + l_3)} = \frac{6363,5 \cdot 210}{(210 + 90)} = 4454,45 \text{ N} \quad (9)$$

$$M_O^H = R_B^H \cdot l_3 = 4454,45 \cdot 90 = 400,90 \text{ Nm} \quad (10)$$

3. Rezná sila:

$$F_{Cmax} = p \cdot b_{max} = 25454 \cdot 0,25 = 6363,5 \text{ N} \quad (11)$$

kde: b_{max} - najväčšia podmienená šírka rezania pri sekaní valcových kusov suroviny maximálneho možného priemeru (m)

4. Krútiaci moment:

$$M_K = \lambda \cdot M_N = 2,2 \cdot 468,44 = 1030,57 \text{ Nm} \quad (12)$$

kde: λ - faktor zvýšenia M_K pri krátkodobom preťažení pohonného motora $\lambda = (2,2 \div 2,6)$

M_N - nominálny krútiaci moment pohonného motora pri použití prevodovky.

NOMINÁLNY KRÚTIACI MOMENT:

$$M_N = 9560 \cdot \frac{P}{i \cdot n_e} \cdot \eta = 9560 \cdot \frac{50}{1 \cdot 1000} \cdot 0,98 = 468,44 \text{ Nm} \quad (13)$$

kde: P - výkon pohonného motora (kW)

n_e - počet otáčok pohonného motora (min^{-1})

i - prevodový pomer

OHYBOVÉ MOMENTY: - vo vertikálnom smere

$$M_{O1} = G_K \cdot l_2 - R_B^V \cdot (l_2 + l_3) = 588,6 \cdot 210 - R_B^V \cdot (210 + 90) \Rightarrow R_B^V = \frac{588,6 \cdot 210}{(210 + 90)} = 412,02 \text{ N} \quad (14)$$

$$M_{O1} = R_B^V \cdot l_3 = 37,082 \text{ Nm} \quad (15)$$

$$M_{O2} = G_K \cdot l_3 - R_A^V \cdot (l_2 + l_3) = 588,6 \cdot 90 + R_A^V \cdot (210 + 90) \Rightarrow R_A^V = \frac{588,6 \cdot 90}{(210 + 90)} = 176,58 \text{ N} \quad (16)$$

$$M_{O2} = R_A^V \cdot l_2 = 37,082 \text{ Nm} \quad (17)$$

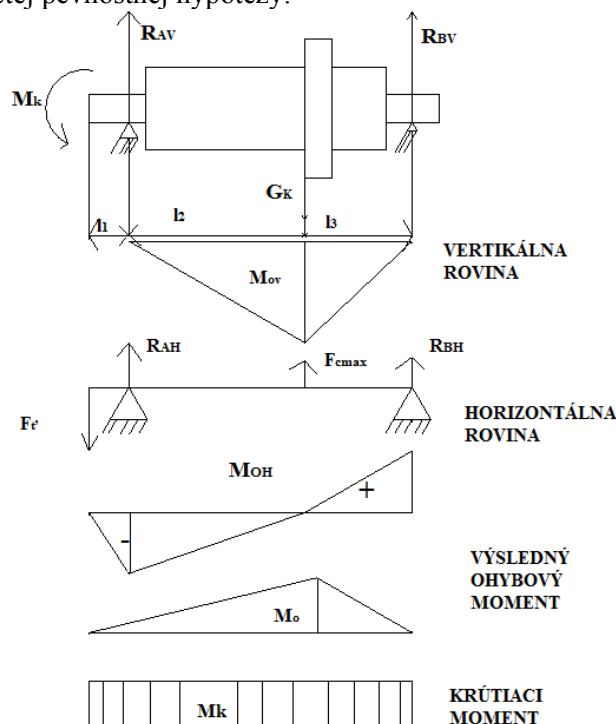
VÝSLEDNÝ OHYBOVÝ MOMENT:

$$M_O = \sqrt{(M_O^V)^2 + (M_O^H)^2} = \sqrt{(37,082)^2 + (400,9)^2} = 402,61 Nm \quad (18)$$

REDUKOVANÝ MOMENT:

$$M_R = \sqrt{M_O^2 + \alpha * M_k^2} = \sqrt{402,61^2 + 1 * 1030,57^2} = 1106,42 Nm \quad (19)$$

$\alpha = (0,75 \div 1,0)$ Podľa tretej pevnostnej hypotézy.



Obrázok 3 Schéma zaťaženia a priebeh momentov hriadeľa kotúčovej sekačky

VÝPOČET DOVOLENÉHO OHYBOVÉHO NAPÄTIA:

Vychádzame z pevnostnej rovnice pri namáhaní na ohyb:

$$\sigma_o = \frac{M_R}{W_o} \leq \sigma_{ODOV} \quad W_o \approx 0,1 * d^3 \quad (20)$$

kde: σ_{ODOV} - dovolené ohybové napätie pri cyklickom namáhaní (Pa)

Volíme materiál oceľ 11 600, ktorej $R_e = (441 \div 588) MPa$

$$\sigma_{DOV} = \frac{R_e}{k} = \frac{441}{3} = 147 MPa$$

kde: R_e -medza pevnosti v ťahu (MPa)

k -bezpečnostný faktor (-)

W_o -modul prierezu v ohybe(m^3)

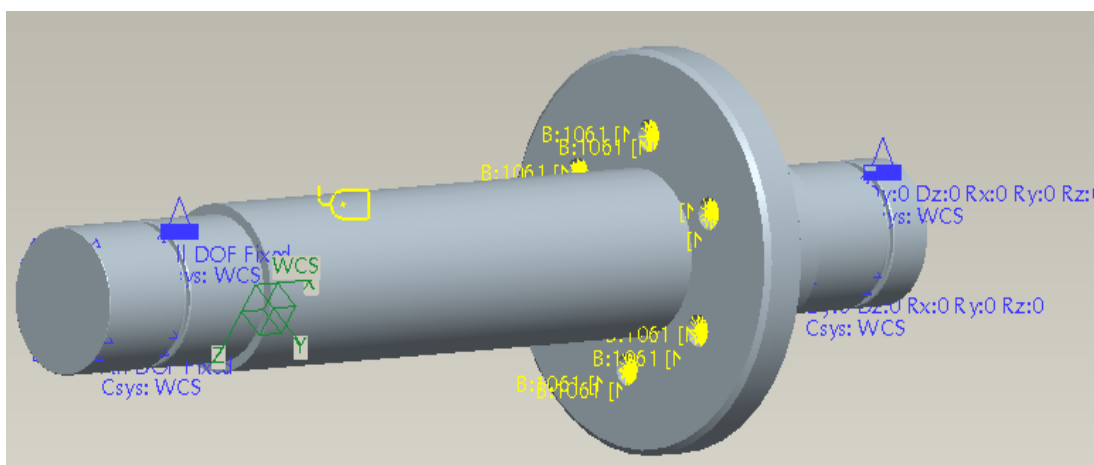
VÝPOČET PRIEMERU HRIADEĽA V MIESTE LOŽISKA:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_R}{0,1 * \sigma_{ODOV}}} = \sqrt[3]{\frac{1106,42}{0,1 * 147 * 10^6}} = 0,042 m \text{ STN 014990 volím } d = 50 mm \quad (21)$$

Keďže je hriadeľ odstupňovaný, tak v mieste kotúča bude väčší priemer, teda hriadeľ bude vyhovovať na namáhanie, nakoľko bude predimenzovaný v tomto mieste.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Podľa výsledkov teoretických výpočtov uvedených v predchádzajúcej kapitole. Potom sa previedol kotúč do digitálnej podoby v programe PTC Creo, definovali sa okrajové podmienky spolu s vypočítanými hodnotami a vykonala sa napät'ová analýza hriadeľa. Hriadeľ sme zaťažili sekacou silou $F_{cmax} = 6363,5N$, ktorá pôsobí v otvoroch pre skrutky, ktoré sú určené pre uloženie a uchytenie sekacieho kotúča. Hriadeľ sme ukotvili v miestach, kde sú uložené ložiská. Hriadeľ je uložený tak, aby na jednej strane bol zašixovaný, odobrali sme mu všetky stupne voľnosti. Na druhej strane tak, aby sa mohol len posúvať vo vodorovnom smere. Uchytenie a zaťaženie hriadeľa je na obrázku 4. Následne sme si urobil mash-ovanie, ktoré nám vytvorí sieť elementov určitých rozmerov.



Obrázok 4 Zaťaženie a uchytenie hriadeľa

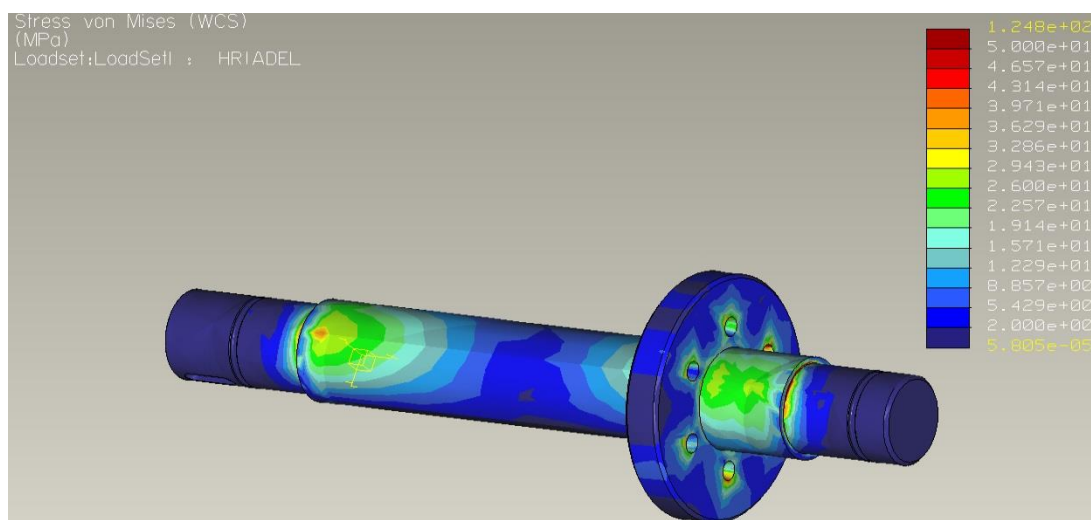
Výsledkom analýzy bolo napätie von Mises (obr.5), a deformácia hriadeľa (obr.6), ktoré sme dostali pomocou analýzy v programe Creo. Najnebezpečnejšie miesta na hriadeľi sú v prechode uloženia hriadeľa a v samotných otvoroch pre skrutky kotúča, ktoré boli maximálne 124,8 MPa, čo je menej ako dovolené napätie pri navrhovaní hriadeľa. Maximálne posunutie je 0,1028 mm, čo je v našom prípade zanedbateľná hodnota.

Sekačky sú zariadenia, ktoré sa používajú na beztrieskové delenie dreva rezným účinkom sekacích nožov kombinovaním pozdĺžno – čelno – tangenciálnemu rezaniu (ak $\varphi \neq 0^\circ$) alebo pozdĺžno-čelnému rezaniu (ak $\varphi_0 = 0^\circ$, $\varphi_1 = 90^\circ$, $0^\circ < \varphi_2 < 90^\circ$, $\varphi_3 = 0^\circ$) (Kováč et al 2011). Sekanie dreva sa v súčasnosti dostáva do povedomia ľudí, ktorí si uvedomujú, že sekание dreva na štiepku je reálnym spôsobom využitia drevnej hmoty a najviac umožňuje docieľiť čistotu lesa (Owoc and Podlewski, 2013).

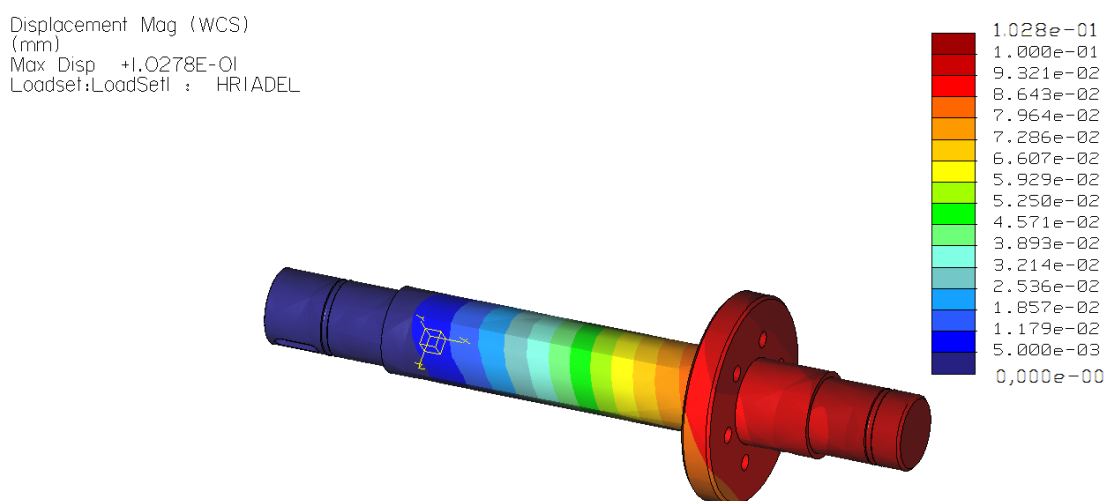
Na základe teoretického rozboru bola vykonaná analýza sekacieho hriadeľa. Opierať sa o teoretické analýzy je možné a vyvodit' záver, že podmienky pre triedenie štiepok sú úzko spojené s efektivitou sekačky (Kawka et al 1980, 1987-1997).

