



**SPU·FEM**

Fakulta  
ekonomiky  
a manažmentu



**VYBRANÉ ASPEKTY  
MERANIA,  
MODELOVANIA  
A MONITOROVANIA  
BIOHOSPODÁRSTVA**

**Ján Pokrivčák**

**Dušan Drabik**

**Ema Lazorčáková**

**Marián Tóth**

**Jaroslava Košařová**

**Nitra 2023**

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227016>

**Názov:** Vybrané aspekty merania, modelovania a monitorovania biohospodárstva

**Autori:** **prof. Ing. Ján Pokrivčák, M.S., PhD.** (1,49 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Fakulta ekonomiky a manažmentu

**Ing. Dušan Drabik, PhD.** (1,70 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Fakulta ekonomiky a manažmentu

**Ing. Ema Lazorčáková, PhD.** (1,22 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Fakulta ekonomiky a manažmentu

**doc. Ing. Marián Tóth, PhD.** (1,22 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Fakulta ekonomiky a manažmentu

**Ing. Jaroslava Košařová, PhD.** (2,24 AH)

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre  
Výskumné centrum AgroBioTech

**Recenzenti:** **Ing. Miroslav Záhradník, PhD.**

Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum  
Výskumný ústav živočíšnej výroby Nitra

**doc. Ing. Alena Andrejovská, PhD.**

Technická univerzita v Košiciach  
Ekonomická fakulta

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-19-0544.

Schválila rektorka Slovenskej poľnohospodárskej univerzity v Nitre dňa 13. 12. 2023 ako vedeckú monografiu publikovanú online.

Táto publikácia je publikovaná pod licenciou Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Public License (CC BY-NC-ND 4.0).

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



**ISBN 978-80-552-2701-6**

[DOI: https://doi.org/10.15414/2023.9788055227016](https://doi.org/10.15414/2023.9788055227016)

## Zoznam skratiek

A	anuita
AED	aeróbna digestia
AFOLU	poľnohospodárstvo, lesníctvo a iné využívanie pôdy (angl. Agriculture, Forestry and Other Land Use)
CEPCI	indexy nákladov na chemické závody
CO <sub>2</sub> e	ekvivalent oxidu uhličitého
CPA	štatistická klasifikácia produktov podľa činností
ČRP	čistý ročný príjem
ČSH	čistá súčasná hodnota
CH <sub>4</sub>	metán
EAK	Európsky zákon o odpadoch
EEA	Európska agentúra pre životné prostredie (angl. European Environmental Agency)
EK	Európska komisia
ESR	Nariadenie o spoločnom úsilí (angl. Effort Sharing Regularion)
ETS	System EÚ na obchodovanie s emisiami (angl. EU Emissions Trading System)
EÚ	Európska únia
EUR	európska menová jednotka Euro
EUROSTAT	Štatistický úrad Európskych spoločenstiev
EZD	Európska zelená dohoda
FAO	Organizácia Spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo (angl. Food and Agriculture Organization of the United Nations)
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	kyselina sírová
HDP	hrubý domáci produkt
HRI1	harmonizovaný ukazovateľ rizika pre pesticídy
IPP	Inštitút pôdohospodárskej politiky
ISBL	vnútorné limity batérie
km <sup>3</sup>	kilometer kubický
LULUCF	využívanie pôdy, zmena vo využívaní pôdy a lesníctvo (angl. Land Use, Land Use Change and Forestry)
MFM	monitor materiálových tokov (angl. Material Flow Monitor)
MPCP	minimálna predajná cena produktu
MPCM	elasticita MPCP vzhľadom na počet výrobných závodov
MPRV SR	Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky
Mt	metrická tona

MŽP SR	Ministerstvo životného prostredia Slovenskej republiky
NACE	Štatistická klasifikácia ekonomických činností
NaOH	hydroxid sodný
napr.	napríklad
NH <sub>4</sub> OH	čpavok
NLC	Národné lesnícke centrum
N <sub>np</sub>	počet strojových jednotiek
N <sub>2</sub> O	oxid dusný
NO <sub>3</sub>	dusičnan
N <sub>oL</sub>	počet operátorov potrebných na zmenu
NPPC	Národné poľnohospodárske a potravinárske centrum
OLA	kyselina mliečna
OLS	bežná regresia (angl. Ordinary least squares)
OSN	Organizácia Spojených národov
OZE	obnoviteľné zdroje energie
P	kroky spracovania častíc
PCU	populačná korekčná jednotka
PERT	technika trojbodového odhadu
pH	kyslosť
PHB	polyhydroxybutyrát
PLA	kyselina polymliečna
RISO	Národné laboratórium pre trvalo udržateľnú energiu
RV	rastlinná výroba
SHMÚ	Slovenský hydrometeorologický ústav
SPP	spoločná poľnohospodárska politika
SR	Slovenská republika
TCI	celková kapitálová investícia
TDP	tabuľky dodávok a použitia
TRL	úroveň pripravenosti technológie
TTP	trvalé trávne porasty
UAA	Využívaná poľnohospodárska plocha
UNFCCC	Rámcový dohovor OSN o zmene klímy (angl. United Nations Framework Convention on Climate Change)
USA	Spojené štáty americké
USD	americký dolár
WAM	scenár s dodatočnými opatreniami (angl. with additional measures)



WEM	scenár so súčasnými opatreniami (angl. with existing measures)
WRAP	Akčný program pre odpadové hospodárstvo a zdroje (angl. Waste & Resources Action Programme)
ŽV	živočíšna výroba

## Zoznam tabuliek

Tabuľka 1. Celkový potravinový odpad v miliónoch ton a podiel potravinového odpadu podľa sektorov v európskych krajinách.....	15
Tabuľka 2. Výber potravinárskych odvetví v prvej fáze potravinového dodávateľského reťazca, ich zastúpenie vo výrobe potravín a v potravinovom odpade v priemere za roky 2014-2019 .....	28
Tabuľka 3. Celkové vyrobené množstvá potravín v slovenskej prvovýrobe [1000 ton].....	29
Tabuľka 4. Množstvo potravinového odpadu v slovenskej prvovýrobe [1000 ton].....	30
Tabuľka 5. Percento potravinového odpadu z celkového vyrobeného množstva potravín .....	30
Tabuľka 6. Technoekonomické predpoklady pre výpočet ČSH .....	41
Tabuľka 7. Priemerné náklady a výpočet MPCP na základnej úrovni (s dobou návratnosti štyri roky) pre rôzne priemyselné rozsahy .....	44
Tabuľka 8. Výsledky simulácií Monte Carlo (N = 10000) pre MPCP (euro/kg).....	46
Tabuľka 9. Relatívny vplyv exogénnych parametrov na MPCP (N = 100 000).....	48
Tabuľka 10. Pesticídy: porovnanie priemeru EÚ a SR.....	54
Tabuľka 11. Ukazovateľ R.24 .....	56
Tabuľka 12. Prebytok dusíka: porovnanie EÚ a SR.....	57
Tabuľka 13. Ukazovateľ R.22 .....	58
Tabuľka 14. Podiel ekologického poľnohospodárstva: porovnanie EÚ a SR.....	58
Tabuľka 15. Ukazovateľ R.29 .....	59
Tabuľka 16. Index poľného vtáctva: porovnanie EÚ a SR .....	60
Tabuľka 17. Predaj antimikrobiálnych látok: porovnanie EÚ a SR.....	63
Tabuľka 18. Ukazovateľ R.43 .....	64
Tabuľka 19. Prehľad cieľov redukcí emisií skleníkových plynov na úrovni EÚ .....	67
Tabuľka 20. Prehľad nástrojov balíka Fit for 55 .....	68
Tabuľka 21. Ciele v sektore LULUCF, porovnanie s priemerom 2016-2018 a projekciami WEM a WAM .....	73
Tabuľka 22. Indikátory biohospodárstva a podiel (%) biohospodárstva na celkovom hospodárstve SR .....	79
Tabuľka 23. Účet materiálových tokov SR.....	80
Tabuľka 24. Tabuľka dodávok monitoru materiálových tokov SR, tis. ton, 2015 .....	88
Tabuľka 25. Tabuľka použitia monitoru materiálových tokov SR, tis. ton, 2015 .....	88

## Zoznam ilustrácií

Obrázok 1. Percentuálny podiel potravinového odpadu v jednotlivých fázach potravinového dodávateľského reťazca a celkový potravinový odpad na obyvateľa (v kg) v roku 2012.....	16
Obrázok 2. Percentuálny podiel potravinového odpadu v jednotlivých fázach potravinového dodávateľského reťazca a celkový potravinový odpad na obyvateľa (v kg) v roku 2020.....	16
Obrázok 3. Porovnanie potravinového odpadu vyčísleného v prvovýrobe v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020.....	18
Obrázok 4. Porovnanie potravinového odpadu vyčísleného pri spracovaní a výrobe v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020 .....	19
Obrázok 5. Porovnanie potravinového odpadu kvantifikovaného v maloobchode a stravovacích službách v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020 .....	20
Obrázok 6. Porovnanie plytvania potravinami vyčísleného v domácnostiach v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020.....	21
Obrázok 7. Bublinový graf plytvania potravinami v domácnostiach voči HDP krajín .....	22
Obrázok 8. Výrobný proces bio-plastovej fólie NEWPACK.....	37
Obrázok 9. Trendy v spracovateľskej/výrobnej kapacite závodu (a) a nákladoch (b) ako funkcia počtu závodov.....	42
Obrázok 10. Podiel každej nákladovej položky na celkovej štruktúre nákladov podľa modelovaného počtu závodov .....	43
Obrázok 11. Odhady MPCP podľa počtu závodov: (a) rozdelenie pravdepodobnosti MPCP zo simulácií Monte Carlo a (b) porovnanie strednej hodnoty MPCP pri rôznych časoch návratnosti.....	45
Obrázok 12. Používanie pesticídov (kg/ha, 2019) .....	55
Obrázok 13. Riziko používania pesticídov (HRI index).....	55
Obrázok 14. Podiel ekologického poľnohospodárstva (v %)......	59
Obrázok 15. Index poľného vtáctva (v %)......	60
Obrázok 16. Predaj antimikrobiálnych látok (2018, mg/PCU).....	63
Obrázok 17. Podiel LULUCF na celkových emisiách za roky 2016-2018.....	69
Obrázok 18. Záchyty a emisie v sektore LULUCF v EÚ (v ktCO <sub>2e</sub> ).....	70
Obrázok 19. Záchyty a emisie v sektore LULUCF na Slovensku (v ktCO <sub>2e</sub> ).....	70
Obrázok 20. Emisie a projekcie emisií (od roku 2020) v sektore AFOLU za EÚ27 (v MtCO <sub>2e</sub> ) .....	71
Obrázok 21. Podiel záchytov (záporné percento), resp. emisií (kladné percento) sektoru LULUCF na emisiách poľnohospodárstva za roky 2016-2018 v krajinách EÚ .....	71
Obrázok 22. Záchyty a projekcie (od roku 2020) v sektore LULUCF za EÚ27 (v MtCO <sub>2e</sub> ).....	72
Obrázok 23. Projekcie v sektore LULUCF na Slovensku. (ktCO <sub>2e</sub> ).....	74
Obrázok 24. Podiel emisií v poľnohospodárstve podľa zdroja v SR, priemer 2016-2018.....	76

Obrázok 25. Podiel emisií v poľnohospodárstve podľa zdroja v EÚ, priemer 2016-2018.....	76
Obrázok 26. Emisie v poľnohospodárstve na Slovensku (ktCO <sub>2</sub> e).....	76
Obrázok 27. Podiel emisií v poľnohospodárstve na celkových emisiách v hospodárstve a podiel hrubej pridanej hodnoty na hrubej pridanej hodnote v hospodárstve, priemer 2016-2018.....	77
Obrázok 28. Produkčná efektivita - hrubá pridaná hodnota (tis. €/tCO <sub>2</sub> e) .....	78
Obrázok 29. Produkcia skleníkových plynov na hlavu (tCO <sub>2</sub> e) .....	78
Obrázok 30. Emisie a projekcie emisií (od roku 2020) v sektore poľnohospodárstva v SR (ktCO <sub>2</sub> e)..	78
Obrázok 31. Krok 1: Tabuľky dodávok a použitia vo fyzických jednotkách – predbežný draft.....	82
Obrázok 32. Krok 2: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – prvá verzia .....	84
Obrázok 33. Krok 3a: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – druhá verzia.....	85
Obrázok 34. Krok 3b: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – tretia verzia .....	87
Obrázok 35. Sankey diagram SR pre toky biomasy, tis. ton, 2015.....	89

## Obsah

Zoznam skratiek.....	4
Zoznam tabuliek.....	7
Zoznam ilustrácií.....	8
Úvod.....	10
1 Potravinový odpad v krajinách EÚ.....	11
1.1 Kvantifikácia potravinového odpadu v krajinách EÚ.....	13
1.2 Kvantifikácia potravinového odpadu podľa skupín výrobkov v slovenskej prvovýrobe.....	25
2 Využitie potravinárskeho odpadu na biologicky rozložiteľné fólie na balenie potravín.....	34
2.1 Popis procesu skúmania biologicky rozložiteľnej fólie.....	36
2.2 Kvantifikácia potravinového odpadu a spracovateľská kapacita závodu.....	37
2.3 Odhad nákladov ex ante.....	41
2.4 Analýza ziskovosti.....	43
2.5 Analýza neistoty.....	44
2.6 Faktory, ktoré ovplyvňujú minimálnu predajnú cenu.....	47
2.7 Budúcnosť realizovateľnosti novej baliacej fólie.....	50
3 Európska zelená dohoda, ciele a spoločná poľnohospodárska politika.....	53
3.1 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti používania a rizika prípravkov na ochranu rastlín.....	54
3.1.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti pesticídov.....	55
3.2 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti straty živín.....	57
3.2.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti živín.....	58
3.3 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti ekologického poľnohospodárstva.....	58
3.3.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti ekologického poľnohospodárstva.....	59
3.4 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou.....	60
3.4.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti biodiverzity.....	61
3.5 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti antimikrobiálnych látok.....	62
3.5.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti antimikrobiálnych látok.....	63
4 Klimatická zmena a emisie skleníkových plynov.....	66
4.1 Emisné ciele EÚ.....	66
4.2 Záchyty v sektore LULUCF.....	68
4.3 Emisie v sektore poľnohospodárstva.....	75
5 Monitor materiálových tokov.....	79
5.1 Metodika zostavenia monitoru materiálových tokov.....	80
5.2 Monitor materiálových tokov pre SR.....	87
Záver.....	91
Referencie.....	93

## Úvod

Environmentálne výzvy ovplyvňujú naše životy a náš svet. Jednou z najdôležitejších výziev je problém plytvania potravinami. V tejto monografii skúmame a hodnotíme plytvanie potravinami v krajinách Európskej únie. Naším cieľom je zhodnotiť rozsah a povahu odpadu v krajinách EÚ a navrhnúť opatrenia na zníženie a efektívne využitie odpadu. Úvodná kapitola je zameraná na kvantifikáciu potravinového odpadu v krajinách EÚ. Podrobne analyzuje rôzne aspekty tohto problému a skúma, ako sa potravinový odpad líši v jednotlivých krajinách EÚ. Druhá kapitola popisuje možnosti využitia potravinového odpadu, a to predovšetkým na biologicky rozložiteľné fólie na balenie potravín vyrobené z agropotravinárskeho odpadu. Tretia kapitola sa venuje Európskej zelenej dohode a jej cieľom, ako aj poľnohospodárskej politike. Táto časť skúma ciele EÚ do roku 2030 v oblasti používania a rizika prípravkov na ochranu rastlín, straty živín, ekologického poľnohospodárstva, krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou a v oblasti antimikrobiálnych látok. Hodnotíme opatrenia zahrnuté v strategickom pláne SPP na roky 2023-2027 Slovenska a ich prínos k dosiahnutiu cieľov Európskej zelenej dohody. Monografia vo svojej štvrtej kapitole analyzuje vplyv potravinového odpadu na emisie skleníkových plynov, skúma emisné ciele EÚ a zameriava sa na záchyty v sektore LULUCF. V rámci piatej kapitoly sa monografia zaoberá monitorovaním materiálových tokov, predstavením metodiky zostavenia monitoru materiálových tokov a skúmaním týchto tokov pre Slovenskú republiku.

Táto monografia je určená pre študentov, odbornú verejnosť a rozhodovacie subjekty na úrovni Slovenska, resp. EÚ. Veríme, že informácie, ktoré prezentuje, prispievajú k trvalo udržateľnému rozvoju poľnohospodárskeho sektora, ostatných odvetví biohospodárstva a k ochrane životného prostredia v Európskej únii. Cieľom je poskytnúť odborné informácie a relevantné údaje, ktoré prispievajú k väčšej odbornosti diskusie a transparentnosti politík v oblasti biohospodárstva.



# 1 Potravinový odpad v krajinách EÚ

Potravinou sa rozumie látka, ktorá je určená na ľudskú spotrebu. Zahŕňa potraviny, ktoré pochádzajú od dodávateľa potravín, a nezahŕňa potraviny používané na biochemické a biologické procesy alebo tie ktoré sú používané ako krmivo pre zvieratá (Östergren a kol., 2014).

Existujú rôzne definície potravinového odpadu. Potravinový odpad je Európskou komisiou (2020) definovaný ako potravina, ktorá sa vyrába na ľudskú spotrebu, ale následne sa používa na nepotravinárske účely (vrátane krmiva pre zvieratá) alebo putuje do likvidácie odpadu. Podľa definície FAO (2021, 2014) sa do potravinového odpadu zaraďujú aj potraviny, ktoré sú odstránené z potravinového dodávateľského reťazca (maloobchod, stravovacie služby, domácnosti).

Pojmy potravinová strata a potravinový odpad sú často zamieňané, ale sú veľmi odlišné z pohľadu pôvodu a rozsahu. Parfitt a kol. (2010) vo svojej štúdii predkladajú rôzne definície potravinového odpadu, a to vzhľadom na zložitosť štruktúr potravinových dodávateľských reťazcov. Uvádzajú, že potravinový odpad je najjednoduchšie definovaný v maloobchodnej a spotrebiteľskej fáze, v ktorej sa potraviny vyrábajú na ľudskú spotrebu. Potravinový odpad je pojem, ktorý sa používa pre odpad vznikajúci vo všetkých fázach potravinového dodávateľského reťazca, pričom termín potravinová strata sa používa pre potravinový odpad vznikajúci v prvovýrobe a vo fáze spracovania (Stenmarck a kol. 2016).

Potravinový odpad možno ďalej rozdeliť na nevyhnutný odpad, ktorý nie je vhodný na konzumáciu (napr. vaječné škrupiny), a potravinový odpad, ktorému sa možno vyhnúť (špecifický typ odpadu, ktorý sa príležitostne, ale nie vždy skonzumuje ako napr. zemiakové šupky) (Papargyropoulou a kol., 2014). Na odhadnutie potenciálu zníženia plytvania potravinami je potrebné teda rozlišovať medzi plytvaním, ktorému sa dá vyhnúť, a plytvaním, ktorému sa nedá vyhnúť (Huber-Humer, 2022).

K plytvaniu potravinami najčastejšie dochádza v krajinách, kde sú potraviny relatívne lacné. To platí najmä pre priemyselné krajiny. Keď sa nespotrebovávajú konzumovateľné potraviny, všetka environmentálna záťaž spojená s výrobou surovín a ich spracovaním na potravinárske produkty je zbytočná. Rovnako sa tým premŕhava energia a zdroje investované do výroby týchto potravín. (Koivupuro a kol., 2012; Gustavsson a kol., 2011). Plytvanie potravinami má významný vplyv nielen na životné prostredie, ale aj na ekonomický rozvoj a potravinovú bezpečnosť chudobných ľudí (Gustavsson a kol., 2011). Plytvanie potravinami je nielen plytvanie prírodnými zdrojmi, ale aj energiami. Organizácia Spojených národov pre výživu a poľnohospodárstvo odhaduje, že každý rok sa stratí alebo vyhodí jedna tretina celosvetovej zásoby potravín (Gustavsson a kol., 2013). Neefektívne využívanie zdrojov zvyšuje emisie skleníkových plynov, ako aj množstvo vyprodukovaného potravinového odpadu. Podľa Stenmarck a kol. (2016) je potravinový odpad v EÚ odhadnutý na 88 miliónov ton. V prepočte na EÚ úroveň, to na obyvateľa predstavuje 173 kilogramov ročne, pričom približne 18 kilogramov pochádza z prvovýroby (prvej fázy potravinového dodávateľského reťazca).

Európska komisia (2016) podporuje cieľ OSN znížiť množstvo potravinového odpadu na polovicu vo všetkých fázach potravinového dodávateľského reťazca do roku 2030 (OSN, 2016). Ak by sa zachránila len štvrtina vyhodenej jedla, bolo by možné nakrmiť všetkých podvyživených ľudí na svete (Basher a kol., 2013).

Meranie potravinového odpadu v rozličných krajinách rôznymi metódami bráni jasnemu porovnaniu medzi spotrebiteľmi rôznych krajín. Napriek tomu existuje niekoľko zaujímavých štatistík o plytvaní potravinami, ktoré je dôležité zdôrazniť. Napríklad v Rakúsku sa zaznamenala priemerná ročná hodnota vyhodenej jedla na domácnosť 227 eur (Bernhofer, 2009), 270 – 400 eur v Holandsku (Thönissen, 2009), 200 – 260 eur v Nemecku (Hafner a kol., 2012), 480 libier v Spojenom kráľovstve (WRAP, 2009), 616 USD v Austrálii (Baker a kol., 2009) a v USA sa zaznamenala hodnota ročnej straty na 590 – 900 USD (Jones, 2005; Massow a kol., 2019). Gustavsson a kol. (2011) uvádzajú, že v priemere je potravinový odpad na obyvateľa v Európe a Severnej Amerike vyčíslený na 105 kilogramov, zatiaľ čo v subsaharskej Afrike a Ázii to je len 8,5 kilogramu ročne. Akčný program pre odpad a zdroje (The Waste and Resources Action Program) odhaluje, že potravinové straty sa vyčísli na viac ako 12 miliárd libier (WRAP, 2008). Autori dochádzajú k záveru, že vyhodenej bolo 25% jedlých potravín dostupných na ľudskú spotrebu. Napriek získaným záverom zdôrazňujú potrebu aktualizácie údajov o potravinovom odpade (Kantor a kol., 1997; WRAP, 2008; Quested a kol., 2011). Celkovo má produkcia potravinového odpadu značné a zbytočné negatívne vplyvy na životné prostredie. Odhaduje sa, že v USA je denne na osobu vyprodukovaného približne 422 gramov potravinového odpadu, čo znamená ročnú stratu vo veľkosti 30 miliónov akrov poľnohospodárskej pôdy spolu s významnými úbytkami sladkej vody a ďalších poľnohospodárskych vstupov (Conrad a kol., 2018). Keďže 95% vyhodenej potravín končí na skládkach, tak rozklad týchto potravín výrazne prispieva k emisiám skleníkových plynov (Qi a Roe, 2016). V dôsledku tohto problému so skládkami sú Spojené štáty americké tretím najväčším zdrojom antropogénnych emisií metánu na svete (Venkat, 2012). Potravinový odpad v USA vytvára emisie, ktoré dosahujú 113 miliónov metrických ton CO<sub>2</sub>e (ekvivalent oxidu uhličitého). Po prepočte na skleníkové plyny, je vyhodenej jedlo fínskych domácností ročne ekvivalentné ročným emisiám oxidu uhličitého zhruba zo 100 000 áut (Katajajuuri a kol., 2014). Na produkciu tretiny potravín, ktoré sú určené na ľudskú spotrebu a ktorými sa plytvá, je potrebných 0,9 milióna ha pôdy a 306 km<sup>3</sup> vody (FAO, 2014). Pokiaľ ide o emisie skleníkových plynov, celosvetový potravinový odpad je zodpovedný za 4,4 miliardy ton CO<sub>2</sub> ročných emisií a teda približne 8% celkových globálnych emisií skleníkových plynov (FAO, 2015). Potravinový odpad vplýva na celý potravinový dodávateľský reťazec a má približne 15,7-percentný dopad na životné prostredie (Scherhauser a kol., 2018). Hoci mnohé štúdie skúmajú meranie alebo monitorovanie potravinového odpadu v potravinových dodávateľských reťazcoch, tieto štúdie nie sú priamo porovnateľné, a to kvôli použitiu

rôznych metódik merania. Monitorovanie plytvania potravinami je preto veľmi náročné a dosiahnutie spoločnej definície a kvantifikácie plytvania potravinami predstavuje stále otvorenú výzvu.

Nakladanie s organickým odpadom je environmentálnou a sociálnou prioritou. Fernandez-Bayo a kol. (2018) porovnávajú dva spôsoby správy organického odpadu, a to aeróbnu digestiu (AED) alebo kompostovanie, pri ktorých sa vytvára konečný produkt s pridanou hodnotou. Potravinový odpad z priemyselných, inštitucionálnych a obchodných subjektov, ako je potravinárska výroba, veľkoobchody, supermarkety, reštaurácie, nemocnice a vzdelávacie zariadenia, sa využíva na výrobu bioplynu (Kalinichenko a kol., 2016). Nesprávny zber, nevhodné separovanie a nedostatočné logistické riešenia pre presun odpadu tvoria prekážky pri využívaní biologického odpadu na výrobu bioplynu (Mittal a kol., 2018). V konečnom dôsledku, mestá produkujú množstvo potravinového odpadu, ktorý je možné premeniť na plynné palivo – bioplyn (Kowalska a kol., 2011). Pestovanie energetických rastlín na výrobu energie má negatívny vplyv na potravinovú bezpečnosť, zvyšuje ceny potravín a spôsobuje neefektívne využívanie pôdy na pestovanie plodín. Bioplyn sa na rozdiel od bionafty alebo bioetanolu vyrába prevažne z organického odpadu a nespôsobuje problémy akými sú nedostatok potravín alebo strata biodiverzity. Využívanie bioplynu je etickejšou alternatívou výroby energie (Nevzorova a Kutcherov, 2019).

Na získanie fundovaného základu pre plánovanie, vyhodnocovania a nastavenia predchádzania vzniku odpadu je vedecky potrebné dať do súvisu množstvo potravinového odpadu v každej fáze dodávateľského reťazca s celkovým objemom dodávok potravín. Výskum v oblasti spotrebiteľského potravinového odpadu rýchlo narastá, rovnako ako snahy o kvantifikáciu množstva potravinového odpadu vytvoreného vo všetkých fázach potravinového dodávateľského reťazca. V posledných rokoch vzbudila kvantifikácia potravinového odpadu v členských štátoch EÚ značný záujem, čo sa odráža v rastúcich počtoch štúdií a dostupnosti údajov v rámci potravinového dodávateľského reťazca (napr. Caldeira a kol., 2021; Stenmarck a kol., 2016; Corrado a Sala, 2018; Parfitt a kol., 2010). Na základe údajov z Eurostatu a metodického prístupu, ktorý navrhujú Caldeira a kol. (2021), sa táto kapitola zameriava na meranie a porovnanie potravinového odpadu v štátoch stredoeurópskych krajín vo všetkých fázach dodávateľského reťazca v rokoch 2012 a 2020.

## 1.1 Kvantifikácia potravinového odpadu v krajinách EÚ

Množstvo potravinového odpadu je kvantifikované na základe štatistických údajov EÚ o odpadoch, ktoré sú dostupné na platforme Eurostat, na základe nariadenia Európskej komisie č. 2150/2002 o štatistike odpadov (Európska komisia, 2016).

Množstvo potravinového odpadu sa počíta v každej fáze potravinového reťazca, t. j. prvovýroba, spracovanie a výroba, distribúcia potravín, stravovacie služby a domácnosti prostredníctvom kódov NACE. Eurostat poskytuje informácie o množstve odpadu podľa kategórie odpadu, nebezpečnosti

a činnosti NACE Rev. 2. Potravinový reťazec distribúcie potravín a stravovacích služieb samozrejme zahŕňa aj maloobchod a reštaurácie. Činnosť „NACE A – Poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov“ sa zhoduje s prvovýrobou. Činnosť „NACE C10-C12 – Výroba potravinárskych výrobkov, nápojov a tabakových výrobkov“ sa prelína so spracovaním a výrobou. Aktivita „NACE G-U\_X\_G4647 – Služby okrem veľkoobchodu s odpadom a šrotom“ sa zhoduje s distribúciou potravín a stravovacích služieb. Činnosť „NACE EP\_HH – Domácnosti“ sa zhoduje s domácnosťami. Nasledovné kódy Európskeho katalógu odpadov obsahujú potravinový odpad: w091 – Živočíšny a zmiešaný potravinový odpad, w092 – Rastlinný odpad a w101 – Odpad z domácností a podobný odpad. Na základe dostupnosti a úplnosti údajov sú sledované vybrané stredoeurópske krajiny v rokoch 2012 a 2020. V sledovaných rokoch sa zisťujú rozdiely medzi množstvom potravinového odpadu v jednotlivých fázach dodávateľského reťazca. Pri prepočte potravinového odpadu na obyvateľa sú v sledovaných rokoch použité demografické údaje o priemernej populácii (Eurostat, 2022).

Množstvo potravinového odpadu v jednotlivých fázach potravinového dodávateľského reťazca pre vybranú krajinu EÚ sa počíta nasledovne:

$$FW_{ij} = w091_{ij} * \beta_{w091} + w092_{ij} * \beta_{w092} + w101_{ij} * \beta_{w101} \quad (1)$$

kde  $i$  je vybraná európska krajina;  $j$  sú etapy potravinového dodávateľského reťazca ako: prvovýroba (NACE A), spracovanie a výroba (NACE C10-C12), distribúcia potravín a stravovacích služieb (NACE G-U\_X\_G4647), domácnosti (NACE EP\_HH).  $\beta_{w091}$ ;  $\beta_{w092}$ ;  $\beta_{w101}$  sú koeficienty vyjadrujúce podiel potravinového odpadu podľa vybraných kódov odpadu.

Celkový potravinový odpad v každej krajine EÚ sa počíta ako súčet potravinového odpadu na všetkých stupňoch potravinového dodávateľského reťazca.

Tento prístup ku kvantifikácii potravinového odpadu je založený na modeli použitom v práci Caldeira a kol. (2021). Podľa Caldeirovho prístupu je koeficient vyjadrujúci podiel potravinového odpadu v kóde odpadu w091 rovný 0,92, pričom koeficient vyjadrujúci podiel potravinového odpadu v kóde odpadu w092 sa rovná 0,59 a koeficient vyjadrujúci podiel potravinového odpadu v kóde odpadu w101 sa rovná 0,23. Tieto podiely sú použité pre všetky vybrané krajiny (bez ohľadu na existenciu koeficientov špecifických pre jednotlivé krajiny). Nakoniec je zostavený bublinový graf, ktorý ukazuje vzťah medzi množstvom potravinového odpadu v domácnostiach na obyvateľa (na horizontálnej osi) a výškou HDP na obyvateľa (na vertikálnej osi). Veľkosť bubliny predstavuje celkové množstvo potravinového odpadu na obyvateľa v každej krajine. Čierne šípky označujú trend a červené zníženie celkového plytvania potravinami.

Výsledky výpočtu sú uvedené v tabuľke 1, kde je celkový potravinový odpad v potravinovom dodávateľskom reťazci vyčíslený v miliónoch ton (Mt). Pre lepšie porovnanie krajín je potravinový odpad

vyčíslený na obyvateľa v kilogramoch (kg). Nakoniec je uvedený percentuálny podiel potravinového odpadu na celkovom potravinovom odpade v jednotlivých etapách potravinového dodávateľského reťazca. Potravinový odpad je kvantifikovaný v rámci štyroch sektorov potravinového dodávateľského reťazca v krajinách strednej Európy v rokoch 2012 a 2020 na základe dostupných údajov z Eurostatu.