Na proces sekania dendromasy majú vplyv rôzne prevádzkové parametre ako napr. drevina, sortiment a otáčky Hellström et al. (2008), Abdallah et al. (2011), Smith and Javid, 1999, Twaddle (1997) and Uhmeier (1995). Pri oddeľovaní štiepky sú sily príliš nízke, aby sa mohlo hovoriť o rezaní (oddeľovaní) štiepok, ale skôr o náhodnom drvení a lámaní a to vedie k značnému poškodzovaniu štiepky, ako aj veľkosti a smeru pôsobenia samotnej sekacej sily (Krilek and Kováč, 2013, Kawka, 2003).

Rozhodujúcimi faktormi, ktoré ovplyvňujú veľkosť a smer sekacej sily je pevnosť dreva v šmyku rovnobežne s vláknami (v závislosti od druhu a vlhkosti dreva), ako aj kinetickej energie rotujúcich hmôt sekačky. Samotná energia je závislá aj od dĺžky sekaného dreva (Krilek and Kováč, 2013).



Obrázok 5 Výsledné napätia v hriadeli



Obrázok 6 Posunutia v hriadeli

ZÁVER

Hlavným zdrojom dendromasy na Slovensku je lesné hospodárstvo. Na energetické účely je možné okrem časti vytŕaženého dreva, ktorá nie je z hľadiska kvality vhodná pre použitie v drevospracujúcom priemysle, využiť aj tzv. zvyšky po ťažbe (vrcholové časti stromov, konáre a vetvy), konce stromov, kalamitné drevo (vyvrátené pne, koreňové časti stromov), prerezávky a pod. Spracovaná dendromasa sa čoraz častejšie začína využívať ako zdroj tepla. Spaľovať sa môžu priamo kusy dreva, resp. drevné štiepky, brikety, či pelety. Čím viac je lesná dendromasa upravená, tým vyšší stupeň technológie je možné využívať, tým nižšiu má vlhkosť a vyššiu výhrevnosť.

Daný príspevok poukazuje na možnosť návrhu hriadeľa sekačky s následným overením v programe. Napriek všetkej snahe a nespočetného množstva experimentov nie je dnes možné jednoznačne vypočítať veľkosť reznej sily v procese delenia dreva tak, aby sa hodnoty pohybovali v prijateľných medziach. Vzorcov, ktoré sa dnes používajú na výpočet reznej sily na jednotku plochy rezu je dosť, používajú sa rôzne metódy na jej stanovenie a výsledky sú značne odlišné. Pri riešení sa vychádzalo z dostupných vzorcov, ktoré sú dávno citované autormi (Krilek, 2016). Podľa týchto vzorcov sa vypočítal priemer hriadeľa, ktorý sa vymodeloval a skontroloval v programe PTC Creo, kde nám navrhnutý hriadeľ vyhovuje. Na základe hore uvedených skutočností a trendu downsizingu a rozdielných výsledkov autorov o veľkosti sekacích síl by bolo vhodné pokračovať v teoretickom rozbere s následným overením praxi.

LITERATÚRA

1. ABDALLAH, R., AUCHET, S., MÉAUSOONE, P.J., 2011, *Experimental Study About The Effects Of Disc Chipper Settings On The Distribution Of Wood Chip Size*. Biomass And Bioenergy 35(2): 843-852.
2. HELLSTRÖM, L.M., GRADIN, P.A. AND CARLBERG T., 2008, *A method for Experimental Investigation of the Wood Chipping Process*; Nord. Pulp Paper Res. J., Vol. 23, No. 3: 339-342
3. KAWKA, W., 2003, *The resistances of the wood subdivision in the drum chipper*, *Folia forestalia polonica*, Wyd. AR Pozn., Seria B, Zeszyt 34, 79-89, 2003 <http://ffp.matlibhax.com/pdf/34/Folia%20Forestalia%20Pol%2034-8%20Kawka.pdf>
4. KAWKA W., INGIELEWICZ H., ROGUT R., 1980, *Podstawy konstrukcji maszyn papierniczych. Część I. Maszyny do wytwarzania zrębków technologicznych*. Wyd. Politechniki łódzkiej, Łódź.
5. KAWKA W., INGIELEWICZ H., WRÓBLEWSKI T., 1987-1997. *Research studies on the drum chippers RB-800, RB-1300 and other scientific and research works. Type script*. Institute of Papermaking and printing, Technical university of Łódź.
6. KOVÁČ, J., KRILEK, J., MIKLEŠ, M., 2011: *Energy consumption of a chipper coupled to a universal wheel skidder in the process of chipping wood*. In Journal of forest science. - Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací ; Praha : Institute of Agricultural Economics and Information, 2011. - ISSN 1212-4834. - Vol. 57, no. 1 (2011), s. 34-40.
7. KRILEK, J., 2016, *Napätová analýza na pilovom kotúči pre priečne pílenie dreva = Stress analysis of the circular saw for cross cutting wood*. In Zborník príspevkov 42. medzinárodnej vedeckej konferencie katedier dopravných, manipulačných, stavebných a poľnohospodárskych strojov: 6.-7. september 2016 Učebno-výcvikové zariadenie SvF STU - kaštieľ Kočovce. Bratislava : Vydavateľstvo STU v Bratislave, 2016., s. 99-104, ISBN 978-80-227-4584-0.
8. KRILEK, J., KOVÁČ, J., 2013, *Energetická náročnosť sekacích strojov : vedecká monografia*. - 1. vyd. - Zvolen : Technická univerzita vo Zvolene, 2013. - 101 s. ISBN 978-80-228-2586-3
9. OWOC, D., PODLEWSKI, L., 2013, *Analysis of the working time during the production of wood chips used for energy purposes*, TU vo Zvolene, 2013, ISBN 978-80-228-2555-9, s. 192-204
10. SMITH, D., JAVID, S.R., 1999 *Proper selection of chipper design and operating parameters can improve both woodyard and kraft pulp mill performance*. Pulp & Paper Magazine, 1999 (7)
11. TWADDLE, A.; 1997, *The influence of species, chip length, and ring orientation on chip thickness*; Tappi J Vol. 80, No. 6: 123-131
12. UHMEIER, A.; 1995, *Some fundamental aspects of wood chipping*; Tappi J, 1995, Vol. 78, No. 10: 79-86, [cit. 2020-02-05]: <http://www.tappi.org/Downloads/unsorted/UNTITLED-95Oct79pdf.aspx> 12. 09. 2013
13. ŽIDEK, L., BOHUNICKÁ, D., 2005, *Biomasa - dôležitý zdroj energie*. In: *Enviromagazín - Odborno-náučný časopis o životnom prostredí*. Banská Bystrica: Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky a Slovenská agentúra životného prostredia, roč. 10, č. 4, str. 10-11 [online]. [cit. 2020-03-06]. Dostupné na internete:
14. <http://www.enviromagazin.sk/enviro2005/enviro4/06_oze.pdf>.

PodĎakovanie:

Príspevok bol spracovaný v rámci riešenia vedeckého grantového projektu: VEGA 1/0609/20 „Výskum rezných nástrojov pri spracovaní dendromasy z poľnohospodárskej a lesníckej výroby.“

Corresponding author:

doc. Ing. Jozef Krilek, PhD. Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta techniky, Katedra environmentálnej a lesníckej techniky, Študentská 26, 960 01 Zvolen, Slovensko

EXAMINATION OF THE EFFECT OF TWO COMPOST PRODUCTS ON THE PENETRATION RESISTANCE OF THE SOIL IN REDUCED TILLAGE

GÉZA TUBA - GYÖRGYI KOVÁCS - ARZU RIVERA-GARCÍA - JÓZSEF ZSEMBELI
Research Institute of Karcag, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, University of Debrecen, HUNGARY

Abstract: The main goal of our research set up in 2019 on the base of our preliminary experiences is to study the effect of different compost products on the compactness of a soil with high clay content cultivated in a reduced tillage system. The experiment was set up with a compost product of wastewater origin (Remusz) and another one with sheep manure origin (Terrasol) on a plot with meadow chernozems soil. Four doses of the wastewater compost was compared to the control where only mineral fertilizers were applied, furthermore the effect of the same dose of the two different compost products was compared. In this study, only the effect of these treatments on the penetration resistance of the soil is analysed. Significant soil penetration resistance decreasing effect in the investigated soil layer could be figured out even due to the application of the lowest dose (5 t/ha) of Remusz compost compared to the control (mineral fertilizer application). The higher compost doses resulted in lower penetration resistance of the soil. The two compost products had similar positive effect on the compactness of the soil. Comparing the two compost products (same application time and dose), we found Terrasol having somewhat better effect on soil compactness.

Keywords: compost, soil compactness, penetration resistance

INTRODUCTION

Composting is known as the method of treatment and disposal of organic wastes for a long time. Environmental utilization of manure of big mass in its original form cannot be carried out every case, therefore its composting is rational. The composting technology elaborated in the Research Institute of Karcag ARIEF University of Debrecen, Hungary is suitable for the production of a compost that meets the requirements of the European Union and can be applied in organic farming as well (Monori et al., 2009). After the access to the EU, according to the Hungarian law CCIX/2011, it is obligatory to construct and operate wastewater treatment plants in each settlement with the population above 2,000. Recently more and more wastewaters of communal origin are treated and disposed, hence the amount of wastewater sludge is increasing. Wastewater sludge of communal origin is considered waste; the maximum amount of its harmful element content is limited by law. Nevertheless, it contains valuable nutrients as well that are worth utilizing in agriculture. Only 2% of the total amount of wastewater sludge is disposed by deposition, 98% is utilized, approximately 38% of that by agriculture (Simon, 2015). If high quality wastewater sludge is applied, the yields of crops are increasing parallel to the increasing dose applied (Pap and Papné Kránitz, 1997).

The utilization of wastewater sludge can be limited by its high moisture content and potentially high heavy metal content; nevertheless, it can be a good raw material of composting by adding chemical amendments to it (Hunyadi et al., 2008). According to Uri et al. (2005), the main goals of composting are the decrease of the amount of wastes, the stabilization of the organic material forms and the elimination of the pathogenic microorganisms it contains. Wastewater composts contain large amounts of nitrogen and phosphorus valuable for crops, and smaller amounts of potassium (Uri et al., 2015). Wastewater sludge in raw form has less favourable effect on the structure and fertility of the soil than in composted form (Csubák and Mahovics, 2008, Makádi, 2010). Application of wastewater sludge composts can increase soil pH (Bengstone and Cornette, 1973), it can improve the physical and biological properties of the soil and increase the number of useful microorganisms, hence decrease the amount of fertilizers need to be applied (Pinamonti and Zorzi, 1996). Composts are excellently suitable for plant nutrition (supply organic matter for crops) in reduced tillage systems (Birkás, 2018, Zsembeli et al., 2015) as they do not have to be ploughed under, contrary to manure. In the case of the application of mulch technology and with crop residue management the amount of mineral fertilizers can be decreased considerably if compost products are used (Zsembeli et al., 2019).

Due to the high amount of organic matter supplied by the application of composts, the bulk density of the soil is decreasing (Gyuricza et al., 2012), soil porosity and aeration are increasing (Marinari et al., 2000; Aranyos et al., 2017). In a compacted soil the rate of macropores is under 20% (Campbell 1994). Organic matter input mainly increases the rate of the macropores in the soil, hence the soil becomes less susceptible to compacting. Several researchers found that penetration resistance determined with a penetrometer is a more expressive parameter of soil compactness than soil bulk density (Freitag, 1971; Pigeon et al., 1977; Sanchez, 1990). The ‘3T System’ electronic layer indicator (penetrometer) provides data about soil penetration resistance in MPa (Sinoros-Szabó and Szöllösi, 1999). The penetration resistance of the soil is in negative correlation with soil moisture content, while in positive with soil bulk density (Campbell and O’Sullivan, 1991). In the case of the application of large dose of compost, the penetration resistance of the soil is decreasing and its water regime is improving (Kovács et al., 2013; Tuba et al., 2019) resulting in lower damage by drought and yield depression (Celik et al., 2004; Arthur et al., 2011).

A preliminary research of this study was carried out in order to determine the effect of the application of *Remusz*compost on some soil parameters and the yield of maize (Tuba et al., 2019). The recent study is based on the experiences we gained and aims to determine the effect of two compost products (one is with wastewater sludge origin, the other is made of sheep manure and litter) on the penetration resistance of the soil examined in a reduced tillage system set up on a heavy textured soil with high clay content.

MATERIALS AND METHODS

Our experiment aiming to determine the effect of two compost products on the penetration resistance of the soil was set up on the plot H1 of the Research Institute of Karcag (RIK), Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, University of Debrecen in the spring of 2019. The soil type of the experimental plot is meadow chernozems, it is slightly acidic (pH_{KCl} 5.6), the total soluble salt content is <0.02%, the humus content is 4%, the $CaCO_3$ content is 0.13%. The particle size distribution in the regularly cultivated soil layer of the experiment is shown in Table 1.

Table 1 Particle size distribution in the regularly cultivated soil layer of the experiment

>0.25 mm	0.25–0.05 mm	0.05–0.02 mm	0.02–0.01 mm	0.01–0.005 mm	0.005–0.002 mm	<0.002 mm
0.3	1.7	12.5	13.8	14.6	11.5	45.6

The net area of the subplots was 11,280 m² (24 m x 470 m). The location of the experimental site: WGS 47.285902; 20.881504.

The experimental plot has not been ploughed since 1997 according to the treatments of the long-term tillage experiment, the tillage system applied is based on shallow cultivation without turning of the soil and regular deep loosening. The forecrop was winter wheat, the basic cultivation was carried out with a John Deere Disc Ripper to the depth of 25-28 cm in the August of 2018. In our experiment, we examined the effect of two compost products – *Remusz* with wastewater sludge origin and *Terrasol* with sheep manure origin – on the compactness of the soil compared to effect of the control where only mineral fertilizers were applied. The treatments of the experiment: *Terrasol* 20 t/ha; *Remusz* 5 t/ha, 10 t/ha, 20 t/ha, 25 t/ha, mineral fertilizer control. *Terrasol* compost was distributed on 8th September 2018 and mixed into the upper soil layer (0-10 cm) by means a *John Deere Mulch Tiller*. *Remusz* was distributed similarly but mixed into the soil with a combinator on 23rd April 2019. At the same time mineral fertilization was applied on the control subplot (Yara Mila NPK (S)=16-27-7(5) 220 kg/ha). The indicator crop was maize (hybrid P9241) that was sown on 25th April and harvested on 10th October.

The meteorological data describing the investigation period originate from the weather station of RIK (official station of the Hungarian Meteorological Service) located 500 m from the experimental site. During the period between the sowing and harvest of the indicator crop, the total amount of rainfall was 335.7 mm, the mean temperature was 20.1°C, the maximum air temperature (37.4 °C) was detected on 12th August, the minimum (-1.8 °C) on 8th October. The main monthly meteorological data are summarized in Fig. 1.

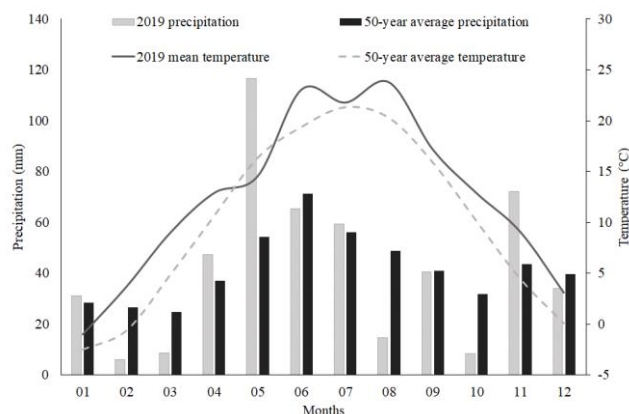


Figure 1 Temperature and precipitation data of the investigated year (2019) and the 50-year averages, Karcag

From meteorological point of view rainfall and air temperature data must be analysed separately. In terms of the amount of precipitation, 2018 can be considered average, though March and August were considerably dry, while May was extremely wet. In general, we can conclude that the monthly precipitation data almost reach the 50-year averages, the distribution was unfavourable for maize. One lucky event occurred in terms of precipitation: 3 days after the sowing date, significant amount of rainfall (25.8 mm) occurred aiding the germination and emergence of maize. Regarding temperature data, it can be established that all months were warmer than the average except for May, even in September summer heat was characteristic. It must be mentioned that there was an extreme storm event on 28th July bringing 32.9 mm precipitation with 52 km h⁻¹ wind velocity (the maximum blast was 103 km h⁻¹) resulting in considerable lurch of maize plants.

Some parameters of the composition of the investigated compost products are shown in Table 2. The main composition of *Remusz* compost (Tuba et al., 2019): homogenised communal wastewater sludge (80 v/v%), selectively collected green wastes (10 v/v%), straw (5 v/v%), oilseed rape and sunflower husk and technological brewery sludge (5 v/v%).

Table 2 Some parameters of the composts applied

pH (H ₂ O)		<i>Remusz</i>	<i>Terrasol</i>
		6,8	8,5
Organic matter		24.18	13
N	m/m% of organic matter	1.07	0.96
P ₂ O ₅		2.48	0.74
K ₂ O		1.54	2.49
P		10837	n.a.
K	mg/kg of dry matter	12798	n.a.
B		51.3	n.a.
Ca		29715	10.32
Cd		0.9	<2
Co		10	<50
Cr		75.1	<100
Cu		121	<100
Fe		21992	n.a.
Mg		8528	1.82
Mn		555	n.a.
Mo		<0.2	n.a.
Ni		30.5	<50
Pb		26.1	<100
Zn		444	n.a.

According to the commercial certificate of *Terrasol* compost (NÉBIH, 2008) its main ingredients are sheep manure with deep litter (96 m/m%), zeolite (2 m/m%), raw phosphate (2 m/m%).

From the point of view of soil compactness, the most important ingredients of the composts are the organic matter content, the Ca- and CaCO_3 -contents. Taking the doses applied and the actual moisture content of the composts into account, we distributed the amounts of the substances mentioned above according to Table 3. Regarding CaCO_3 , its dose is only a fraction of the dosage of 5-15 t ha⁻¹ that is recommended for soil reclamation purposes (Filep, 1999).

Table 3 The distributed organic matter and Ca-contents in the treatments

	Organic matter	Ca	CaCO_3
Compost applied	kg/ha	kg/ha	kg/ha
Fertilized control	0.0	0.0	0.0
<i>Terrasol</i> 20 t/ha	2366.0	163.8	409.5
<i>Remusz</i> 5 t/ha	1063.9	130.8	326.8
<i>Remusz</i> 10 t/ha	2127.8	261.5	653.8
<i>Remusz</i> 20 t/ha	4255.7	523.0	1307.5
<i>Remusz</i> 25 t/ha	5319.6	653.8	1634.3

After the harvest of the indicator crop, we measured the penetration resistance of the soil to characterize its compactness by means of a 3T System type penetrometer. The measurements were carried out for the upper 30 cm deep layer of the soil in 3 repetitions. The device detects and stores the resistance data for each centimetre depth, the values are expressed in MPa. We did not evaluate the data gained from the upper 5 cm, as according to the relevant literature, they are not reliable due to the so called ‘soil surface effect’. The actual soil moisture content data were determined from soil samples taken from the upper 10 cm deep layer of the soil with simple gravimetric method.

The measured data were processed by means of the own data processing software of the 3T System and Microsoft Excel 2016. One-way ANOVA was used for the statistical analysis of the data.

RESULTS AND DISCUSSION

As the first approach, we compare the effect of four different doses of *Remusz* compost to the effect of the control treatment with mineral fertilizer application on the penetration resistance (compactness) of the soil (Fig. 2). Since there is close correlation between the penetration resistance and the moisture content of the soil, we determined these values parallel for the same soil layers.

We figured out the positive effect of all four compost doses on the penetration resistance of the soil manifested in lower resistance values measured in the depth of cultivation, while similar soil moisture content was characteristic for each treatment. The soil of the control subplot was the most compacted. The higher compost doses resulted in lower penetration resistance of the soil.

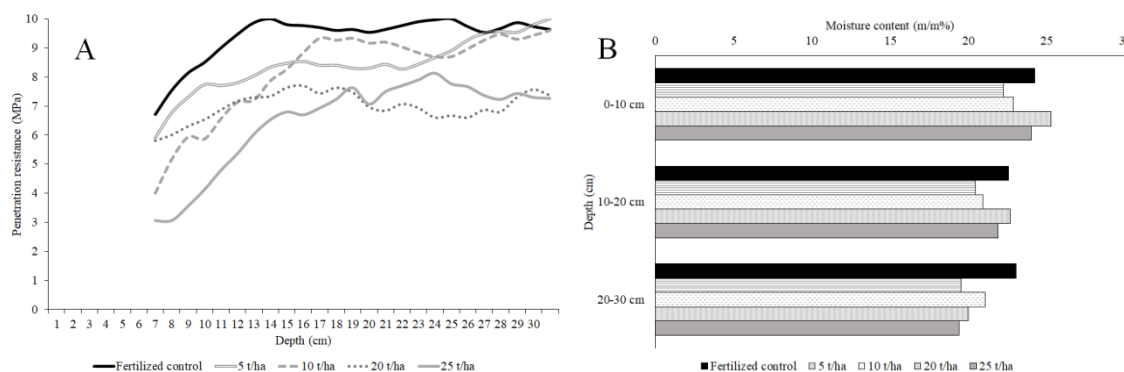


Figure 2 Effect of the different doses of *Remusz* compost on the penetration resistance and the moisture content of the soil (Karcag, 2019)

Analysing the measured data by means of one-way ANOVA, we can establish that the penetration resistance decreasing effect of each compost treatment was statistically significant ($\text{SD}_{5\%} = 0.196$

MPa) compared to the control. The results of the statistical analysis is summarized in *Table 4*. These results also prove that not only the compost application itself, but the increasing doses also significantly decrease the penetration resistance of the soil.

Table 4. Results of the One-way ANOVA for the treatments of Remusz compost

Groups	Samples	Sum	Mean	Variance		
Fertilized control	75	704	9.39	0.95		
5 t/ha	75	631	8.41	4.46		
10 t/ha	75	613.3	8.18	3.43		
20 t/ha	75	524.2	6.99	1.00		
25 t/ha	75	486.6	6.49	3.42		
ANOVA						
Source of variance	SS	df	MS	F	p-value	F crit.
Between groups	402.9937	4	100.74	38.0176	1.19E-26	2.396
Within groups	980.5155	370	2.6500			
Total	1383.509	374				

In our second approach, the effect of the same dose of the two different compost products was determined and compared to the effect of the control treatment (*Fig. 3*). It is obvious that the soil of the control plot is the most compacted. The 20 t/ha compost dose of both compost products significantly decreased the penetration resistance of the soil. No considerable effect compost application on the soil moisture content could be figured out.

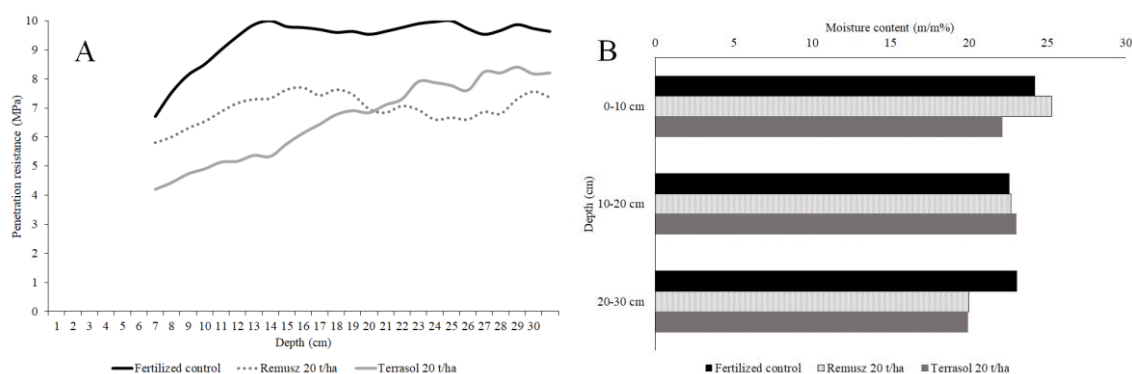


Figure 3 Effect of the different composts on the penetration resistance and the moisture content of the soil (Karcag, 2019)

Table 5 Results of the One-way ANOVA for the different composts

Groups	Samples	Sum	Mean	Variance		
Fertilized control	75	704	9.39	0.95		
Remusz20 t/ha	75	524.2	6.99	1.00		
Terrasol20 t/ha	75	494.5	6.59	2.94		
ANOVA						
Source of variance	SS	df	MS	F	p-value	F crit.
Between groups	342.6684	2	171.334	105.274	7E-33	3.036
Within groups	361.3048	222	1.6274			
Total	703.9732	224				

When the penetration resistance data were analysed, we found significant difference ($SD5\% = 0.199$ MPa) between compost application and just mineral fertilization. The results of the analysis can be seen in *Table 5*. Statistically significant could be figured out between the two compost products in terms of their penetration resistance decreasing effect in the upper soil layer (0-30 cm): *Terrasol* compost was more favourable (0.4 MPa lower values). One of the potential reasons of that is the longer soil reclaiming impact due to its earlier distribution.

CONCLUSIONS

According to the results of our experiment carried out on a heavy textured soil at Karcag in 2019, we could conclude that the two investigated compost products had favourable impact on the penetration resistance of the soil in the layer of 0-30 cm as soil compactness was mitigated by their application. We established that even due to the application of the lowest dose (5 t/ha) of *Remusz* compost resulted in considerable decrease of soil compactness. The higher compost doses resulted in lower penetration resistance of the soil. Though the highest compost dose (25 t/ha) resulted in the highest decrease of penetration resistance, this dosage or higher cannot be rationally recommended due to economical reasons. The effect of the same dose (20 t/ha) of *Remusz* and *Terrasol* composts was determined and compared to the control (mineral fertilizer application) treatment. We established that both compost products had positive effect on the physical status of the soil, but *Terrasol* decreased the penetration resistance of the soil to a higher extent.

Our examinations proved that both compost products (with wastewater- and sheep manure origin) are suitable for successful application in a heavy textured soil with high clay content.

Applying compost in a reduced tillage system, longer duration of its impact can be expected as it is not turned down by ploughing contrary to case of conventional tillage.

Acknowledgements

The research was financed by the Higher Education Institutional Excellence Programme (NFKFIH-1150-6/2019) of the Ministry of Innovation and Technology in Hungary, within the framework of the 4th thematic programme of the University of Debrecen.