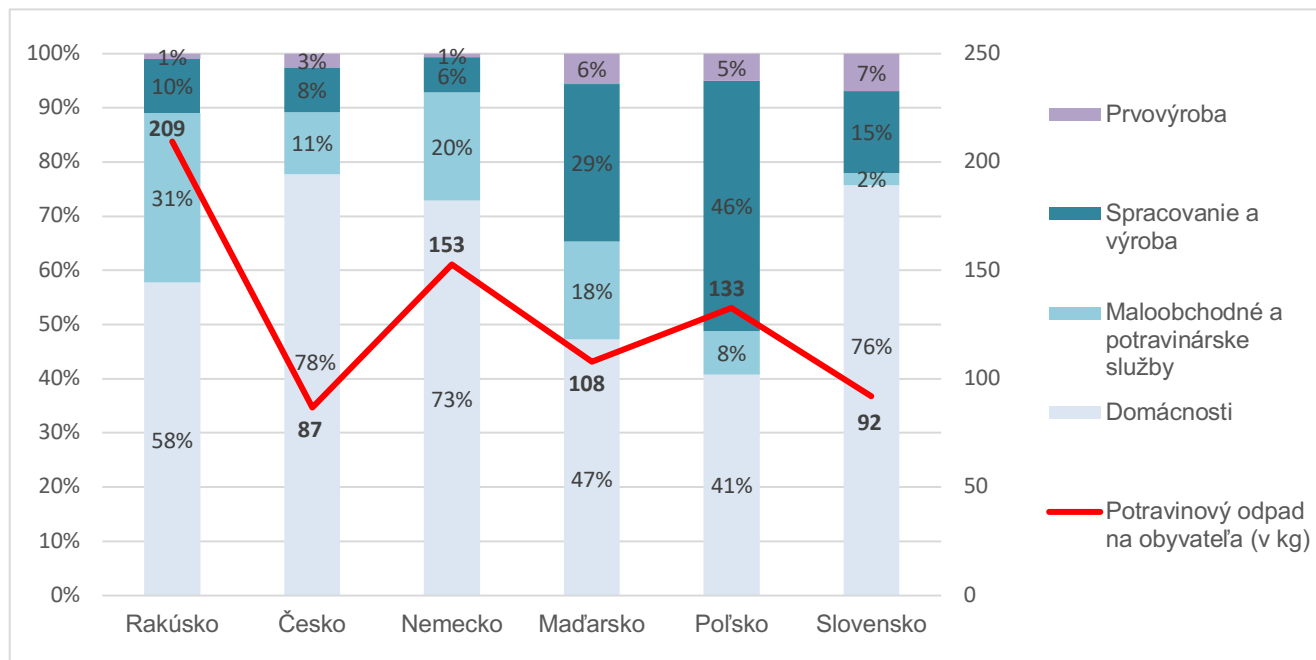
Tabuľka 1. Celkový potravinový odpad v miliónoch ton a podiel potravinového odpadu podľa sektorov v európskych krajinách

Krajina	Rok	Prvovýroba [v Mt]			Spracovanie a výroba [v Mt]			Maloobchodné a potravinárske služby [v Mt]			Domácnosti [v Mt]		
				%			%			%			%
Rakúsko	2012	0,018	(2)	1	0,174	(21)	10	0,553	(66)	31	1,017	(121)	58
	2020	0,017	(2)	1	0,295	(33)	14	0,533	(60)	26	1,225	(138)	59
Česko	2012	0,023	(2)	3	0,075	(7)	8	0,104	(10)	11	0,708	(67)	78
	2020	0,048	(5)	3	0,055	(5)	4	0,224	(21)	16	1,060	(99)	76
Nemecko	2012	0,082	(1)	1	0,793	(10)	6	2,457	(31)	20	8,946	(111)	73
	2020	0,248	(3)	2	0,899	(11)	7	2,133	(26)	16	9,913	(119)	75
Maďarsko	2012	0,060	(6)	6	0,311	(31)	29	0,194	(20)	18	0,507	(51)	47
	2020	0,011	(1)	1	0,090	(9)	9	0,047	(5)	5	0,800	(82)	84
Poľsko	2012	0,254	(7)	5	2,328	(61)	46	0,404	(11)	8	2,059	(54)	41
	2020	0,029	(1)	1	0,734	(19)	19	0,119	(3)	3	3,020	(80)	77
Slovensko	2012	0,034	(6)	7	0,076	(14)	15	0,011	(2)	2	0,376	(70)	76
	2020	0,057	(10)	9	0,055	(10)	9	0,034	(6)	5	0,491	(90)	77

Poznámka: v zátvorkách je uvedený potravinový odpad na obyvateľa v kilogramoch

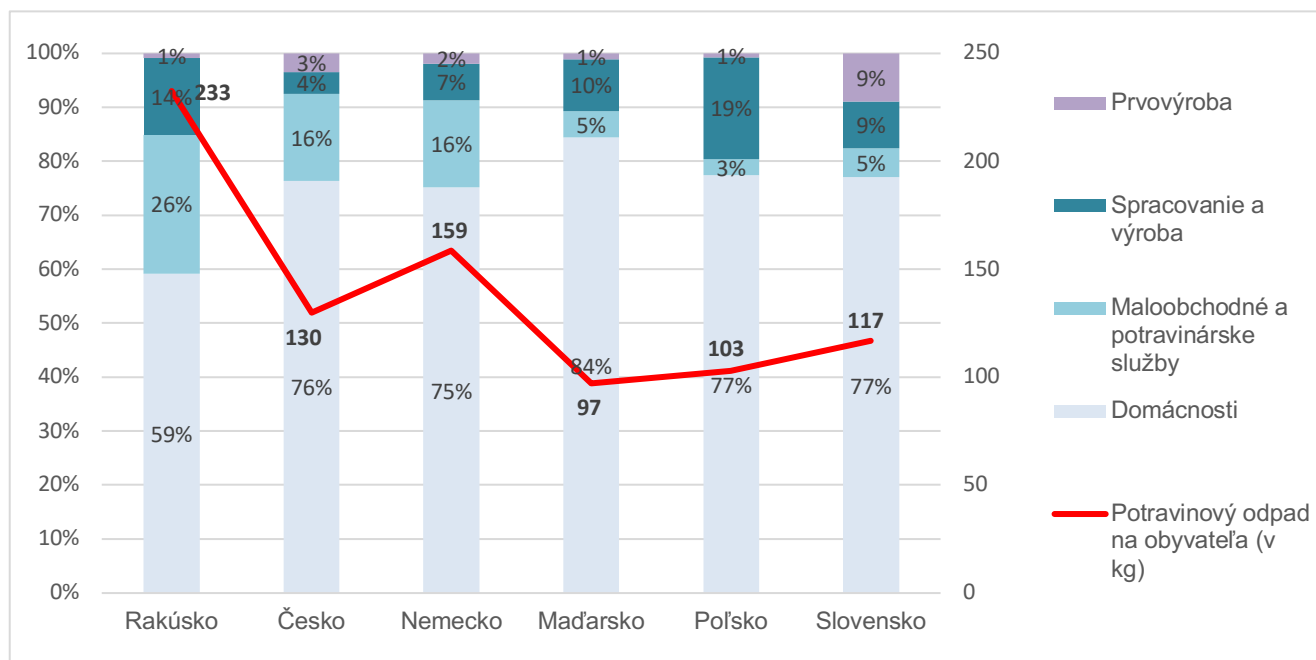
Zdroj: vlastné spracovanie

Obrázok 1. Percentuálny podiel potravinového odpadu v jednotlivých fázach potravinového dodávateľského reťazca a celkový potravinový odpad na obyvateľa (v kg) v roku 2012



Zdroj: vlastné spracovanie

Obrázok 2. Percentuálny podiel potravinového odpadu v jednotlivých fázach potravinového dodávateľského reťazca a celkový potravinový odpad na obyvateľa (v kg) v roku 2020



Zdroj: vlastné spracovanie



Vo všeobecnosti dosiahujú v roku 2012 európske krajiny množstvo potravinového odpadu medzi 87 – 209 kg na obyvateľa (obrázok 1) a v roku 2020 medzi 97 – 233 kg na obyvateľa (obrázok 2). V roku 2012 Nemecko dosahuje najväčšie množstvo potravinového odpadu – 12,278 Mt (153 kg na obyvateľa), zatiaľ čo Rakúsko dosahuje najväčšie množstvo odpadu na obyvateľa – 209 kg (1,761 Mt). Najmenšie množstvo potravinového odpadu je zaznamenané na Slovensku – 0,497 Mt (92 kg na obyvateľa), naopak najmenšie množstvo odpadu na obyvateľa je v Česku – 87 kg na obyvateľa (0,911 Mt). V roku 2020, rovnako ako v roku 2012, dosahuje najviac potravinového odpadu Nemecko – 13,191 Mt (159 kg na obyvateľa), kým Rakúsko dosahuje najviac odpadu na obyvateľa – 233 kg (2,07 Mt). Najmenšie množstvo vyprodukovaného potravinového odpadu je na Slovensku – 0,637 mil. ton (117 kg na obyvateľa), naopak najmenšie množstvo odpadu na obyvateľa je v Maďarsku – 97 kg (0,948 Mt) (Tabuľka 1).

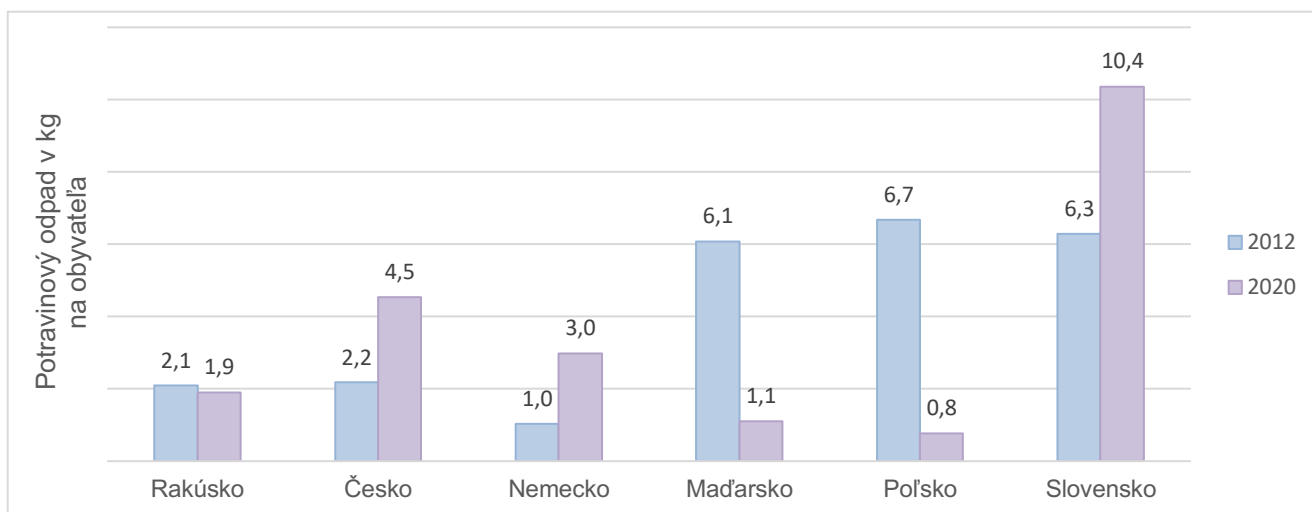
Z hľadiska podielu jednotlivých etáp potravinového dodávateľského reťazca na celkovom potravinovom odpade v európskych krajinách vzniká najväčší objem potravinového odpadu v domácnostiach, a teda na poslednom stupni dodávateľského reťazca. Najväčší podiel na celkovom potravinovom odpade v roku 2012 v Českej republike (78%) a na Slovensku (76%) pochádza z domácností. V roku 2020 to platí aj pre Maďarsko, kde potravinový odpad z domácností tvorí 84% z celkového objemu. Podľa zistení z iných štúdií je sektor domácností zodpovedný za najväčší podiel potravinového odpadu v porovnaní so všetkými ostatnými fázami potravinového reťazca. Pri tvorbe preventívnych opatrení by sa preto malo reagovať na správanie konečného spotrebiteľa, ale bez zanedbávania zmien v iných fázach potravinového reťazca.

Celkové množstvo potravinového odpadu vznikajúceho v prvovýrobe a etapách spracovania a výroby je determinované množstvom potravinového odpadu na jednotlivých úrovniach potravinových skupín. Každá krajina produkuje rôzne skupiny potravín s individuálnymi koeficientmi potravinového odpadu. Množstvo potravinového odpadu je teda ovplyvnené kombináciou potravinových skupín v prvých fázach dodávateľského reťazca. (Caldeira a kol., 2021). Vysoká heterogenita medzi krajinami súvisí aj s geografickým rozdelením potravinárskeho priemyslu, ktorý je rôzne koncentrovaný. Nasledujúce obrázky (obrázok 3 – 6) ilustrujú celkový potravinový odpad v kg na obyvateľa v rámci štyroch sektorov potravinového dodávateľského reťazca v krajinách strednej Európy v rokoch 2012 a 2020.

V štádiu prvovýroby je na Slovensku zaznamenaného najviac potravinového odpadu na obyvateľa a to 6,3 – 10,4 kg za rok (obrázok 3). Za sledované obdobie sa na Slovensku zaznamenáva najväčší nárast množstva potravinového odpadu v prvovýrobe oproti všetkým ostatným krajinám (4,1 kg na obyvateľa). Tento štatisticky najvyšší nárast produkcie odpadu v prvovýrobe na obyvateľa je možné pripísať skutočnosti, že Slovensko produkuje veľké množstvo potravín určených na export (najmä obilie). Na

druhom mieste nasleduje Česko a Nemecko. Výrazný pokles potravinového odpadu je zaznamenaný v Poľsku (5,9 kg na obyvateľa) a v Maďarsku (6 kg na obyvateľa). Prevláda názor, že na rozdiel od rozvojových krajín sú straty v prvovýrobe priemyselných krajín zanedbateľné. Podľa výpočtov je vysoká miera odpadu zaznamenaná v roku 2012 na Slovensku (7%), v Maďarsku (6%) a Poľsku (5%) a v roku 2020 na Slovensku (9%) a v Česku (3%). Všetky tieto krajiny s vyšším podielom potravinového odpadu v prvovýrobe majú veľký sektor poľnohospodárskej výroby a veľká časť vyrobených potravín sa vyváža (nespotrebuje sa v rámci krajiny). Porovnanie množstva potravinového odpadu na obyvateľa v prvovýrobe a vo fáze spracovania a výroby je predmetom diskusie, pretože malé krajiny ako Slovensko môžu produkovať vysoké množstvo potravín určených na export, zatiaľ čo veľké krajiny ako Nemecko sa môžu významne spoliehať na dovoz.

Obrázok 3. Porovnanie potravinového odpadu vyčísleného v prvovýrobe v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020



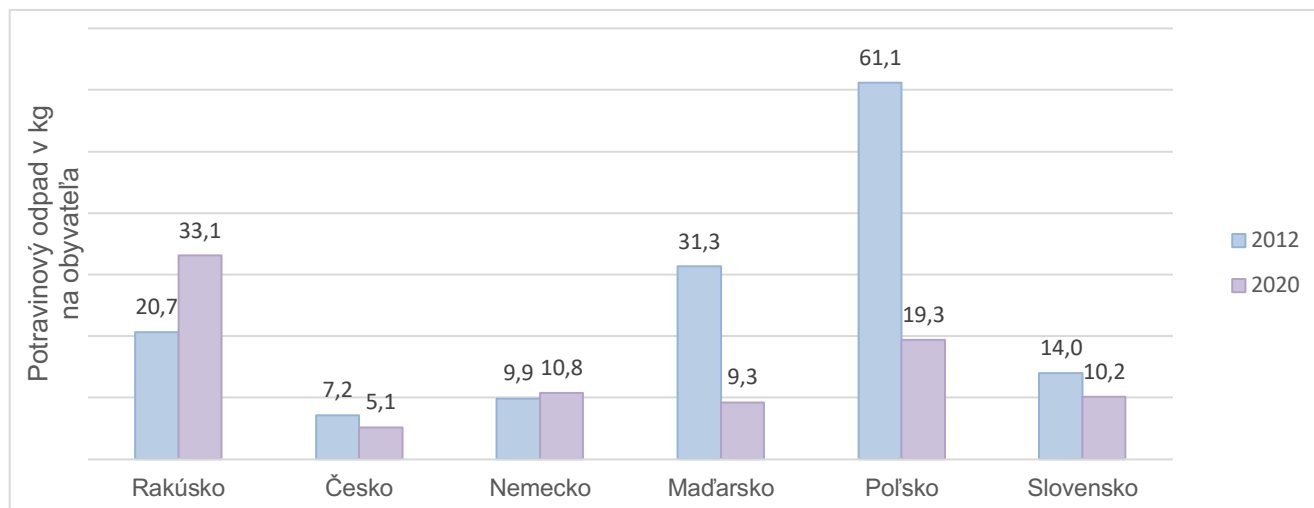
Poznámka: t stat = 0,268, p-hodnota = 0,780

Zdroj: vlastné spracovanie

V ďalšej fáze dodávateľského reťazca, ktorá sa zaoberá spracovaním a výrobou, je v roku 2020 zaznamenané najväčšie množstvo potravinového odpadu na obyvateľa v Rakúsku (33,1 kg na obyvateľa), zatiaľ čo v roku 2012 v Poľsku (61,1 kg na obyvateľa) (obrázok 4). Principato a kol. (2012) uvádzajú, že hlavnými príčinami plytvania pri výrobe sú technické poruchy a neefektívnosť výrobných procesov. V sledovaných rokoch dochádza k najväčšiemu poklesu produkcie potravinového odpadu v Poľsku (41,8 kg na obyvateľa) a v Maďarsku (22 kg na obyvateľa). Naopak, Rakúsko zaznamenáva v danom roku najväčší nárast, a to 12,4 kg na obyvateľa. Treba však mať na pamäti, že celkové množstvo potravinového odpadu je neporovnateľne menšie v porovnaní s Nemeckom a Poľskom. Väčšina podnikov v potravinárskom a nápojovom priemysle v Rakúsku sú pivovary, mliekarne

a bitúanky. Pazera a kol. (2015) uvádzajú, že zvyšky rakúskeho potravinárskeho a nápojového priemyslu sa opätovne využívajú ako krmivo pre zvieratá.

Obrázok 4. Porovnanie potravinového odpadu vyčísleného pri spracovaní a výrobe v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020



Poznámka: t stat = 1,189, p-hodnota = 0,288

Zdroj: vlastné spracovanie

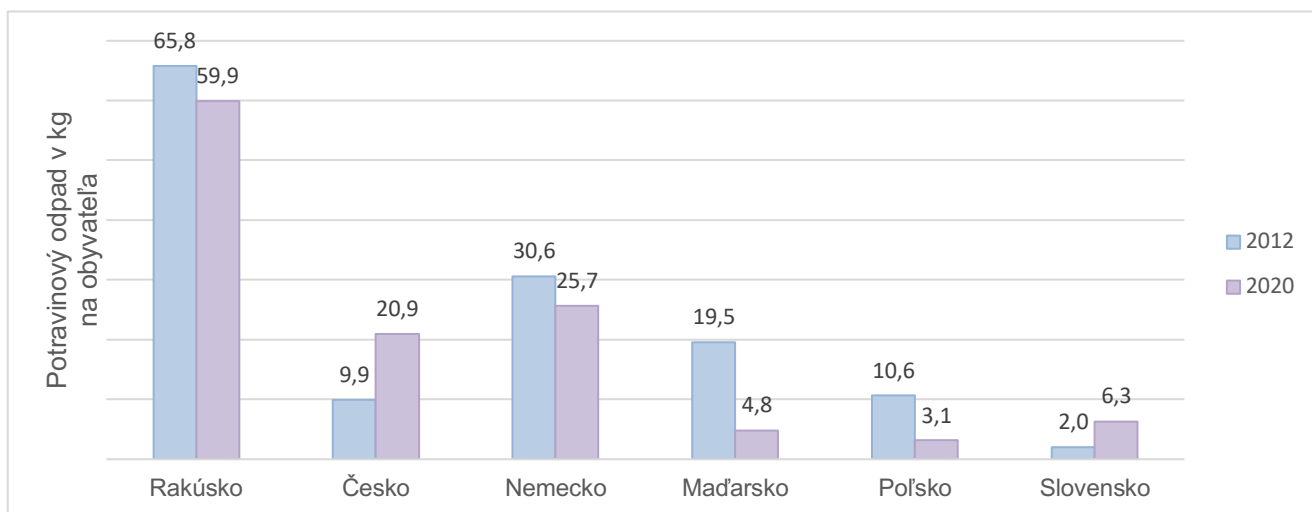
Maloobchodný sektor vo všeobecnosti produkuje najmenší podiel potravinového odpadu (Schneider a Eriksson, 2020). Kvôli veľmi obmedzeným údajom sú maloobchodné a potravinové služby v rámci potravinového dodávateľského reťazca zhrnuté. Najvyšší podiel potravinového odpadu v sektore maloobchodu a stravovacích služieb je zaznamenaný v Nemecku a v Rakúsku (obrázok 5). Spotrebitelia v bohatých krajinách nie sú nútení kupovať lacné potraviny (tie, ktoré majú prekročený dátum minimálnej trvanlivosti hoci ešte nevypršal dátum spotreby, a potraviny sú bezpečné na konzumáciu). „All you can eat“ reštaurácie s pevnou cenou, kde môžu spotrebitelia bez obmedzenia konzumovať jedlo podnecujú zákazníkov, aby si jedlo nabrali na tanier vo veľkých množstvách a následne zákazníci často zisitia, že si nabrali viac, ako vládzu zjesť.

Porovnanie plytvania potravinami na obyvateľa v iných štádiách dodávateľského reťazca umožňuje lepšie vyhodnotenie plytvania potravinami, pretože tieto štádiá sú tesne prepojené s množstvom potravín, ktoré obyvateľstvo spotrebuje. Z obrázku 5 je zrejmé, že v Rakúsku potravinové reťazce, maloobchod a stravovacie služby vykazujú najvyššie množstvo potravinového odpadu na obyvateľa. Potravinový odpad sa znižuje vo všetkých sledovaných krajinách s výnimkou Českej republiky a Slovenska. Celkovo najmenší potravinový odpad je zaznamenaný na Slovensku. Súvisí to s dostupnosťou údajov a nepresnou evidenciou odpadu v kódach odpadu. Na Slovensku sa vyskytuje problém so zhromažďovaním údajov v sektore maloobchodu a stravovania. Separácia odpadu je

možná len pre priemyselný odpad. V Slovenskej republike sa zber údajov presúva z obcí na podnikateľské subjekty, ktoré však chýbajú v evidencii štatistického úradu. Hlavné príčiny potravinového odpadu v maloobchodnom sektore, ktoré sú identifikované v tejto kapitole, sa vo všeobecnosti zhodujú s výsledkami iných štúdií. Hlavnými príčinami potravinového odpadu sa zdajú byť uplynutie trvanlivosti, kazenie, vizuálne defekty alebo poškodenie výrobkov alebo ich obalov, kvôli ktorým nie sú výrobky vhodné na predaj, spolu s nadbytočným množstvom zásob v dôsledku nepresného predpovedania maloobchodných predajov (Horos a Ruppenthal, 2021).

Ak sa plytvaniu potravinami nedá zabrániť, darovanie potravín sa považuje za prioritu v hierarchii odpadového hospodárstva (WRAP, 2015). Podľa rakúskej štúdie uskutočnenej v maloobchodných predajniach (Lebersorger a Schneider, 2014), viac ako štvrtina vyradených potravín nevykazovala žiadne nedostatky okrem uplynutého dátumu spotreby. Preto by sa prístupy k predchádzaniu vzniku odpadu mali sústrediť na zabraňovanie vracaniu potravín, internú optimalizáciu a darcovstvo potravín, ktoré sú stále bezpečné a vhodné na konzumáciu.

Obrázok 5. Porovnanie potravinového odpadu kvantifikovaného v maloobchode a stravovacích službách v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020



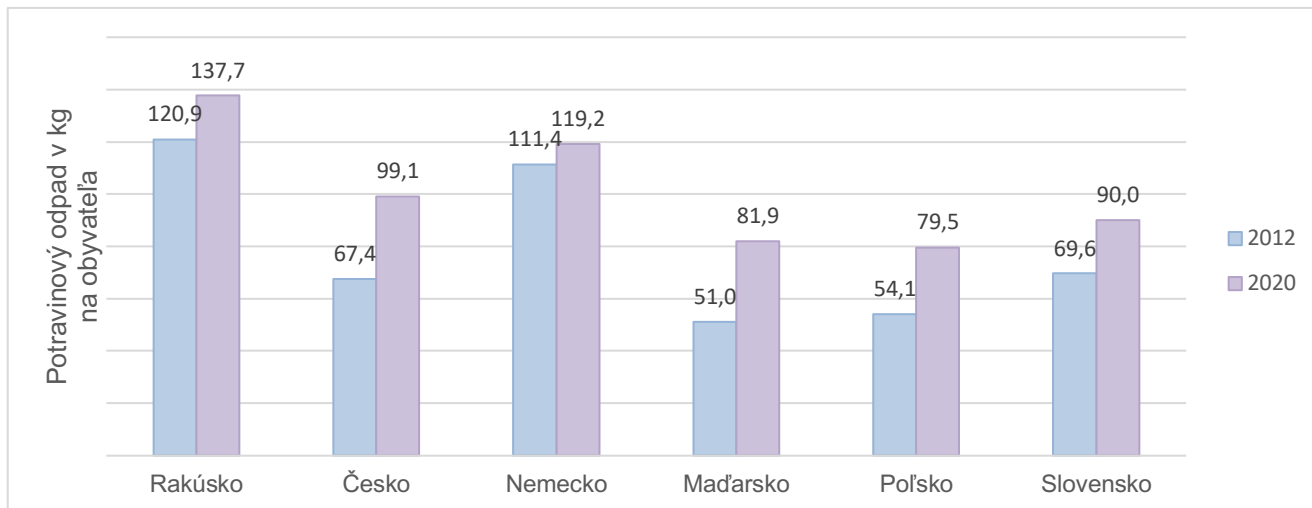
Poznámka: t stat = 0,789, p-hodnota = 0,465

Zdroj: vlastné spracovanie

Sektorom potravinového reťazca, v ktorom je produkcia odpadu v kilogramoch na obyvateľa najvyššia, sú domácnosti. Krajiny s najvyšším množstvom potravinového odpadu na obyvateľa v domácnostiach za rok 2012 sú Rakúsko (121 kg na obyvateľa) a Nemecko (111 kg na obyvateľa) (obrázok 6). Krajinami s najvyšším množstvom potravinového odpadu na obyvateľa v domácnostiach sú v roku 2020 taktiež Rakúsko (138 kg na obyvateľa) a Nemecko (119 kg na obyvateľa). Domácnosti sú jediným sektorom, kde sa potravinový odpad štatisticky zvyšuje vo všetkých sledovaných krajinách. Množstvo odpadu,

ktorý sa v domácnostiach skompostuje (v záhrade alebo sa použije ako krmivo pre zvieratá), nie je zachytené v štatistike odpadov.

Obrázok 6. Porovnanie plytvania potravinami vyčísleného v domácnostiach v európskych krajinách v rokoch 2012 a 2020

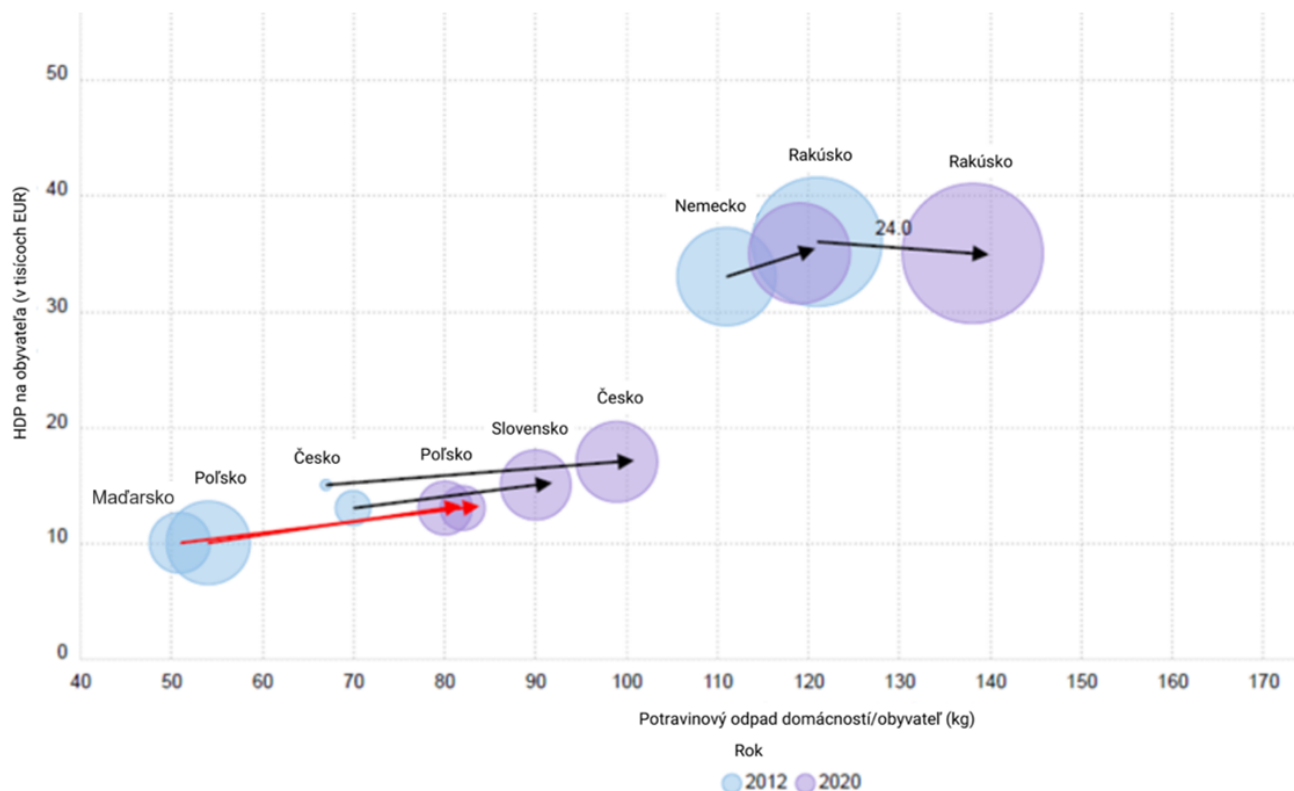


Poznámka: t stat = -5,953, p-hodnota = 0,002\*\*\*; významné pri hladinách \*\*\*p<0,001

Zdroj: vlastné spracovanie

Zatiaľ čo množstvo potravinového odpadu v prvých fázach dodávateľského reťazca je relatívne nízke, na konci dodávateľského reťazca je potravinový odpad zvyčajne výrazne vyšší a mimoriadne bežný v západných krajinách, ako sú Nemecko a Rakúsko. Bublinový graf znázorňuje vzťah medzi tromi premennými: potravinovým odpadom v domácnostiach na obyvateľa, HDP na obyvateľa a celkovým odpadom potravín na obyvateľa (obrázok 7). Bubliny zobrazujú celkový potravinový odpad na obyvateľa v danom roku. Čím vyšší je HDP na obyvateľa, tým vyššie je množstvo potravinového odpadu v domácnosti a tým aj celkové množstvo odpadu. Príkladom je Rakúsko, ktoré vykazuje za posledný rok najvyšší HDP na obyvateľa, najvyššie množstvo odpadu v domácnostiach a celkový potravinový odpad na obyvateľa. Naopak, v Poľsku a Maďarsku je HDP na obyvateľa najnižší, a teda aj množstvo potravinového odpadu v domácnostiach je najnižšie, a tým aj celkové množstvo potravinového odpadu. Červené šípky znázorňujúce trend indikujú v Poľsku a Maďarsku zníženie celkového potravinového odpadu na obyvateľa v sledovaných rokoch.

Obrázok 7. Bublínový graf plytvania potravinami v domácnostiach voči HDP krajín



Poznámka: Os x zahŕňa množstvo potravinového odpadu domácnostiach na obyvateľa v danom roku. Os y zodpovedá HDP na obyvateľa v danom roku. Veľkosť každej bubliny predstavuje celkový potravinový odpad na obyvateľa.

Zdroj: vlastné spracovanie

Vznik potravinového odpadu v domácnostiach závisí od mnohých faktorov. Týmito faktormi sú spotrebiteľské správanie, sociálno-ekonomická situácia ľudí, úroveň vzdelania, celkový počet osôb v domácnosti a stravovacie preferencie (Parfitt a kol., 2010). Thönissen (2009) uvádza, že holandskí spotrebiteľia vyhodí približne 43 až 60 kilogramov potravinového odpadu na osobu ročne. Pekcan a kol. (2006) odhadhaluje, že potravinový odpad v domácnostiach v tureckej Ankare, zoskupený podľa sociálno-ekonomického postavenia, dosahuje 116 kilogramov na osobu ročne. Americké domácnosti vyhodí 14% potravinového odpadu, čo zodpovedá 211 kilogramom ročne (Parfitt a kol., 2010). Celkové množstvo potravinového odpadu z domácností sa v Nemecku pohybuje ročne od 5,8 do 7,5 milióna ton, čo predstavuje 61% z celkového potravinového odpadu domácností. Priemerný občan teda ročne vyhodí približne 82 kilogramov potravinového odpadu (Hafner a kol., 2012). Vďaka spoločným definíciám a klasifikáciám odpadov, je možné dosiahnuť relatívne vysokú úroveň porovnateľnosti údajov medzi krajinami pre väčšinu sektorov a druhov odpadov. Napriek tomu existujú isté problémy pri porovnávaní údajov medzi krajinami v dôsledku rozdielov v pokrytí a to najmä v odlišnom



uplatňovaní definície odpadu, rôznych metodických prístupoch a rozdielnych prioritách v rámci národnej štatistiky odpadového hospodárstva a odpadov. Problémy s pokrytím sa taktiež vyskytujú v súvislosti s konkrétnymi sektormi.

Možným vysvetlením rozdielov môže byť skutočnosť, že koeficienty w91, w92 a w101 nie sú špecifické pre konkrétne krajiny. Presnosť výsledkov je obmedzená predpokladmi pre odhad množstva potravinového odpadu, ktoré je uvedené v štatistike odpadov pre kódy w091, w092 a w101. Údaje použité z národných štatistík publikovaných Eurostatom sú ovplyvnené istou mierou neistoty, pretože pochádzajú z rôznych zdrojov s rôznou kvalitou. Tieto koeficienty potravinového odpadu nemusia byť úplne reprezentatívne vzhľadom na použité metódy a obmedzenia pri zbere údajov. Ďalším obmedzením je, že koeficienty vypočítané pre jednu členskú krajinu môžu byť použité na modelovanie potravinového odpadu v iných členských krajinách, avšak nie sú aktualizované každý rok, čo znamená, že časový trend potravinového odpadu nie je adekvátne zachytený.

Ďalšie problémy, ktoré ovplyvňujú odhady potravinového odpadu, zahŕňajú vplyv obsahu vody na hmotnosť potravinového odpadu, existencia vlastných kódov odpadu v jednotlivých krajinách a možné nezrovnalosti medzi národnými klasifikačnými systémami a údajmi prijatými Eurostatom. Ďalšia neistota je spojená s použitými štatistickými údajmi, pretože tieto údaje pochádzajú z rôznych zdrojov a majú rozdielnu kvalitu. V nasledujúcich rokoch však členské štáty budú poskytovať správy o svojich zdrojoch, čo by malo prispieť k väčšej presnosti odhadov.

Kvalita údajov o potravinovom odpade medzi krajinami EÚ je otázna, keďže neexistujú jednotné systémy zberu údajov o potravinovom odpade. Metodológie zberu údajov sa medzi krajinami EÚ značne líšia, keďže každá krajina má svoju vlastnú metodiku na kvantifikáciu potravinového odpadu. Pokiaľ ide o meranie potravinového odpadu, v roku 2019 Európska komisia prijala spoločnú definíciu potravinového odpadu a vypracovala metodiky pre krajiny Európskej únie, ktoré umožňujú meranie potravinového odpadu v rámci celého dodávateľského reťazca. (Európska komisia, 2020a).

EÚ a jej členské štáty aktívne prijímajú konkrétne opatrenia s cieľom zabrániť strate potravín a plytvaniu potravinami. V prípade, že zabránenie straty potravín nie je možné, uprednostňuje sa ich opätovné použitie a recyklácia, napríklad prostredníctvom kompostovania. Vlády a ďalšie agentúry spolupracujú na globálnej úrovni s cieľom znížiť množstvo potravinového odpadu (Garre a kol., 2020). V roku 2020 väčšina členských štátov EÚ oznámila, že do svojich legislatívnych alebo nelegislatívnych opatrení na vnútroštátnej úrovni zahrnujú hierarchiu odpadového hospodárstva, ktorá zahŕňa predchádzanie, opätovné použitie, recykláciu a zhodnocovanie. Tieto kroky boli navrhnuté v záveroch z roku 2016 (CEU, 2020). Tieto opatrenia majú vplyv na všetky úrovne potravinového dodávateľského reťazca od výrobcov až po spotrebiteľov, pretože potravinový odpad spôsobuje významné ekonomické straty a má negatívne environmentálne a sociálne dopady.

V posledných rokoch došlo k zásadným inováciám a návrhom na dodatočné znížovanie potravinového odpadu takmer na všetkých úrovniach hodnotového reťazca, od malých výrobcov až po veľké priemyselné podniky. Pandémia Covid-19 však spôsobila masívne narušenie potravinového systému v celom dodávateľskom reťazci, či už v dôsledku nedostatku potravín alebo neočakávaného plytvania potravinami. Tento nepredvídateľný faktor výrazne zvýšil potravinový odpad najmä na úrovni prvovýroby, ktorá sa špecializuje na sektor stravovania. V prípade distribúcie potravín a poskytovania stravovacích služieb je pravdepodobné, že v krátkodobom horizonte dôjde k zvýšeniu plytvania potravinami, pretože tieto subjekty nebudú schopné využiť svoje existujúce zásoby potravín. Spôsob, akým sa zásoby hromadili v domácnostiach, pravdepodobne znížil celkové množstvo potravinového odpadu na úrovni maloobchodných predajcov. Na druhej strane, pandemické hromadenie zásob v domácnostiach by sa za normálnych okolností považovalo za tvorbu odpadu. Niektoré domácnosti v dôsledku nezamestnanosti vyprodukovali menej odpadu, avšak očakáva sa, že s rastúcimi príjmami sa potravinový odpad pravdepodobne zvýši (Gustavsson a kol., 2011). Manipulácia s potravinami má dramatické dôsledky aj pre ľudí v iných krajinách sveta, a preto je nevyhnutné preskúmať riešenia pre domácnosti. Zavedenie triedeného zberu biologického odpadu vo všetkých členských krajinách EÚ je preto jedným z cieľov EÚ. Rámcová smernica o odpade (EÚ) 2018/851, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 2008/98/ES o odpadoch, stanovuje ciele členských štátov v oblasti prípravy na opätovné použitie a recykláciu komunálneho odpadu na 55% do roku 2025 a 5% nárast každých päť rokov. Členské štáty zároveň zabezpečia, aby sa biologický odpad do roku 2023 buď triedil a recykloval pri zdroji, alebo zbieral oddelene a nemiešal sa s inými druhmi odpadu (Enviroportal, 2017). Zníženie potravinového odpadu je kľúčovým prvkom rozvoja udržateľného potravinového systému.

Porovnanie medzi jednotlivými krajinami zodpovedajúcim meraním potravinového odpadu môže poskytnúť užitočné poznatky a umožniť kontrolu hodnovernosti výsledkov európskych štatistík o odpadoch pre vybrané krajiny. Na základe spoločnej metodiky je možné sledovať národný pokrok smerom k dosiahnutiu „Cieľa udržateľného rozvoja 12.3“, ktorý zahŕňa zníženie potravinového odpadu na polovicu na úrovni maloobchodu a spotrebiteľov a znížovanie strát potravín v rámci dodávateľských reťazcov (UNEP, 2021). V snahe dosiahnuť ciele trvalo udržateľného rozvoja OSN v rámci „Cieľa 12.3“ vyzýva krajiny, aby do roku 2030 znížili potravinový odpad na obyvateľa na polovicu, na úrovni maloobchodu aj spotrebiteľov. Európska komisia v roku 2019 prijala spoločnú definíciu potravinového odpadu a metodiky pre krajiny Európskej únie na meranie ich potravinového odpadu v rámci dodávateľského reťazca (Európska komisia, 2020b). Zabezpečenie väčšej konzistentnosti meraní medzi krajinami EÚ by mohlo zvýšiť možnosti porovnávania úrovni potravinového odpadu. Minimalizácia potravinového odpadu je preto kľúčovou súčasťou rozvoja udržateľného potravinového systému a dôležitou zodpovednosťou v rámci potravinového reťazca.

## 1.2 Kvantifikácia potravinového odpadu podľa skupín výrobkov v slovenskej prvovýrobe

Vznik potravinového odpadu v potravinovom dodávateľskom reťazci spôsobujú rôzne faktory (Roodhuyzen a kol., 2017). Aby sa predišlo plytvaniu potravinami a v budúcnosti sa znížil potravinový odpad, je dôležité mať prehľad o ceste potravín „z farmy na stôl“. Predtým, ako sa potravina dostane ku konečnému spotrebiteľovi, prejde niekoľkými fázami potravinového dodávateľského reťazca, pričom každá fáza vytvára potravinový odpad.

Za posledné desaťročie sa uskutočnilo množstvo štúdií o kvantifikácii potravinového odpadu, no len málo štúdií sa uskutočnilo v európskych krajinách v oblasti prvovýroby. Len niekoľko národných štúdií sa zameralo na meranie potravinového odpadu v rámci všetkých druhov potravín, v rámci celého potravinového odpadu v prvovýrobe (Redlingshöfer a kol., 2017; Hartikainen a kol., 2018; Borum a kol., 2018). Väčšina štúdií, ktoré sa zaoberajú kvantifikáciou potravinového odpadu v prvovýrobe, sa sústreďuje na prípadové štúdiá zamerané na konkrétne potravinové skupiny, ako sú napríklad rastlinné produkty (zemiaky, zelenina a ovocie) alebo živočíšne produkty (mlieko) a ďalšie skupiny výrobkov (March a kol., 2019; Johnson a kol., 2021; Joensuu a kol., 2021). Iné typy štúdií sa zameriavajú na potravinový odpad v celom dodávateľskom reťazci vrátane prvovýroby (Gustavsson a kol., 2011; Beretta a kol., 2013; Cadeira a kol., 2019).

V priemyselných krajinách existuje najväčší potenciál na zníženie potravinového odpadu v neskorších fázach dodávateľského reťazca a to najmä v domácnostiach. Je však dôležité zohľadniť všetky etapy potravinového dodávateľského reťazca, vrátane prvovýroby a spracovania potravín (Parfitt a kol., 2010). Stratégie na predchádzanie plytvaniu potravinami by preto mali zahŕňať všetky fázy potravinového dodávateľského reťazca a nemali by sa sústreďovať len na konkrétnu fázu. Rozdelenie potravinového reťazca na jednotlivé fázy je užitočné pre identifikáciu konkrétnych opatrení a cielených stratégií na redukciu odpadu (Priefer a kol., 2016). Odhady množstva plytvania potravinami v rôznych štádiách potravinového dodávateľského reťazca sú pomerne nepresné, a to nielen na národnej úrovni, ale aj na nižších úrovniach. V priemyselných krajinách sa väčšina potravinového odpadu vytvára v neskorších fázach dodávateľského reťazca, najmä v domácnostiach. V rozvojových krajinách je však plytvanie potravinami výraznejšie v prvovýrobe, kvôli neefektívnym zberovým technikám, nedostatočnej dopravnej infraštruktúre a nedostatku primeraných skladovacích priestorov (Lundqvist a kol., 2015). Na Slovensku je významné predovšetkým pestovanie obilnín, ktoré sa aj exportujú. Hoci je podiel potravinového odpadu na Slovensku najvyšší v domácnostiach (zo všetkých fáz potravinového reťazca), podiel potravinového odpadu z prvovýroby v celom dodávateľskom reťazci patrí medzi najvyšší spomedzi európskych krajín.

Cieľom tejto podkapitoly je kvantifikovať množstvo potravinového odpadu v prvej fáze potravinového dodávateľského reťazca, konkrétne v prvovýrobe na Slovensku. Táto fáza zahŕňa najmä potravinárske

produkty rastlinnej výroby, ako sú obilniny, okopaniny a produkciu mlieka zo živočíšnej výroby. Vyčíslenie potravinového odpadu sa opiera o údaje poskytnuté Ministerstvom životného prostredia SR. Na vyjadrenie podielu potravinového odpadu na celkovej produkcii v prvovýrobe sú použité dáta o množstvách produkcie získané z Eurostatu. V tejto kapitole sa nerozlišuje medzi stratou potravín a potravinovým odpadom, preto sa bude termín potravinový odpad používať pre všetky fázy potravinového dodávateľského reťazca, najmä v prvovýrobe.

Potravinový odpad v prvovýrobe je v tejto kapitole definovaný ako potravinový odpad, ktorý vzniká v sekcii a s kódom NACE pre poľnohospodárstvo, akvakultúru a rybné hospodárstvo. Tento odpad zahŕňa obdobie od času, od ktorého sú rastliny pripravené na zber, narodia sa zvieratá a čerpá sa mlieko. Potravinový odpad sa v tomto kontexte chápe ako kompletná potravinová vo všetkých fázach potravinového dodávateľského reťazca, od prvovýroby až po spotrebu. Tento odpad zahŕňa aj časti, ktoré nie sú určené na konzumáciu a neoddelili sa počas výroby od jedlých častí. Potraviny teda môžu obsahovať prvky z jedlých a nejedlých častí potravín. Potravinový odpad však nezahŕňa straty vo fázach dodávateľského reťazca, kedy sa niektoré produkty ešte nepovažujú za potraviny, ako napríklad nezrelé plodiny pred zberom. Vedľajšie produkty z potravín sa nezaraďujú do potravinového odpadu. (EÚ, 2019).

Odoslaním produktu na spracovanie sa začína ďalšia fáza potravinového reťazca. Ako sa píše v štúdiu Hartikainen a kol. (2017), potravinový odpad v prvovýrobe je definovaný ako tok primárnych produktov, ktoré boli určené na ľudskú spotrebu, ale nikdy nevstúpili do ďalšieho kroku v potravinovom dodávateľskom reťazci ale namiesto toho sa použili na iné účely, ako napríklad krmivo, alebo boli odoslané na spracovanie odpadu.

Údaje o potravinovom odpade za obdobie rokov 2014-2019 sú získané z Ministerstva životného prostredia SR, ktoré čerpá údaje z Regionálneho informačného systému o odpadoch. Slovenské firmy každoročne nahlasujú do databázy odpadov rôzne druhy vzniknutých odpadov, množstvo odpadu a spôsob, akým s ním nakladajú. Každý druh odpadu je zaradený do kódu NACE a podľa prevádzkarne je uvedený v Európskom zozname kódov odpadov. Európsky zoznam kódov odpadov neposkytuje presnú identifikáciu potravín a biologického odpadu. Meranie potravinového odpadu sa vykonáva pomocou pridelovania kódov odpadu, ktoré zvyčajne zaraďujú potravinový odpad do jednotlivých kategórií NACE (EÚ, 2019). Množstvo potravinového odpadu v prvovýrobe je počítané na základe metodiky stanovenej Európskou komisiou v delegovanom akte, ktorá definuje, čo je potrebné určovať ako potravinový odpad v každej fáze potravinového dodávateľského reťazca (EK, 2020).

Množstvo potravinového odpadu v prvovýrobe na Slovensku sa vypočíta takto:

$$FW_{prvovýroba} = \sum_i FW\ 02\ 01_{02,03} \quad (2)$$

kde  $i$  = aktivita NACE A1, A3; a 02 01 02 – odpad zo živočíšnych tkanív; 02 01 03 – rastlinný odpad.

Hodnoty potravinového odpadu sú v tejto štúdií vypočítané pre každú výrobnú skupinu ako percentuálny podiel potravinového odpadu voči celkovému vyrobenému množstvu potravín v prvovýrobe. Množstvá vyrobené na tonu potravín sú odvodené z Eurostatu. Použité dátové rády z Eurostatu zahŕňajú produkciu mäsa (ako porážku na bitúnkoch) [apro\_mt\_pann], produkciu a využitie mlieka na farme [apro\_mk\_farm], rastlinnú výrobu [apro\_cpsh1] zber obilnín, obilia, ovocia a zeleniny a produkciu z akvakultúry (s výnimkou liahní a rybích skládok) [fish\_aq2a].

$$\% FW_{prvovýroba} = \sum_i FW / \sum_i \text{vyprodukované množstvo jedla} \quad (3)$$

kde  $i$  = aktivita NACE A1, A3

Rastlinná výroba zahŕňa obilniny na produkciu zrna, suché strukoviny a bielkovinové plodiny na produkciu zrna, okopaniny, olejiny, čerstvú zeleninu a jahody, trvalé plodiny na ľudskú spotrebu a aromatické, liečivé a kulinárske rastliny.

Výroba mäsa zahŕňa údaje zo živočíšnej výroby, ktoré sú prepočítané na približnú živú hmotnosť pomocou nasledujúcich faktorov živej hmotnosti na hmotnosť jatočného tela v zátvorkách: zahŕňa hovädzie mäso (59%), bravčové mäso (70%), ovčie a kozie mäso (47%), hydinové mäso (76%) (Stenmarck a kol., 2016).

Množstvo potravinového odpadu sa vypočítava v príslušných štádiách potravinového reťazca prostredníctvom kódov NACE: Pestovanie obilnín, strukovín a olejní; pestovanie zeleniny a melónov, koreňov a húb; iných ročných plodín; pestovanie korenín, aromatických, liečivých a farmaceutických plodín; rozmnožovanie rastlín; pestovanie jadrovín a kôstkového ovocia; hrozna; chov mliečneho dobytka; chov iného dobytka a byvolov; chov ošípaných; chov oviec a kôz; chov hydiny; zmiešané hospodárenie; akvakultúry.

Slovensko ako malá krajina produkuje na počet obyvateľov veľké množstvo potravín na exportné účely. Najvyšší podiel poľnohospodárskej pôdy zaberá obilie, pričom hlavným druhom pestovaného obilia je pšenica. V rámci poľnohospodárskej produkcie Slovenska sa takmer polovica vypestovaného obilia vyváža (Pittman a kol., 2020). Krajiny s vyšším podielom potravinového odpadu v prvovýrobe majú veľký sektor poľnohospodárskej výroby. Veľká časť vyrobených potravín sa vyváža, a teda v krajine nespotrebuje. Preto je v priemyselných krajinách potravinový odpad vo fáze prvovýroby minimálny. Kým množstvo potravinového odpadu v prvých fázach potravinového dodávateľského reťazca je v priemyselných krajinách relatívne nízke, potravinový odpad na konci dodávateľského reťazca v domácnostiach je extrémne vysoký.

Množstvá odpadu za jednotlivé roky sú získané z databázy RISO. V tabuľke 2 sú uvedené zodpovedajúce kódy NACE a odpad evidovaný pre každý z kódov. Tieto údaje zahŕňajú aj niekoľko druhov odpadu z produktov, ktoré nie sú zahrnuté v potravinárskom sektore. Keďže nie je jasné, čo sa počíta ako odpad, je porovnávanie hodnôt zavádzajúce a ťažké. Tieto odpady z kódov NACE zahŕňajú kategórie EAK pre čísla 02 01 02 a 02 01 03, ktoré zvyčajne obsahujú potravinový odpad.

V tabuľke 2 je tiež znázornený výber potravinárskych odvetví v prvej etape potravinového dodávateľského reťazca a ich zastúpenie vo výrobe potravín a v potravinárskom odpade ako priemerná reprezentácia za roky 2014-2020 pre potravinársky sektor rastlín a zvierat.

Tabuľka 2. Výber potravinárskych odvetví v prvej fáze potravinového dodávateľského reťazca, ich zastúpenie vo výrobe potravín a v potravinovom odpade v priemere za roky 2014-2019

Potravinársky sektor	Reprezentatívnosť výroby potravín	NACE triedy (EAK kód - 02 01 02, 02 01 03)	Reprezentatívnosť potravinového odpadu
Obilniny	53,7%	Pestovanie obilnín, strukovín a olejní	34,10%
Suché strukoviny	0,28%		
Koreňové plodiny	19,64%		
Olejniny	9,41%		
Čerstvá zelenina	1,19%	Pestovanie zeleniny a melónov, koreňov a húb	0,37%
		Ostatné ročné plodiny	0,06%
		Pestovanie korenín, aromatických, liečivých a farmaceutických plodín	0,01%
		Rozmnožovanie rastlín	0,10%
Trvalé plodiny – ovocie	1,14%	Pestovanie jadrovín a kôstkového ovocia	0,03%
		Hrozno	0,25%
Surové mlieko	11,99%	Chov dojníc	44,72%
Hovädzie mäso (59% živej hmotnosti)	0,18%	Chov iného dobytku a byvolov	0,83%
Bravčové mäso (70% živej hmotnosti)	0,92%	Chov ošípaných	0,52%
Mäso z oviec a kôz (47% živej hmotnosti)	0,02%	Chov oviec a kôz	0,01%
Hydinové mäso (76% živej hmotnosti)	1,24%	Chov hydiny	1,04%
	-	Zmiešané hospodárenie – iné	17,75%
Ryby	0,03%	Akvakultúra	0,06%

Poznámka: v rámci tried NACE predstavuje činnosť A Poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov

Zdroj: vlastné spracovanie

Čerstvá zelenina v potravinárskom sektore zahŕňa aj trvalé plodiny s aromatickými, liečivými a kulinárskymi vlastnosťami, vďaka ktorým majú nízke hodnoty potravinového odpadu. V prípade mäsa sa všetky druhy prepočítavajú na živú hmotnosť prostredníctvom koeficientov vyjadrujúcich podiel živej hmotnosti (Stenmarck a kol., 2016). Reprezentatívnosť potravinového odpadu v potravinárskom sektore sa vyjadruje podielom jednotlivých potravín z celkového potravinového odpadu v prvovýrobe, pričom triedy NACE sa používajú na ich kategorizáciu. Z celkového množstva vyrobených potravín



v prvovýrobe tvoria na Slovensku obilniny 54%. Produkcia mlieka predstavuje 12% z celkového množstva vyrobených potravín v tejto fáze potravinového dodávateľského reťazca. V priemere až 45% potravinového odpadu vzniká pri chove dojníc. Pestovanie obilnín, strukovín a olejníň tvorí 34% z celkového potravinového odpadu v prvovýrobe.

Rozdiely v potravinovom odpade medzi rastlinnými a živočíšnymi výrobkami sú spôsobené rozdielnymi charakteristikami týchto dvoch kategórií. Všeobecne platí, že potravinový odpad pri rastlinných výrobkoch je vyšší ako pri živočíšnych výrobkoch. Na Slovensku patria medzi najobľúbenejšie rastlinné potravinárske produkty obilniny, okopaniny, olejniny a zelenina. Kontrola odpadu z týchto rastlinných produktov je ťažká kvôli ich biologickej povahe, vlastnostiam a podmienkam prostredia. Na rozdiel od živočíšnych produktov, ako je mäso, mlieko a ryby, rastlinné produkty sú stále živé aj po zbere, čo vedie ku kratšej trvanlivosti a celkovo nižšej kvalite. Výrobné praktiky pri rastlinných produktoch tiež ovplyvňujú množstvo odpadu, pričom organické praktiky môžu viesť k väčšiemu odpadu (Borum a kol., 2018). V ekologickom poľnohospodárstve je používanie pesticídov obmedzené, čo môže spôsobovať častejšie ochorenia rastlín a nakoniec viesť k väčšiemu množstvu odpadu. Celkové množstvá vyrobených potravín (v tonách) sú uvedené v tabuľke 3. Celkové množstvo vyrobených potravín v prvovýrobe na Slovensku sa odhaduje na približne 8 miliónov ton ročne, pričom 1% z tohto množstva predstavuje potravinový odpad.

Tabuľka 3. Celkové vyrobené množstvá potravín v slovenskej prvovýrobe [1000 ton]

Skupina potravín	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Priemer
Obilniny	4708,3	3805,7	4745,5	3484,1	4037,8	4104,1	4147,6
Suché strukoviny	14,1	26,2	25,7	25,2	20,0	20,1	21,9
Okopaniny	1739,6	1356,4	1692,0	1384,6	1488,5	1439,7	1516,8
Olejniny	746,2	563,0	786,4	784,4	803,5	678,7	727,0
Čerstvá zelenina	109,3	94,4	116,7	96,7	106,4	127,1	108,4
Ovocie	93,4	104,0	62,0	83,2	103,3	83,8	88,3
Iné plodiny	7,3	3,9	3,4	2,3	2,5	4,1	3,9
Plodiny spolu	7418,3	5953,5	7431,6	5860,6	6561,9	6457,4	6613,9
Mlieko	942,5	941,9	916,9	923,4	917,0	915,7	926,2
Hovädzie mäso	15,0	14,2	14,1	13,2	13,7	14,0	14,0
Bravčové mäso	48,2	64,6	69,1	70,7	82,0	89,7	70,7
Mäso z oviec a kôz	1,3	1,1	-	-	-	-	1,2
Hydinové mäso	-	-	-	-	98,1	94,1	96,1
Mäso spolu	64,5	80,0	83,1	83,9	193,8	197,8	117,2
Ryby	1,2	1,2	2,0	2,6	2,2	2,7	2,0
Celková produkcia	8426,4	6976,6	8433,5	6870,5	7675,0	7573,6	7659,3

Zdroj: vlastné spracovanie

Výsledky za roky 2014-2019 naznačujú, že 40-100 tisíc ton potravinového odpadu tvorí odpad v sektore prvovýroby, čo predstavuje v priemere 17% potravinového odpadu z celkového potravinového

dodávateľského reťazca. Celkové množstvo odpadov z jednotlivých NACE v sektore prvovýroby sa odhaduje v priemere na 67 tis. ton ročne (Tabuľka 4). To zodpovedá 12 kilogramom na osobu ročne. Porovnanie množstva potravinového odpadu na obyvateľa vo fáze prvovýroby a výroby môže byť diskutabilné, keďže každá krajina má odlišný profil produkcie.

Tabuľka 4. Množstvo potravinového odpadu v slovenskej prvovýrobe [1000 ton]

Skupina potravín	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Priemer
Obilniny, strukoviny a olejninny	28,1 (33%)	28,1 (31%)	42,5 (42%)	12 (30%)	14,1 (30%)	13,2 (34%)	23 (34%)
Zelenina a okopaniny	1,1 (1%)	0,2 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0,3 (0%)
Ovocie	0,3 (0%)	0,3 (0%)	0,2 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0,2 (0%)
Mäso	3,6 (4%)	2,6 (3%)	1,1 (1%)	1 (2%)	0,6 (1%)	0,9 (2%)	1,6 (2%)
Mlieko	33,9 (39%)	33,4 (37%)	37,5 (37%)	25,5 (64%)	28 (59%)	22,7 (58%)	30,2 (45%)
Ryby	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0 (0%)	0,1 (0%)	0,1 (0%)	0 (0%)
Zmiešané poľnohospodárstvo	18,9 (22%)	26,6 (29%)	19,4 (19%)	1,2 (3%)	4,1 (9%)	2,3 (6%)	12,1 (18%)
Celkom	85,8	91,2	100,8	39,9	47,1	39,3	67,4

Poznámka: v zátvorke je % potravinového odpadu v slovenskej prvovýrobe

Zdroj: vlastné spracovanie

V tabuľke 5 sú uvedené percentá potravinového odpadu v jednotlivých kategóriách vzhľadom na množstvo vyprodukovaných potravín. Tieto hlavné kategórie, identifikované podľa príslušných kódov NACE, sú zaznamenávané v štatistike odpadov. V prípade chýbajúcich hodnôt v niektorých rokoch sa používa priemerovanie. V prvom štádiu potravinového dodávateľského reťazca je bežné, že časť odpadu sa likviduje priamo na mieste a nie je zahrnutá v štatistike odpadov. Tento odpad pozostáva z pozberových zvyškov a koreňových častí hlavných plodín, ktoré sa zaorávajú do pôdy ako dôležitá súčasť biologického kolobehu látok v systéme.

Tabuľka 5. Percento potravinového odpadu z celkového vyrobeného množstva potravín

Skupina potravín	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Priemer
Obilniny	0,51%	0,64%	0,76%	0,28%	0,29%	0,28%	0,46%
Zelenina a okopaniny	0,06%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,01%	0,02%
Ovocie	0,25%	0,24%	0,37%	0,10%	0,08%	0,10%	0,19%
Mäso	5,56%	3,28%	1,29%	1,14%	0,31%	0,45%	2,01%
Mlieko	3,60%	3,55%	4,09%	2,77%	3,05%	2,48%	3,25%
Ryby	1,10%	1,89%	2,06%	1,67%	2,35%	2,89%	1,99%
Spolu	1,02%	1,31%	1,20%	0,58%	0,61%	0,52%	0,87%

Zdroj: vlastné spracovanie

Na Slovensku sa v mliekarenskom v prvovýrobe priemerne odhaduje, že potravinový odpad predstavuje 3,25%. Hlavným zdrojom potravinového odpadu z mlieka je infekcia mastitídou, ktorá vedie k nižšej dojivosti a vyhadzovaniu mlieka (Hospido a Sonesson, 2005). Podľa Hartikainena a kol. (2018) je potravinový odpad pri výrobe mlieka spôsobený prítomnosťou zvyškov antibiotík v mlieku z dôsledku antibiotického liečenia kráv. V štúdií Duse a kol. (2013) sa uvádza, že osemdesiat percent farmárov kŕmi svoje teľatá vyradeným mliekom od ošetrovaných kráv. Ďalšie dôvody plytvania mliekom sú spôsobené zlou kvalitou mlieka, problémami s chladiacim systémom v nádržiach na mlieko a mliekom zachyteným vo filtroch nádrží (Borum a kol., 2018).

Potravinový odpad z obilnín je odhadnutý na cca 23 tis. ton ročne, čo predstavuje 0,46% z celkového vyprodukovaného množstva obilnín. Potravinový odpad z obilnín vzniká najčastejšie v dôsledku pozberových strát, v dôsledku nesprávnej manipulácie a skladovania (Gustavsson a kol., 2011). Na rozdiel od štúdie FUSIONS (Stenmarck a kol., 2016), obilniny, ktoré boli pôvodne určené na ľudskú spotrebu, ale používajú sa ako krmivo pre zvieratá, sú v tejto štúdií zahrnuté do potravinového odpadu. Najmenší podiel odpadu vzniká pri pestovaní zeleniny, čo predstavuje len 0,02% z celkovej produkcie zeleniny. Potravinový odpad zo zeleniny však vzniká v iných fázach potravinového dodávateľského reťazca. Potravinový odpad zo zeleniny vzniká v dôsledku noriem kvality, ako aj v dôsledku pozberových strát, v dôsledku nesprávnej manipulácie a zlého skladovania.

Potravinový odpad z mäsa v prvovýrobe sa odhaduje na základe úmrtnosti zvierat a celkovej hmotnosti jatočných tiel po porážke pri všetkých uhynutých zvieratách (Gustavsson a kol., 2011). Potravinový odpad z mäsa zahŕňa aj potenciálne úmrtia zvierat vo všetkých vekových skupinách a odmietnutie zvierat a bitúnkom pred jeho zabitím. Pri preprave na bitúnok musí byť zviera zdravé a schopné stáť na všetkých štyroch nohách. Zvieratá, ktoré utrpeli zranenia počas prepravy, ale inak sú zdravé, možno usmrtiť len vo výnimočných prípadoch. Väčšinou sú tieto zvieratá likvidované, aj keď kvalita mäsa je zranením neovplyvnená. V prvovýrobe je priemerný potravinový odpad z výroby mäsa odhadnutý na 1 600 ton živej hmotnosti, čo predstavuje 2% z celkovej produkcie mäsa. Najviac odpadu vzniká pri chove hydiny, a to približne 700 ton. Celkovo sa vyhodí 14 tisíc ton odpadu z hovädzieho mäsa, 70,7 tisíc ton z bravčového mäsa a 96,1 tisíc ton z hydínového mäsa. V niektorých sektoroch je bežnou praxou recyklovať vyhodené potraviny vo forme krmiva pre zvieratá (napríklad v mliekarenskom sektore ako krmivo pre teľatá) (Bareille a kol., 2015). Vyradené potraviny z potravinárskeho priemyslu sú často využívané ako krmivo pre zvieratá s cieľom získať zisk.

Potravinový odpad predstavuje v priemere 9 kg na každú tonu vyrobenej potraviny. Podľa štúdie FUSIONS sa v prvovýrobe v krajinách EÚ vyhodí 7 až 17 kg na tonu vyrobených potravín (Stenmarck a kol., 2016). V prvých fázach potravinového reťazca sa vyskytujú nezrovnalosti, ktoré sú spôsobené podhodnotením zaznamenaného odpadu v štatistike odpadov. To je spôsobené tým, že odpad v týchto skorších štádiách často prechádza spracovaním na mieste, ako napríklad zaoraním do pôdy, spálením

na výrobu energie, anaeróbnou digesciou alebo použitím ako krmivo, a preto nie je zahrnutý v oficiálnych štatistikách odpadov. Navyše, porovnanie týchto výsledkov s inými krajinami je komplikované kvôli rozdielom v profile produkcie a množstve odpadu medzi jednotlivými krajinami (Redlingshöfer a kol., 2017; Beretta a kol., 2013). Tieto rozdiely v profiloch produkcie a meraniach odpadu sú ďalším dôvodom, prečo je stanovenie štandardných meraní a definícií toho, čo presne predstavuje potravinový odpad, problematické.

Kvantifikovanie množstva potravinového odpadu v heterogénnom sektore, zahrňujúcom produkty rastlinného aj živočíšneho pôvodu, predstavovalo výzvu s ohľadom na presnosť údajov. Najväčšie rozdiely v pokrytí údajov sa vyskytujú v oblasti poľnohospodárstva, lesníctva a rybného hospodárstva. Priemyselná výroba zohráva dôležitú úlohu pri rozlišovaní odpadu od vedľajších produktov (Európska komisia, 2020b), čo vedie k chybám v evidencii odpadov v jednotlivých kategóriách. Mnohé krajiny usilujú o zlepšenie zberu údajov a efektívnosť metodológie. Priradenie odpadov k vznikajúcim činnostiam závisí od použitých metód zberu údajov a štatistických jednotiek, pre ktoré sa zostavujú štatistické údaje o odpadoch. Využitie obchodných registrov je nevyhnutné na zabezpečenie porovnateľnosti a konzistencie údajov. Vzhľadom na to, že nariadenie umožňuje použitie miestnych alebo prevádzkových jednotiek ako štatistických jednotiek pre zostavovanie údajov, môže dochádzať k odlišným klasifikáciám odpadov v jednotlivých krajinách, aj keď sa správne uplatňujú ustanovenia príslušných zákonov a nariadení (Európska komisia, 2020c).

Vzhľadom na nedostatočnú presnosť metodík, klasifikácií a definícií odpadov sa metodika zberu a klasifikácie odpadov neustále zlepšuje každým rokom. Až do roku 2019 neexistovala jednotná metodika merania potravinového odpadu a presná definícia potravinového odpadu nebola stanovená, čo spôsobovalo nejasnosti v tom, čo by malo byť zahrnuté do štatistík potravinového odpadu a čo nie. Množstvá odpadov v jednotlivých sektoroch sa teda v rôznych rokoch líšia, často z dôvodu nesprávneho zatriedenia v minulosti. Hoci od roku 2019 existuje definícia, ktoré kategórie odpadov sú zahrnuté do potravinového odpadu (umožňuje to určité zlepšenie presnosti údajov), stále existuje veľa nejasností týkajúcich sa toho, čo bolo zahrnuté v jednotlivých množstvách odpadu.