REFERENCES

1. Aranyos, T. J. – Makádi, M. – Tomócsik, A. – Orosz, V. – Demeter I. – Blaskó L.: 2017. Szennyvíziszap komposzt kezelés hatása a talaj térfogattömegére és légáteresztő képességére. In: Talajvédelem különszám. Szerk.: Kátai, J. és Sándor, Zs. Talajvédelmi Alapítvány. Debrecen. 129-138.
2. Arthur, E. – Cornelis, W. M. – Vermang, J. – De Rocker, E.: 2011. Effect of compost on erodibility of loamy sand under simulated rainfall. *Catena*. 85. 67-72.
3. Bengtson, G.W. – Cornette, J.J.: 1973. Disposal of composted municipal waste in a plantation of young slash pine: effects on soil and trees. *Journal of Environmental Quality*, 2. 441-444.
4. Birkás, M. – Dekemati, I. – Kende, Z. – Radics, Z. – Szemők, A.: 2018. A sokszántásos műveléstől a direktvetésig – Előrehaladás a talaj művelésében és védelmében. *Agrokémia és Talajtan* 67: 2, pp. 253-268.
5. Campbell, D. J. – O'Sullivan, M. F.: 1991. The cone penetrometer in relation to trafficability, compaction, and tillage. In: Smith, K. A.-Mullins, C. E.: *Soil Analysis*. New York. Marcel Dekker. 399-423.
6. Campbell, D.J.: 1994. Determination and use of soil bulk density in relation to soil compaction. In: *Soil compaction in crop production* (Ed. Soane, B.D.- Van Ouwerkerk, C.) Elsevier Sci., 113-139.
7. Celik, I. – Ortas, I. – Kilic, S.: 2004. Effects of composts, mycorrhiza, manure and fertilizer on some physical properties of a Chromoxerert soil. *Soil and Tillage Research* 78. 59-67.

8. Csubák, M. – Mahovics, B.: 2008. A kommunális szennyvíziszap mezőgazdasági hasznosításának tapasztalatai. In: Talajvédelem különszám. Szerk.: Simon L. Talajvédelmi Alapítvány Bessenyei György Könyvkiadó. 217-226.
9. Filep, Gy.: 1999. Talajjavítás. In: Talajtan. Szerk.: Stefanovits, P. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 347-362.
10. Freitag, D. R.: 1971. Methods of measuring soil compaction. In: Compaction of agricultural soils. Szerk. Barnes, K. K. ASAE monograph. 47-103 p.
11. Gyuricza, Cs. – Junek, N. – Csuzi, Sz. – Kovács, G. – Újj, A. – Mikó, P.: 2012. Talajállapot vizsgálatok energetikai faültetvényben. Növénytermelés 61/2. pp. 65-82.
12. Hunyadi, G. – Bíró, T. – Tamás, J. – Mézes, L. – Kosárkó, M.: 2008. Rothasztott szennyvíziszap felhasználásával kialakított komposztreceptúrák tápanyagtartalmának vizsgálata. In: Talajvédelem különszám. Szerk.: Simon L. Talajvédelmi Alapítvány Bessenyei György Könyvkiadó. 395-403.
13. Kovács, Gy. – Tuba, G. – Czibalmos, R. – Csízi, I.: 2013. Különböző komposztadagok hatása az extenzív gyepterület talajának néhány tulajdonságára. Gyepgazdálkodási Közlemények 2010/2011 2. 9-14.
14. Ligetvári, F. – Zsabokorszky, F.: 2015. Az európai unióhoz történt csatlakozás hatása a hazai szennyvíztisztításra és iszapkezelésre. In: Simon, László; Vincze, György (szerk.) Szennyvizek és szennyvíziszapok hasznosítása a régió fenntartható mezőgazdaságáért: Az Európai Unióhoz történt csatlakozás hatása a hazai szennyvíztisztításra és iszapkezelésre. Nyíregyháza, Magyarország: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, pp. 33-38.
15. Makádi, M.: 2010. Ásványi és szerves adalékanyagok hatása a nyírségi homoktalajok mikrobiológiai tulajdonságaira. Doktori értekezés. Szent István Egyetem, Gödöllő.
16. Marinari, S. – Masciandaro, G. – Ceccanti, B. – G rego, S.: 2000. Influence of organic and mineral fertilizers on soil biological and physical properties. Bioresource Technology. 72: 9-17.
17. Monori, I. – Blaskó, L. – Zsigrai, Gy. – Bíró, B.: 2009. TERRASOL compost from sheep manure. In: Koutev, V (szerk.) Potential for simple technology solutions in organic manure management. 13th RAMIRAN International conference, 2008. Jun 28-30. Albena, Bulgaria Albena, Bulgária: Ambrozia NT Ltd. pp. 421-424.
18. NÉBIH: 2008. Terrasol komposzt forgalomba hozatali és felhasználási engedélye. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=2ahUKEwiE2Ijb_4LoAhVJ_SoKHRZNDsYQFjAAegQIBRAB&url=http%3A%2F%2Fportal.nebih.gov.hu%2Fdocuments%2F10182%2F287638%2Fterrasolkomposzt.pdf%2F170c34ee-34fe-40b0-beb1-a6900d7319d4&usg=AOvVaw30LVsNu5_gw1H5LDAbUi3q
19. Pap, J. – Papné Kránitz, E.: 1997. A település eredetű szennyvíziszapok mezőgazdasági elhelyezésének másfél évtizedes tapasztalata. Vízmű Panoráma. 5. évf. 1. sz. 11-14.
20. Pigeon, J. D. – Soane, B. D. 1977: Effects of tillage and direct drilling on soil properties during the growing season in a long term baley mono- culture system. J. Agricultural Sci. 88. 432-442 p.
21. Pinamonti, F. – Zorzi, G.: 1996. Experiences of compost use in agriculture and in land reclamation projects. In: de Bertoldi, M., Sequi, P., Lemnes, B., Papi, T. (Eds.), The Science of Composting. Blackie Academic and Professional, London. 515-527.
22. Sanchez, H. A.: 1990. Comparison of soil physical properties developed by four tillage system on chalmers silty clay loam soil. PhD. dolgozat. Purdue University West Lafayette, Indiana. 106 p.
23. Simon, L.: 2015. Szennyvizek és szennyvíziszapok hasznosítása a régió fenntartható mezőgazdaságáért. In: Simon, László; Vincze, György (szerk.) Szennyvizek és

- szennyvíziszapok hasznosítása a régió fenntartható mezőgazdaságáért: Az Európai Unióhoz történt csatlakozás hatása a hazai szennyvíztisztításra és iszapkezelésre. Nyíregyháza, Magyarország: Nyíregyházi Főiskola Műszaki és Mezőgazdasági Főiskolai Kar, pp. 7-9.
24. Sinóros-Szabó, B. – Szöllősi I.: 1999. A 3T System alkalmazása és gyakorlati jelentősége. Gyakorlati Agroforum. 10.7.1. 5-16.
25. Tuba, G. – Kovács, Gy. – Czeller, K. – Zsembeli, J.: 2019. A szennyvíziszap-komposzt hatása a kukorica termésére és a talaj néhány tulajdonságára. Növénytermelés 68./3. pp. 73-89.
26. Uri, Zs. – Simon, L. – Vincze, Gy. – Szabó, B. – Irinyiné Oláh, K. – Vígh, Sz. – Szabó, M. – Koncz, J.: 2015. Szennyvíziszap komposzt és fűzhamu hatása az energiafűzre. In: A talajok térbeli változatossága – elméleti és gyakorlati vonatkozások. Talajvédelem Különszám. Szerk.: Hernádi H., Sisák I., Szabóné Kele G. Talajvédelmi Alapítvány, Keszthely. pp. 373-379.
27. Uri, Zs. – Lukácsné Veres, E. –Kátai, J. –Simon, L.: 2005. Települési szennyvíziszapok hatása a talaj mikroorganizmusaira és enzimaktivitására. Agrokémia és Talajtan 54. 439-450.
28. Zsembeli, J. – Szűcs, L. – Tuba, G. – Czimbalmos, R.: 2015. Nedvességtakarékos talajművelési rendszer fejlesztése Karcagon. In: Madarász, Balázs (szerk.) Környezetkímélő talajművelési rendszerek Magyarországon: elmélet és gyakorlat. Budapest, Magyarország: MTA CSFK Földrajztudományi Intézet, pp. 122-133.
29. Zsembeli, J. – Takács, M. – Kovács, Gy. – Tuba, G.: 2019. A talaj ásványi-, valamint repce és napraforgó növényi maradványok nitrogéntartalmának összefüggése jellegzetes hazai talajokon. Agrokémia és Talajtan 68:2, pp. 243-258.
30. 2011. évi CCIX. törvény a víziközmű-szolgáltatásról.
<https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=a1100209.tv>

Corresponding author:

Dr. TUBA Géza, Dr. ZSEMBELI József, Research Institute of Karcag, Institutes for Agricultural Research and Educational Farm, University of Debrecen, HUNGARY

HODNOTENIE CENOVEJ NÁROČNOSTI ÚPRAVY NÁSTROJOV NA DRVENIE NEŽIADÚCICH NÁRASTOV

MIROSLAVA ŤAVODOVÁ

Katedra výrobných technológií a manažmentu kvality, Fakulta techniky, Technická univerzita vo Zvolene

Abstract: The article deals with the price evaluation of the treatment of exposed parts of the tools for crushing unwanted growths. The tool in operation is subject to abrasive wear on functional surfaces. The treatment of these surfaces by suitable processes and methods such as heat treatment or hardfacing of materials is an attempt to increase their service life. The cost of adjusting these parts is another investment which, in addition to the price of the new instrument (cca. EUR 70), represents additional costs for users. It is therefore necessary to assess the appropriateness and convenience of these measures related to extending the working life of the instruments under evaluation.

Keywords: tools for crushing unwanted growths, costs, lifetime, hardfacing materials, heat treatment

ÚVOD

Základným predpokladom pre úspešnú obnovu lesných plôch je ich uvoľňovanie od nežiaducich nárustov. Nežiaducim nárustom sa nazýva vegetácia bylinného alebo drevinového charakteru, ktorá vyrastá na ploche samovoľne, buď s vegetatívnym alebo generatívnym pôvodom, a má nízky hospodársky či ekologický význam [1]. Nástroje na likvidáciu a drvenie nežiaducich nárustov sú upevnené na prídavných pracovných zariadeniach - adaptéroch, ktoré sú konštruované so zámerom efektívneho rozšírenia technologickej využiteľnosti univerzálnych mobilných pracovných strojov a zvýšenia ich časového využitia. Nástrojom, ktoré sa používajú v lesnom hospodárstve, nie je venovaná až taká pozornosť ako napr. nástrojom používaním v poľnohospodárstve, pri razení a ťažbe hornín, stavbe a úprave ciest a pod.. Pritom pracujú v heterogénnom prostredí, kde podliehajú abrazívnemu opotrebeniu, čo má za následok ich relatívne skoré vyradenie z prevádzky [2]. Tak isto svojou cenou predstavujú nezanedbateľnú položku pre spoločnosti pôsobiace v lesnom hospodárstve. Aj keď úpravy funkčných plôch nástrojov môžu zabezpečiť predĺženie ich životnosti v prevádzke predstavujú zvýšenie ich ceny. Zhodnotením vplyvu úpravy nástroja z hľadiska zvýšenia životnosti v pomere ku cene úpravy môžeme dosiahnuť uspokojivé výsledky, ktoré vedú k znižovaniu nákladov na nákup nových nástrojov.

Cieľom príspevku bolo cenové ohodnotenie spracovania exponovaných častí nástrojov na drvenie neželaných porastov.

MATERIÁL A METÓDY

Nežiaduce nárusty sú prekážkou pre zakladanie lesných kultúr, pretože redukujú výmeru v okolí porastových stien na políčkach a pasienkoch. Tak isto sú tieto porasty nežiaduce na okrajoch polí, lesov, ciest či verejných komunikácií. Sú často zastúpené drevinami s vysokou regeneračnou schopnosťou, s rýchlym nástupom pňových alebo koreňových výmladkov ako sú breza, rakyta, trnka, lieska a pod. [1]. Základným predpokladom pre úspešnú obnovu lesných plôch je ich uvoľňovanie od nežiaducich nárustov. Rozdrvený materiál zostáva na ploche a rozkladom obohacuje pôdu o organický materiál. Živiny sa teda vracajú späť do pôdy. Doba rozkladu závisí od veľkosti drviny. Čím je menšia drvina, tým je jej rozklad rýchlejší. Okrem toho dochádza aj k narušeniu vrchnej vrstvy pôdy, rozdrveniu mačiny, čiastočnému premiešaniu a vytvoreniu priaznivého vodnovzdušného režimu (Obrázok 1) [1,3].

Ako uvádzajú autori vo svojich výskumných prácach [2,3], práca nástrojov pre úpravu prostredia pri pestovaní lesa je charakterizovaná vysokým zaťažením v nehomogénnom pracovnom prostredí. Týmto prostredím je hlavne spracovávaná drevná hmota, nerovnomerného zloženia, tvrdosti a priemeru. Druhou dôležitou zložkou tohto prostredia je pôda. Na jej povrchu sa vyskytujú horniny a minerály, rôznej veľkosti, tvrdosti a pôvodu, nepredvídateľne a nepravidelne rozmiestnené. Vysoké otáčky rotora adaptéra bázového stroja, na ktorom sú nástroje uložené, nerovnomerné zaťaženie jednotlivých nástrojov, v súvislosti s uložením na rotore, ešte viac prispievajú k ich

skorému opotrebeniu, čo ovplyvňuje ich dĺžku použitia v prevádzke, Na obrázku 2 je na valci adaptéra v jednej rade založených deväť nástrojov na drvenie nežiadúcich nárastov.

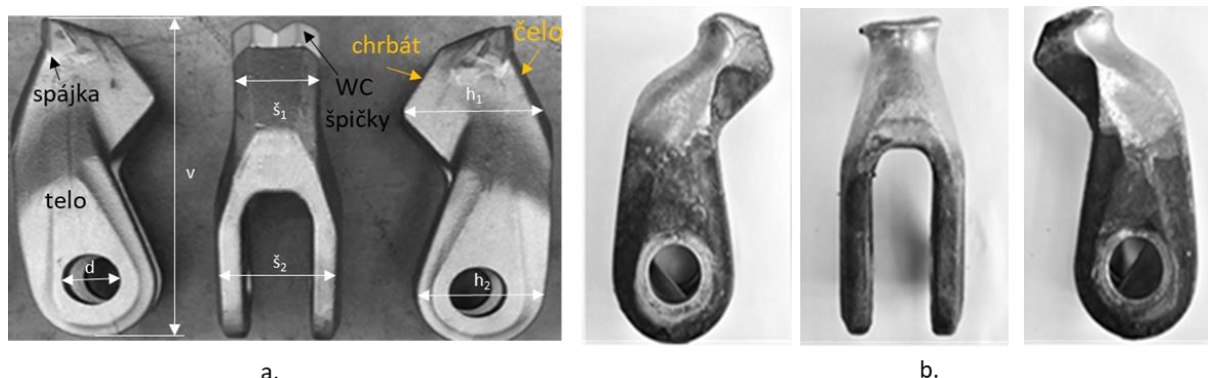


Obrázok 1 Rozdrvená, zmulčovaná drevná hmota



Obrázok 2 Valec - rotor adaptéra so založenými nástrojmi

Samotné nástroje sa vyrábajú ako monolitné, alebo častejšie ako zložené – telo nástroja so špičkami, zvyčajne vyrobené zo spekaných karbidov [2,3]. V praxi sa často stáva, že po určitej dobe v prevádzke dôjde vplyvom heterogenity prostredia a dynamickej záťaži nástroja ku strate špičky, resp. špičiek a ďalej sa telo nástroja opotrebuje a deformuje. Podľa [3], telo nástroja je z materiálu (oceľ 14 220), ktorý svojimi mechanickými vlastnosťami a feriticko-perlitickou štruktúrou nedokáže ani krátkodobo odolávať mechanickému zaťaženiu pracovného prostredia. Spevnenie materiálu od zvýšeného napätia, čo je prejav plastickej deformácie za studena, zvyšuje jeho tvrdosť a teda aj krehkosť. Cyklickým opakovaním sa deja plastickej deformácie nástroja v podmienkach abrázie, dochádza postupom času ku ubúdaniu materiálu na chrbtovej ploche nástroja po strate wolfrám-karbidových špičiek. Toto opotrebenie je potom po krátkom čase veľmi výrazné, a práve to vedie k strate funkčnosti nástroja a jeho predčasnému vyradeniu z prevádzky [3]. Na Obrázku 3a. je nový nástroj na drvenie nežiadúcich nárastov a 3b. vyradený nástroj, ktorý svojím poškodením nie je schopný ďalej spracovávať drevnú hmotu.



Obrázok 3 Nový nástroj na drvenie nežiadúcich nárastov (a.) a opotrebovaný po vyradení z prevádzky (b.)

Základné výskumné práce v oblasti aplikácie metód, ktoré vedú k vyššej odolnosti proti abrazívnemu opotrebeniu kovových materiálov pri trení o abrazívny povrch boli opísané viacerými autormi v staršej aj novej literatúre [4,5,6,7].

Odolnosť voči abrazívnemu opotrebeniu exponovaných plôch strojových súčiastok, nástrojov a pod., sa všeobecne dosahuje technologickými zásahmi na povrchu, ktoré kvalitatívne menia vlastnosti základného materiálu [5,6]. Môžeme konštatovať, že možnosť zvýšenia odolnosti nástrojov voči opotrebeniu je niekoľko:

- technologické procesy tepelného spracovania tela nástroja za účelom vytvorenia štruktúry odolnejšej voči opotrebeniu,
- aplikácie elementov zo spekaných karbidov alebo vlastnosťami podobných materiálov na časti tela nástroja,
- naváranie tvrdonávarov na exponované, najviac zaťažené časti tela nástroja,
- úplná zmena materiálu nástroja – napr. ocele typu HARDOX, ABRACORR a pod..

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Na základe úvodných analýz, vykonaných na opotrebovanom nástroji drviča nežiaducich nárastov, pre dosiahnutie takých štruktúr, ktoré by zabezpečili zvýšenie odolnosti voči abrazívnemu opotrebeniu nástrojov a tým zvýšenie ich životnosti v prevádzke, publikovaných v [2,3,8,9] a tiež na základe teoretických poznatkov, boli vybrané nasledovné postupy a metódy:

- technologické postupy tepelného spracovania:
 - kalenie a popustenie;
 - chemicko-tepelné spracovanie – cementovanie;
 - naváranie - aplikácia tvrdonávarových materiálov, kde boli vybrané nasledovné návarové materiály:
 - elektróda E520 RB;
 - plnená tyčinka na ručné naváranie plameňom RD 571;
 - návarový drôt LNM 420FM;
 - elektróda E DUR 600;
 - elektróda WEARTRODE 62 (OK 84.84).

Pri technologických postupoch tepelného spracovania boli upravené celé nástroje na drvenie nežiaducich nárastov. Naváranie sa uskutočnilo na exponované plochy nástroja, t.j. na čelo a chrbát nástroja (Obrázok 3a.).

Pre zistenie, ako by sa zvýšila cena nástroja na drvenie nežiaducich nástrojov po aplikácii úprav na identifikovaných exponovaných plochách, bola vypracovaná jednoduchá kalkulácia nákladov na jeden nástroj. Cena nového nástroja je 70,00Eur s DPH.

Réžia pri naváraní je daná cenou práce zvarača. Tá je priemerne 7,00Eur/hod. [10]. Keď k tomu pripočítame cenu za spotrebu energií, ktorá sa nedá jednoznačne vyčíslit, v tej istej hodnote ako práca zvarača, dostaneme cenu 14,00Eur/hod. K tomu sa pripočíta cena návarového materiálu.

Podľa informácií pracovníkov zvaračských prevádzok, pri naváraní elektródou a ručnom naváraní plameňom priemerne zručný zvarač upraví za jednu hodinu 6 nástrojov. To znamená, že celková réžia na úpravu jedného nástroja je 2,40Eur. Pri naváraní pevným drôtom priemerne zručný zvarač upraví za jednu hodinu asi 10 nástrojov. V tomto prípade to znamená, že celková réžia na úpravu jedného nástroja je 1,40 Eur. Hodnotila sa tiež aj dostupnosť návarového materiálu na trhu (Tabuľka 1).

Tabuľka 1 Kalkulácia nákladov na úpravu nástroja naváraním na ploche chrbta a čela nástroja

Návarový materiál	Dostupnosť na trhu	Cena za kg (Eur)	Spotrebovaný mat. pri naváraní (kg)	Réžia (Eur)	Celková cena nástroja (Eur)
Elektróda E520 RB	Nákup len u výrobcu VÚZ Bratislava	10,07	3ks x 0,031 = 0,093	2,40+0,93 = 3,33	70+3,33 = 73,33
Plnená tyčinka RD 571	Nákup len u výrobcu VÚZ Bratislava	80,91	3ks x 0,066 = 0,198	2,40+16,02 = 18,42	70+18,42 = 88,42

Návarový drôt LNM 420FM	Dostupná v predajniach so zvaračskou technikou	16,67	6m x 0,008 = 0,048	1,40+0,80 = 2,20	70,00+2,20 = 72,20
Elektróda E DUR 600	Dostupná v predajniach so zvaračskou technikou	9,80	2ks x 0,017 = 0,034	2,40+0,33 = 2,73	70,00+2,73 = 72,73
Elektróda WEARTR ODE 62	Dostupná v predajniach so zvaračskou technikou	51,5	2ks x 0,017 = 0,034	2,40+1,75 = 4,15	70+4,15 = 74,15

Pri tepelnom a chemicko-tepelnom spracovaní je cena za réžie uvedená v Tabuľke 2. Priemerne sa za tepelné spracovanie pohybuje cena za kalenie 3,00Eur za kilogram materiálu a za cementovanie 6,00Eur za kilogram materiálu. Nástroj na drvenie nežiaducich nárastov má hmotnosť 1,730kg.

Tabuľka 2 Kalkulácia nákladov na úpravu nástroja tepelným a chemicko-tepelným spracovaním

Spôsob úpravy	Réžie (Eur)	Celková cena nástroja (Eur)
Tepelné spracovanie	5,20	70,00 + 5,20 = 75,20
Chemicko-tepelné spracovanie	10,38 + 5,20 = 15,60	70,00 + 15,60 = 85,60

Pri návaroch na čelo a chrbát nástroja teda jeho cena vzrastie v niektorých prípadoch o viac ako 15,00 Eur, čo predstavuje nárast ceny o 20% ceny nového neupraveného nástroja.

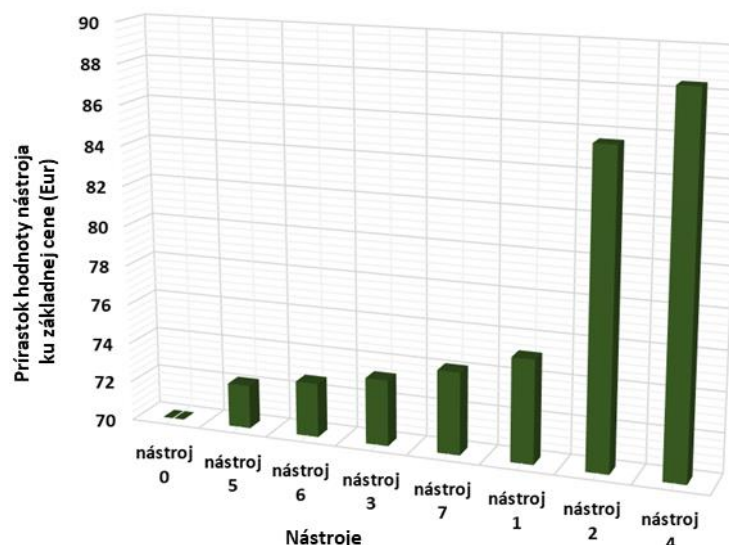
Tabuľka 3 Poradie cenovej hodnoty nástrojov s návarom na ploche chrbta a čela nástroja

Por. číslo	Typ úpravy nástroja	Číslo nástroja	Prírastok ceny (Eur)	Konečná cena nástroja (Eur)
0	neupravený	0	0,00	70,00
1	Návarový drôt LNM 420 FM	5	2,20	72,20
2	Elektróda E DUR 600	6	2,73	72,73
3	Elektróda E520 RB	3	3,33	73,33
4	Elektróda WEARTRODE 62	7	4,15	74,15
5	Tepelné spracovaný	1	5,20	75,20
6	Cementovaný	2	15,60	85,60
7	Plnená tyčinka RD 571	4	18,42	88,42

Podľa vypočítaných hodnôt bol z hodnôt v Tabuľke 3 zostrojený graf (Obrázok 4), v poradí podľa nárastu ceny nástrojov po ich úprave.

Výskum podnietený požiadavkami praxe bol zameraný na riešenie problému nízkej životnosti nástrojov na drvenie nežiaducich nárastov, ktoré v heterogénnom prostredí rýchlo podliehali opotrebeniu. Preto pre zvýšenie životnosti týchto nástrojov boli vyšpecifikované postupy a metódy úpravy tela nástroja, a to tepelným a chemicko-tepelným spracovaním a naváraním - aplikáciou tvrdonávarových materiálov. Predpokladali sme, že nástroj s odolnejšou štruktúrou a vhodnejšími mechanickými vlastnosťami by mohol lepšie odolávať nepriaznivým prevádzkovým podmienkam. Ako je z Tabuľky 3 a grafu na Obrázku 4 zrejmé, obidva spôsoby úpravy nástroja tepelným spracovaním sa ukázali ako finančne náročné. Podľa výsledkov výskumu, publikovaných v prácach [3,11,13] sa tieto dva spôsoby neosvedčili ani z hľadiska zvýšenia odolnosti voči abrazívnemu opotrebeniu. Naopak úprava návarovými materiálmi - návarový drôt LNM 420 FM, elektróda E DUR 600 a elektróda E520 RB je cenovo najmenej náročná. Z hodnotenia mechanických vlastností, mikroštruktúry, kvality premiešania a súdržnosti jednotlivých vrstiev materiálov ako aj celkovej

kvality návarových kovov, z výsledkov získaných laboratórnymi testami a skúškami, ktoré boli publikované v [3,8,12,13] môžeme tieto odporučiť pre prax.



Obrázok 4 Zobrazenie poradia novej hodnoty nástrojov podľa zvýšenia ich ceny po úpravách

ZÁVER

Článok sa zaoberá hodnotením zvýšenia ceny nástrojov na drvenie nežiadúcich nárastov po aplikácii tvdonávarových materiálov na exponované plochy a tiež po tepelnom spracovaní celých nástrojov. Na základe uskutočnenej cenovej kalkulácie boli zhodnotené tri tvdonávarové materiály ako cenovo prístupné s ohľadom zvýšenia ceny nástroja. Pri odporúčení týchto návarov bola braná do úvahy aj ich celková vhodnosť pre zvýšenie životnosti nástrojov. Boli to hlavne mechanické vlastnosti, premiešanie návarového kovu so základným materiálom ako aj ich odolnosť voči abrazívnemu opotrebeniu. Spôsoby tepelného spracovania sú nákladné a v celkovom hodnotení sa nepovažujú za vhodné použiť ich v praxi.