Táto kapitola obsahuje dôležité informácie pre všetky zainteresované strany z hľadiska bezpečnosti potravín a poskytuje cenný pohľad na zvyšok potravinového dodávateľského reťazca. Výsledky ukazujú, že odpad tvorí len relatívne malé percento z celkového množstva potravín vyrobených v prvovýrobe v rámci každej kategórie. V prípade rastlinných produktov sú najčastejšími príčinami potravinového odpadu poškodenie škodcami a chorobami, zatiaľ čo u živočíšnych produktov je to chorobnosť a úmrtnosť zvierat počas prepravy na bitúnok. V niektorých prípadoch, ako sú obilniny a mliečne výrobky, sa potravinový odpad najčastejšie využíva ako krmivo pre zvieratá. Odpad

z prvovýroby sa tiež využíva pri výrobe bioplynu a vo farmaceutickom priemysle, prípadne sa ukladá na skládku. Vo všeobecnosti sa výrobcovia v prvovýrobe snažia minimalizovať odpad alebo využívajú odpad na vytvorenie dodatočnej ekonomickej hodnoty. Pri porovnávaní údajov však stále existujú určité problémy, najmä z dôvodu rozdielnych definícií odpadov a rozdielnych metodických prístupov v rámci národnej štatistiky odpadového hospodárstva s konkrétnym odvetvím.

Hoci Európska komisia prijala spoločný rámec na meranie potravinového odpadu, stále je nedostatok relevantného výskumu a transparentných údajov o potravinovom odpade nielen v prvovýrobe, ale vo všetkých fázach potravinového dodávateľského reťazca. Rámcová smernica o odpade vyzýva krajiny EÚ, aby znížili plytvanie potravinami v každej fáze potravinového dodávateľského reťazca, monitorovali úroveň plytvania potravinami a podávali správy o pokroku. Napriek tomu je potrebný ďalší výskum kvantifikácie potravinového odpadu a zlepšený zber údajov o potravinovom odpade pre jednotlivé skupiny produktov. Meranie potravinového odpadu a identifikácia problémov v potravinovom systéme sú základnými krokmi na zníženie vplyvov na životné prostredie, riadenie ľudského potravinového systému, zníženie potravinovej neistoty a zabezpečenie zdravých, výživných a udržateľných potravín.

## 2 Využitie potravinárskeho odpadu na biologicky rozložiteľné fólie na balenie potravín

Plasty uľahčujú náš každodenný život a sú obzvlášť užitočné ako obalový materiál produktov (Asgher a kol., 2020). S rastúcou globálnou populáciou sa produkcia plastov naďalej zvyšuje (Shahzad a kol., 2017) a už prekročila 360 miliónov metrických ton (Mt) ročne (PlasticEurope, 2020). Európa sa podieľa na celosvetovej výrobe plastov (16%), čo pokrýva najmä požiadavky európskych spracovateľov plastových obalov (39,6%) (Plastic Europe, 2020). Plastové obaly predstavujú jeden z najproblematickejších typov odpadu, pretože sú zvyčajne navrhnuté na jednorazové použitie (CIEL, 2019). Každý rok sa vo svetových oceánoch ocitne viac ako 8 miliónov ton plastového odpadu (Ellen MacArthur Foundation, 2016). Vzhľadom na fosílny charakter polymérov sú tradičné plasty extrémne odolné voči prirodzenému rozkladu, čo z nich robí narastajúcu environmentálnu hrozbu. V posledných rokoch bolo vyvinutých niekoľko iniciatív na riešenie problému hromadenia plastového odpadu vychádzajúcich z petrochemického priemyslu, vrátane zavedenia poplatkov, environmentálnych daní a legislatívnych zákazov pre jednorazové plastové výrobky (Patrício Silva a kol., 2020, 2021).

Napriek ich škodlivým účinkom na životné prostredie sú plasty nevyhnutné pre skladovanie a distribúciu potravín (Shahzad a kol., 2017). V súčasnosti sa spotrebitelia a dodávatelia spoliehajú na plastové jednorazové nádoby na balenie čerstvých potravín, aby predišli kontaminácii a predĺžili trvanlivosť potravín (Patrício Silva a kol., 2021). Pandémia COVID-19 nedávno zmenila vnímanú úlohu plastov v modernej spoločnosti a opäť potvrdila závislosť ľudstva na plastových materiáloch (Patrício Silva a kol., 2020, 2021). Obmedzenia viedli k zmenám spotrebiteľských návykov v dôsledku zvýšeného objemu dodávok potravín a plastových obalov (Filho a kol., 2021). Navyše, obavy týkajúce sa bezpečnosti a krížovej kontaminácie pri opätovnom použití plastových nádob alebo vriec viedli k tomu, že niekoľko jurisdikcií zrušilo alebo dočasne pozastavilo politiky týkajúce sa redukcie plastov (Prata a kol., 2020). V tejto novonastanej situácii je preto ešte dôležitejšie prehodnotiť a transformovať plasty smerom k udržateľnejším riešeniam (Patrício Silva a kol., 2020, 2021).

Vývoj biodegradovateľných polymérov prilákal pozornosť vlád, priemyselných odvetví a akademickej obce ako potenciálne udržateľné riešenie pre súčasné fosílné polyméry (Arrieta a kol., 2015). Recyklácia trvácných plastových polymérov používaných ako obalové materiály je často nepraktická kvôli novej kontaminácii potravín (Siracusa a kol., 2008). Naopak, väčšina komercializovaných biopolymérov je biologicky odbúrateľná. Bioplasty tak môžu redukovať množstvo potravinového a obalového odpadu na skládkach a zároveň zabrániť úniku plastov do životného prostredia (Kakadellis a Harris, 2020). Alternatívy na konci životnosti, ako je priemyselné kompostovanie alebo anaeróbna digestia, môžu znížiť emisie skleníkových plynov (Dilkes-Hoffman a kol., 2018) a získať organický



uhlík, ktorý je možné ďalej recyklovať, napríklad pri obnove úrodnosti vyčerpaných pôd (Vidal a kol., 2008).

Dopyt po bioplastoch rastie, avšak ich súčasný podiel na trhu je menej ako 1%. Ročná celosvetová produkcia bioplastov sa odhaduje na 2,11 milióna ton, pričom 26,3% sa používa na flexibilné obaly a 21% na tuhé obaly (European Bioplastics, 2020). Viac ako 24% bioplastov sa momentálne vyrába v Európe (European Bioplastics, 2020). Investíciám do aplikácií bioplastov zvyčajne bránia vysoké kapitálové a výrobné náklady (Lopez-Arenas a kol., 2017; Shahzad a kol., 2017). Vyššie náklady spojené s výrobou bioplastov v porovnaní s konvenčnými fosílnymi polymérmi sú spôsobené chemickou zložitou biologických surovín, náročnými fermentačnými alebo extrakčnými podmienkami a následným separačným procesom (Naranjo a kol., 2013; Lopez-Arenas a kol., 2017). Spomedzi biologicky odbúrateľných polymérov je kyselina polymliečna (PLA) zďaleka najviac komerčne vyvinutá (Hatti-Kaul a kol., 2020) vďaka jej relatívne nízkym výrobným nákladom (Batteggazzore a kol., 2014; Ioannidou a kol., 2022). Použitie PLA pri balení potravín je však obmedzené kvôli jej tuhosti, krehkosti a zlým termomechanickým vlastnostiam (Asgher a kol., 2020). Súčasné výskumné úsilie je preto zamerané na prekonanie týchto obmedzení prostredníctvom vývoja plastových fólií na báze biomateriálov, ktoré kombinujú polymér kyseliny polymliečnej (PLA) s inými biopolymérmi, ako je polyhydroxybutyrát (PHB) (Marra a kol., 2016; Saravanan a kol., 2016; Asgher a kol., 2020).

V tejto súvislosti nedávne výskumné aktivity v priemyselných prostrediach podporované Európskou úniou a Bio-based Industries Consortium potvrdili technickú uskutočniteľnosť (s ohľadom na špecifické konečné požiadavky pre obalové materiály) inovatívneho produktu na báze zmesi PLA-PHB, plastifikovanej oligomerickou kyselinou mliečnou (OLA) (De Carolis, 2021; BBI JU, 2022). Všetky zložky plastovej zmesi vo fólií pochádzajú z obnoviteľných zdrojov. Výroba PHB využíva zvyšky zemiakových šupiek z poľnohospodárstva a potravinárskeho priemyslu, zatiaľ čo PLA aj OLA možno získať zo škrobu (Kwan a kol., 2015; Asgher a kol., 2020). Ekonomická realizovateľnosť investície je však rovnako dôležitá pre udržateľnosť a technologickú realizovateľnosť produktu. Existujú štúdie, ktoré skúmajú technicko-ekonomickú realizovateľnosť PLA a PHB samostatne (Dornburg a kol., 2006; Ioannidou a kol., 2022; Lopez-Arenas a kol., 2017), ale zatiaľ nikto nevyhodnotil ziskovosť zmesi PLA-PHB s plastifikáciou OLA.

Táto kapitola skúma ekonomickú realizovateľnosť tejto novej baliacej fólie na biologickej báze, ktorá spĺňa všetky štandardy biologickej odbúrateľnosti a kompostovateľnosti overenej testami biologickej odbúrateľnosti, dezintegrácie a testami rastu závodu. Špecifickým cieľom je vyhodnotenie minimálnej predajnej ceny produktu (MPCP) v závislosti od veľkosti produkcie v Európe za podmienok, ktoré by pritiahli investorov, ako je napríklad nízka doba návratnosti. V rámci kapitoly sa uskutočňuje analýza nákladov a výnosov predbežného návrhu procesu so zvážením hlavných investičných a prevádzkových



nákladov vo vybranom časovom horizonte. Nakoniec sa skúma a analyzuje neistota súvisiaca s odhadom nákladov pomocou simulácií Monte Carlo. Táto kapitola poskytuje nielen nový pohľad na ekonomickú realizovateľnosť investícií biologicky rozložiteľných a kompostovateľných plastov na báze biomasy, ale ju možno použiť aj na ekonomické hodnotenie iných produkcií na báze biomasy, dokonca aj tých s nízkou úrovňou pripravenosti technológie (TRL).

## 2.1 Popis procesu skúmania biologicky rozložiteľnej fólie

Výroba bio-plastovej fólie, ktorá je predmetom tejto štúdie, zahŕňa viacero krokov. Koncept biorafinérie zahŕňa (i) výrobu PHB zo zemiakových šupiek, (ii) spoluzmesovanie PHB s PLA a OLA (ako plastifikátor) a (iii) extrúziu fólie (obrázok 8).

Výroba PHB zo šupiek zemiakov zahŕňa šesť hlavných krokov spracovania: mletie, enzymatickú hydrolýzu, odstraňovanie biomasy, odparovanie, fermentáciu a čistenie PHB. Surovina sa na začiatku zhromažďuje a skladuje v biorafinérii za chladných podmienok na krátku dobu až do spracovania. Zemiakové šupky sú predbežne vybrané ako surovina na výrobu PHB vzhľadom na dôležitosť úrody zemiakov a bohatý obsah škrobu. Zemiaky sú tretou najdôležitejšou základnou potravinovou plodinou na svete a pestujú sa na všetkých kontinentoch s rastúcou celosvetovou produkciou (Birch a kol., 2012). Na rozdiel od iných základných plodín (ako je pšenica, kukurica, ryža a sójové bôby) je ich globálny obchod zanedbateľný, pretože sa väčšinou pestujú a konzumujú miestne, čo ich robí odolnými voči finančným, obchodným a politickým faktorom, ktoré ovplyvňujú cenu, dostupnosť a relatívnu vzácnosť (Campos a Ortiz, 2019). Okrem toho je zemiak jednoduchou plodinou, ktorá rýchlo poskytuje živiny a potrebuje menej pôdy než akákoľvek iná plodina a rastie takmer v akejkoľvek oblasti (Mullins a kol., 2006). Zatiaľ čo spotreba čerstvých zemiakov klesá, tak sa viac spracúvajú, aby uspokojili dopyt po výhodnom a rýchlom občerstvení, v dôsledku čoho vznikajú veľké množstvá šupiek, ktoré predstavujú vážny problém počas likvidácie (Schieber a Saldaña, 2009).

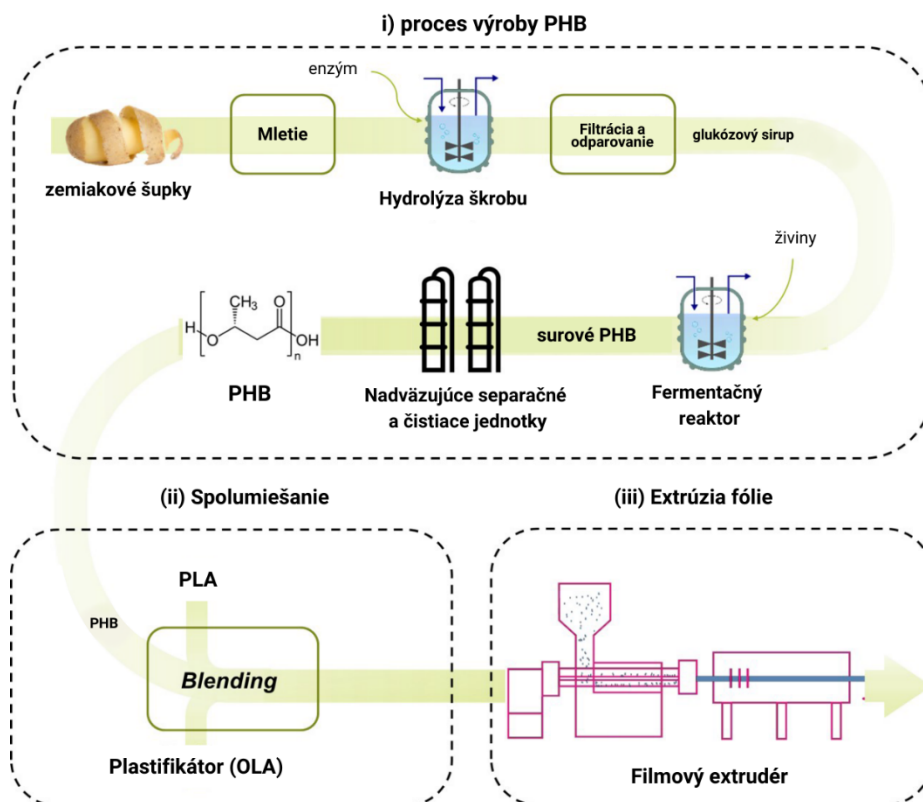
Na začiatku výrobného procesu sa zemiakové šupky predbežne upravujú mletím a enzymatickou hydrolýzou, čím sa škrob mení na glukózu. Vzniknutá kaša zo šupiek zemiakov sa následne prefiltruje, aby sa odstránili vlákna. Cukrová kvapalina (glukózový sirup) sa koncentruje odparovaním. Po týchto predbežných krokoch sa koncentrát fermentuje s prídavkom živín (ako je síran amónny, kyselina citrónová a síran draselný) a gramnegatívnymi mikroorganizmami, ktoré ukládajú zrná PHB do cytosolu v reakcii na nedostatok fosfátového prostredia (keď je prítomný nadbytok externého zdroja uhlíka). Ďalej sa PHB extrahuje z kvasinkovej náplne. V týchto krokoch sa používajú rôzne činidlá (vrátane NaOH, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a NH<sub>4</sub>OH) na nastavenie správneho pH.

Získaný purifikovaný PHB sa zmieša s PLA (> 50% hmotnosti PLA). Presnú hodnotu nemožno deklarovať, pretože ide o duševné vlastníctvo projektu NEWPACK. Potom sa k zmesi PHB-PLA pridávajú 4 časti (na sto živíc) OLA ako plastifikátora. OLA je prísada kyseliny mliečnej s oligomérom štruktúrou,

ktorá sa používa ako plastifikátor pre zmesi PLA/PHB, na dosiahnutie biofilmov s vyššou flexibilitou bez straty priehľadnosti. OLA, vyvinutá a medzinárodne patentovaná spoločnosťou Condensia Quimica (Španielsko), bola vybraná, pretože je úplne biologicky odbúrateľná a biohospodárna, pričom sa extrahuje z biomateriálov obnoviteľných zdrojov.

Poslednou fázou je extrúzia a príprava fólie, pričom sa očakáva 10% strata z pôvodnej spracovanej zmesi bioplastu. Cesta valorizácie je teda založená na ôsmich významných krokoch celkovo (t. j. funkčných jednotkách) (Gerrard, 2000), vrátane šiestich krokov na výrobu PHB a ďalších dvoch etáp miešania a extrúzie.

Obrázok 8. Výrobný proces bio-plastovej fólie NEWPACK



Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.2 Kvantifikácia potravinového odpadu a spracovateľská kapacita závodu

Cristóbal a kol. (2018) vrámci ich štúdie kvantifikujú toky potravinového odpadu získaním údajov z rôznych zdrojov, vrátane EUROSTAT, PRODCOM a rôznych literárnych prameňov o koeficientoch efektívnosti priemyselnej výroby. Vzhľadom na potrebu vysokej kompozičnej homogenity suroviny, autori uvažujú iba o potravinovom odpade z fázy spracovania potravín, ktorý mal byť ďalej spracovaný v biorafinériách. Na základe údajov z rôznych priemyselných výrobní sa zistilo, že v roku 2015 bolo v Európe k dispozícii 2,34 milióna ton zemiakových šupiek. V porovnaní s rokom 2015 sa produkcia

zemiakov v roku 2019 zvýšila o 6% (Eurostat, 2021). Usudzuje sa teda, že celkovo je k dispozícii 2,48 milióna ton zemiakových šupiek. Na základe toho môžeme odvodiť rôzne spracovateľské kapacity závodu, a to za pomoci modelovania premenlivého počtu biorafinérií (od 7 do 140), o ktorých sa predpokladá, že budú fungovať v Európskej únii. Podľa tohto výpočtu sa každému scenáru priradí rôzny počet závodov rovnakej veľkosti.

Náklady sa na nákup a inštaláciu všetkých zariadení, t. j. v rámci limitov batérie (ISBL) odhadujú pomocou metódy počítania krokov. Cristóbal a kol. (2018) použili Bridgwaterovu koreláciu. Rovnica (4) slúži na vyjadrenie ISBL ako funkcie počtu funkčných jednotiek (t. j. významných krokov zapojených do procesu,  $N_f$ ) a spracovateľskej kapacity závodu (t. j. množstva materiálu prechádzajúceho procesom za rok,  $Q/s$ ):

$$ISBL = \left[ 401,600 + 1,304 \left( \frac{Q}{s} \right) \right] N_f \quad (4)$$

Bridgwater vyvinul niekoľko korelácií založených na historických údajoch o nákladoch na závod, ktoré sú vhodné pre fermentačné procesy. Na rozdiel od mnohých iných techník počítania krokov procesov (prehľad pozri Tsagkari a kol., 2016), výhodou rovnice (4) je, že používa množstvo prítoku namiesto odtoku, pretože odtok nie je spoľahlivým meradlom na odhad veľkosti závodu vzhľadom na nízky konverzný faktor, ktorý vo všeobecnosti charakterizuje biorafinérie založené na odpadoch. Rovnica (4) odhaduje ISBL v Spojenom kráľovstve na 1976 libier. Hodnota je preto upravená na 2019 eur na základe rozdielu v indexe nákladov na chemické závody (CEPCI) na závod za roky 1976 (192,1) a 2019 (607,5) (Jenkins, 2020) a výmenného kurzu 1,14 eura za libru (výmenný kurz, 2021) (rovnica 5):

$$ISBL_{2019} = ISBL_{1976} \frac{CEPCI_{2019}}{CEPCI_{1976}} \left( 1,14 \frac{euro}{libra} \right) \quad (5)$$

Nakoniec sa celkové kapitálové investície (TCI) odvodzujú pomocou faktoriálneho odhadu. Faktory, ktoré uvádza Cristóbal a kol. (2018), sú použité na premenu nákladov za dodané zariadenie na komponenty fixného kapitálu, počiatkové náklady a prevádzkový kapitál. Z týchto výdavkových položiek je odvodený jediný faktor (tzv. Lang Factor) s hodnotou 2,9 a vynásobený ISBL na určenie TCI.

Na určenie nákladov za prepravu surovín sa priemerné náklady vo výške 0,14 eur na metrický tonokilometer (tkm) násobia cestnou vzdialenosťou odhadnutou pomocou rovnice (6) nižšie (Schade a kol., 2006). Funkcia odvodená Cristóbalom a kol. (2018) odhaduje medzinárodné a vnútroštátne vzdialenosti prepravy po ceste pri získavaní zemiakových šupiek. Funkcia je kalibrovaná s prihliadnutím na medzištátne a vnútroštátne prepravné vzdialenosti za predpokladu, že odhad zahŕňal sedem závodov nachádzajúcich sa v hlavných krajinách produkujúcich zemiakové šupky (t. j. Holandsko, Nemecko, Taliansko a Spojené kráľovstvo) a 70 závodov rozmiestnených v každej krajine EÚ produkujúcej odpad. V rámci skúmania zvušujeme hornú hranicu na 140 závodov, čím sa simuluje

extrémny scenár, v ktorom je vzdialenosť (a teda aj prepravné náklady) na zber odpadu nulová (čo znamená, že závod sa nachádza v rovnakom odvetví, kde sa spracovávajú zemiaky).

$$Vzdialenosť (v \text{ tkm}) = -5 \cdot 10^6 \cdot N + 7 \cdot 10^8 \quad (6)$$

Do nákladov na prevádzku sa zahrňujú náklady na suroviny, mzdy a náklady na energie. Náklady na úpravu vody a odpadového hospodárstva sa považujú za zanedbateľné, pretože odpadovú vodu a pevný odpad možno získať z rôznych fáz procesu a recyklovať v rámci systému.

Náklady na suroviny počítame na základe lineárne škálovaných hmotnostných tokov procesu overených na pilotnej úrovni (BBI JU, 2022). Ceny surovín a chemikálií sú zisťované z viacerých zdrojov.

Pokiaľ ide o mzdové náklady, podľa metódy navrhnutej Cristóbalom a kol. (2018) násobíme hodinové náklady práce v EÚ (Eurostat, 2021b) celkovým pracovným časom prevádzkovateľov biorafinérií. Predpokladá sa, že závod je v prevádzke 24 hodín denne, 365 dní v roku. Vzhľadom na to, že v Európe zamestnanci odpracujú v priemere 1960 hodín ročne (Cristóbal a kol., 2018), na zabezpečenie kontinuity prevádzky je potrebných minimálne 4,5 operátorov. Okrem toho závod potrebuje v každom okamihu určitý počet prevádzkovateľov na zabezpečenie prevádzky závodu. Pomocou korelácie (rovnica 7) závod vyžaduje prítomnosť 11,6 operátorov za zmenu ( $N_{OL}$ ) na obsluhu ôsmich strojových jednotiek ( $N_{np}$ ) (t. j. chladnička, mletie, filtre, odparky, extrudéry, ohrievače, fermentácia a purifikačné jednotky) a na manipulácie s časticami ( $P$ ). Celkový operačný personál je preto 53 ( $\approx 4,5 \times 11,6$ ) prevádzkovateľov na závod (okrem podporného alebo dozorného personálu).

$$N_{OL} = (6.29 + 31.7 \cdot P + 0.23 \cdot N_{np})^{0.5} \quad (7)$$

Pod pojmom energetické náklady rozumieme spotrebu energie na skladovanie a predúpravu surovín, fermentáciu glukózového sirupu, extrúziu, ohrev plastifikátorov, rezanie a fúkanie zmesi. Na úrovni skúšobnej výroby proces vyžaduje 7,06 kWh na kilogram obalovej fólie. Pokiaľ ide o náklady na elektrinu, zohľadňujeme priemernú európsku sadzbu pre nedomácich odberateľov vo výške 0,12 eura za kWh (Eurostat, 2021a). Pokiaľ ide o vykurovacie potreby, tak sa predpokladá, že palivo je zemný plyn a cena je stanovená na 0,0315 eura za kWh (Eurostat, 2021c), na základe referenčného roka 2019.

Čistá súčasná hodnota (ČSH) je dôležitým ukazovateľom na analýzu ziskovosti projektu a predstavuje súčet budúcich peňažných tokov v ich ekvivalentoch súčasnej hodnoty. Kladná ČSH znamená, že hodnota diskontovaných peňažných tokov je väčšia ako diskontované peňažné toky počas posudzovaného obdobia. ČSH sa vypočítala pomocou nastavenia modelu v Golberg a kol. (2021). V tomto modeli sa v prvom roku ( $t = 0$ ) zaplatí celková kapitálová investícia projektu ( $I$ ). Časť ( $\alpha$ ) z toho je krytá bankovým úverom s úrokovou sadzbou  $\rho$ ; zvyšok hradí investor z vlastných zdrojov. Úver sa

spláca za N rokov v pevných anuitách (A) počínajúc  $t = 1$ , po zaúčtovaní úroku. Anuita úveru sa vypočíta ako:

$$A = \frac{\alpha I \rho}{1 - (1 + \rho)^{-N}} \quad (8)$$

Na konci prvého roka predpokladáme, že závod získa prvý čistý ročný príjem (ČRP). Predpokladá sa, že ČRP je počas modelovaného horizontu konštantný a rovná sa (v nominálnom vyjadrení) hrubému ročnému zisku odhadovanému v základnom roku. Okrem prevádzkových nákladov vznikajú v závode náklady na priebežnú údržbu, ktoré sú stanovené ako zlomok ( $\beta$ ) počiatkovej investície. Predpokladá sa, že náklady na údržbu budú rásť exponenciálne ročným tempom ( $g$ ). Nakoniec sa na konci diskontného obdobia počíta zostatková hodnota. Je stanovená ako zlomok ( $\gamma$ ) počiatkovej investície. Na prepočet všetkých budúcich peňažných tokov na ich ekvivalenty súčasnej hodnoty sme prijali reálnu diskontnú sadzbu ( $r$ ) (rovnica 9), ktorá je vypočítaná pomocou 4% nominálnej diskontnej sadzby ( $i$ ) (EK, 2014) a 1,9% mierou inflácie ( $m$ ) (Knoema, 2021). Skutočná diskontná sadzba by sa v základnom scenári rovnala 2,1%.

$$r = \frac{1 - m}{1 + m} \quad (9)$$

Na základe vyššie uvedeného nastavenia možno ČSH vypočítať nasledovne:

$$\text{ČSH} = -(1 - \alpha)I - A \left[ \frac{(1+r)^N - 1}{r(1+r)^N} \right] + NB \left[ \frac{(1+r)^{\tau+1} - 1}{r(1+r)^{\tau}} \right] - \beta I \left( \frac{1+g}{r-g} \right) \left[ 1 - \left( \frac{1+g}{1+r} \right)^{\tau} \right] + \frac{\gamma I}{(1+r)^{\tau}} \quad (10)$$

Ak je ČSH nastavená na 0, možno vypočítať minimálnu predajnú cenu produktu (MPCP) baliacej fólie na báze biologických materiálov za obdobie návratnosti  $\tau$  (v základnom scenári štyroch rokov). Rýchla návratnosť investícií je potrebná na prilákanie investorov, ktorých vo všeobecnosti odrádzajú vysoké počiatkové náklady a neistota na trhu (Heck a kol., 2014). Tabuľka 6 uvádza základné hodnoty kľúčových parametrov, ktoré používame v modeli, ako aj ich doménu (t. j. dolnú a hornú hranicu) použitú v nižšie uvedenej analýze neistoty.

Kvôli limitovanému prístupu ku všetkým potrebným informáciám je potrebné urobiť niekoľko predpokladov o ekonomike projektu, ktoré nevyhnutne prinášajú neistotu. Na vyriešenie časti tejto neistoty sa vykonali simulácie Monte Carlo. Na charakterizáciu neistoty každej premennej sa použilo rozdelenie PERT (alebo technika trojbodového odhadu) (Tabuľka 6). Distribúciu PERT bežne používajú osoby s rozhodovacou právomocou pri riadení projektov z dôvodu jej jednoduchého použitia a praktickosti (Peters, 2016). Rozdelenie je definované tromi parametrami: min, modus a max. Ako modus PERT rozdelenia sa použijú základné hodnoty parametrov a ich extrémne hodnoty sa použijú ako min a max. V prípadoch, kedy oblasť nie je známa (-), sa základná hodnota zvyšuje alebo znižuje o 30%, s výnimkou počtu rokov na splatenie bankového úveru, ktorý sa ponecháva konštantný na 10 rokov. Po definovaní distribúcií sa vykonáva 10 000 iterácií (pre každú veľkosť biorafinérie) náhodným

a nezávislým výberom hodnoty z každej distribúcie. Následne sa analyzuje, ako sa MPCP pre každú iteráciu mení, v závislosti len na počte prevádzkovaných závodov v Európe. Výsledky sa vizualizujú a porovnávajú s grafom jitteru v softvéri R (R-4.0.0, balík ggplot2) (Wickham, 2016). Nakoniec sa skúmajú relatívne vplyvy jednotlivých faktorov na MPCP spustením bežnej regresie (OLS) na všetky parametre modelu vrátane meniaceho sa počtu biorefinérií (7–140). Všetky regresné premenné sa pretransformujú na logaritmické hodnoty, aby sa uľahčilo porovnanie vplyvu jednotlivých faktorov (koeficienty bežnej lineárnej regresie OLS sa potom interpretujú ako elasticity MPSP voči zmenám jednotlivých modelových parametrov).

Tabuľka 6. Technoekonomické predpoklady pre výpočet ČSH

Položka	Východisková hodnota	Min	Max	Jednotka	Zdroj
Dostupnosť zemiakovej šupky	2,48	-	-	Mt/rok	Cristóbal a kol., 2018
ISBL	(Eq, I)	-	-	eur	Odhad
TCI	2,9 ISBL	-	-	eur	Odhad
Náklady na dopravu	0,14	-	-	eur/tkm	Schade a kol., 2006
Náklady na prácu	28,2	27,7	31,4	eur/hod	Eurostat, 2021b
Cena elektriny	0,122	0,119	0,125	eur/kWh	Eurostat, 2021a
Teplo (zemným plynom)	0,030	0,027	0,033	eur/kWh	Eurostat, 2021c
Dĺžka pôžičky (N)	10	-	-	rokov	Predpokladané
Podiel investora z úveru (a)	0,5	-	-	Percento	Golberg a kol., 2021
Ročná úroková sadzba z pôžičky (p)	0,05	-	-	Percento	Golberg a kol., 2021
Podiel nákladov na údržbu (/J)	0,005	-	-	Percento	Golberg a kol., 2021
Ročná miera rastu nákladov na údržbu (g)	0,005	-	-	Percento	Golberg a kol., 2021
Zlomok zostatkovej hodnoty (y)	0,05	-	-	Percento	Golberg a kol., 2021
Nominálna diskontná sadzba (i)	0,04	-	-	Percento	Európska komisia, 2014
Inflácia (m)	0,019	0,013	0,02	Percento	Knoema, 2021
Návratnosť (t)	4	2	7	roky	Heck a kol., 2014

Zdroj: vlastné spracovanie

### 2.3 Odhad nákladov ex ante

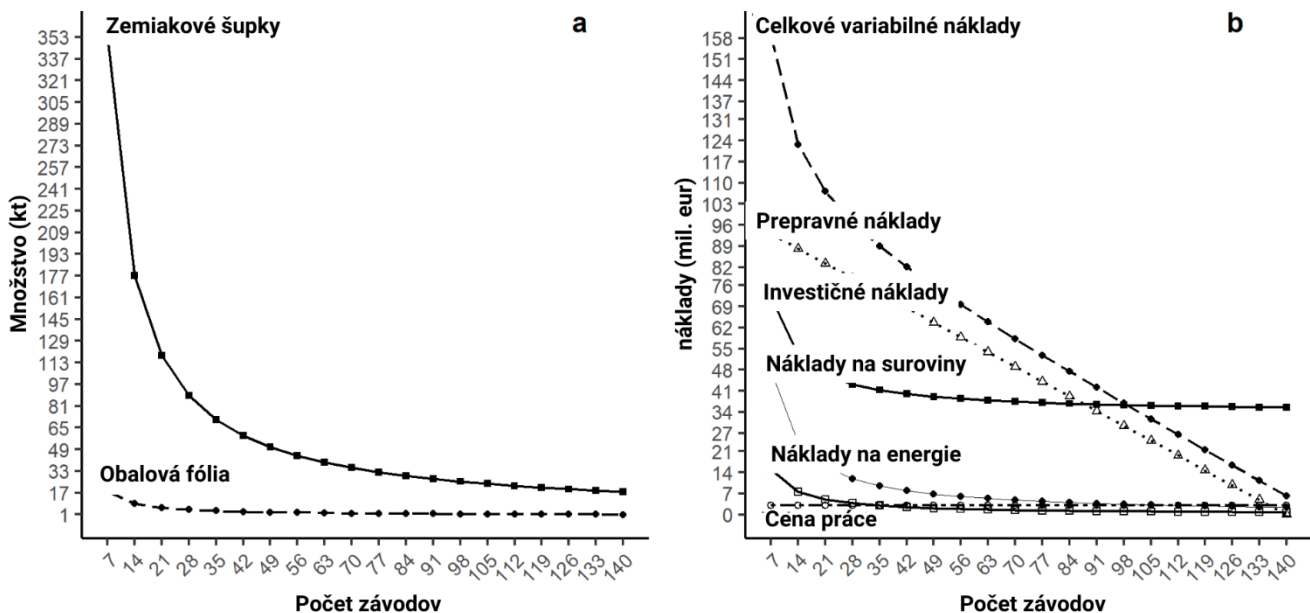
V rámci tejto podkapitoly sa hodnotí ekonomika valorizačného procesu pre rôzny počet homogénnych závodov. Pri zachovaní konštantnej celkovej množiny surovín a zvýšení počtu biorafinérií od 7 do 140 sa pozoruje, že ročná kapacita spracovania na závod sa znižuje z 354,28 kiloton na 17,71 kiloton (obrázok 9) a ročná produkcia obalovej fólie na závod klesá z 18 kt na 0,9 kt. Spočiatku spracovateľská



kapacita závodu rapídne klesá, ale pokles (t. j. rýchlosť zmien) sa spomaľuje so zvyšujúcim sa počtom závodov. Ďalej sa odhadujú (fixné a variabilné) náklady pre každú veľkosť závodu.