Literatúra:

1. HNILICA, R et al.. Možnosti mechanizácie prác pri zakladaní a výchove lesa. *Vedecká monografia* 2015, 99 strán, ISBN 978-80-228-2722-5.
2. ĽAVODOVÁ, M. et al.. *The possibility of increasing the wearing resistance of mulcher tools* In *Acta technologica agriculturae*, 2018, Vol. 21, no. 2, p. 87-93, ISSN 1335-2555.
3. KALINCOVÁ, D. et al.. *Machinery for forest cultivation - increase of resistance to abrasive wear of the tool* In *MM science journal*. No. November (2016), p. 1269-1272. - ISSN 1803-1269.
4. ZUM GAHR K.– H. Wear by hard particles, *Tribology International*, Vol. 31, No. 10, 1998 pp. 587-596.
5. SUCHÁNEK J., KUKLÍK V., ZDRAVECKÁ E. Abrazivní opotřebení materiálů. Praha ČVUT, 2007. 162s. ISBN 978-80-01-03659-4
6. Kolektív autorov Materiály a ich správanie sa pri zváraní. VÚZ – Priemyselný inštitút, Bratislava (2003) 355 s. ISBN 80-88734-10-X.
7. PRŮCHA V., HÁJEK J., KŘÍŽ A. Analýza tribologických vlastností - odolnost proti kontaktnímu namáhání. In *Vrstvy a povlaky 2015*. Trečianska Teplá: M-Press s.r.o., 2015. s. 145-150. ISBN: 978-80-972133-0-5.
8. ĽAVODOVÁ, M et al.. *Deformation of exposed parts tool for crushing of undesirable advance growths*. In *Acta technologica agriculturae*: 2018. č. no. 4, s. 169--176. ISSN 1335-2555.
9. ĽAVODOVÁ, M., HNILICOVÁ, M., MITURSKA, I. *Analysis of hard facing material designed for application on the forestry tools* In *Advances in science and technology research journal*. 2019. č. no. 4, s. 111-119. ISSN 2080-4075.
10. Careerjet [online]. [cit.02.4.2020]. Dostupné na <https://www.careerjet.sk/zamestnanie-zivnost-zvarac.html>.

11. ĽAVODOVÁ M., KALINCOVÁ, D., ŠVANTNER T. *Heat treatment - the tool for increasing wear resistance of material* In: 26th national conference on heat treatment : 21. - 23.11.2017, Jihlava, Czech Republic. – Čerčany, 2017, ISBN 978-80-907043-0-5. - s.8.
12. [ĽAVODOVÁ, M., KALINCOVÁ, D., SLOVÁKOVÁ, I. *Evaluation of some parameters of hard surfacing treatment of the functional surfaces of forestry tools* In Management systems in production engineering. 2018. s. 222-226. ISSN 2299-0461.
13. FALAT, L., et al.. *Microstructure and abrasive wear resistance of various alloy hardfacings for application on heavy-duty chipper tools in forestry shredding and mulching operations*. In Materials. 2019. s. 2019. ISSN 1996-1944.

PodĹakovanie:

Táto práca bola podporovaná APVV-16-0194 Výskum vplyvu inovácií postupov výroby na životnosť nástrojov a komponentov lesných mechanizmov.

Corresponding author:

doc. Ing. Miroslava Ľavodová, PhD., Technická univerzita vo Zvolene, Fakulta techniky, Katedra výrobných technológií a manaĹmentu kvality, Študentská 26, 960 01 Zvolen, Slovenská republika

VPLYV INFORMAČNÝCH TECHNOLOGIÍ NA EFEKTÍVNOSŤ VYKONÁVANIA PRACOVNÝCH OPERÁCIÍ V RASTLINNEJ VÝROBE

OLGA URBANOVIČOVÁ¹ – PETER BAJUS¹ – ANDREJ ŽÁK — JOZEF NAGY¹

Department of Machines and Production Biosystems, Slovak University of Agriculture in Nitra

Abstract: In order to equal agricultural primary production with other sectors of the national economy and to maintain its important market position, it needs to respond promptly to the development of the new technologies that help to uprate and improve production. Information systems are key element in achieving business goals. The aim of this final work is to point out the advantages of the AgroCont information system, which can be achieved by the agricultural company POĽNOPRODUKT Čierny Balog, cooperative. Important role on the total production of mil in the cooperative has except of the crops produced on the arable land also the grazing of the permanent grassland. With use of the information system we analysed the pasture management and based on the information obtained from the company records in the information system AgroCont and the outputs from the information system for the control bodies we pointed out the identified problems and proposed solutions of these problems. Proposed solutions pointed out the possibility of improvement of the condition of the pasture and production processes on the arable land which have the greatest impact on the milk production.

Keywords: organic farming, pastures, grazing, pasture management, information system

ÚVOD

Pestovanie rastlinných komodít je špecifické svojou viazanosťou na pôdu. Tento výrobný prostriedok je charakteristický svojou veľkou premenlivosťou v osobitných regiónoch krajín kde má rôznu bonitu (fyzikálne vlastnosti, chemické vlastnosti alebo úrodnosť pôdy). Keďže je poľnohospodárstvo viazané na rurálnu oblasť, je možné tvrdiť že má vysoký vplyv na kvalitu životného prostredia na celom vidieku. Za najznámejší a najšetrnejší poľnohospodársky systém je možné pokladať ekologické poľnohospodárstvo.

Ekologické poľnohospodárstvo je podľa **IFOAM 2005** presne definované ako produkčný systém zachovávajúci zdravie ekosystémov, pôdy a ľudí, ktorý sa snaží čo najviac minimalizovať negatívny vplyv na biodiverzitu, ekologické procesy a cykly v miestnom ekosystéme. Ekologické poľnohospodárstvo je výsledkom tradícií v poľnohospodárstve, vedeckých inovácií, ktoré sú prospešné pre zdravé životné prostredie a prispievajú k dobrej kvalite života všetkých zúčastnených. **Badgley et al., 2007** za najsilnejšiu stránku ekologického poľnohospodárstva považujú jeho rôznorodosť, preto postupy v tomto systéme hospodárenia nepovažujú za všeobecne platné ale špecifické pre určité prostredie. Podľa **Dema et al., 2011** sa ekologické poľnohospodárstvo zaraďuje medzi progresívne systémy v poľnohospodárstve. V tomto systéme sa vylučuje využívanie synteticky vyrobených chemických látok medzi ktoré patria prípravky na ochranu rastlín – pesticídy, či priemyselne vyrobené umelé hnojivá.

Výživa rastlín je primárne sústredená prostredníctvom pôdy, to znamená, že cieľom farmára nie je vyživiť rastliny, ale pôdu. Čo sa týka ochrany rastlín, fytosanitárna problematika je riešená hlavne preventívnymi opatreniami, posilňovaním vitality, či výberom odolných odrôd rastlín (**Pretty, 2007**).

Snaha konvenčného poľnohospodárstva zameraná maximalizovať zisky a výnosy do značnej miery ovplyvnila obhospodarovanie pasienkov. Za týmto účelom boli vyvinuté a podporované chemické, biologické a mechanické metódy, ktoré mali zabezpečiť kontrolu nad prírodnými procesmi. Rozsiahla aplikácia týchto technológií spoločne so zvýšenou konsolidáciou a rozšírením výrobných a distribučných systémov, mali značne negatívny dopad na zvieratá, pasienky, spôsob hospodárenia, a ekosystémy. Pasenie zvierat na pasienkoch sa dá pokladať za najprirodzenejší a najlacnejší postup výživy zvierat. Dôležité pri pasení je vystihnúť najlepší výživový stav tráv, za ktorý sa dá pokladať obdobie začiatku odnožovania a steblovania tráv. Spôsob pasenia sa stále zdokonaľuje. Za najstarší spôsob môžeme pokladať tradičné voľné pasenie, ktorý má avšak nepriaznivý vplyv na celkový stav pasienkov. Za usmernené pasenie, ktoré poskytuje väčšiu kontrolu

nad pasením a stavom pasienku sa pokladajú honové pasenie a oplôtkové pasenie. V súčasnosti sa v modernom pasení zvierat používa princíp satelitnej navigácie, ktorý po spracovaní v informačných systémoch umožňuje lepší prehľad a kontrolu nad pasením (Novák, 2011).

Živočišna výroba je dôležitou súčasťou ekologického poľnohospodárstva, ktorej cieľom je dosiahnuť vyvážený vzťah medzi pôdou, rastlinami a zvieratami v poľnohospodárskom systéme. Všetky tieto zložky sú rovnako významné v prispievaní k celkovému efektu a pri plnení kľúčových hodnôt prirodzenosti, harmónie, miestneho obehu zdrojov a princípu prevencie (Hovi, 2004).

Začiatkom 21. storočia sa informačné systémy spoločne s informačnými technológiami stali významným smerodajným faktorom v budovaní úspešnej svetovej ekonomiky. V súčasnosti vysoká intenzita vo vývoji informačných technológií a kvalitných informačných systémov podmieňuje konkurencieschopnosť v hospodárskom prostredí a stáva sa výrazným strategickým faktorom, ktorý určuje úspešný chod každého podniku (Voříšek, 2002). Vývojom informačných systémov a zdokonalením informačných technológií sa čoraz viac formuje informačné prostredie firiem. Postupným zavádzaním informačných technológií a systémov do činností podnikov sa IS a IT stali ich neoddeliteľnou súčasťou, prostriedkom pri účinnom riadení chodu podniku (Božek, Jahnátek, Sakál, 2007). Technologické koncepcie a systémy v rámci inteligentného poľnohospodárstva je založená na využívaní informačných a komunikačných technológií (Koudelka et al., 2018). Informácie v poľnohospodárstve sú dôležitým faktorom, ktorý spoločne pôsobí s inými výrobnými faktormi. Produktivita týchto ďalších faktorov, ako sú pôda, práca, kapitál a manažérske schopnosti sa dá jednoznačne zlepšiť relevantnými, spoľahlivými a užitočnými informáciami. Informácie poskytované rozšírením, výskumom a vzdelávaním v poľnohospodárskych spoločnostiach pomáhajú farmárom v rozhodovaní v správnej farmárskej praxi. Preto je potrebné pochopiť fungovanie konkrétneho poľnohospodárskeho informačného systému s cieľom jeho riadenia a zlepšovania (Demiryurek et al., 2008).

Cieľom príspevku bolo poukázať na výhody aplikácie informačného systému.

MATERIÁL A METÓDY

Družstvo POENOPRODUKT sídli v obci Čierny Balog, ktorá sa nachádza vo východnej časti Banskobystrického kraja v okrese Brezno. Keďže družstvo pôsobí v podhorskom regióne na plochách s nadmorskými výškami od 538 do 1012 m.n.m. v chladných klimatických podmienkach spadá podľa kategorizácie LFA do horských oblastí Slovenska. Pôdy na území družstva sú prevažne kambizeme a podzoly v blízkosti toku rieky Čierneho Hrona ojedinele fluvizeme. Družstvo začalo s ekologickým hospodárením dňa 1.1. 2007, kedy žiadalo o registráciu na Ústrednom kontrolnom a skúšobnom ústave poľnohospodárskom ako výrobcu ekologických bioproduktov (rastlinného a živočíšneho pôvodu).

Základňou živočíšnej výroby je hospodársky dvor podniku, ktorý je zameraný na chov hovädzieho mliekového dobytku (slovenský strakatý dobytok) a chov oviec (zušľachtená valaška x lacaune). Stáda hospodárskych zvierat sú rozdelené na základe vekových kategórií, reprodukčného cyklu, ustajňovacích priestorov a podľa potrieb výživy. Výživa hospodárskych zvierat sa počas sezóny pasenia zabezpečuje spásaním pasienkov a dodatočným skrmovaním krmiva z produkcie na ornej pôde. Počas zimného obdobia je výživa zvierat zabezpečená z vlastnej produkcie, avšak výroba podstielky nie je dostačujúca a podnik je nútený situáciu riešiť nákupom slamy. Z dôvodu šetrenia podstielky je celková organizácia chovu počas letnej sezóny s výnimkou mliečnych teliat sústredená na pasenie pasienkov. Chov oviec je rozdelený na dve stáda vedený valašským spôsobom pasenia. Odchov jalovic je zabezpečený oplôtkovým pasením s prenosným ohradníkom. Počas odchovu sa jalovice selektujú podľa hmotnosti, zdravia a zaradenia do reprodukcie. Organizácia chovu produkčných dojených kráv je vedená pastierom po priľahlých lúkach. Ráno vychádzajú dojnice na pasienky v okolí hospodárskeho dvora, počas poludnia zvieratá odpočívajú, zdržujú sa v tieni pri zdrojoch vody, neskôr sa opäť pasú a sú odvedené späť na hospodársky dvor na večerné dojenie.

Družstvo sústreďuje svoju rastlinnú výrobu v troch katastrálnych územiach obcí Čierny Balog, Beňuš a Podbrezová. Keďže sú v lokalite malé výmery ornej pôdy a vysoký podiel trvalých trávnych porastov, primárnou úlohou rastlinnej produkcie je zásobenie živočíšnej výroby čo najväčším množstvom objemových krmív, jadrových krmív a podstielky. Najväčší podiel z celkovej výmery 1532 ha zastupuje výroba sena a senáže. Na ornej pôde s výmerou 140,7 ha sa výroba sústreďuje na

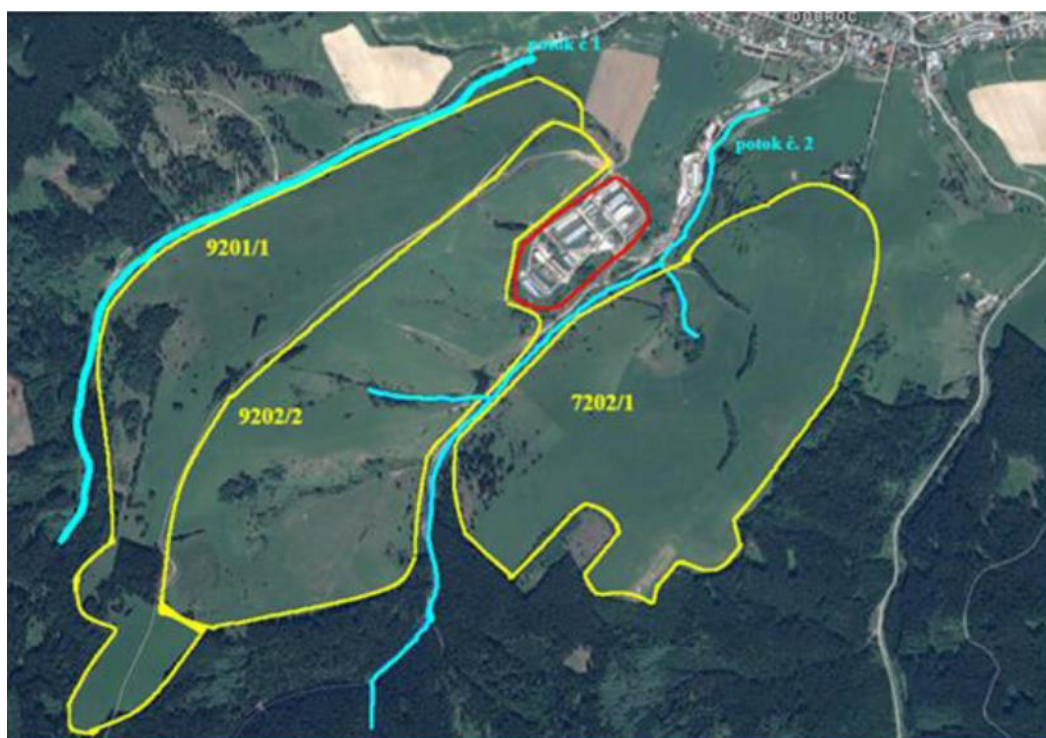
pestovanie d'atelinotravných miešaniek, kukurice na siláž, obilnín a strukovinovo-obilných miešaniek na jadrové krmivo a slamy na podstielku.

AgroCont v 1.4 je možné charakterizovať ako jednoduchý agronomický kontrolno-informačný systém. Spoločnosť softvér naprogramovala tak, aby bol využiteľný pre všetkých poľnohospodárov pracujúcich v prvovýrobe. Jeho úlohou je, aby splnil všetky kontrolné požiadavky stanovené nariadeniami EÚ a Ústredným kontrolným skúšobným ústavom poľnohospodárskym. Program AgroCont nám umožňuje sledovať, spracovávať, kontrolovať, prepojiť všetky dáta a záznamy súvisiace s materiálovým tokom, produkciou agrokomodít a pracovnými operáciami. Takto sme schopní použiť všetky vstupné informácie, priamo ich zaznamenať, nenáročným spôsobom počas výrobných procesov. Týmto spôsobom sa vyhneme akejkoľvek nadbytočnej administratívnej záťaže, či možným chybám, pretože program na ne vždy upozorní.

Takýmto spôsobom sme teda schopný sledovať aplikáciu a spotrebu organických a priemyselných hnojív, prípravkov na ochranu rastlín, osív, využívanie pastevného denníka a ďalších dôležitých povinnostiach zavedených v správnej poľnohospodárskej praxi.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

V práci sme sledovali pasenie hovädzieho dobytku, vybrali sme produkčnú kategóriu zvierat - dojnice. Okrem dojníc sme sledovali stav troch konkrétnych pasienkov v blízkosti hospodárskeho dvoru, na ktorých sa zvieratá pásli. Hodnotené parcely majú s priradenými číslami LPIS Strakovo 9202/2, Poľana 7202/1, Krížno 9201/1 môžeme vidieť na obrázku 1.



Obrázok 1 Sledované pasienky spoločne s vyznačenými zdrojmi vody pre zvieratá v lokalite hospodárskeho dvora. Čierny Balog (Žák, 2019)

Aj keď sú sledované plochy relatívne blízko, každá má charakteristické vlastnosti, ktoré ovplyvňujú ich produkčné schopnosti. Na základe analýzy pasienkov môžeme jednotlivé parcely porovnať a navrhnúť opatrenia lepšej organizácie pasenia a využívania pasienkov. Prístup na pasienky je možný z dvoch strán - prístup od potoka a prístup nad hospodárskym dvorom. Najčastejšie zvieratá na pasienok vchádzajú zo severnej strany nad strediskom, tento prístup je značne degradovaný vznikom takzvaných prtí, ktoré sú spôsobené typickým pohybom hovädzieho dobytku. Touto časťou prechádzajú dojnice aj na susednú parcelu, z toho dôvodu na tejto časti pastvy

je viditeľný silný tlak pasenia zvierat a štruktúra porastu spoločne s druhovým zastúpením sú značne negatívne ovplyvňované.

Práca s informačným systémom AgroCont

Informačný systém je schopný spracovávať široké spektrum informácií súvisiacich s poľnohospodárskou výrobou, ktoré vie následne analyzovať tak, aby poskytol výstupy pre vnútropodnikovú analýzu. Keďže celá výroba poľnohospodárskeho podniku podlieha produkcii mlieka upriamili sme svoju pozornosť na to, ako informačným systémom môžeme ovplyvniť obhospodarovanie pasienkov a pestovanie plodín na ornej pôde vo vzťahu k produkcii mlieka.

- **Postup pri tvorení denníka pasenia**

V module AgroDoc je dátumové vkladanie, ktoré vidíme na obrázku č. 2. Dátumové vkladanie v agronomickom zázname slúži na zaznamenávanie obdobia pasenia HZ alebo termínov aplikácie priemyselných, organických hnojív. V tejto funkcii vyberáme vopred upravené a nastavené parcely z evidencie, na ktorých sa zvolené operácie vykonali počas daného obdobia. Naším cieľom bol výber pasienkov v blízkosti hospodárskeho dvora družstva pre kategórie zvierat HD - Kravy dojné. Po vyplnení užívania plochy, zadání počtu zvierat a dní pasenia pre každý pasienok.

Obrázok 2 Dátumové vkladanie - vytvorenie záznamu voľného pasenia

- **EuroDot - modul pre výstup denníka pasenia**

Po zadání všetkých dôležitých údajov program vypočíta za použitia uvedených koeficientov zaťaženie VDJ pre každý pasienok, potrebu pastvy a produkciu maštalného hnoja. Výsledok program skontroluje, či nie sú prekročené hodnoty maximálneho zaťaženia pasienkov. Výstup všetkých týchto ukazovateľov môžeme vidieť v tabuľke, ktorú v programe vytvoríme pomocou modulu EuroDot. Modul EuroDot alebo eurodokumentácia okrem výstupu denníka pasenia môžeme nájsť všetky potrebné výstupy pre kontrolné orgány ako sú Správna farmárska prax, UKSÚP, PPA, Global GAP

Výstupy a ich zhodnotenie pre vnútropodnikovú analýzu

- **Rozbor denníka pasenia**

Aby sme vedeli zhodnotiť aký dopad má pasenie hospodárskych zvierat na lúčno - pasienkové spoločenstvá použijeme výstupy IS denník pasenia a denník pasenia - sumár na parcely. Po zadání potrebných údajov do programu, program vytvorí výstup „denník pasenia“. Výstup má formu tabuľky programu Microsoft Excel, v ktorej sa nachádza pastečný denník a pastečný denník -

sumár na parcely. V tabuľke Pastevný denník sú uvedené dátumy pasenia zvierat na pasienkoch, LPIS konkrétnej parcely, názov parcely, kategória zvierat, počet zvierat, dávka pastvy na ks a deň v kg, celková spotreba pastvy, prepočet na VDJ a produkcia hnoja v q. Jednotlivé údaje v stĺpcoch na seba nadväzujú a cez výpočty tvoria ďalšie výstupy. V tabuľke je zoznam všetkých dní počas, ktorých sa dojnice pásli na určitých parcelách. Konkrétne, pasenie dojníc začalo od 21.4.2018 na pastve Strakovo. V druhej polovici vegetačného obdobia sa prejavila znížená regenerácia pasienku vplyvom počasia, spásania a nízkeho obsahu živín pôde. Aby sa zabezpečila čo najlepšia krmná dávka pre dojnice za daných podmienok, boli zvieratá vedené pri pasení tak, aby prechádzali cez všetky pasienky. Táto zmena nastala od 15. augusta. až do 31.10.2018, kedy sa pasenie ukončilo. Stĺpec „dávka pastvy na ks a deň v kg“ udáva priemerné množstvo prijatej pastvy dojnícami. Stĺpec „počet zvierat“ a „dávka pastvy na ks a deň v kg“ sú výstupmi pre údaje v stĺpci „celková spotreba v t“, ktorý informuje o množstve prijatého objemového krmiva stádom z celej produkcie pastvy počas dňa. Stĺpec „prepočet VDJ“ informuje o množstve veľkých dobytčích jednotiek prepočítaných na základe koeficientov, ktoré sme uviedli v číselníku. Stĺpec „produkcia hnoja, q“ je prepočet koeficientu produkcie hnoja a počtu dojníc. Na základe jednotlivých riadkov tabuľky vieme orientačné množstvo a rozloženie vylúčených exkrementov hospodárskymi zvieratami na pastve v metrických centoch.

Vyhodnotením týchto informácií získame prehľad v informačnom systéme o kŕmení, pasení a pohybe presného počtu zvierat na konkrétnej pastve v danom dni. Pri sledovaní produkcie mlieka v kombinácii s pastevným denníkom môžeme včas identifikovať klesajúcu výživovú kvalitu objemových krmív z trávneho porastu. Vďaka včasnej identifikácii spomenutého problému sme schopní zmeniť organizáciu pasenia na iný pasienok pričom umožníme pasienku včasnú regeneráciu a podnik nestratí na produkcii mlieka.



Obrázok 3 Výstupy modulu EuroDot

Najdôležitejšie údaje v tabuľke „pastevný denník - sumár na parcely“ (tab.2) obsahujú stĺpce, ktoré udávajú maximálny objem VDJ na konkrétnej parcele za celé obdobie pasenia, celkové zaťaženie pasienku hospodárskymi zvieratami skŕmením pastvy a produkciou exkrementov. Okrem týchto údajov môžeme sledovať kontrolné stĺpce „Maximálne ročné zaťaženie na parcele“ a „Minimálne ročné zaťaženie na parcele“, ktoré IS vytvoril na základe Nariadenia vlády SR č.

75/2015 Z. z., ktoré ustanovujú pravidlá poskytovania podpory v súvislosti s opatreniami programu rozvoja vidieka. Podľa tohto nariadenia je kvôli ochrane polo prírodných a prírodných trvalých trávnych porastov nutné dodržiavať minimálne zaťaženie 0,3 VDJ/ ha a maximálne zaťaženie 1,6 VDJ/ha plochy v období od 1. apríla do 31. októbra. Zaťaženie porastu ovplyvňuje schopnosť obnovy porastu po spásaní a kosení. Čím je zaťaženie porastu väčšie, tým je obnova porastu nižšia. Keď porovnáme stĺpce „max. VDJ na parcele“ a „Prepočet na VDJ“ v tabuľke 2 zistíme, že boli splnené podmienky minimálneho zaťaženia a zároveň nebola prekročená hranica maximálneho zaťaženia. V tejto situácii je nutné podotknúť, že pasením 244 dojníc na ploche 285,19 ha po dobu 204 dní program udáva značnú rezervu pri užívaní parciel čo znamená, že plochy majú potenciál znížiť väčšie zaťaženie. Pri tejto informácii je nutné aby sme poukázali na spôsob akým boli zvieratá pasené. Pri voľnom pasení si dojnice počas pohybu po pastve selektívne vyberali len tie najchutnejšie a najvýživnejšie rastliny. To malo za následok vysoký podiel nedopaskov a udupanej trávy na pastve. Z tohto dôvodu sa zvieratá prevádzali na susedné pastvy aby spasené porasty mali čas na obnovu. Toto riešenie však nebolo efektívne pretože vysoké percento nedopaskov a nespasenej trávy zvýšilo obsah sušiny a stratilo výživovú hodnotu. Taktiež rozširovanie burín, menej kvalitných druhov rastlín a náletových drevín značne znehodnocovali pastvu a spoločne zvyšujú náklady na úpravu pasienkov mulčovaním v jarnom období.

Tabuľka 1 Tabuľka pastevného denníka

Denník pasenia						Rok: 2018	Doplnok		
Dátum	Pozemok (parcely)		Katégória zvierat	Počet zvierat	Dávka na ks a deň v kg	Celková spotreba v t	Prepočet na VDJ	Produkcia pastvy, q	Produkcia hnoja, q
21.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
22.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
23.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
24.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
25.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
26.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
27.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
28.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
29.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
30.4.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
1.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
2.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
3.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
4.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
5.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
6.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
7.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
8.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
9.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
10.5.2018	9202/1	pastva Strakovo	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
1.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
2.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
3.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
4.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
5.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48
6.6.2018	7202/1	Pofana	HD - Kravy dojné	244	50,00	0,12	244,00	122,00	41,48

Pasenie a vplyv na produkciu dojníc

Dojnice majú najväčšie požiadavky na výživu zo všetkých kategórií produkčného hovädzieho dobytku. Zvieratá si vo voľnom pasení vyberajú tie najkvalitnejšie druhy rastlín. Pasienky sú extenzívne a svahovité, pri nízkej produkcii pasienkov majú zvieratá zvýšenú chodivosť a tým vyšší energetický výdaj.