Ako ukazuje obrázok (9b), veľkosť závodu ovplyvňuje (v absolútnych hodnotách) všetky nákladové položky okrem ceny práce, ktorá je konštantná. Podľa modelu investičných nákladov, náklady na suroviny a náklady na energie priamo závisia od zvýšenia produkcie, a preto prejavujú inverzný vzťah s počtom závodov, ako sa spozorovalo pri kapacite spracovania. Na druhej strane náklady na dopravu priamo závisia od počtu závodov, a preto je vzťah medzi nimi lineárny, s konštantným poklesom o 0,7 milióna eur so zvyšujúcim sa počtom závodov.

Obrázok 9. Trendy v spracovateľskej/výrobnej kapacite závodu (a) a nákladoch (b) ako funkcia počtu závodov

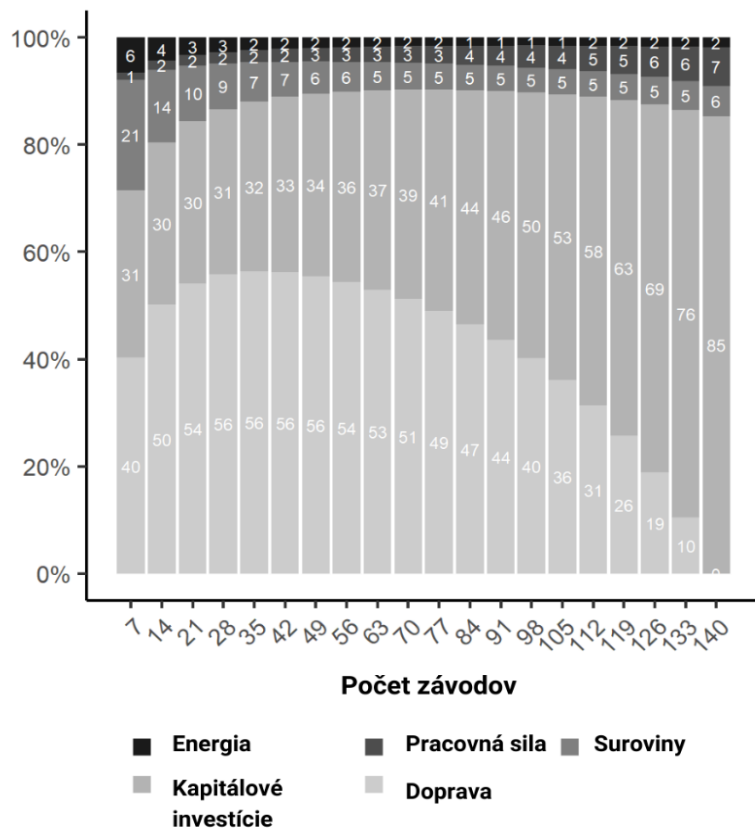


Zdroj: vlastné spracovanie

Na základe týchto trendov modelované náklady prispievajú k celkovým výdavkom rozdielne (Obrázok 10). Pre až 140 závodov sú rozhodujúcimi faktormi investičné náklady a náklady na dopravu. Samotné investičné náklady dominujú v štruktúre nákladov závodu, keď je na trhu 98 alebo viac závodov, zatiaľ čo dopravné náklady sú dominantné, keď sa celkový počet závodov pohybuje medzi 14 a 70. Príspevok mzdových nákladov je minimálny, ale zvyšuje sa s klesajúcou veľkosťou závodu.



Obrázok 10. Podiel každej nákladovej položky na celkovej štruktúre nákladov podľa modelovaného počtu závodov



Zdroj: vlastné spracovanie

## 2.4 Analýza ziskovosti

V tejto časti sa venujeme minimálnej predajnej cene produktu (MPCP) za obalovú fóliu na biologickej báze, ktorá môže dosiahnuť bod návratnosti investície za štyri roky (v základnej verzii). Výsledky sú zhrnuté v tabuľke (7). Odhadovaná MPCP v poslednom stĺpci tabuľky (7) ukazuje tvar obráteného U s rastúcim počtom závodov. MPCP dosahuje maximálnu hodnotu 37,2 eura za kg v prípade 77-závodového scenára a rovná sa 9,7 eur za kg a 15,4 eur za kg pre závody s najväčšou a najmenšou kapacitou spracovania, resp. tvar obráteného U je výsledkom kombinovaného vplyvu priemerných fixných nákladov a priemerných nákladov dopravy, ktoré najviac ovplyvňujú jednotkové náklady.

Ako ukazuje tabuľka (7), priemerné fixné náklady sa znižujú, keď sa zvyšuje úroveň produkcie (t. j. veľkosť závodu). Je to preto, že konštantný termín vo funkcii fixných nákladov (rovnica 4) je v modeli rozdelený na väčší počet jednotiek produkcie. Priemerné prepravné náklady, definované ako pomer celkových prepravných nákladov ku kapacite závodu, nie sú monotónne. To je spôsobené tým, že čitateľ a menovateľ pomeru sa oba znižujú s vyšším počtom závodov, ale rôznymi rýchlosťami.

V dôsledku toho sa priemerné prepravné náklady zvyšujú s veľkosťou závodu, až kým nedosiahnu 1,8 kt ročne (v scenári 70 závodov) a potom klesajú.

Tabuľka 7. Priemerné náklady a výpočet MPCP na základnej úrovni (s dobou návratnosti štyri roky) pre rôzne priemyselné rozsahy

Počet závodov	Kapacita spracovania (kt/rok)	Výroba (kt/rok)	Priemerná celková kapitálová investícia (EUR/kg)	Priemerná cena práce (EUR/kg)	Priemerné náklady na dopravu (EUR/kg)	Priemerné náklady na energiu (EUR/kg)	Priemerné náklady na suroviny (EUR/kg)	MPCP (EUR/kg)
7	354,3	18,0	4,0	0,2	5,2	0,8	2,7	9,7
14	177,1	9,0	5,9	0,3	9,8	0,8	2,7	14,9
21	118,1	6,0	7,7	0,5	13,9	0,8	2,7	19,6
28	88,6	4,5	9,6	0,7	17,4	0,8	2,7	23,7
35	70,9	3,6	11,5	0,8	20,4	0,8	2,7	27,2
42	59,1	3,0	13,3	1,0	22,9	0,8	2,7	30,3
49	50,6	2,6	15,2	1,2	24,8	0,8	2,7	32,7
56	44,3	2,3	17,1	1,3	26,1	0,8	2,7	34,7
63	39,4	2,0	18,9	1,5	27,0	0,8	2,7	36,1
70	35,4	1,8	20,8	1,7	27,2	0,8	2,7	36,9
77	32,2	1,6	22,6	1,8	26,9	0,8	2,7	37,2
84	29,5	1,5	24,5	2,0	26,1	0,8	2,7	37,0
91	27,3	1,4	26,3	2,2	24,7	0,8	2,7	36,2
98	25,3	1,3	28,2	2,3	22,8	0,8	2,7	34,9
105	23,6	1,2	30,1	2,5	20,4	0,8	2,7	33,0
112	22,1	1,1	31,9	2,6	17,3	0,8	2,7	30,6
119	20,8	1,1	33,8	2,8	13,9	0,8	2,7	27,6
126	19,7	1,0	35,7	3,0	9,8	0,8	2,7	24,1
133	18,7	1,0	37,5	3,1	5,2	0,8	2,7	20,1
140	17,7	0,9	39,5	3,3	0,0	0,8	2,7	15,5

Zdroj: vlastné spracovanie

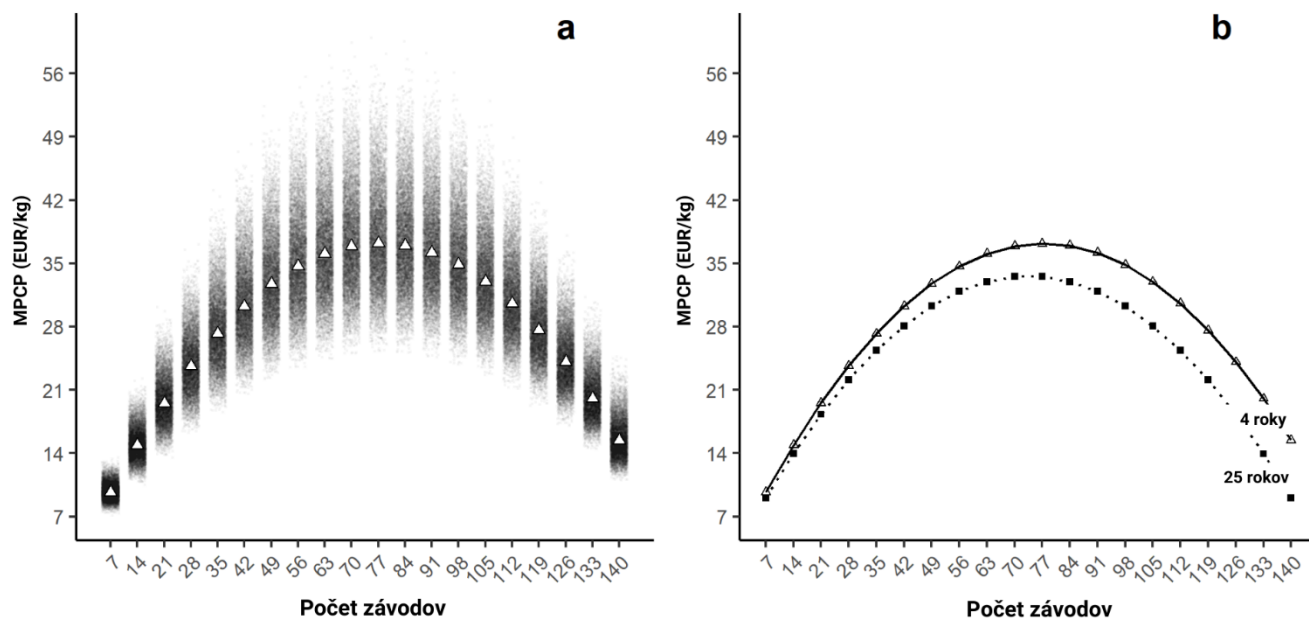
## 2.5 Analýza neistoty

Na zachytenie neistoty týkajúcej sa určených predpokladov sa vykonáva simulácia Monte Carlo. Predpokladá sa, že kľúčové parametre budú sledovať distribúciu PERT definovanú minimálnymi, najpravdepodobnejšími a maximálnymi hodnotami parametrov (Tabuľka 6). Pre každú kapacitu spracovania závodu sa náhodne a nezávisle 10 000-krát vylosujú parametre modelu z príslušných distribúcií a vypočítajú sa príslušné hodnoty MPCP (Obrázok 11a). Aby sa zabránilo prekryvaniu

hodnôt, používa sa metóda jitteringu, pri ktorej sú hodnoty MPCP na osi y náhodne posunuté pozdĺž osi x.

Obrázok (11a) ukazuje najvyššiu hustotu bodov okolo výsledkov základnej línie (znázornené ako biele trojuholníky). S rastúcou MPCP sa však zvyšuje aj jej variabilita pre daný počet biorafinérií (najviditeľnejšie je to vtedy, keď je na trhu 77 biorafinérií). Hodnoty smerodajnej odchýlky (Tabuľka 8) naznačujú, že najväčšia priemyselná miera vykazovala najmenšiu variabilitu v MPCP. Ďalej tabuľka (8) ukazuje, že priemer je väčší ako medián vo všetkých podmienených (na základe počtu biorafinérií) distribúciách. To znamená, že distribúcie sú pozitívne zošikmené; to znamená, že majú dlhší chvost smerom k vyšším predajným cenám.

Obrázok 11. Odhady MPCP podľa počtu závodov: (a) rozdelenie pravdepodobnosti MPCP zo simulácií Monte Carlo a (b) porovnanie strednej hodnoty MPCP pri rôznych časoch návratnosti



Zdroj: vlastné spracovanie

Tabuľka 8. Výsledky simulácií Monte Carlo (N = 10000) pre MPCP (euro/kg)

Počet závodov	Min	1. kvartil	Medián	Priemer	2. kvartil	Max	Smerodajná odchýlka
7	7,08	9,13	9,73	9,81	10,41	13,53	0,94
14	10,47	13,81	14,92	15,08	16,18	22,28	1,74
21	13,52	18,01	19,57	19,80	21,36	30,13	2,46
28	16,21	21,72	23,68	23,97	25,92	37,06	3,10
35	18,56	24,93	27,25	27,59	29,88	43,07	3,65
42	20,56	27,67	30,27	30,65	33,24	48,17	4,11
49	22,21	29,93	32,76	33,17	35,99	52,35	4,48
56	23,51	31,68	34,70	35,13	38,12	55,63	4,76
53	24,46	32,95	36,09	36,55	39,64	57,98	4,96
70	25,03	33,74	36,93	37,41	40,57	59,42	5,07
7	25,24	34,04	37,23	37,72	40,88	59,95	5,09
34	25,11	33,85	36,99	37,48	40,61	59,56	5,02
91	24,63	33,17	36,21	36,68	39,73	58,26	4,88
98	23,81	31,98	34,89	35,34	38,24	56,05	4,64
105	22,64	30,31	32,99	33,45	36,14	52,92	4,33
112	21,12	28,13	30,58	31,00	33,48	48,87	3,94
119	19,26	25,45	27,61	28,00	30,20	43,91	3,49
126	17,05	22,26	24,12	24,45	26,34	38,04	3,00
133	14,49	18,51	20,08	20,35	21,88	31,25	2,49
140	10,99	14,17	15,46	15,70	16,96	24,67	2,07

Zdroj: vlastné spracovanie

S ohľadom na dobu návratnosti sa v simuláciách Monte Carlo zvoluje interval od dvoch do siedmich rokov, aby sa zabezpečilo, že investícia bude atraktívna pre priemyselné odvetvia. Táto oblasť by sa však mala upraviť, ak sú k dispozícii podporné politiky, ktoré vedú k tomu, že investori akceptujú dlhšie obdobia návratnosti (napr. grantovú pomoc). Ako je znázornené na obrázku (11b), v scenári s dlhšou dobou návratnosti, ktorá sa rovná životnosti závodu (t.j. 25 rokov), by sa priemerná MPCP znížila, najmä pre menšie závody (t. j. keď je viac závodov). Je to preto, že amortizácia fixných nákladov má väčší vplyv na menšie závody. Na druhej strane väčšie závody by boli touto zmenou menej ovplyvnené, pretože sú viac ovplyvnené variabilnými nákladmi.

## 2.6 Faktory, ktoré ovplyvňujú minimálnu predajnú cenu

Pochopenie relatívneho vplyvu jednotlivých faktorov na minimálnu predajnú cenu produktu (MPCP) by pomohlo investorom zvažujúcim výstavbu nového výrobného závodu alebo politikom, ktorí diskutujú o podpore nového odvetvia priemyslu. Jedným zo spôsobov, ako určiť relatívny vplyv exogénnych parametrov použitých vo vypracovanom modeli na MPCP, je spustiť simuláciu Monte Carlo s vysokým počtom cyklov (vykonalo sa 100 000 cyklov). Každý cyklus obsahuje jedinečnú náhodnú kombináciu parametrov, ktorá vedie k hodnote MPCP. V ďalšom kroku sa určuje vplyv variácie exogénnych parametrov na variabilitu MPCP prostredníctvom regresnej analýzy s metódou OLS.

Stĺpec s názvom „nettransformovaná regresia“ v tabuľke (9) uvádza odhady koeficientov pre model s nettransformovanými hodnotami exogénnych faktorov. Zahŕňa sa nielen počet závodov, ale aj druhá mocnina týchto čísel, aby sa zachytil možný nelineárny vzťah medzi MPCP a  $n$ , ako naznačuje obrázok (11). Zisťuje sa, že niektoré parametre, ale nie všetky, majú významný vplyv (aspoň na päťpercentnej hladine významnosti) na MPCP.

Zatiaľ čo vyššie uvedené výsledky sú informatívne, nie je možné zoradiť parametre podľa ich vplyvu na MPCP, pretože každý z nich má inú jednotku. Dva typické prístupy na vyriešenie tohto problému sú:

- spustiť regresiu založenú na štandardizovaných premenných, kde sa každá hodnota parametra transformuje na zodpovedajúce z-skóre,
- transformácia závislých a nezávislých premenných na logaritmické hodnoty, pričom odhadnuté parametre sa interpretujú ako elasticity.

Bohužiaľ, použiteľnosť oboch týchto prístupov je v tomto kontexte obmedzená. Prístup z-skóre je problematický, pretože z-skóre  $n^2$  sa nerovná druhej mocnine z-skóre  $n$ . To činí interpretáciu marginálneho efektu  $n$  na MPSP bezvýznamnou. Pokiaľ ide o druhý prístup, prevod všetkých premenných na logaritmické hodnoty vytvára problém dokonalej kolinearity medzi  $\ln n$  a  $\ln n^2$ , pretože  $\ln n^2 = 2\ln n$ . Na prekonanie týchto problémov sa spúšťa zmiešaný model, v ktorom sú hodnoty všetkých premenných konvertované na logaritmické hodnoty, s výnimkou počtu závodov a ich druhej mocniny (posledné dva stĺpce v tabuľke (9)).

Tabuľka 9. Relatívny vplyv exogénnych parametrov na MPCP (N = 100 000)

Premenné	Netransformovaná regresia		Transformovaná regresia	
	Odhad	p-hodnota	Odhad	p-hodnota
Cena zemiakovej šupky	13,300	0,048	0,000	0,792
Cena NaOH	0,143*	0,196	-0,001	0,439
Cena H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	0,600	0,585	-0,001	0,705
Cena NH <sub>4</sub> OH	0,035	0,692	0,003	0,106
Cena amylázy	0,054 ***	0,000	0,017 ***	0,000
Cena MgSO <sub>4</sub>	0,099	0,500	-0,003 *	0,042
Cena NH <sub>4</sub> SO <sub>4</sub>	-0,208 *	0,018	0,001	0,454
Cena C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub>	0,010	0,780	-0,003	0,105
Cena K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	-0,046	0,434	0,003	0,115
Cena PLA	0,853 ***	0,000	0,063 ***	0,000
Cena OLA	0,013	0,504	0,003	0,066
Cena elektriny	7,510	0,089	0,037	0,077
Cena plynu	-1,770	0,688	0,002	0,683
Náklady na prácu	0,042 ***	0,000	0,053 ***	0,000
Náklady na dopravu (tkm)	136,000 ***	0,000	0,530 ***	0,000
Dostupnosť šupiek zemiakov (Q)	0,000 ***	0,000	-0,854 ***	0,000
Počet rastlín (n)	0,947 ***	0,000	0,033 ***	0,000
Druhá mocnina počtu rastlín (n <sup>2</sup> )	-0,006 ***	0,000	0,000 ***	0,000
Podiel investície z úveru (α)	-22,000 ***	0,000	-0,306 ***	0,000
Ročná úroková sadzba z úveru (ρ)	-0,202	0,819	-0,002	0,371
Nominálna diskontná sadzba (i)	0,000	0,165	-0,002	0,161
Inflácia (m)	3,370	0,431	-0,003	0,298
Podiel zostatkovej hodnoty (γ)	1,560	0,075	-0,001	0,732
Podiel nákladov na údržbu (β)	-8,240	0,351	0,002	0,326
Ročná miera rastu nákladov na údržbu (g)	-2,230	0,800	-0,003	0,046
Doba návratnosti (τ)	0,002	0,649	0,001	0,094
Intercept	23,000	0,000	15,600 ***	0,000
Upravené R <sup>2</sup>	0,975		0,968	

Poznámka: \*\*\* Štatistická významnosť na úrovni <0,001; \*\* Štatistická významnosť na úrovni <0,01; \* Štatistická významnosť na úrovni <0,05. Všetky premenné v log-log modeli sú log transformované okrem n a n<sup>2</sup>.

Zdroj: vlastné spracovanie

Odhady koeficientov zodpovedajúcich logaritmicným hodnotám premenných predstavujú elasticity, to znamená percentuálnu zmenu MPCP pre jednopercennú zmenu exogénneho parametra. Absolútna hodnota týchto elasticít teda určuje vplyv faktora na MPCP.

Aby bola zmena v počte výrobných závodov porovnateľná s inými parametrami, je potrebné určiť implicitnú elasticitu MPCP vzhľadom na  $n$ . Všetko ostatné ostáva konštantné a odhadovaný vzťah medzi MPCP a  $n$  v transformovanom modeli v tabuľke (9) je:

$$\ln MPSP = \alpha_1 n + \alpha_2 n^2 \quad (11)$$

kde  $\alpha_1$  a  $\alpha_2$  sú odhadované koeficienty. Presne povedané, keďže  $n$  je celé číslo, derivácia z MPCP voči  $n$  nemôže byť definovaná. Ak by bolo možné pokračovať vo výpočtoch, tak sa predpokladá, že závody sú dokonale deliteľné (t. j. ich počet môže byť vyjadrený kladným reálnym číslom). Potom úplnou diferenciáciou rovnice (11) a preusporiadaním termínov dostávame:

$$\frac{dMPSP}{dn} = (\alpha_1 + 2\alpha_2 n)MPSP \quad (12)$$

Elasticitu MPCP vzhľadom na  $n$  možno potom definovať nasledovne:

$$\varepsilon = \frac{dMPSP}{dn} \frac{n}{MPSP} \quad (13)$$

Zadaním (12) do (13) získame explicitný vzorec elasticity:

$$\varepsilon = (\alpha_1 + 2\alpha_2 n)n \quad (14)$$

Nakoniec, aplikáciou odhadnutých koeficientov, sa vzorec elasticity zmení na  $\varepsilon = (0,0328 - 0,000384n)n$ . Dôkladné preskúmanie tohto vzorca odhaľuje, že keď je počet výrobných závodov nízky, elasticita je spočiatku kladná, ale zároveň vyvolá jednoznačný pokles počtu závodov. Po dosiahnutí určitého bodu zvratu (break-even point) sa stane zápornou. Toto nie je prekvapujúce, pretože sme zistili konkávny vzťah medzi počtom závodov a MPCP (obrázok 11). Bod zvratu nastáva, keď je  $0,0328 - 0,000384n = 0$ , teda pre  $n \approx 85$ . Na základe odhadovaných koeficientov netransformovaného modelu MPCP dosiahne svoje maximum, keď  $0,947 - 2 \times 0,0056n = 0$ , teda keď  $n \approx 84$ . Toto je v súlade s predchádzajúcim výsledkom.

Je potrebné poznamenať, že číslo počtu závodov je o niečo vyššie ako to, ktoré je znázornené na obrázku (11), kde (priemerná) maximálna hodnota MPCP bola dosiahnutá pri  $n = 77$ . Je to preto, že koeficienty uvedené v tabuľke (9) sú odhadované na základe väčšej odchýlky v hodnote  $n$  (akékoľvek celé číslo medzi 1 a 140) ako na obrázku (11) (kde hodnoty  $n$  sú v násobkoch 7) a v tabuľke (9) je viac náhodných interakcií s inými parametrami (rovnaká sada 10 000 kombinácií parametrov bola použitá pre každú veľkosť závodu v obrázku (11), zatiaľ čo všetky parametre modelu boli náhodne vybrané pre každý modelový cyklus v tabuľke (9)).

Nakoniec sa aplikuje rovnica (14) ku každému zo 100 000 sérií modelov, aby sa získali požadované elasticity. Ich hodnoty sa pohybujú medzi -2,94 a 0,70, pričom modus sa rovná 0,54. Modus



negatívnych hodnôt je -0,65, zatiaľ čo modus pozitívnych hodnôt je 0,54. Keď sa absolútne hodnoty režimov elasticít MPCP, vzhľadom na počet závodov, porovnajú s inými elasticitami odhadovanými pre zostávajúce parametre v stĺpci „transformované“ v tabuľke (9), zistí sa, že počet výrobných závodov je tretí najplyvnejší faktor pre MPCP, po dostupnosti zemiakových šupiek a nákladoch na dopravu.

## 2.7 Budúcnosť realizovateľnosti novej baliacej fólie

Táto kapitola hodnotila ex ante ekonomickú realizovateľnosť novej baliacej fólie na biologickej báze (zmes PLA-PHB). Vzhľadom na množstvo zemiakových šupiek vyrobených v Európe je potenciálna kapacita výroby bio-fólie pre PLA/PHB obaly 126 kt ročne. Podľa údajov z roku 2019 by toto množstvo mohlo potenciálne nahradiť 0,22% celkového európskeho objemu plastov na báze fosílnych palív, zvýšiť európsku produkciu bioplastov o 24,8% a celosvetovú produkciu flexibilných obalových bioplastov o 22,7%. Táto fólia teda môže byť považovaná za atraktívnu alternatívu k vývoju bioplastov a vzhľadom na jej biologickú odbúrateľnosť a kompostovateľnosť, aj za potenciálne riešenie zníženia skládkovania potravinového odpadu a obalov a emisií skleníkových plynov. Podmienky pre rozvoj konkrétneho trhu však zostávajú komplikované.

Ako už bolo spomenuté v úvode kapitoly, produkcii bioplastov zvyčajne bránia vysoké kapitálové a výrobné náklady. Aj v tomto špecifickom prípade vedie nízky konverzný koeficient v dôsledku použitia vedľajších produktov/odpadov (s nízkym obsahom sacharidov) k vysokým počiatočným investíciám. V dôsledku toho je nepravdepodobné, že by technológia prilákala investorov na súčasný trh s obalmi. V skutočnosti, aj keď bola doba návratnosti dlhšia, odhadované ceny neboli ani zďaleka konkurencieschopné s cenami plastov na báze fosílnych palív (ako PET, PP a PS), ktoré stoja 1 – 1,5 eura za kg (Halonen a kol., 2020). Treba však poznamenať, že študovaná technológia je stále vo svojej experimentálnej fáze a materiálové toky sa lineárne zväčšovali z pilotného závodu. Pre odhady implementované v tejto štúdii sú teda možné ďalšie zlepšenia.

Podľa výsledkov analýzy neistoty je dostupnosť bioproduktov najplyvnejším faktorom na ziskovosť novej biotechnológie. V tomto ohľade môže byť navrhnutá biotechnológia vylepšená a rozšírená na iné potraviny bohaté na škrob (ako je kukurica, jačmeň alebo maniok), pretože procesy extrakcie škrobu z ich odpadov sú podobné (Dziedzic a Kearsley, 1995). V skutočnosti sa všetky tieto procesy zameriavajú na mokré mletie, nasledované separáciou pomocou centrifúgy alebo cyklónu, vzhľadom na nerozpustnosť škrobu vo vode (Sánchez a kol., 2017). Ďalšou alternatívou sú zvyšky bohaté na celulózu (ako sú vedľajšie produkty z ryže alebo pšeničnej slamy). Celulózu je možné získať prostredníctvom frakčného procesu (Bassani a kol., 2020) a hydrolyzovať ju na produkciu glukózy (Gupta a Verma, 2015), ktorá sa potom môže potenciálne spracovať na získanie PHB. S možnosťou

využitia rôznych zvyškov sa zvyšuje dostupnosť surového materiálu a tým aj ziskovosť biotechnológie, ako sa ukázalo v predošlej časti. Okrem toho by bola biorafinéria menej ovplyvnená sezónnosťou vedľajšieho produktu. Produkcia vedľajších produktov nemusí byť rovnomerne rozložená počas celého roka, čo núti závod zbierať a skladovať veľké množstvo materiálu pre stabilnú výrobu. Biotechnológia založená na rôznych surovinách s rôznou sezónnosťou je dôležitým technologickým vývojom na zabezpečenie konkurencieschopnosti biofilmu v dôsledku zníženia prevádzkových nákladov a predajnej ceny.

Táto štúdia potvrdzuje kompromis medzi znižovaním nákladov na dopravu a šetrením fixných nákladov ako kľúčového prvku organizácie výroby biorafinérie. Založenie menšieho počtu závodov na výrobu bioplastovej fólie sa oplatí iba v prípade dosiahnutia veľkých rozmerov závodu, v rozsahu 9-18 kt ročne. Alternatívne je minimalizovanie vzdialeností dopravy prostredníctvom vývoja mnohých malých závodov ekonomicky efektívnejšie. Ďalším dôležitým zistením v našom modeli je trend priemernej ceny dopravy s variáciou počtu závodov. Minimalizovanie vzdialeností dopravy predpokladá, že malé závody sú umiestnené blízko jedného spracovateľa zemiakov. Aj keď je ich počet vysoký, nebude medzi nimi konkurencia o zdroje vzhľadom na ich nízku produktivitu. Podobne nebude konkurencia, ak existuje iba jeden veľký závod, ktorý zbiera všetky zdroje v oblasti, čo vytvára mono/oligopolné režimy. V prípade závodov strednej veľkosti však konkurencia o zdroje narastá, a to ovplyvňuje náklady na získanie biomasy a zvyšuje vzdialenosti zberu. S prihliadnutím na výsledky tejto štúdie je nepravdepodobné, že takýto stredný scenár dosiahne lepší ekonomický výkon ako iné veľkosti závodu. Avšak to by malo byť lepšie preskúmané budúcim výskumom, ktorý by sa zameriaval na rozhodovací proces biorafinérie pre optimálnu veľkosť a umiestnenie závodu a ktorý umožňuje heterogénne podmienky. Okrem toho je potrebná ďalšia práca na podporu cirkulárnych bio-bazálnych riešení pre systematický medzinárodný monitoring odpadových tokov.

Okrem zamerania na dostupnosť (a sezónnosť) odpadov, kapitálové a dopravné náklady, ako sa už spomenulo, budúce výskumy by mali skúmať a prekonať ďalšie relevantné prekážky pri adopcii bioplastových fólií.

Prvý aspekt sa týka mechanických a plynových bariérových vlastností bio-fólií na balenie potravín. V tomto ohľade sú fólie na báze fosílnych palív výrazne lepšie ako bio-fólie. Príklady riešení týchto obmedzení zahŕňajú pridanie celulózy do zmesi na zlepšenie mechanických a bariérových vlastností alebo prírodných extraktov na zlepšenie antioxidačných a antimikrobiálnych vlastností. Je potrebná ďalšia práca na určenie uskutočniteľnosti týchto riešení, pokiaľ ide o zvýšené výrobné náklady a potenciálne zníženie priehľadnosti fólie a kompatibility s potravinami.

Ďalšia prekážka sa týka legislatívy a jej nejednoznačnosti. V roku 2021 Európska komisia zverejnila usmernenia k smernici o jednorazových plastoch (EÚ) 2019/904. Podľa týchto smerníc sa biopolyméry

ako PLA a PHB nemôžu v Európe používať na jednorazové balenie potravín. Smernica však poukazuje na to, že obaly na potraviny na priamu spotrebu (napr. pečivo, ovocie) sa považujú za jednorazové plasty (vrátane fliaš s objemom do 3 l), zatiaľ čo v prípade, že potravina nie je pripravená na konzumáciu, obal sa nepovažuje za jednorazový. Zmes PLA-PHB bola v rámci výskumu napríklad testovaná na balenie húb a zeleniny na varenie, a preto nespadá do rozsahu pôsobnosti smernice. Nejednoznačnosť legislatívy regulujúcej výrobu plastových a potravinárskych obalov generuje vysokú neistotu na trhu, čo znižuje investície v krátkodobom horizonte. Budúce výskumy by mali tieto problémy zohľadniť prostredníctvom hodnotenia biotechnologického rozvoja v závislosti od typu potravín a podmienok použitia biopolyméru.

Napokon, spotrebitelia tiež zohrávajú dôležitú úlohu vo vývoji biotechnológie. Výskum ukazuje, že spotrebitelia sú ochotní platiť vyššie ceny za obaly vnímané ako udržateľné. Kvantitatívne hodnotenie tejto ochoty platiť by malo sprevádzať budúci vývoj v oblasti bioplastov s cieľom stanoviť referenčnú predajnú cenu. To si však vyžaduje, aby sa experti, spoločnosti a vlády dohodli a zdieľali štandardy (na základe konzistentných kritérií, metrík a metód), ktoré zabezpečia správne a efektívne hodnotenie udržateľnosti.

### 3 Európska zelená dohoda, ciele a spoločná poľnohospodárska politika

Európska zelená dohoda (EZD) predstavená koncom roka 2019, je zastrešujúcim dokumentom EÚ v oblasti nových zelených politík. Jej celkovým cieľom je urobiť z Európy do roku 2050 prvý klimaticky neutrálny kontinent. Biodiverzita je podľa EZD kľúčovou oblasťou, ktorá prispieva ku klimatickej neutralite a eliminácii prepuknutia chorôb. Z pohľadu poľnohospodárstva je v rámci EZD dôležitá Stratégia z farmy na stôl a Stratégia biodiverzity.

Stratégia z farmy na stôl sa zameriava na potravinovú vertikálu s neutrálnym environmentálnym dopadom, potravinovú bezpečnosť a dostupné a udržateľné potraviny (EK, 2020). Definovanými cieľmi v oblasti poľnohospodárstva sú zníženie používania a rizika pesticídov o 50%, zníženie straty živín o 50%, zníženie vplyvu živočíšnej výroby na životné prostredie a klímu prostredníctvom nových a udržateľných aditív krmív, zavádzanie efektívnych metód živočíšnej produkcie, zlepšenie životných podmienok zvierat a zníženie antimikrobiálnej rezistencie, zvýšenie podielu ekologického poľnohospodárstva na 25% výmery, zavedenie eko-schém ako podpory udržateľnosti a biodiverzity.

Stratégia biodiverzity do roku 2030 stanovuje ciele v rámci štyroch pilierov (EK, 2021): (i) vytvorenie väčšej celoeurópskej siete chránených oblastí, cieľom je ochrana 30% pevniny a morí EÚ, (ii) spustenie plánu obnovy prírody EÚ so záväzkom nezhoršiť stav biotopov a druhov do roku 2030, zvýšiť podiel ekologického poľnohospodárstva na viac ako 25% výmery pôdy, aspoň 10% pôdy musia tvoriť biologicky rozmanité krajinné prvky, znížiť používanie pesticídov o 50%, znížiť straty živín o 50%, vysadiť 3 mld. stromov rešpektujúc ekologické princípy, zvrátiť úbytok opeľovačov, sanovať kontaminované pôdy, obnoviť 25 tis. km voľne tečúcich riek, ozeleniť mestá, znížiť o polovicu počet druhov ohrozených invazívnymi druhmi z červeného zoznamu a znížiť poškodenie morského dna, (iii) zavedenie opatrení umožňujúcich transformačnú zmenu vrátane vzdelávania, propagácie prírodných riešení, financovania a zapojenia podnikateľov do cieľov EZD, (iv) zavedenie opatrení na riešenie globálnej výzvy v oblasti biodiverzity zosúladením cieľov EÚ s víziou OSN „žiť v harmónii s prírodou“, podporovať implementáciu finančne, prostredníctvom vedy, transferu know-how a technológiami.

Nové zelené politiky EÚ zastrešuje Európska zelená dohoda, ktorá sa odráža aj v politikách pre špecifické oblasti. Do Spoločnej poľnohospodárskej politiky EÚ (SPP) sa EZD pretavila prostredníctvom stratégie Z farmy na stôl, ktorá má za cieľ podporiť lokálnu produkciu, a tiež reflektuje na Stratégiu biodiverzity zameranú na ochranu fauny a flóry. SPP EÚ má v programovom období 2023-2027 ambície pretransformovať poľnohospodárstvo na dlhodobu udržateľnú a minimalizovať negatívne vplyvy na biodiverzitu, klímu a životné podmienky zvierat.

Slovenský Strategický plán SPP počas rokov 2023-2027 prispeje k dosiahnutiu cieľov EZD stanovených v Stratégii z farmy na stôl a v Stratégii biodiverzity EÚ do roku 2030. Na environmentálne výdavky bude vynaložených 27,4% rozpočtu priamych platieb a 47,4% rozpočtu II. piliera.

V súčasnosti Slovensko nevybočuje v parametroch environmentálnej udržateľnosti poľnohospodárstva v rámci európskeho priestoru, čo dokazujú hodnoty kontextových ukazovateľov, ktoré sú zamerané na ekologické poľnohospodárstvo, používanie pesticídov a ich riziká, emisie zo živočíšnej výroby a iné. Slovenský Strategický plán SPP sa zameriava na 5 oblastí stratégie Z farmy na stôl a Stratégie biodiverzity:

- oblasť používania a rizika prípravkov na ochranu rastlín,
- oblasť straty živín,
- oblasť ekologického poľnohospodárstva,
- oblasť krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou,
- oblasť antimikrobiálnych látok.

### 3.1 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti používania a rizika prípravkov na ochranu rastlín

Slovensko má v porovnaní s EÚ27 nízku mieru používania prípravkov na ochranu rastlín.

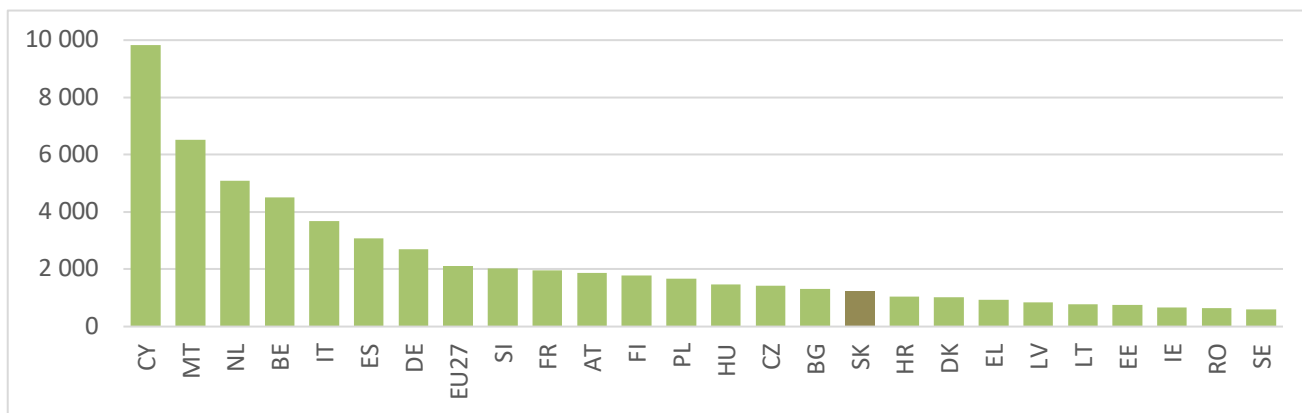
Tabuľka 10. Pesticídy: porovnanie priemeru EÚ a SR

	EÚ27	SR	EZD cieľ	Indikátor
Používanie pesticídov (2019, v kg/ha)	2113	1228	pokles o 50% na úrovni EÚ	C.48
Riziko používania pesticídov (HRI 1 indikátor, 2019 oproti priemeru 2011-2013)	79	78	pokles o 50% na úrovni EÚ	C.48

Zdroj: CAP Context indicators

V roku 2019 bolo na Slovensku uvedených na trh 1 228 kg prípravkov na ochranu rastlín, vyjadrených v množstve účinných látok na hektár poľnohospodárskej pôdy. To predstavovalo 58% priemeru EÚ27 (2 113 kg/ha). Medzi rokmi 2018 a 2019 prišlo k zníženiu predaja prípravkov na ochranu rastlín o 138 ton. Pri v súčasnosti už aj tak nízkej hodnote množstva uvedených prípravkov na ochranu rastlín na trh v Slovenskej republike by zníženie ich spotreby o 50% predstavovalo reálne riziko pre požadovanú ochranu rastlín (najmä plodín), pričom treba brať do úvahy aj nevyhnutný manažment rezistencie.

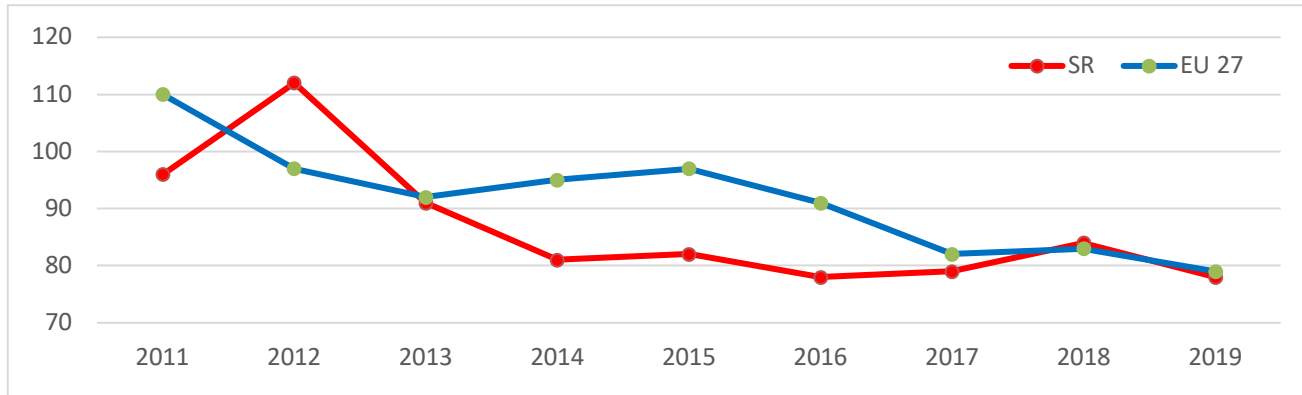
Obrázok 12. Používanie pesticídov (kg/ha, 2019)



Zdroj: CAP Context indicators

Riziko používania pesticídov (HRI1 indikátor) na Slovensku klesá a je na porovnateľnej úrovni (HRI1 = 78) ako priemer EÚ27 (HRI1 = 79). Medzi rokmi 2018 a 2019 Slovensko zaznamenalo pokles tohto ukazovateľa z úrovne 84 na 78. Slovensko sa bude aj naďalej snažiť znižovať používanie najrizikovejších pesticídnych látok.

Obrázok 13. Riziko používania pesticídov (HRI index)



Zdroj: CAP Context indicators

### 3.1.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti pesticídov

K trvalo udržateľnému využívaniu prípravkov na ochranu rastlín na Slovensku prispievajú viaceré intervencie Strategického plánu SPP: 70.4 Ekologické poľnohospodárstvo, 70.6 AEKO – Šetrné hospodárenie na ornej pôde, 70.7 AEKO – biodiverzita (ochrana prírodných a poloprírodných TTP, ochrana dropa veľkého, ochrana biotopu sysľa pasienkového), 70.8 AEKO – zatravnňovanie podmáčajanej ornej pôdy, 31.1 Celofarmová eko-schéma (Neproduktívne prvky a plochy), 31.1 Celofarmová eko-schéma (Zatravnienie medziradia).

Efekty intervencií bude merať výsledkový ukazovateľ R.24 – Podiel využívanej poľnohospodárskej plochy (UAA), na ktorý sa vzťahujú podporované osobitné záväzky, ktoré vedú k trvalo udržateľnému využívaniu pesticídov na ochranu rastlín s cieľom znížiť riziká a vplyvy pesticídov, ako je únik pesticídov.

Tabuľka 11. Ukazovateľ R.24

R.24 plán	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výsledná hodnota v %	0,00	26,21	27,10	27,10	27,10	27,10	0,88

Zdroj: Slovenský strategický plán SPP na roky 2023-2027

Okrem príspevkov Strategického plánu SPP prispeje k dosiahnutiu cieľa EZD aj Národný akčný plán pre dosiahnutie udržateľného používania prípravkov na ochranu rastlín na roky 2021 – 2025. Národný akčný plán zvýši spektrum autorizovaných účinných látok, najmä látok s nízkym rizikom, potenciálne nízkorizikových látok, alebo bioagens (makroorganizmy, užitočné článkonožce). Cieľom je zvýšenie počtu o minimálne 5 účinných látok ročne a podpora používania základných látok hlavne v ekologickej poľnohospodárskej výrobe. Týmto sa poskytnú alternatívy k chemickým prípravkom na ochranu rastlín a ich možné využitie v rámci navrhovaných intervencií v rámci AEKO. Cieľom Národného akčného plánu je zníženie používania (spotreby) najviac rizikových prípravkov na ochranu rastlín o 15% do roku 2025 v porovnaní s rokom 2020 a s perspektívou ďalšieho zníženia do roku 2030 o 10% v porovnaní s rokom 2025. Ide o látky kategórie E a F, definované v smernici Komisie (EÚ) 2019/782, ktorou sa mení smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/128/ES, pokiaľ ide o stanovenie harmonizovaných ukazovateľov rizika a ktoré pri zohľadnení hodnoty váhového faktora významne prispievajú k hodnote harmonizovaného indikátora rizika HRI1.

Slovensko implementáciou Národného akčného plánu pre dosiahnutie udržateľného používania prípravkov na ochranu rastlín zníži používanie najrizikovejších pesticídov a riziko používania pesticídov (HRI1) do roku 2030. To sa dosiahne znížením používania najrizikovejších pesticídnych látok o 15% do roku 2025, v porovnaní s rokom 2020, s perspektívou ďalšieho zníženia do roku 2030 o 10% v porovnaní s rokom 2025. Pri súčasne nastavenom výpočte indikátora HRI1 nepredpokladáme zníženie hodnoty pod limit 60, pri súčasnej hodnote 78, čo znamená pokles o 23%. Vylučovanie najrizikovejších účinných pesticídnych látok môže mať za následok zvýšenú spotrebu menej alebo nízkorizikových chemických účinných látok. Napriek tomu je Slovenská republika medzi členskými štátmi Európskej únie (EÚ) považovaná za krajinu s relatívne nízkou celkovou spotrebou prípravkov na ochranu rastlín.

Ďalšími prvkami Národného akčného plánu sú:



- uplatňovanie precízneho poľnohospodárstva pri aplikácii prípravkov na ochranu rastlín s dôrazom na súlad používaných aplikačných zariadení s platnou legislatívou EÚ (smernica Európskeho parlamentu a Rady 2009/127/ES),
- vypracovanie a používanie plodinovo-špecifických metodík pre integrovanú ochranu proti škodlivým organizmom založených na výbere prípravkov na ochranu rastlín s ohľadom na ich vplyv na necieľové článkonožce, vodné organizmy, vtáky a pôdne makroorganizmy (napr. dážďovky) taktiež prispeje k dosahovaniu cieľa EZD,
- zvyšovanie úrovne odborného vzdelávania, zvyšovanie povedomia, tvorba a previazanosť databáz s cieľom identifikácie problémových oblastí a cieleným riadením politík v oblasti regulácie prípravkov na ochranu rastlín.

Celkovo je v Národnom akčnom pláne pre dosiahnutie udržateľného používania prípravkov na ochranu rastlín (rev. 2 na roky 2021 – 2025), navrhnutých 60 opatrení, realizáciou ktorých sa dosiahne ďalšie zníženie potenciálneho rizika.

### 3.2 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti straty živín

Straty živín merané prebytkom dusíka (v kg/ha) sú na Slovensku nízke. V období 2014-2017 (posledné dostupné údaje) bol prebytok dusíka na Slovensku v priemere 26,52 kg/ha. V porovnaní s obdobím 2010-2013 pritom došlo k poklesu o 13,33 kg/ha. Priemer EÚ27 bol 40 kg/ha (2010-2013, posledné zverejnené obdobie).

Tabuľka 12. Prebytok dusíka: porovnanie EÚ a SR

	EÚ27	SR	EZD cieľ	Indikátor
Prebytok dusíka (EÚ27 2010-2013, SR 2014-2017, v kg/ha)	46,90	26,52	pokles o 50%	C.40

Zdroj: CAP Context indicators

Nízky prebytok dusíka sa prejavuje aj na kvalite spodných vôd na Slovensku. Až 86,5% monitorovaných miest na Slovensku vykazuje vysokú kvalitu spodnej vody (v EÚ27: 70,7%). Len 5,4% monitorovaných miest na Slovensku vykazovalo nízku kvalitu spodnej vody s koncentráciou 50 a viac mg NO<sub>3</sub> na liter (EÚ 27: 10%).

Kvalita povrchových vôd na Slovensku je mierne nadpriemerná. 62,5% monitorovaných miest na Slovensku vykazuje vysokú kvalitu povrchovej vody (v EÚ27: 58,3%). Žiadne z monitorovaných miest pritom nevykazovalo koncentráciu 5,6 a viac mg NO<sub>3</sub> na liter (EÚ 27: 10%).

### 3.2.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti živín

K udržateľnému hospodáreniu so živinami prispievajú na Slovensku viaceré intervencie Strategického plánu SPP: 70.5 AEKO – Precízne hnojenie orných pôd, 70.7 AEKO – Ochrana a zachovanie biodiverzity, 70.8 AEKO – zatrávnovanie podmäčanej ornej pôdy, 31.1 Celofarmová eko-schéma (Zatrávnenie medziradia), 31.1 Celofarmová eko-schéma (Neproduktívne prvky a plochy).

Efekty intervencií bude merať výsledkový ukazovateľ R.22: Udržateľné hospodárenie so živinami: podiel využívanej poľnohospodárskej plochy (UAA) v rámci podporovaných záväzkov týkajúcich sa lepšieho manažmentu živín.

Tabuľka 13. Ukazovateľ R.22

R.22 plán	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výsledná hodnota v %		14,57	16,37	16,37	16,37	16,37	1,80

Zdroj: Slovenský strategický plán SPP na roky 2023-2027

Slovensko aj napriek minimálnym stratám živín v rámci Strategického plánu SPP pre poľnohospodárstvo na obdobie 2023-2027 podporuje obmedzenie používania priemyselných hnojív a významným zásahom zvýši plochu bez ich využitia na 313,6 tisíc hektárov. Týmto krokom sa znižuje nadbytok dusíka, ktorý by inak unikol a znečisťoval povrchové aj podzemné vrstvy pôdy.

### 3.3 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti ekologického poľnohospodárstva

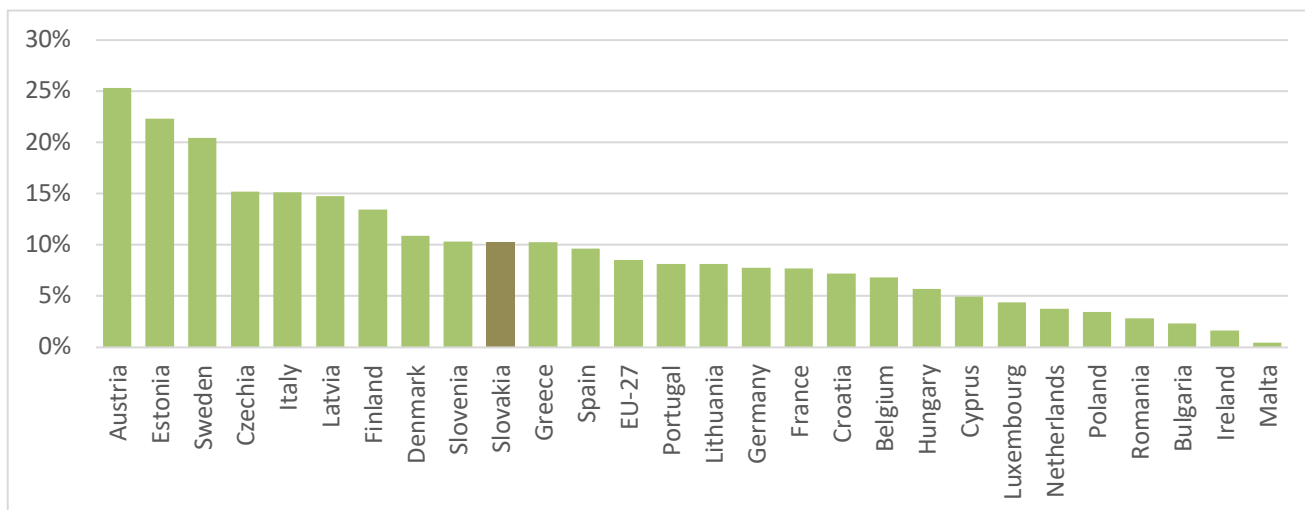
Podiel ekologického poľnohospodárstva na Slovensku rastie. V období 2014-2019 sa jeho podiel zvýšil z 9,4% na 10,3%, čo predstavuje nárast výmery ekologického poľnohospodárstva z 180 tis. ha na 198 tis. ha. V porovnaní s priemerom EÚ27 (8,5%) malo Slovensko v roku 2019 vyšší podiel ekologického poľnohospodárstva (10,3%) a bolo členským štátom s desiatou najvyššou výmerou ekologického poľnohospodárstva.

Tabuľka 14. Podiel ekologického poľnohospodárstva: porovnanie EÚ a SR

	EÚ 27	SR	EZD cieľ	Indikátor
Podiel ekologického poľnohospodárstva	8,50%	10,30%	25%	C.19

Zdroj: CAP Context indicators

Obrázok 14. Podiel ekologického poľnohospodárstva (v %)



Zdroj: CAP Context indicators

### 3.3.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti ekologického poľnohospodárstva

SPP zvýši podiel ekologického poľnohospodárstva na Slovensku z 10,3% na 14,09% intervenciou s názvom 70.4 Ekologické poľnohospodárstvo.

Jej efekty bude merať výsledkový ukazovateľ R.29: Rozvoj ekologického poľnohospodárstva/Podiel využívanej poľnohospodárskej plochy (UAA) podporovanej SPP pre ekologické poľnohospodárstvo.

Tabuľka 15. Ukazovateľ R.29

R.29 plán	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Údržba – Výsledná hodnota v %	0,00	12,27	12,27	13,42	14,09	14,09	0,67
Konverzia – Výsledná hodnota v %	0,00	1,16	1,83	0,67	0,00	0,00	0,00

Zdroj: Slovenský strategický plán SPP na roky 2023-2027

Ekologické poľnohospodárstvo prispieva k tomuto ukazovateľu plnou hodnotou 270 000 ha. Slovensko si stanovilo reálne dosiahnuteľný cieľ 14,09%, ktorý je zároveň ambiciózny. Plocha obhospodarovaná ekologickým spôsobom hospodárenia na Slovensku sa dlhodobo pohybovala v rozmedzí od 8 do 10%. Vzhľadom na túto skutočnosť nie je možné očakávať radikálne zvýšenie v krátkom časovom horizonte. Intervencia 70.4 Ekologické poľnohospodárstvo poskytne podporu ekologickému hospodáreniu na ploche 270 tisíc hektárov pôdy vo výške 179,8 milióna eur. Tento finančný injekt predstavuje nárast rozlohy pôdy v ekologickom poľnohospodárstve o 72% a zvýšenie rozpočtovej alokácie o 63% v porovnaní s predchádzajúcim programovacím obdobím. Tým, že obmedzuje používanie pesticídov a hnojív, táto intervencia prispieva k vyššej bezpečnosti potravín a zlepšeniu kvality vody.

Ekologické poľnohospodárstvo má významný vplyv na podporu biodiverzity a zohráva dôležitú úlohu v zachovaní a zvýšení množstva organického uhlíka v pôde, ako aj v zlepšovaní kvality pôdy a vody. Zákazom používania dusíkatých priemyselných hnojív sa dusík v pôde dodáva prostredníctvom mineralizácie z organických hnojív. Organické hnojenie prispieva k nárastu obsahu humusu v pôde a zlepšuje bilanciu uhlíka. Redukciou používania chemických prostriedkov na ochranu rastlín a hnojív sa znižuje nežiaduca kontaminácia vôd a minimalizuje prienik škodlivých látok do povrchových a iných vôd. Navyše, ekologické poľnohospodárstvo zvyšuje schopnosť pôdy zadržiavať vodu, čo je významný faktor v kontexte klimatickej zmeny, najmä v oblastiach s obmedzenými zrážkami.

### 3.4 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou

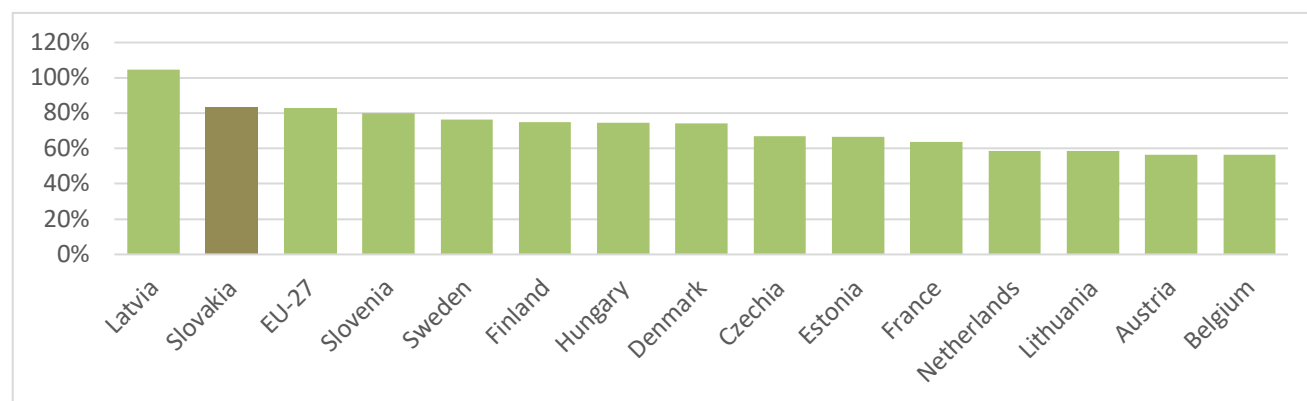
V súčasnosti sa stav biodiverzity v európskych krajinách hodnotí pomocou jediného indikátora, a to indexu poľného vtáctva (Common Farmland Bird Index). Tento index meria relatívnu zmenu početnosti vybraných bežných druhov vtákov, ktoré sú viazané na konkrétne poľnohospodárske stanovišťa. Je však dôležité poznamenať, že tento indikátor nie je vhodný na priame porovnanie stavu biodiverzity medzi krajinami. Jeho skutočný význam spočíva v sledovaní trendov v čase. V rámci Európskej únie je momentálne využívaný ako jediný indikátor biodiverzity. V rámci poľnohospodárskej krajiny je možné prostredníctvom tohto indexu sledovať 39 bežných druhov vtákov.

Tabuľka 16. Index poľného vtáctva: porovnanie EÚ a SR

	EÚ27	SR	EZD cieľ
Biodiverzita: Index poľného vtáctva (2018, pričom 2010=100%)	83,10%	83,50%	zvýšenie

Zdroj: CAP Context indicators

Obrázok 15. Index poľného vtáctva (v %)



Zdroj: CAP Context indicators

Nie všetky krajiny Európskej únie vyhodnocujú index poľného vtáctva každoročne a Európska komisia vo svojom hodnotení považuje dostupné údaje indexu za neúplné a nízkej kvality. Toto sa čiastočne odvíja od nedostatočného právneho rámca na zhromažďovanie údajov alebo závislosti na dobrovoľných zisťovaniach.

### 3.4.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti biodiverzity

Slovensko, vzhľadom na svoj historický vývoj, trpí nízkou diverzitou na ornej pôde, ktorá je dôsledkom procesu kolektivizácie v minulom storočí. Počas tohto obdobia boli z polí odstránené najmä medze, stromy a ďalšie prvky prírodnej rozmanitosti. Preto sa Slovensko bude sústrediť na podporu krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou najmä na ornej pôde.

Podiel prvkov s vysokou prírodnou diverzitou na poľnohospodárskej pôde reflektujú najmä:

- ukazovateľ R.31 – Podiel obhospodarovanej poľnohospodárskej plochy, na ktorú sa vzťahujú záväzky podpory na zachovanie alebo obnovenie vrátane poľnohospodárskej praxe s vysokou prírodnou hodnotou,
- ukazovateľ R.34 – Zachovanie krajinných prvkov: podiel využívanej poľnohospodárskej oblasti (UAA) v rámci podporovaných záväzkov na riadenie krajinných prvkov vrátane živých plotov a stromov.

Slovensko sa v rámci Stratégie biodiverzity do roku 2030 zaviazalo dosiahnuť minimálne 10-percentný podiel krajinných prvkov s vysokou prírodnou diverzitou na poľnohospodárskej pôde prostredníctvom viacerých intervencií a regulácií v rámci Strategického plánu SPP. V prvom pilieri sa budú uplatňovať najmä opatrenia v rámci GAEC 8 a bude zavedená celofarmová eko-schéma.

GAEC 8: V súlade s požiadavkami GAEC 8 je poľnohospodárska plocha príjemcu rozdelená na minimálny podiel, buď najmenej 4% ornej pôdy na úrovni poľnohospodárskeho podniku určených pre neproduktívne plochy a prvky (vrátane úhrovanej pôdy s porastom), alebo najmenej 7% ornej pôdy na úrovni poľnohospodárskeho podniku (ak zahŕňa aj medziplodiny alebo plodiny viažuce dusík), ktoré sú pestované bez použitia prípravkov na ochranu rastlín. Z tohto podielu tvorí 3% pôda ležiaca úhorom s porastom alebo neproduktívne prvky. Súčasne majú príjemcovia povinnosť zachovania chránených krajinných prvkov.

Celofarmová eko-schéma: V zmysle podmienok oprávnenosti na celofarmovú eko-schému dotknutý prijímateľ vyčlení nad rámec minimálneho podielu plochy 4% (podľa GAEC 8) dodatočné neproduktívne prvky a plochy nasledovným spôsobom:

- mimo chránených území 1% v roku 2023, následne od roku 2024 postupné navýšenie o 0,2%,
- v relevantných chránených územiach 3,5%.

Vzhľadom na to, že požiadavky eko-schémy presahujú percento stanovené v norme GAEC 8, výsledkom bude vyčlenenie minimálne 5,8% alebo 7,5% plochy zodpovedajúcej príslušným plochám ornej pôdy pre neproduktívne prvky a plochy.

Zvyšovanie podielu prvkov s vysokou prírodnou diverzitou bude podporené aj v rámci intervencií z II. piliera. Pôjde o intervencie: zakladanie, ochrana a údržba prvkov líniovej vegetácie (70.2, 73.2), zakladanie agrolesníckych systémov (73.1), ochrana a údržba stromov v nich (70.1) a zatrávňovanie ornej pôdy (70.8). Okrem toho sa bude prostredníctvom investícií podporovať budovanie spoločných zariadení a opatrení – prvkov zelenej a modrej infraštruktúry (73.18).

V rámci podpory líniových vegetačných prvkov sa predpokladá založenie a údržba približne 100 km stromoradií a 16 km vetrolamov. Vytvorené krajinné prvky sa po skončení záväzku automaticky stanú krajinnými prvkami GAEC 8. Ďalšia diverzifikácia pôdy sa predpokladá prostredníctvom podpory agrolesníckych systémov, ktoré zahŕňajú zakladanie stromov na ornej pôde aj trvalých trávnych porastoch na ploche cca. 1 350 ha. Cieľom zatrávnenia ornej pôdy, je umožniť menej intenzívne využívanie pozemkov. Podpora sa tiež zameriava na ochranu plôch, ktoré momentálne tvorí podmáčaná orná pôda, aby sa zamedzili zásahy do mokradí počas obdobia rozmnožovania a zároveň sa obnovili trávne porasty, ktoré v súčasnosti nie sú vhodne obhospodarované. Rozšírenie využívania pôdy a ochrana mokradí prispievajú k ochrane neproduktívnych plôch o rozlohe približne 7 000 ha. V rámci investícií do budovania spoločných zariadení a opatrení (prvkov zelenej a modrej infraštruktúry) sa budú okrem iného podporovať protierózne opatrenia, ktoré chránia pôdu pred veternou a vodnou eróziou, ako napríklad zatrávňovanie, zalesňovanie, výstavba vetrolamov, terás a podobne. Taktiež sa budú realizovať opatrenia na ochranu životného prostredia, ktoré zahŕňajú vytváranie ekologickej stability krajiny prostredníctvom biokoridorov, biocentier, sprievodnej zelenej a podobne. Tieto činnosti sa budú vykonávať v súlade s miestnymi plánmi ekologickej stability na pozemkoch, ktoré sú prevažne v majetku obcí. Celkovo sa predpokladá, že tieto opatrenia budú realizované na 80 katastrálnych územiach.

### 3.5 Ciele EÚ do roku 2030 v oblasti antimikrobiálnych látok

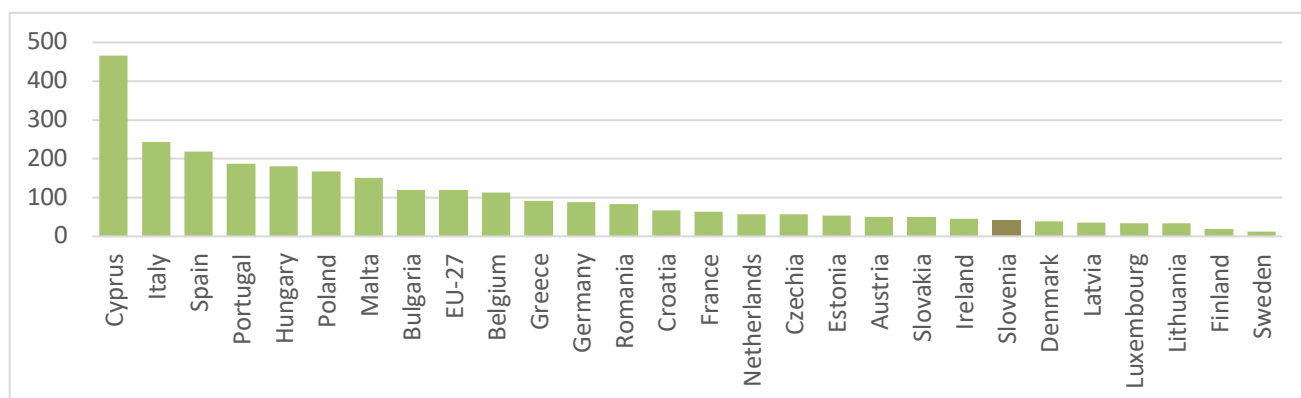
Slovensko má nízky podiel živočíšnej produkcie na celkovej poľnohospodárskej produkcii. Taktiež predaj veterinárnych antimikrobiálnych látok je na nízkej úrovni (49 mg/PCU) v porovnaní s priemerom EÚ27 (118 mg/PCU). Slovensko je z hľadiska tohto ukazovateľa členský štát s deviatym najnižším predajom veterinárnych antimikrobiálnych látok spomedzi krajín EÚ27. Napriek nízkej úrovni Slovensko zníži predaj najmä vybraných antimikrobiálnych látok jednak intervenciami Strategického plánu ako aj opatreniami na národnej úrovni.