Úrodnosť pasienku počas vegetačného obdobia je rozdielna. V jarnom období do odkvitnutia tráv je nutričná hodnota pasienkov najvyššia. Pri nedostatočnom vypasení a obnove porastov prudko klesá výživná hodnota. V prípade dobrých vlhových podmienok dochádza k rýchlej obnove kvalitného trávneho porastu. To sú najdôležitejšie operácie, ktoré za ideálnych podmienok zabezpečia kvalitný trávny porast počas celého obdobia pasenia. Vývojová fáza

trávneho porastu priamo ovplyvňuje úžitkovosť zvierat, čo môžeme vidieť v tabuľke 3, kde v mesiacoch máj, jún dojivosť stúpa. V mesiacoch júl až október dochádza k postupnému starnutiu porastov, čo sa priamo prejavuje na produkcii mlieka v jednotlivých mesiacoch. Po skončení pasenia, v mesiacoch november až apríl, keď kŕmna dávka dojnic je zložená z objemových konzervovaných krmív dochádza k stabilizácii produkcie mlieka.

Tabuľka 2 Pastevný denník - sumár na parcely

2018		TTP: 285,19		pas. dni: 204							
Pozemok (parcely)	Max. VDJ na parcele	Prepočet na VDJ	Výmera parcely, ha	Produkcia a hnoja, t/ha	Produkcia pastvy, t/ha	Prepočet VDJ na 1 ha	Max. ročné zataženie na narcelu	Min. ročné zataženie na narcelu	Začiatok pasenia	Koniec pasenia	Produkcia N kg/ha č.č.
9201/1 pastva Križno	74840,00	24888	74,84	5,65	16,63	333	29007,98	4580,21	11.5.2018	31.10.2018	23,73
9202/1 pastva Strakovo	83170,00	27328	83,17	5,59	31,39	329	32236,69	5090,00	21.4.2018	31.10.2018	23,48
7202/1 Poľana	127180,00	29280	127,18	3,90	11,51	230	49294,97	7783,42	1.6.2018	31.10.2018	16,38

Tabuľka 3 Produkcia mlieka za jednotlivé mesiace rokoch 2016- 2018

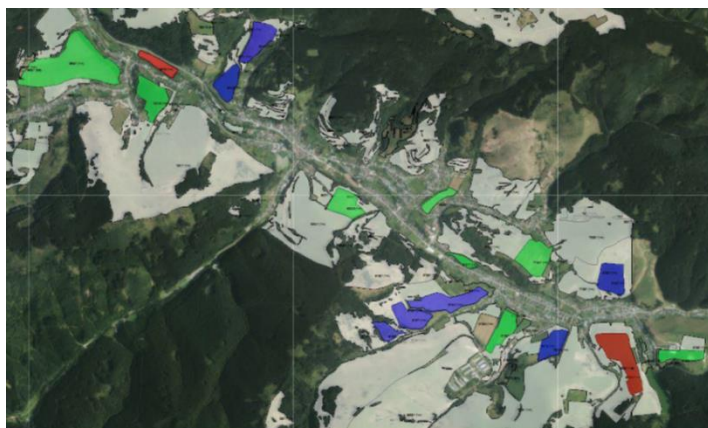
Mesiac	2016/I	2017/I	2018/I
Január	66753	60890	62869
Február	65702	59922	60073
Marec	67548	67363	61375
Apríl	69140	59825	64817
Máj	66615	74304	67144
Jún	69122	73262	66836
Júl	63610	61211	64713
August	58054	51651	60250
September	48506	49726	58720
Október	41837	48234	49852
November	36620	60312	51820
December	53012	66623	55474

Analýza rastlinnej výroby na ornej pôde

Celá produkcia rastlinnej výroby podniku podlieha produkcii kravského mlieka. Osev na ornej pôde sa sústreďuje na pestovanie troch hlavných skupín plodín a to. obilniny, d'ateľinotrávne miešanky a kukurica. Zároveň je nutné podotknúť, že svahovitosť do značnej miery ovplyvňuje výber plodiny na danom hone.

Záznam o osevom postupe, výmerách, plodinách, hnojení, pracovných operáciách a úrodách na konkrétnych parcelách sme získali z agronomickej evidencie IS v module AgroCont. Pri práci v Module AgroCont sme označili farbami jednotlivé skupiny plodín (modrá obilniny, červená kukurica na siláž, d'ateľinotrávne miešanky -zelená) a zvýraznili sme ich v programe na mape (obr.4). Na základe týchto údajov sme analyzovali hlavné faktory, ktoré vplývali na úrodu pestovaných plodín.

Priemerné úrody pestovaných obilnín v rokoch 2016 boli 4,23 t/ha z celkovej výmery 54,29 ha, v roku 2017 priemerné úrody dosiahli výšku 3,7 t/ha z celkovej výmery 41,48 ha a v roku 2018 boli 1,96 t/ha z celkovej výmery 53,58 ha. Celá produkcia zrna a slamy obilnín sa využila pre výživu zvierat a podstielku v živočíšnej výrobe podniku. Rozdiel v dosiahnutej priemernej výške úrod medzi rokmi 2016 – 2017 je 0,53 t/ha a 2017 – 2018 je 1,74 t/ha. Najvýznamnejšie faktory ovplyvňujúce pokles úrody obilnín boli zmena osiatej plochy, výživa a hnojenie porastov, vysoký výskyt burín, nedostatočná agrotechnika. Najvýznamnejšie buriny v porastoch obilnín boli ruman smradľavý, hluchavka purpurová a metlička obyčajná.



Obrázok 4 Mapa osevu na ornej pôde v lokalite Čierny Balog 2018

Priemerné hektárové úrody kukurice na siláž dosahovali v roku 2016 hodnotu 43,36 z celkovej výmery 14,34ha, v roku 2017 dosahovali 32,4 t/ha z celkovej výmery 28,87 ha a v roku 2018 39,6 t/ha z celkovej výmery 25,64 ha. Pestovanie kukurice je zamerané na výrobu kvalitnej kukuričnej siláže. Najväčší vplyv veľkosti a kvality úrody kukurice mali najväčší vplyv konkurenčný tlak burín v počiatočnom štádiu rastu kukurice a ročník kedy vlhkostné pomery do značnej miery ovplyvnili mechanickú reguláciu burín.

Najväčšiu výmeru zo všetkých pestovaných plodín tvoria d'atelinotrávne miešanky. Priemerné úrody d'atelinotravných miešaniek v roku 2016 z celkovej výmery 74,19 ha sa pohybovali na úrovni 40,22 t/ha, v roku 2017 boli 22,75t/ha z celkovej výmery 71,81 ha a v roku 2018 boli úrody 18,37 t/ha z celkovej výmery 61,25 ha. Vývoj úrod d'atelinotravných miešaniek počas sledovaných rokov do značnej miery ovplyvňoval vek porastu.

Vstupy živín ornej pôde sa realizovali aplikáciou maštalného hnoja a pestovaním legumínóz. Maštalný hnoj bol aplikovaný v dávke 40 t/ha a následne zaoraný v jesennom období pred pestovaním každej obilniny a kukurice na siláž.

ZÁVER

Pozíciu poľnohospodárskeho podniku POĽNOPRODUKT Čierny Balog je možné charakterizovať ako mierne stagnujúcu. Hlavným dôvodom tohto stavu je nedôslednosť v rastlinnej produkcii, ktorá najviac ovplyvňuje pre podnik kľúčovú výrobu mlieka. Cieľom záverečnej práce bolo poukázať aké možnosti a prínosy pre podnik prináša správna práca s informačným systémom AgroCont od spoločnosti Isat s.r.o. V informačnom systéme sme sa preto zamerali na zlepšenie stavu obhospodarovania pasienkov pri hospodárskom dvore, ktoré počas sezóny pasenia slúžia ako pastva pre dojnice Slovenského strakatého plemena. Zároveň sme s využitím programu analyzovali tri základné činitele vplyvajúce na produkciu mlieka, spôsob pasenia, jeho vplyv na pasienky a rastlinnú výrobu na ornej pôde. Vďaka vstupným údajom, ich spájaním a vyhodnotením v IS sa nám naskytli možnosti opravných opatrení a zmien, ktoré sú schopné priaznivo ovplyvniť výrobné procesy. Zároveň program pri spracovaní vložených dát kontroloval, aby boli dodržiavané všetky pravidlá ekologického poľnohospodárstva.

Analýzu sme pre potvrdenie výsledkov doplnili popisom pasienkov, ich štruktúrou a stavom porastov. Na pasienkoch sme identifikovali značné nedostatky voľného pasenia 244 dojníc, ktoré selektívnym pasením po dobu 204 dní negatívne vplyvali na produkčný potenciál pasienkov s výmerou 285,19 ha. Voľné pasenie súčasne s charakteristickým pohybom zvierat spôsobili na mnohých miestach eróziu pôdy a rozširovanie burinných druhov rastlín s nízkou alebo žiadnou kŕmnou hodnotou.

Prvým krokom, aby bol program schopný spracovávať a vyhodnotiť informácie bolo nutné aby sme postupne dodržali niekoľko špecifických požiadaviek. Nastavením a úpravou číselníkov v databázach IS sme prispôbili číselníky tak, aby program správne vyhodnotil a evidoval všetky informácie súvisiace s výrobou podniku. Po nastavení číselníkov bola zabezpečená správna funkčnosť a komunikácia všetkých modulov celého informačného systému. To znamená, že bol program schopný spracovávať reálne údaje v určitom roku o všetkých úžitkových plochách,

plodinách, materiálnych vstupoch a výstupoch, pohybe zvierat spoločne s pracovnými operáciami zamestnancov.

Údaje, ktoré sme do informačného systému zadali program zhodnotil a na základe prepočtových koeficientov a pravidiel obhospodarovania pasienkov vytvoril výstup v module informačného systému EuroDot. Výstupom bol Pastevný denník na základe ktorého sme získali informácie o zaťažení vybraných pasienkov. Pod zaťažením pasienku VDJ sme rozumeli celkovú spotrebu krmiva na jednu dojnica pri určitej produkcii hnoja s daným obsahom živín. Pastevný denník potvrdil naše tvrdenia o nežiaducom vplyve voľného pasenia na trávny porast údajom o zaťažení pasienkov. Keďže sa potvrdili výpočty pastevného denníka dopadom voľného pasenia na pasienky navrhli sme zmenu organizácie voľného pasenia na honové pasenie. Vytvorením menších honových pasienkov sa pasienky intenzívnejšie spasú za kratšiu dobu a zároveň vyprodukovaný hnoj zabezpečí lepšiu návratnosť živín na menšej ploche než pri voľnom pasení. Následnou rotáciou sa dojniciam zabezpečí nová kvalitná pastva. Honové pasenie zároveň poskytne porastu dlhšiu dobu na regeneráciu čo zlepší druhové zloženie porastov a pozvoľne zredukuje miesta s prejavmi erózie pôdy zlepšením celkovej pokrývnosti a vodného režimu na celom pasienku.

POUŽITÁ LITERATÚRA

1. BADGLEY, C. et al. 2007. Organic agriculture and the global food supply. In *Renewable agriculture and food systems* [online], vol. 22, no. 2, pp. 86-108 [cit. 2019-04-10]. Dostupné na: doi:10.1017/S1742170507001640.
2. BOŽEK, P. – JAHNÁTEK, L. – SAKÁL, P. 2007. Stratégia virtuálneho prostredia v projektovaní výrobných systémov. In *Informačné technológie v riadení a vzdelávaní*. Nitra : SPU, s. 18-26. ISBN 978-80-8069-968-0.
3. DEMIRYUREK, K. et al. 2008. Agricultural information systems and communication networks: the case of dairy farmers in Samsun province of Turkey. In *Information Research* [online], vol. 13, no. 2, pp. 13-2 [cit. 2019-04-10]. Dostupné na: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.464.1153&rep=rep1&type=pdf>>.
4. DEMO, M. et al. 2011. Projektovanie udržateľných poľnohospodárskych systémov v krajinom priestore. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita. 663 s. ISBN 978-80-552-0547-2
5. HOVI, J., 2004. Causal Mechanisms and the Study of International Environmental Regimes. In: *Regime Consequences, Methodological Challenges and Research Strategies*, 2004, str. 71-86. Dostupné na: https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4020-2208-1_4
6. KOUDELKA, P. - MAREČEK, J. - SLANÝ, V. - FINDURA, P. - PRÍSTAVKA, M. The impact of network capacity on quality of communication infrastructure for intelligent agriculture. In *Agricultural, forest and transport machinery and technologies*. Rousse: Angel Kanchev University of Rousse, 2018, s. 56-60.
7. NOVÁK, J. 2011. Trendy v pasienkovom hospodárstve. In *Životné Prostredie*, [online], vol. 3 pp.158 - 161 [cit. 2019-03-18]. Dostupné na: <http://147.213.211.222/sites/default/files/2011_3_158_161_novak.pdf>
8. PRETTY, J. 2007. Agricultural sustainability: concepts, principles and evidence. In *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* [online], vol. 363, no. 1491, pp. 447-465 [cit. 2019-04-10]. Dostupné na: <<https://doi.org/10.1098/rstb.2007.2163>>.
9. VOŘÍŠEK, J. 1999. *Strategické řízení informačního systému a systémová integrace*. Praha: Management press. 324s. ISBN 80-85943-40-9.

Corresponding author:

Oľga Urbanovičová, Department of Machines and Production Biosystems, Faculty of Engineering, Slovak University of Agriculture in Nitra, Slovakia, Tr. A. Hlinku 2, 949 76 Nitra, Slovakia, e-mail: olga.urbanovicova@uniag.sk

TECHNOFORUM 2020

New Trends in Machinery and Technologies for Biosystems

Nové trendy v technike a technológiách pre biosystémy

Scientific papers

Zborník vedeckých prác

Vydanie prvé

Počet strán 175 s

Forma publikácie online

Rok vydania 2020

Vydala Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre v roku 2020

© 2020, Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Za obsah a jazykovú správnosť príspevkov zodpovedajú autori.

ISBN 978-80-552-2166-3