Tabuľka 17. Predaj antimikrobiálnych látok: porovnanie EÚ a SR

	EÚ 27	SR	EZD cieľ	Indikátor
Predaj veterinárnych antimikrobiálnych látok (2018, v mg/PCU)	118	49	zníženie	C.47

Zdroj: CAP Context indicators

Obrázok 16. Predaj antimikrobiálnych látok (2018, mg/PCU)



Zdroj: CAP Context indicators

Predaje veterinárnych liekov v pomere k populačnej korekčnej jednotke (PCU), t. j. na počet zvierat chovaných a zabitých v SR v danom roku, opäť v roku 2020 vzrástli. Taktiež sledovaná rezistencia v potravinovom reťazci pri kontrole na bitúnkoch, farmách a v obchodnej sieti je narastajúca. Výsledky európskeho monitoringu poukazujú na značný výskyt antimikrobiálnej rezistencie a to proti tetracyklínom, fluorovaným chinolónom, cefalosporínom 3. a 4. generácie.

### 3.5.1 Opatrenia Strategického plánu SPP v oblasti antimikrobiálnych látok

Slovensko v rokoch 2023-2027 zníži používanie antimikrobiálnych látok intervenciami v rámci Strategického plánu SPP na roky 2023-2027 a opatreniami na národnej úrovni zameranými na oblasť životných podmienok zvierat.

Strategický plán SPP prispeje k udržaniu nízkej úrovne predaja veterinárnych antimikrobiálnych látok na Slovensku. Strategický plán SPP zároveň prispeje k zastaveniu nárastu podávania vybraných antimikrobiálnych látok zo skupín chinolónov a chinoxalínových antibiotík, cefalosporínov 3. a 4. generácie a tetracyklínov a splneniu národného cieľa na zníženie ich spotreby o 10% v rozsahu 7% (zvyšných 93% zabezpečia opatrenia na národnej úrovni).

Na zníženie antimikrobiálnej rezistencie bude mať priamy pozitívny dopad intervencia 70.11 Podpora dobrých životných podmienok zvierat, operácia zlepšenia podmienok vo výkrme hydiny, a intervencia 70.4 Ekologické poľnohospodárstvo. Zlepšenie životných podmienok má pozitívny dopad na zdravie



zvierat, čo znižuje potrebu liečby antibiotikami. Intervencia pre dobré životné podmienky zvierat podporuje vhodné podmienky ustajnenia a hygieny. Na intervenciu Slovensko alokuje až 232 mil. EUR. Efekty intervencií Strategického plánu budú merané výsledkovým ukazovateľom R.43 – obmedzenie používania antimikrobiálnych látok u zvierat: podiel jednotiek hospodárskych zvierat, na ktoré sa vzťahujú podporované opatrenia s cieľom obmedziť používanie antimikrobiálnych látok.

Tabuľka 18. Ukazovateľ R.43

R.43 plán	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029
Výsledná hodnota v %	0,00	26,36	27,01	27,21	27,32	27,51	0,52

Zdroj: Slovenský strategický plán SPP na roky 2023 – 2027

Strategický plán SPP prispeje k zníženiu antimikrobiálnej rezistencie intervenciami:

70.11 Zlepšenie životných podmienok zvierat: Vo výkrme hydiny intervencia zabezpečí predĺženie obdobia asanácie prostredia a prípravy na nový turnus, čo zlepší zoohygienu a nepodávanie viackomponentných antibiotických liekov (s výnimkou odôvodnených prípadov). Ak to indikácia antimikrobiálnej liečby na základe antimikrobiogramu umožní, chovy hydiny sa vyhnú podaniu antimikrobiálnych látok zo skupín chinolónov a chinoxalínových antibiotík, cefalosporínov 3. a 4. generácie a tetracyklínov. Pred indikáciou liečby sa vykoná mikrobiologické vyšetrenie so stanovením citlivosti na antibiotiká s cieľom vylúčiť podávanie antibiotík, na ktoré bola stanovená rezistencia.

70.4 Ekologické poľnohospodárstvo: Chov zvierat v ekologickom poľnohospodárstve je riadený na princípoch prevencie, založených na výbere plemena a línie, postupoch riadenia chovu, vysokokvalitnom krmive, pohybe, vhodnej hustote chovu a na primeranom a vhodnom ustajnení v hygienických podmienkach. Choroba sa lieči okamžite s cieľom zabrániť utrpeniu zvierat a prednostne použitím fytotherapeutických, homeopatických a podobných produktov. Len v prípade potreby a za prísnych podmienok a na zodpovednosť veterinárneho lekára je možné použiť chemicky syntetizované alopatické veterinárne lieky vrátane antibiotík.

Okrem opatrení uvedených v Strategickom pláne prispieva k poklesu antimikrobiálnej rezistencie aj Národný akčný plán antimikrobiálnej rezistencie v Slovenskej republike na obdobie rokov 2022-2024. Jedným z jeho cieľov je znížiť spotrebu antimikrobiálnych látok zo skupín chinolónov, chinoxalínových antibiotík, cefalosporínov 3. a 4. generácie a tetracyklínov za trojročné obdobie o 10% na úrovni predajov a distribúcie. Ďalšími opatreniami sú dôsledné vykonávanie a vyhodnocovanie antibiotikogramov v chovoch hospodárskych zvierat pre určité skupiny antibiotík, ciele zameranie liečby zvierat na základe výsledkov antibiotikogramov a ich správny výber v súlade s registráciou

veterinárnych liekov. Taktiež sa uplatňuje princíp zahájenia liečby antibiotikami obsahujúcimi jednu účinnú látku a nižšie triedy (napr. penicilíny).

Iné národné nástroje a stratégie taktiež prispievajú k znižovaniu antimikrobiálnej rezistencie. Ide o aktivity na zvyšovanie povedomia verejnosti a pochopenie reakcie na riziká rezistencie na antibiotiká, existenciu odbornej prípravy a odborného vzdelávania o antimikrobiálnej rezistencii, národný surveillance systém pre antimikrobiálnu rezistenciu u zvierat a v potravinách živočíšneho pôvodu.

## 4 Klimatická zmena a emisie skleníkových plynov

Poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo sú silne závislé od klimatických podmienok a ich stability. Zmena klímy a jej riešenie je preto pre tieto odvetvia kľúčovou otázkou. Za obdobie rokov 1881-2017 na Slovensku narástla priemerná ročná teplota vzduchu asi o 1,7 °C. Ročný úhrn atmosférických zrážok poklesol v priemere len o 0,5%. Zmeny úhrnu zrážok však nie sú priestorovo rovnomerné. Na juhu SR bol pokles miestami o viac ako 10% a na severe a severovýchode ojedinele úhrn zrážok vzrástol do 3%. Za rovnaké obdobie nastal pokles relatívnej vlhkosti vzduchu, pokles všetkých charakteristík snehovej pokrývky do výšky 1 000 m, vzrast potenciálneho výparu a pokles vlhkosti pôdy a zmeny v premenlivosti zrážkových úhrnov. Zmena klímy akceleruje najmä v posledných desaťročiach. Za posledných 15 rokov došlo k významnejšiemu rastu výskytu extrémnych denných a niekoľkodenných úhrnov zrážok. Na druhej strane sa oveľa častejšie vyskytovalo lokálne alebo celoplošné sucho, ktoré bolo zapríčinené predovšetkým dlhými periódami relatívne teplého počasia s malými úhrnmi zrážok v niektorej časti vegetačného obdobia (MŽP SR, 2017).

### 4.1 Emisné ciele EÚ

Európska únia v roku 2019 vyprodukovala 7,9% celosvetových emisií CO<sub>2</sub>e (Ritchie a kol., 2020). Pri podiele 15,4% na globálnom HDP ide o dobrý výsledok efektivity tvorby hrubého produktu voči tvorbe emisií skleníkových plynov (Statista, 2023). Podiel EÚ na kumulatívnych emisiách je však vyšší. Od roku 1972 tvoria vypustené emisie CO<sub>2</sub>e 17,3% svetových emisií (Ritchie a kol., 2020). EÚ preto uznáva svoju zodpovednosť za vyšší podiel kumulatívnych emisií a je odhodlaná raziť si cestu k zelenému, konkurencieschopnému, inkluzívnemu a obehovému hospodárstvu. Európska zelená dohoda (EZD), ktorá je stratégiou EÚ pre rast a konkurencieschopnosť, má prispievať k transformácii globálnej rétoriky EÚ, ovplyvňovať politické a podnikateľské trhy a chce ponúkať príklad hodný nasledovania (EK, 2021). Redukcia emisií o 55% oproti roku 1990 do roku 2030 predstavuje čiastkový krok smerom ku konečnému cieľu uhlíkovej neutrality do roku 2050. Nový cieľ 55% zvyšuje ambície v porovnaní s pôvodným cieľom 40% z roku 2014. Tento nový cieľ zahŕňa aj záchyty emisií v sektore LULUCF (Land Use, Land Use Change and Forestry – využívanie pôdy, zmena vo využívaní pôdy a lesníctvo), ktoré pôvodný cieľ 40% nezohľadňoval. Maximálny príspevok LULUCF na úrovni EÚ je stanovený na 225 Mt CO<sub>2</sub>e, čo predstavuje 2,2% z celkového 55% cieľa. Cieľ do roku 2030 je v súlade s cieľom Parížskej dohody, ktorým je udržať zvyšovanie globálnej teploty výrazne pod úrovňou 2 °C a usilovať sa o udržanie nárastu teploty na úrovni 1,5 °C. Samotný cieľ dosiahnutia uhlíkovej neutrality do roku 2050 zostáva nezmenený.

Tabuľka 19. Prehľad cieľov redukcí emisií skleníkových plynov na úrovni EÚ

	Pôvodný cieľ	Nový cieľ
Zníženie emisií skleníkových plynov (oproti roku 1990), z toho:	-40%	-55%
Sektory ETS (oproti roku 2005)	-43%	-61%
Sektory mimo ETS (oproti roku 2005)	-30%	-40%
Energetika, z toho:		
Podiel OZE na konečnej energetickej spotrebe	32%	40%
Úspora konečnej a primárnej spotreby energie (oproti roku 2007)	32,5%	36 a 39%

Zdroj: IEP podľa EK

Fit for 55 je balík nástrojov Európskej komisie, ktoré majú zabezpečiť plnenie revidovaného ambicióznejšieho cieľa redukcie emisií do roku 2030. Ide o kombináciu politík a ich zmien v oblasti cenotvorby, stanovovania cieľov, noriem a podporných opatrení. Hlavnými opatreniami Fit for 55 sú:

- Určenie redukčného cieľa v sektore LULUCF a dosiahnutie uhlíkovej neutrality v roku 2035 v spojenom sektore LULUCF a poľnohospodárstva – sektor LULUCF má prvýkrát určené konkrétne ciele pre záchyty CO<sub>2</sub> do roku 2030. Od roku 2031 vznikne nový inventarizačný sektor AFOLU, ktorý spojí LULUCF a poľnohospodárstvo. AFOLU má dosiahnuť uhlíkovú neutralitu do roku 2035.
- Reforma systému obchodovania s emisiami (ETS) s dôrazom na rozšírenie o sektory budov a dopravy – zmeny sa týkajú tvorby rezerv, prerozdeľovania kvót a obchodovania s nimi. Sektory priemyslu a leteckej dopravy sa majú rozšíriť o budovy, cestnú dopravu a lodnú dopravu. Postupne sa má prejsť k plne aukčnému obchodnému mechanizmu bez bezodplatných kvót.
- Sprísnenie emisných noriem CO<sub>2</sub> v automobilovej doprave a prechod na elektromobilitu – od roku 2035 bude zakázaný predaj vozidiel so spaľovacími motormi, čím sa dosiahne uhlíková neutralita prevádzky nových motorových vozidiel.
- Zvyšovanie energetickej efektívnosti a podielu obnoviteľných zdrojov energie – zvyšujú sa ciele pre úsporu energetickej spotreby a pre podiel OZE na hrubej konečnej energetickej spotrebe vo vybraných sektoroch.
- Zavedenie uhlíkového cla pre vybrané komodity – od roku 2026 postupne nahradí aktuálne využívané bezodplatné pridelovanie kvót nový mechanizmus kompenzácie uhlíka. Uhlíkové clo sa má dotknúť dovozu cementu, hliníka, hnojív, ocele a výrobkov zo železa a ocele do EÚ. Clo budú platiť dovozcovia výrobkov z krajín mimo EÚ.

- Vytvorenie nového sociálno-klimatického fondu – fond bude slúžiť na riešenie sociálnych vplyvov vyplývajúcich z obchodovania s emisiami najmä v sektore budov a doprave. Fond má fungovať v rokoch 2025-2032. Maximálny finančný prídel pre Slovensko bude 1,7 mld. Eur (2,36% z celkovej alokácie).

Tabuľka 20. Prehľad nástrojov balíka Fit for 55

Stanovovanie cien	Ciele	Pravidlá
<ul style="list-style-type: none"> <li>• silnejší systém obchodovania s emisiami vrátane leteckej dopravy,</li> <li>• rozšírenie obchodovania s emisiami na odvetvia námornej a cestnej dopravy, ako aj na sektor budov,</li> <li>• aktualizovaná smernica o zdaňovaní energie,</li> <li>• nový mechanizmus kompenzácie uhlíka na hraniciach.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• aktualizované nariadenie o spoločnom úsilí,</li> <li>• aktualizované nariadenie o využívaní pôdy, zmenách vo využívaní pôdy a lesnom hospodárstve,</li> <li>• aktualizovaná smernica o energii z obnoviteľných zdrojov,</li> <li>• aktualizovaná smernica o energetickej efektívnosti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• prísnejšie normy pre osobné automobily a dodávky týkajúce sa množstva emisií CO<sub>2</sub>,</li> <li>• nová infraštruktúra pre alternatívne palivá,</li> <li>• ReFuelEU: udržateľnejšie letecké palivá,</li> <li>• FuelEU: ekologickejšie lodné palivá.</li> </ul>
<b>Podporné opatrenia</b>		
Využívanie príjmov a regulačných opatrení na podporu inovácií, budovanie solidarity a zmiernenie vplyvov na zraniteľné skupiny, najmä prostredníctvom nového sociálneho klimatického fondu a posilnených modernizačných a inovačných fondov.		

Zdroj: EK, COM(2021) 550

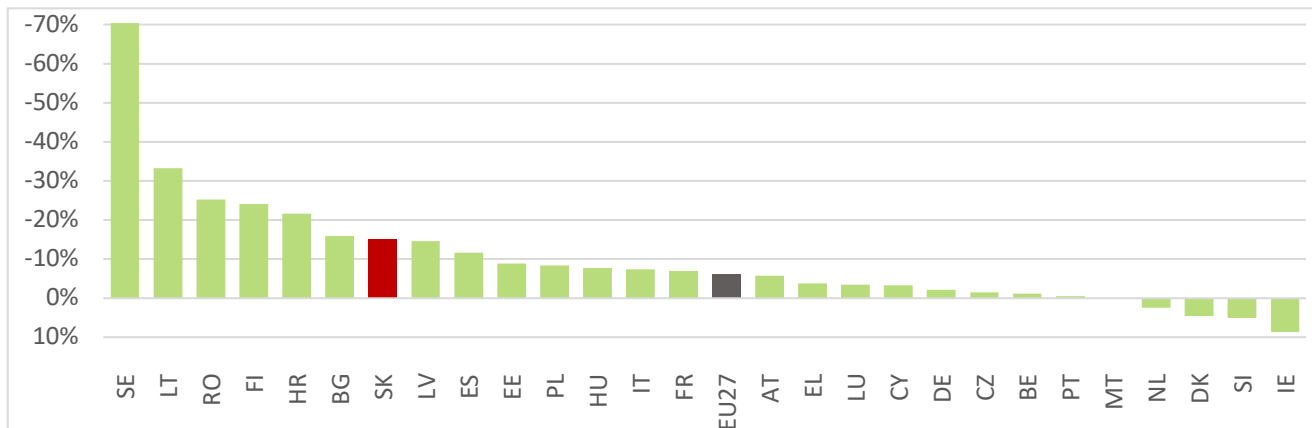
Nariadenia a ich aktualizácie pre balík Fit for 55 sú v súčasnosti len v štádiu návrhu EK. Ich súčasťou je aj rozdelenie plnenia nového 55% záväzku medzi jednotlivé členské štáty. Cieľ by nemal byť rozdelený rovnomerne, ale podľa situácie jednotlivých členských štátov. Každý členský štát vychádza z inej východiskovej hodnoty emisií a rôzneho socio-ekonomického vývoja. Hlavným princípom pri rozdeľovaní záväzkov má byť, že členské štáty konajú spoločne a nákladovo efektívne, s uznaním vzájomných rozdielností a podporou pre tých, ktorí ju najviac potrebujú. Transformácia má byť zároveň prospešná pre všetkých obyvateľov EÚ.

## 4.2 Záchyty v sektore LULUCF

Využívanie pôdy, zmena vo využívaní pôdy a lesníctvo (LULUCF) dokáže ako jediný sektor znižovať celkové emisie skleníkových plynov prostredníctvom ukladania atmosférického CO<sub>2</sub> vo vegetácii a v pôde. LULUCF je inventarizačný sektor pre skleníkové plyny, ktorý pokrýva emisie a záchyty skleníkových plynov vzniknuté ľudskou činnosťou pri využívaní pôdy, zmenách vo využívaní pôdy a v lesníctve (UNFCCC, 2022). Záchyty v sektore LULUCF pokrývali 15,1% celkových emisií Slovenska za roky 2016-2018. V rámci celej EÚ predstavovali záchyty 6,2% emisií. Z krajín EÚ majú čisté emisie

zo sektora LULUCF za celé sledované obdobie 1990-2019 len Dánsko, Slovinsko, Írsko, Malta a Holandsko, v ostatných krajinách sú záchyty väčšie ako vyprodukované emisie.

Obrázok 17. Podiel LULUCF na celkových emisiách za roky 2016-2018



Poznámka: záporné hodnoty predstavujú záchyty, kladné čisté emisie

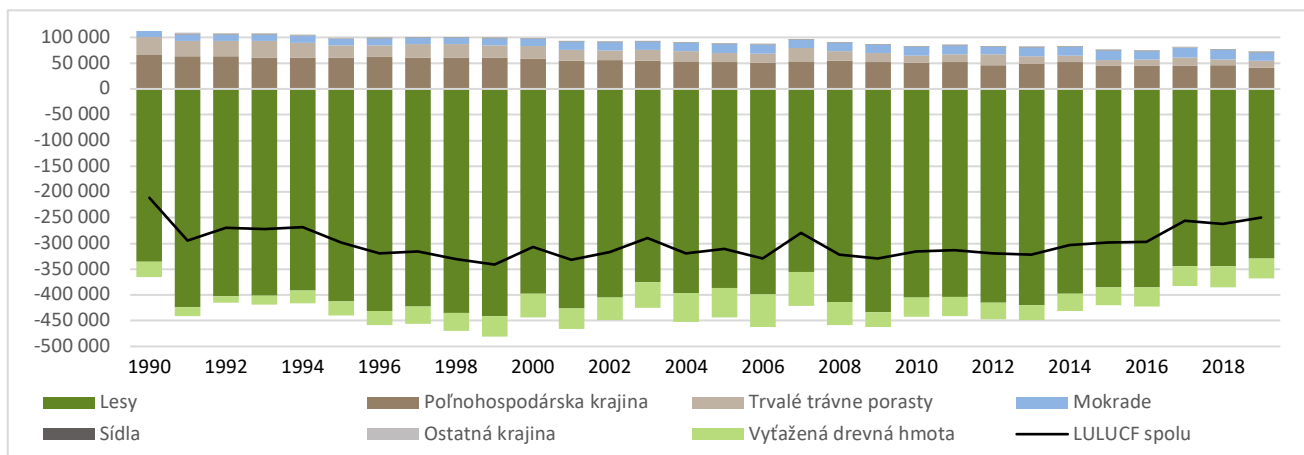
Zdroj: OSN, IPP

Lesy na Slovensku zabezpečujú viac ako 2/3 záchytov CO<sub>2</sub> v rámci LULUCF. Okrem lesov aj poľnohospodárska krajina a trvalé trávne porasty prispievajú k záchytu CO<sub>2</sub>. Produkty z vyťaženého dreva sú ďalšou kategóriou, ktorá prispieva k záchytom CO<sub>2</sub>. Na druhej strane, čisté emisie sa vyskytujú v kategóriách ostatná krajina a sídla. Ďalšie čisté emisie sa generujú pri spaľovaní biomasy po ťažbe v lesoch, pri lesných požiaroch a pri mineralizácii pôdy v dôsledku zmien v jej využívaní. Kvôli ich minimálnej rozlohe nie sú inventarizované emisie z mokradí. V EÚ prispievajú k záchytom CO<sub>2</sub> len lesy a produkty z vyťaženého dreva. Kategória poľnohospodárskej krajiny produkuje emisie najmä kvôli zmene využívania pôdy z kategórií s vyššími zásobami uhlíka, ako sú lesné porasty alebo trvalé trávne porasty (TTP). Emisie v kategórii TTP vznikajú predovšetkým v dôsledku ich využívania.

Celkové záchyty v sektore LULUCF na Slovensku sa od roku 1990 znižujú. Priemerné záchyty za roky 2010-2019 sú o 35% nižšie než v rokoch 1990-1999. Vývoj je podmienený najmä fázou a tempom rastu biomasy v lesoch, jej odstraňovaním človekom a prírodnými kalamitami. Najväčší pokles záchytov nastal v kategórii „lesy“, ktorý súvisí so zvýšenou ťažbou, vekovou štruktúrou lesov (starnutie porastov a vyšší podiel mladých porastov) a zvýšenou náhodnou ťažbou (najmä ako dôsledok vetrových kalamít a odumierania smrečín po napadnutí lykožrútom smrekovým). Zvýšená ťažba sa odráža vo vyššom podiele vyťaženej drevnej hmoty a výrobkov z nej na záchytoch, ktoré sa zvýšili až 4-násobne. V kategórii „poľnohospodárska krajina“ nastal 44% nárast záchytov. Záchyty v kategórii „trvalé trávne porasty“ sa znížili z dôvodu poklesu ich výmery. Emisie z kategórií „ostatná krajina a sídla“ zostávajú

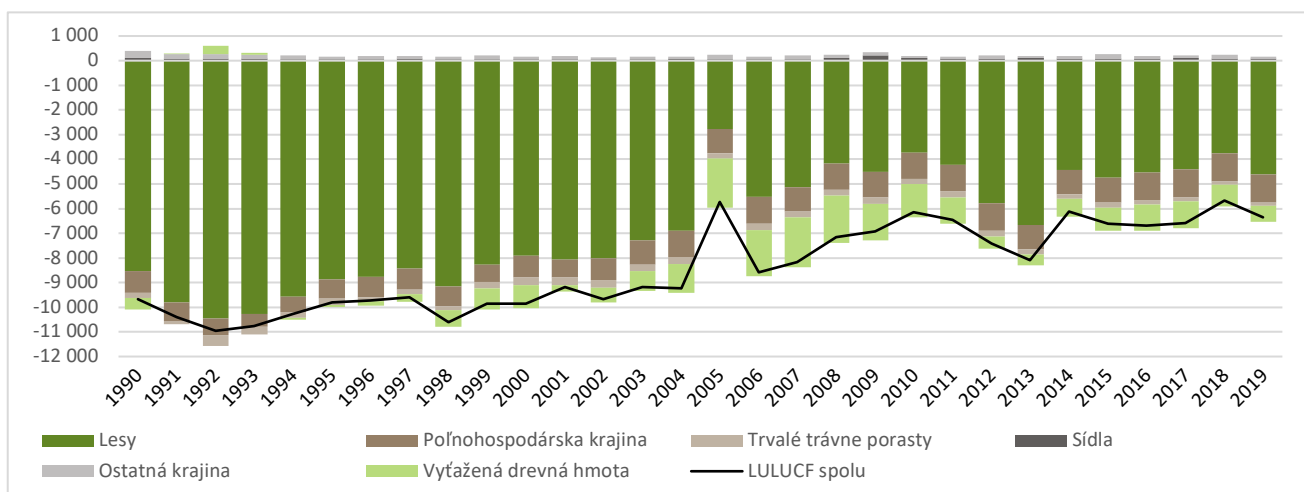
relatívne stabilné. Najnižšie záchyty v LULUCF boli zaznamenané v roku 2005 v dôsledku zničenia lesných porastov počas veternej kalamity vo Vysokých Tatrách.

Obrázok 18. Záchyty a emisie v sektore LULUCF v EÚ (v ktCO<sub>2</sub>e)



Zdroj: OSN, IPP

Obrázok 19. Záchyty a emisie v sektore LULUCF na Slovensku (v ktCO<sub>2</sub>e)



Zdroj: OSN, IPP

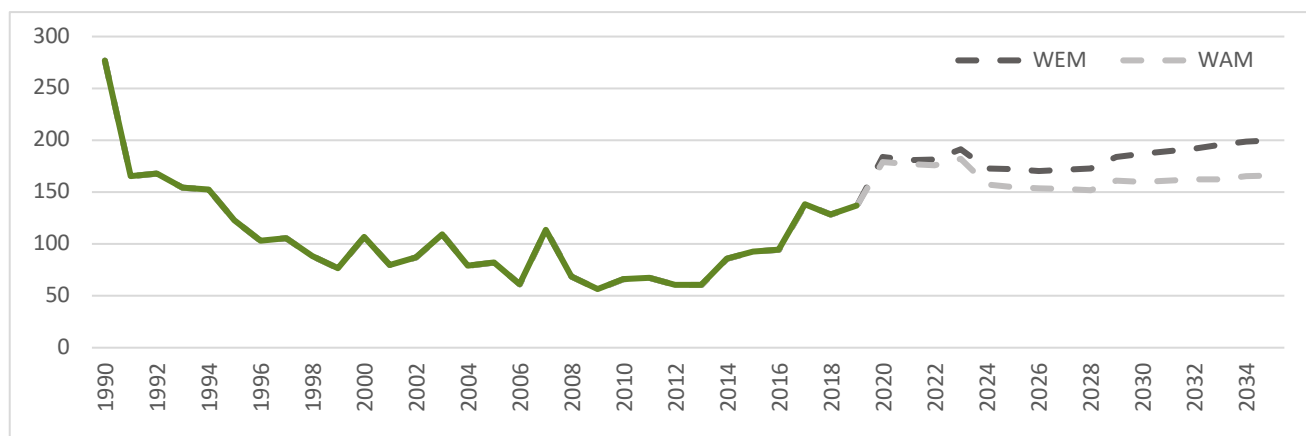
Pre sektor LULUCF počíta návrh EK so záchytom 310 MtCO<sub>2</sub>e v roku 2030. Do roku 2025 zostávajú v platnosti súčasné pravidlá s cieľom vyrovnaných emisií v sektore LULUCF. V rokoch 2026-2030 budú členské štáty zaviazané splniť svoju časť z 310 MtCO<sub>2</sub>e cieľa. Návrh zmeny nariadenia o LULUCF určuje pre každý štát konkrétny cieľ. Na rok 2050 EÚ počíta so záchytmi v sektore LULUCF až do výšky 425 MtCO<sub>2</sub>e, ktoré by sa mali následne udržať na tejto minimálnej hodnote (EU, 2018).

Od roku 2035 EK očakáva nulové celkové emisie z kombinovaného sektora LULUCF a poľnohospodárstva označovaný ako AFOLU (Agriculture, Forestry and Other Land Use –



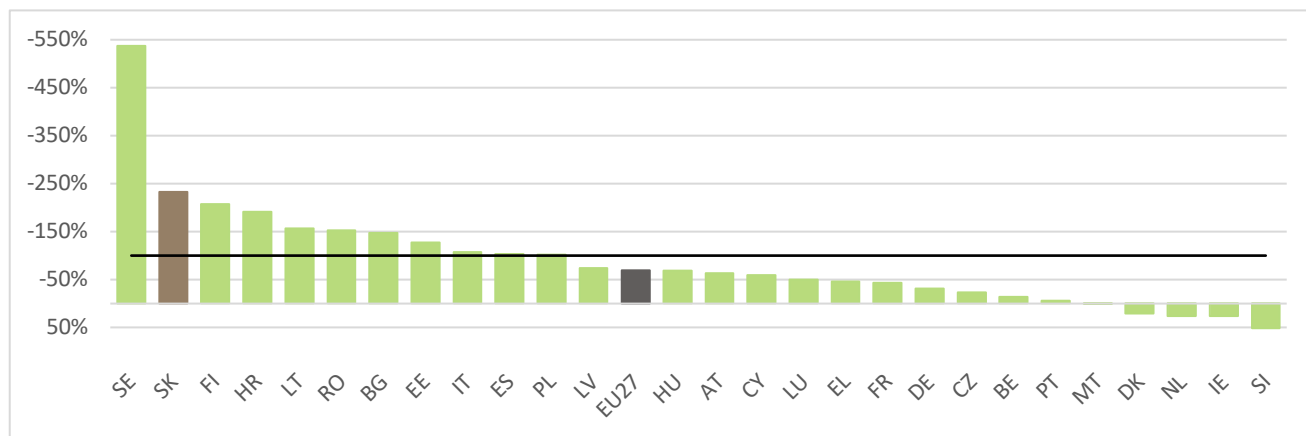
poľnohospodárstvo, lesníctvo a iné využívanie pôdy). Tento cieľ sa týka EÚ ako celku, na úrovni jednotlivých štátov budú ciele rozdielne. Niektoré štáty môžu zostať aj v spojenom sektore čistí emitenti. Sektor AFOLU má byť reportovaný od roku 2031. V rokoch 2016-2018 tento cieľ EÚ neplnila. Čisté emisie v sektore AFOLU boli 120 MtCO<sub>2e</sub> a iba 11 členských štátov vykázalo čisté záchyty. Celkové emisie sektora majú po roku 2013 stúpajúci trend, ktorý spôsobujú znižujúce sa záchyty v sektore LULUCF. Súčasnú projekciu scenárov s existujúcimi opatreniami (WEM – with existing measures – scenár projekcií emisií skleníkových plynov, ktorý vychádza z politik a opatrení platných v čase tvorby scenára), ale aj dodatočnými opatreniami (WAM – with additional measures – scenár projekcií emisií skleníkových plynov, ktorý zahŕňa súčasné politiky a iné plánované alebo potenciálne politiky a opatrenia) splnenie tohto cieľa taktiež nepredpokladajú.

Obrázok 20. Emisie a projekcie emisií (od roku 2020) v sektore AFOLU za EÚ27 (v MtCO<sub>2e</sub>)



Zdroj: EEA, IPP

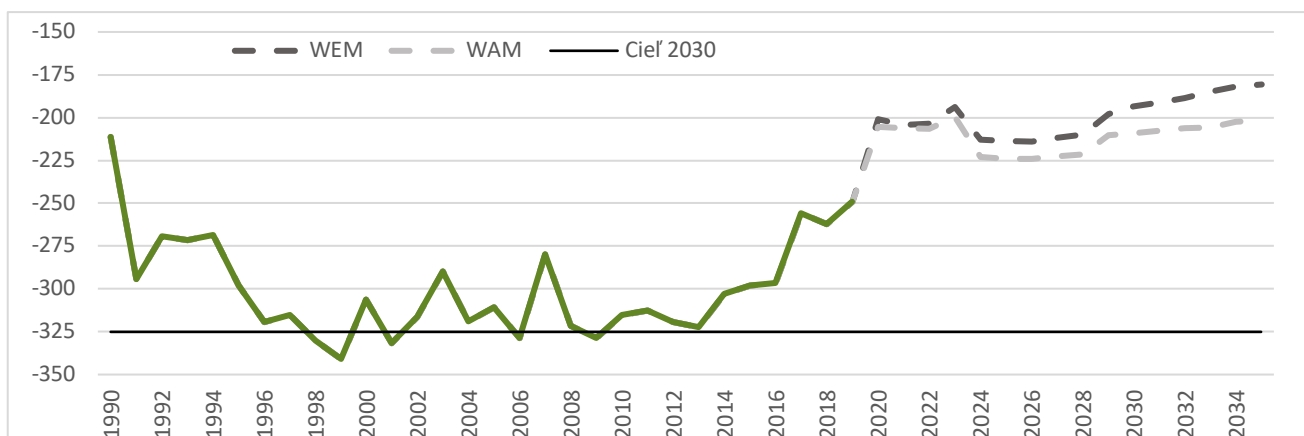
Obrázok 21. Podiel záchytov (záporné percento), resp. emisií (kladné percento) sektora LULUCF na emisiách poľnohospodárstva za roky 2016-2018 v krajinách EÚ



Zdroj: EEA, IPP

EÚ ako celok v súčasnosti nie je pripravená splniť cieľ pre LULUCF navrhovaný v rámci Fit for 55 pre rok 2030. Na jeho splnenie budú potrebné ďalšie opatrenia. Sektor LULUCF sa vyznačuje značnou neistotou v predvídaní budúcich záchyto. Posledné projekcie vývoja z roku 2021 za celú EÚ, ktoré vychádzajú zo známych dát do roku 2018, predpokladajú postupné znižovanie záchyto do roku 2030. Dôvodom pre znižovanie záchyto v EÚ je najmä zvýšená ťažba v lesoch a riziká súvisiace so zmenou klímy, ako je zvýšený počet lesných požiarov alebo ohrozenie lesov škodcami. Rizikom v budúcnosti je súčasné drevinové zloženie, ktoré nemusí byť vhodné pre zmenené klimatické podmienky v Európe. Rizikom je aj možné uvoľnenie uhlíka zachyteného v pôde a ekosystémoch. Do úvahy bude potrebné brať aj zvýšený tlak na využívanie obnoviteľných zdrojov energie (Herold a kol., 2021).

Obrázok 22. Záchyty a projekcie (od roku 2020) v sektore LULUCF za EÚ27 (v MtCO<sub>2e</sub>)



Zdroj: EEA , IPP

Spôsob výpočtu navrhovaných cieľov pre jednotlivé členské štáty v sektore LULUCF na rok 2030 môže vyžadovať nerovnomerné úsilie pre ich dosiahnutie. Ciele pre jednotlivé členské štáty sú založené na priemerných záchytoých údajoch z rokov 2016 až 2018, s následným prerozdelením podľa celkového cieľa 310 MtCO<sub>2e</sub> na základe rozlohy jednotlivých štátov. Trend emisií v jednotlivých štátoch nebol bratý do úvahy. Zmeny v trende záchyto v sektore LULUCF vyžadujú dlhodobý časový horizont. Krátkodobé riešenia na zvýšenie záchyto nemusia byť udržateľné dlhodobo. V lesnom hospodárstve je zmeny možné realizovať v desaťročnom horizonte. Krátkodobé zmeny ako obmedzenie ťažby môžu mať negatívny vplyv na záchyty v budúcnosti. Zastavenie ťažby v čase vedie k zvýšeniu priemerného veku porastov, a tak k nižším čistým prírastkom drevnej hmoty. Ako problematické sa javia tiež podkladové údaje pre výpočet cieľov, ktoré nie sú v súlade s dostupnými údajmi Európskej environmentálnej agentúry (revidované údaje od roku 2021 vykazujú čiastočne odlišné hodnoty záchyto/emisií v sektore LULUCF; údaje pre Slovenskú republiku zostávajú nezmenené a teda nemenia národný cieľ).

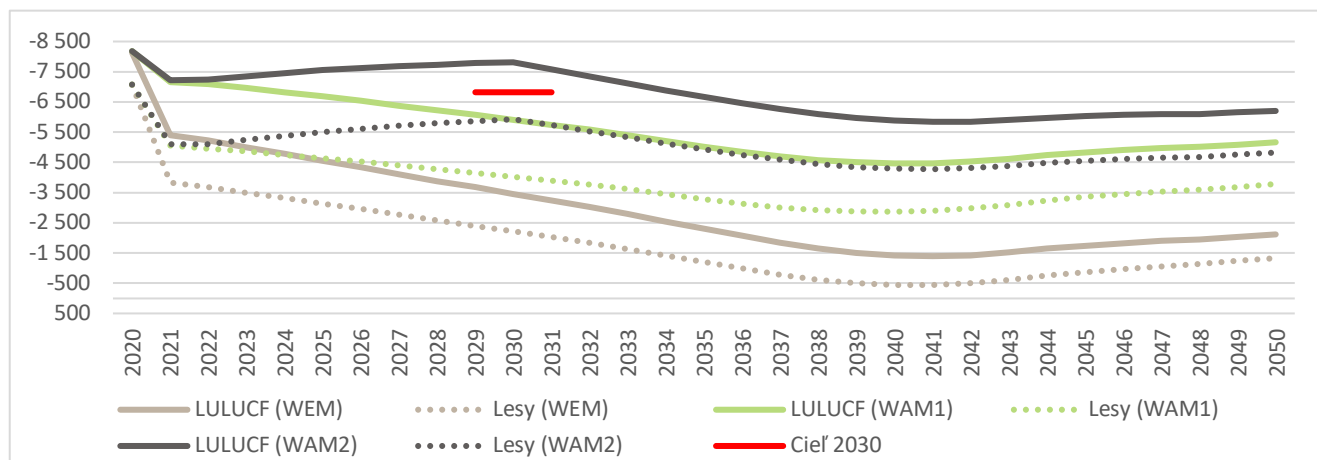
Tabuľka 21. Ciele v sektore LULUCF, porovnanie s priemerom 2016-2018 a projekciami WEM a WAM

	Záchyty (záporné) / emisie (kladné) v sektore LULUCF (MtCO <sub>2e</sub> )				Potrebné zlepšenie pre dosiahnutie cieľa v roku 2030		
	Cieľ 2030	Priemer 2016-2018	WEM 2030	WAM 2030	oproti priemeru 2016-2018	oproti scenáru WEM pre rok 2030	oproti scenáru WAM pre rok 2030
EÚ27	-310,00	-271,54	-193,53	-209,31	-14,2%	-60,2%	-48,1%
Rakúsko	-5,65	-4,63	-3,13	-3,13	-22,1%	-80,6%	-80,6%
Belgicko	-1,35	-1,33	-1,35	-1,35	-1,4%	0,1%	0,1%
Bulharsko	-9,72	-9,37	-7,95	-8,96	-3,7%	-22,3%	-8,5%
Chorvátsko	-5,53	-5,23	-2,40	-2,40	-5,8%	-130,5%	-130,5%
Cyprus	-0,35	-0,29	-0,47	-0,55	-21,6%	24,5%	36,3%
Česko	-1,23	-1,97	-1,98	-1,98	37,8%	38,0%	38,0%
Dánsko	5,34	2,29	4,37	4,37	-133,4%	-22,0%	-22,0%
Estónsko	-2,55	-1,79	-0,77	-0,77	-42,0%	-232,6%	-232,6%
Fínsko	-17,75	-13,60	-16,52	-18,48	-30,5%	-7,4%	3,9%
Francúzsko	-34,05	-32,25	-26,43	-26,43	-5,6%	-28,8%	-28,8%
Nemecko	-30,84	-19,63	22,31	22,31	-57,1%	238,2%	238,2%
Grécko	-4,37	-3,60	0,00	0,00	-21,3%	-	-
Maďarsko	-5,72	-4,90	-1,09	-3,63	-16,9%	-423,5%	-57,8%
Írsko	3,73	5,42	7,09	7,09	31,2%	47,4%	47,4%
Taliano	-35,76	-32,33	-33,89	-33,89	-10,6%	-5,5%	-5,5%
Lotyšsko	-0,64	-1,60	4,70	3,84	59,7%	113,7%	116,8%
Litva	-4,63	-6,77	-4,95	-6,79	31,6%	6,3%	31,8%
Luxembursko	-0,40	-0,36	-0,43	-0,43	-12,7%	5,4%	5,4%
Malta	0,00	0,00	0,00	0,00	-60,6%	712,6%	712,6%
Holandsko	4,52	4,75	3,62	3,62	4,7%	-24,9%	-24,9%
Poľsko	-38,10	-34,01	-21,69	-21,69	-12,0%	-75,6%	-75,6%
Portugalsko	-1,36	-0,34	-9,52	-10,68	-298,2%	85,7%	87,3%
Rumunsko	-25,67	-28,53	-23,53	-25,97	10,0%	-9,1%	1,2%
Slovensko	-6,82	-6,32	-3,47	-5,90	-8,0%	-96,8%	-15,5%
Slovinsko	-0,15	0,89	-4,78	-2,22	116,4%	96,9%	93,4%
Španielsko	-43,64	-38,77	-29,92	-33,60	-12,5%	-45,8%	-29,9%
Švédsko	-47,32	-37,25	-37,38	-37,38	-27,0%	-26,6%	-26,6%

Zdroj: EEA, IPP

Cieľom pre Slovenskú republiku je navrhovaná hodnota 6,8 MtCO<sub>2</sub>e do roku 2030. Podľa súčasných predpovedí sa zdá, že tento cieľ nebude dosiahnutý bez dodatočných opatrení. Záchyty CO<sub>2</sub> v sektore LULUCF na Slovensku klesajú od roku 2004. Prognózy, ktoré zohľadňujú súčasné a dodatočné opatrenia predložené v rámci UNFCCC v roku 2021, predpokladajú ďalší pokles záchytov až do roku 2040 (UNFCCC, 2019). Základný scenár WEM (scenár so súčasnými opatreniami), ktorý sa zakladá na politikách z roku 2020 a súčasnej ťažbe dreva, predpokladá záchyty vo výške 3,5 MtCO<sub>2</sub>e, zatiaľ čo scenár WAM1 (s dodatočnými opatreniami) predpokladá záchyty vo výške 5,9 MtCO<sub>2</sub>e do roku 2030. Jeden z hlavných faktorov klesajúceho trendu záchytov je veková štruktúra lesných porastov. V krátkodobom horizonte (10-20 rokov) je možné efektívne ovplyvňovať záchyty znížením ťažby dreva a zalesňovaním. Alternatívny scenár WAM2 (s dodatočnými opatreniami), ktorý predpokladá záchyty vo výške 7,9 MtCO<sub>2</sub>e do roku 2030, je jednou z možností dosiahnutia cieľa. Tento scenár bol vypracovaný Národným lesníckym centrom pre potreby Ministerstva životného prostredia SR, ale nebol oficiálne reportovaný. Celkové záchyty v roku 2030 by boli 2,2-krát vyššie v porovnaní so základným scenárom (3,5 MtCO<sub>2</sub>e). Väčšina nárastu záchytov by bola dosiahnutá zmenami v hospodárení s lesmi a ich rozlohou. V kategórii „lesov“ by bolo možné dosiahnuť 2,9-krát viac CO<sub>2</sub> (5,5 MtCO<sub>2</sub>e) v roku 2030 v porovnaní so základným scenárom so záchytmi 1,9 MtCO<sub>2</sub>e. Po roku 2030 by záchyty dosiahli vrchol a postupne by klesali až do roku 2040, keď by sa približne ustálili na rovnakej úrovni. Tieto zmeny by boli spôsobené rozšírením prírodných rezervácií na 75% celkovej plochy národných parkov (130 000 hektárov) do roku 2030, preklasifikáciou 100 000 hektárov trvalých trávnych porastov v období od roku 2023 do roku 2030 a znížením náhodných ťažieb o 20% medzi rokmi 2020 a 2030.

Obrázok 23. Projekcie v sektore LULUCF na Slovensku. (ktCO<sub>2</sub>e)



Zdroj: NLC, IPP

Scenáre záchytov v sektore LULUCF treba prioritne považovať len za simuláciu možností zmeny bilancie CO<sub>2</sub>. Pre návrh konkrétnych opatrení je potrebné vyhodnocovať ich celospoločenské dopady, vrátane dopadov na ekosystémy a ich adaptáciu na zmenu klímy. Dôležité sú aj prepojenia na ostatné sektory, ktoré emitujú skleníkové plyny, a vyhodnotenie prínosov rôznych stratégií znižovania celkových emisií. Reportované záchyty v sektore LULUCF pre Slovenskú republiku podľa súčasných metodík by mali byť v skutočnosti vyššie. Dôvodom je neprihliadanie na nelesnú drevinovú vegetáciu (bielu plochu). V súčasnosti sa táto vegetácia hlási najmä ako „orná pôda“ alebo „trvalé trávne porasty“, pretože chýbajú dáta, ktoré by poskytli presnejšie informácie. Na určovanie typu využitia pôdy sa využíva kataster nehnuteľností, ktorý v oblastiach mimo zastavaných území nie je aktuálny. Biela plocha vzniká prirodzeným alebo úmyselným zalesňovaním opustených poľnohospodárskych pozemkov. Avšak rozdrobené vlastníctvo pozemkov dlhodobo komplikuje evidenciu týchto zmien v katastri nehnuteľností. Podľa odhadov Národného lesníckeho centra (NLC) dosahuje výmera bielych plôch hodnotu 288 ± 39 tisíc ha, čo predstavuje 15% v porovnaní s výmerou lesných porastov (1 951,5 tisíc ha). Započítanie tejto dodatočnej plochy by zvýšilo záchyty v sektore LULUCF. Presné započítanie záchytov na bielych plochách vyžaduje znalosť vekovej a druhovej štruktúry drevinovej vegetácie. Pri projekciách vývoja tejto oblasti vzniká neistota vzhľadom na neexistenciu lesných hospodárskych plánov pre tieto plochy. Metodika OSN pre rámcovú dohodu o klíme (UNFCCC) vyžaduje spoľahlivý zdroj údajov pre historické časové rady, ktoré siahajú minimálne 20 rokov do minulosti. Zahrnutie bielych plôch do inventarizácie by teda ovplyvnilo aj cieľ pre Slovenskú republiku.

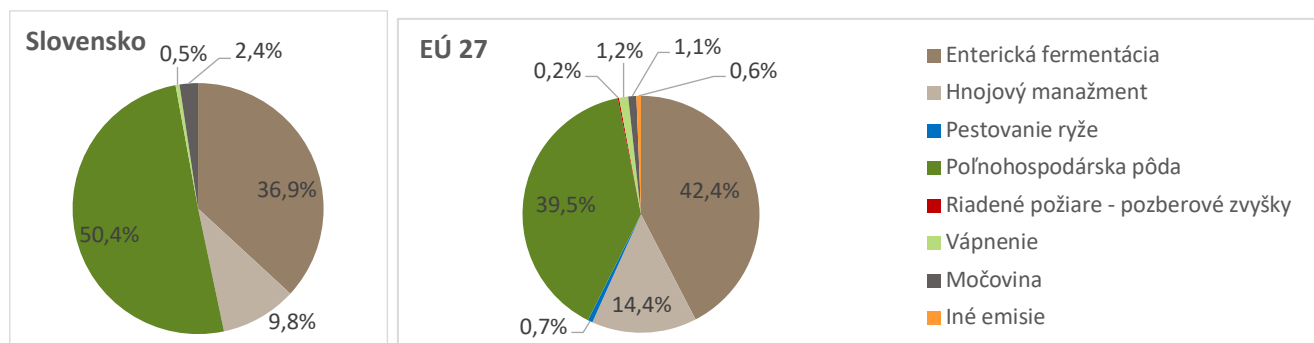
### 4.3 Emisie v sektore poľnohospodárstva

Sektor poľnohospodárstva z pohľadu emisií patrí medzi sektory regulované Nariadením o spoločnom úsilí (ESR) (EU, 2018). ESR zahŕňa sektory, ktoré nespádajú pod ETS (systém EÚ na obchodovanie s emisiami). V rámci systému ETS regulované subjekty nakupujú alebo získavajú emisné kvóty, s ktorými môžu v prípade potreby navzájom obchodovať. Od zavedenia systému ETS v EÚ v roku 2005 sa emisie znížili o 42,8% v hlavných zapojených odvetviach: výroba elektrickej energie a tepla a energeticky náročné priemyselné zariadenia a LULUCF (doprava, budovy, poľnohospodárstvo, stavebníctvo a výroba, odpady, sektor prchavých palív, energetika, priemysel, malé poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov) a v rámci EÚ tvoria približne 60% emisií skleníkových plynov (EK, 2021). Cieľom ESR je spravodlivé rozdelenie emisných cieľov medzi členské štáty. Členské štáty s vyšším HDP na obyvateľa majú vyššie ciele znižovania emisií. Revidovaný návrh ESR navrhuje pre SR redukciiu emisií o 22,7% voči roku 2005 (EU, 2021). Pôvodný cieľ bol 12%. Najvyšší cieľ redukciiu o 50% majú Dánsko, Nemecko, Luxembursko, Fínsko a Švédsko. Naopak najmenší 10% cieľ má Bulharsko. Ciele za jednotlivé sektory sú ponechané na rozhodnutí každého členského štátu.

Emisie v poľnohospodárstve vznikajú v rastlinnej aj živočíšnej výrobe. Ide prevažne o emisie iné než CO<sub>2</sub>. Poľnohospodárstvo má výrazný vplyv na kvalitu ovzdušia a vôd. Pri rastlinnej výrobe je zdrojom emisií hlavne oxid dusný (N<sub>2</sub>O) vznikajúci pri aplikácii dusíkatých hnojív (organického aj anorganického pôvodu) do pôdy. Chemickým procesom sa uvoľňuje N<sub>2</sub>O, ktorého potenciál otepľovania je 300-krát vyšší než CO<sub>2</sub>. N<sub>2</sub>O je dominantný plyn poškadzujúci ozónovú vrstvu (New Scientist, 2009). Aplikácia dusíkatých hnojív je zásadný intenzifikačný faktor v rastlinnej výrobe a je prepojená na zvyšovanie hektárových výnosov. N<sub>2</sub>O vzniká aj pri vápnení a aplikácii močoviny do pôdy. Emisie v živočíšnej výrobe vznikajú enterickou fermentáciou (aeróbne kvasenie) a pri manipulácii s hnojom. Enterická fermentácia prebieha pri trávení najmä prežúvavcov (hovädzí dobytok, ovce, kozy), vo výrazne menšej miere aj pri ošípaných. Vzniká pri nej metán (CH<sub>4</sub>), ktorý má 25-násobný otepľovací potenciál než CO<sub>2</sub>. Pri nakladaní s hnojom vznikajú emisie CH<sub>4</sub> a N<sub>2</sub>O. Na Slovensku mierne dominujú emisie z rastlinnej výroby (53%) oproti živočíšnej výrobe (47%). V EÚ celkovo viac dominuje živočíšna výroba (57%).

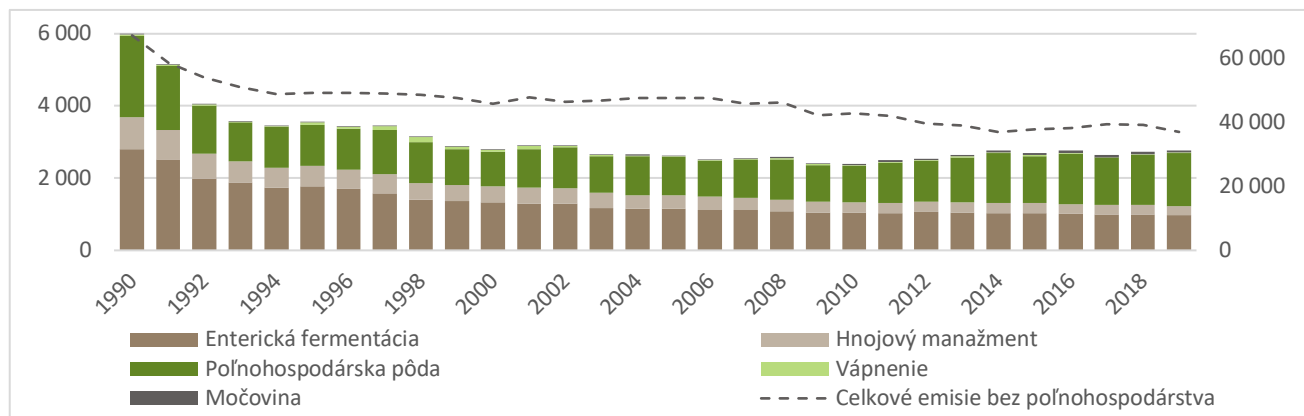
Obrázok 24. Podiel emisií v poľnohospodárstve podľa zdroja v SR, priemer 2016-2018

Obrázok 25. Podiel emisií v poľnohospodárstve podľa zdroja v EÚ, priemer 2016-2018



Zdroj: EEA, IPP

Obrázok 26. Emisie v poľnohospodárstve na Slovensku (ktCO<sub>2</sub>e)



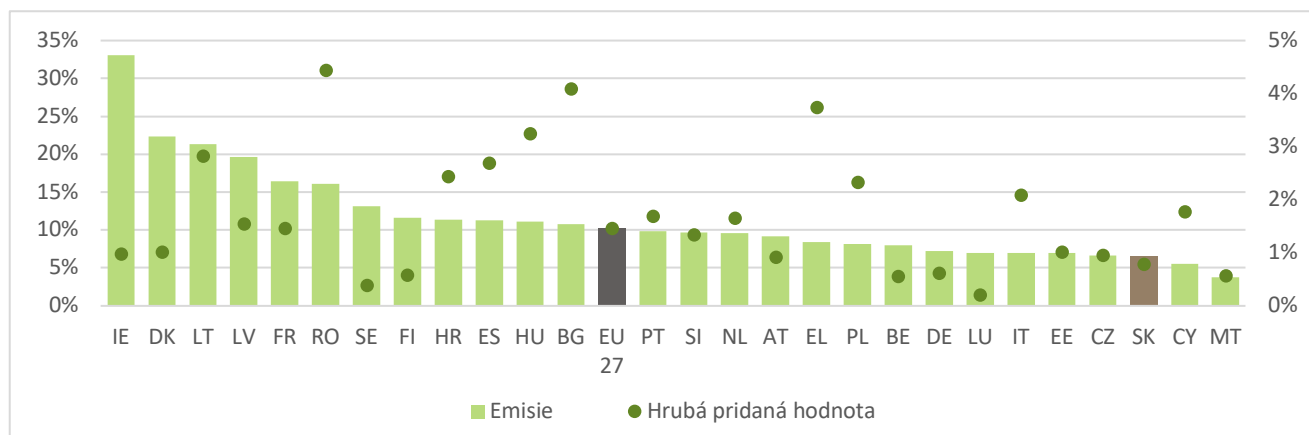
Pozn.: ľavá os: Celkové emisie bez poľnohospodárstva

Zdroj: EEA, IPP

Emisie skleníkových plynov z poľnohospodárstva v SR výrazne klesli (40%) v rokoch 1990-1993. Do roku 2010 klesali miernejším tempom o ďalších 20% (oproti roku 1990). Následne emisie mierne rástli a v roku 2019 boli o 16% vyššie než v roku 2011. V rovnakom čase klesli celkové emisie SR o 24% a následne ešte o 12%. V bázickom roku 2005 pre ciele ESR boli emisie na úrovni 2,6 MtCO<sub>2</sub>e, priemer rokov 2016-2018 bol 2,7 MtCO<sub>2</sub>e. Výrazný vplyv na zníženie emisií mal pokles počtu hospodárskych zvierat a zníženie hnojenia anorganickými dusíkatými hnojivami. Napriek tomuto poklesu však rástla úžitkovosť zvierat aj hektárové výnosy v rastlinnej výrobe. Počet zvierat je najdôležitejším faktorom v produkcii emisií skleníkových plynov. Pri zvyšovaní počtu hospodárskych zvierat sa emisie dajú kompenzovať správnym manažmentom hnoja, kŕmnymi dávkami a druhom a využitím zvierat. Tieto opatrenia sú však obmedzené a nedokážu úplne eliminovať zvyšovanie počtu zvierat.

Potenciál pre znižovanie emisií v poľnohospodárstve existuje. Vzhľadom na rôznorodosť zdrojov emisií však bude potrebné riešiť každý zdroj individuálne. Podiel emisií z poľnohospodárstva na celkových emisiách je v SR nižší než je priemer EÚ. V podobnom pomere je aj veľkosť sektora k hospodárstvu. Z pohľadu produkčnej efektivity je množstvo vyprodukovaných emisií takmer dvakrát vyššie než v EÚ (SR: 4 500 €/tCO<sub>2</sub>e, EÚ: 2 300 €/tCO<sub>2</sub>e). Priestor pre zlepšenie bude najmä v rastlinnej výrobe. Emisie na hlavu zvierat sú porovnateľné s priemerom EÚ pre hovädzí dobytok aj ošípané, ovce majú v SR o 30% vyššie emisie na hlavu. Tieto hodnoty sú orientačné. Agregátne dáta nevyjadrujú efektivitu jednotlivých druhov zvierat (napr. mliekový a mäsový dobytok je v jednej kategórii), alebo či sú zvieratá ustajnené alebo ide o pastevný chov.

Obrázok 27. Podiel emisií v poľnohospodárstve na celkových emisiách v hospodárstve a podiel hrubej pridanej hodnoty na hrubej pridanej hodnote v hospodárstve, priemer 2016-2018



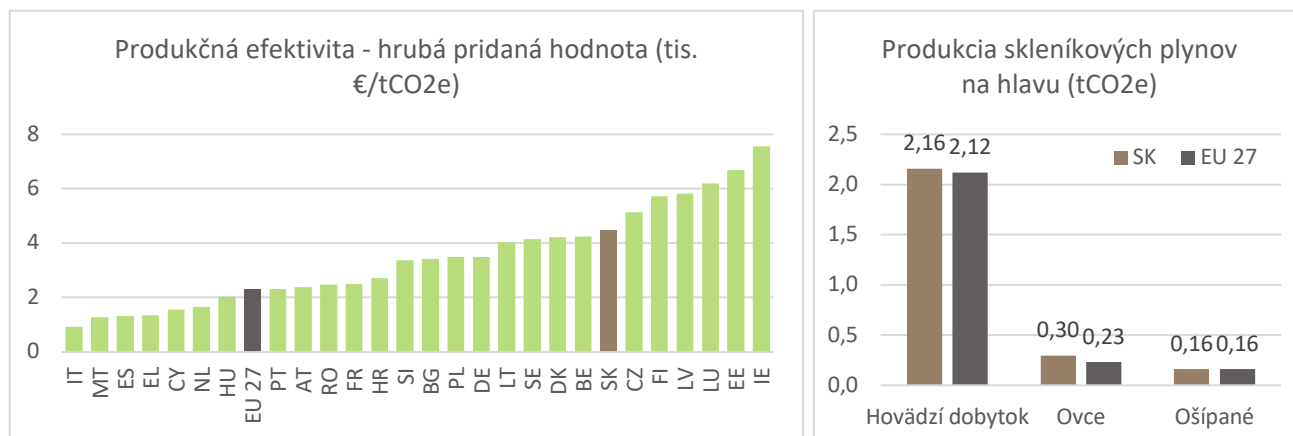
Pozn.: ľavá os: Hrubá pridaná hodnota

Zdroj: EEA, IPP



Obrázok 28. Produkčná efektivita - hrubá pridaná hodnota (tis. €/tCO<sub>2e</sub>)

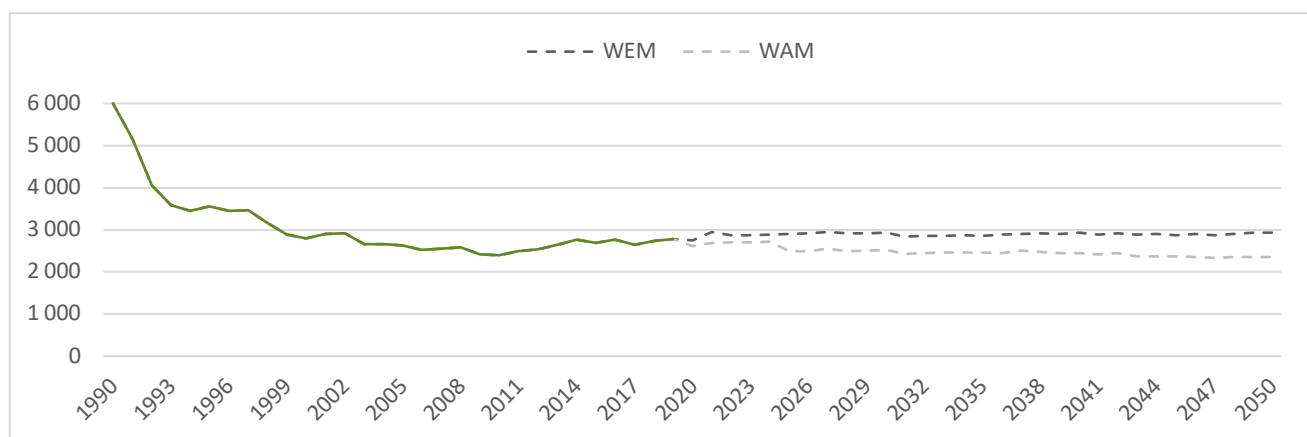
Obrázok 29. Produkcia skleníkových plynov na hlavu (tCO<sub>2e</sub>)



Zdroj: EEA, Eurostat, IPP

Projekcie emisií skleníkových plynov v poľnohospodárstve počítajú s nárastom o 5% (WEM) alebo poklesom o 9% (WAM) medzi rokmi 2019 – 2030 (SHMÚ, 2023). WAM scenár počíta s následným poklesom do roku 2050 až na hodnotu 15% oproti roku 2019. Oba scenáre vychádzajú z predpokladov, ktoré nemusia byť naplnené. Vplyv spoločnej poľnohospodárskej politiky (SPP) na roky 2023 až 2027 je reflektovaný len čiastočne a bude potrebné aktualizovať opatrenia po uzavretí jej konečnej podoby. Scenár WEM aj WAM počítajú s rovnakým vývojom počtu hospodárskych zvierat. Zníženie emisií pri WAM scenári je docielené opatreniami na úrovni krmnej dávky, manipulácie s hnojom, redukcie množstva používaných hnojív a močoviny a využívania bioplynových staníc na farmách.

Obrázok 30. Emisie a projekcie emisií (od roku 2020) v sektore poľnohospodárstva v SR (ktCO<sub>2e</sub>)



Zdroj: SHMÚ

## 5 Monitor materiálových tokov

Biohospodárstvo je charakterizované ako hospodárstvo založené na obnoviteľných biologických zdrojoch. Zahŕňa primárnu produkciu biologických zdrojov a všetky ekonomické sektory, ktoré tieto zdroje využívajú na výrobu potravín, krmív, produktov s biologickou bázou, energie alebo na poskytovanie služieb vrátane ekosystémových služieb (EK, 2018). Biohospodárstvo prispieva k udržateľnejšiemu a obehovému hospodárstvu s nižšou závislosťou od neobnoviteľných zdrojov. Dá sa monitorovať prostredníctvom súboru kvantifikovateľných ekonomických, sociálnych, environmentálnych alebo iných ukazovateľov. Na Slovensku biohospodárstvo prispieva k celkovému hospodárstvu cca 9% v socio-ekonomických ukazovateľoch ako sú hodnota produkcie, pridaná hodnota a zamestnanosť, a približne 6% sa podieľa na tvorbe celkových emisií CO<sub>2</sub> (viď. tabuľka 23).

Tabuľka 22. Indikátory biohospodárstva a podiel (%) biohospodárstva na celkovom hospodárstve SR

Indikátor biohospodárstva	2000	2005	2010	2015
Celková produkcia [mil. Eur, bežné ceny základné]	10 917 (14,87%)	13 854 (12,53%)	14 876 (9,86%)	16 116 (8,89%)
Pridaná hodnota [mil. Eur, bežné ceny]	3 704 (13,12%)	5 052 (11,29%)	5 665 (9,22%)	6 184 (8,61%)
Zamestnanosť [tis. osôb]	303 (14,96%)	276 (13,22%)	224 (10,32%)	218 (9,61%)
Emisie CO <sub>2</sub> [tis. ton, bez emisií z domácností]	2 880 (8,04%)	2 384 (6,40%)	2 125 (6,56%)	1 855 (6,39%)

Zdroj: Lazorčáková – Rajčániová (2022)

Monitorovanie biohospodárstva môže byť doplnené prehľadom tokov a využitia biologických zdrojov (biomasy). V súčasnosti sú dostupné štatistiky o celkovej domácej produkcii, spotrebe, importe a exporte štyroch základných druhov materiálov, a to biomasy, kovových rúd, nerudných nerastných surovín, fosílnych energetických nosičov (plus ostatných produktov). Biomasa zahŕňa plodiny, zvyšky plodín, krmoviny a spásanú biomasu, drevo, lov voľne žijúcich rýb, vodné rastliny/živočíchy, poľovníctvo a zobchodované živé zvierata a živočíšne výrobky. Údaje za Slovensko pre rok 2015 sú zobrazené v tabuľke 24. Okrem celkových údajov však nie sú dostupné žiadne podrobnejšie informácie, ktoré by hovorili o tokoch jednotlivých druhov materiálov v ekonomike, teda o ich využití jednotlivými sektormi, konečnými spotrebiteľmi, zahraničím, resp. o nakladaní s nevyužitými zdrojmi. Mapovanie tokov primárnych poľnohospodárskych a lesných zdrojov a zdrojov akvakultúry, ich spracovania a konečného využitia v tovaroch by poskytlo obraz o biologickom podiele každej hospodárskej aktivity. Toky fosílnych nerastných zdrojov potom zachytávajú konvenčnú časť každej aktivity. Obe časti, biologická aj fosílna, koexistujú v celkovom ekonomickom systéme. Technika zameraná na sledovanie a mapovanie tvorby a tokov rôznych zdrojov/ materiálov/ komodít do, v rámci a von z ekonomiky, sa nazýva monitor materiálových tokov.

Tabuľka 23. Účet materiálových tokov SR

Druh materiálu, 2015	Domáca ťažba	Domáca spotreba	Dovoz	Vývoz
Biomasa [tis. ton]	19 746	16 140	5 855	9 462
Kovové rudy [tis. ton]	45	4 029	14 380	10 395
Nerudné nerastné suroviny [tis. ton]	37 088	37 309	3 928	3 707
Fosílné energetické nosiče [tis. ton]	1 848	12 535	16 338	5 650
Ostatné produkty [tis. ton]	-	689	2 766	2 077

Zdroj: Štatistický úrad SR

Koncept monitorovania materiálových tokov vyvinul Štatistický úrad Holandska. Zobrazuje fyzické materiálové toky (v tonách materiálov/komodít) v rámci ekonomiky, ich dovozy a vývozy a toky medzi ekonomikou a životným prostredím. Umožňuje sledovať všetky najdôležitejšie materiály v ekonomike, počnúc ich ťažbou zo životného prostredia, cez ich dodávky, spracovanie a využitie hospodárskymi sektormi a konečnými spotrebiteľmi až po nakladanie s odpadmi.

Táto kapitola prezentuje prvú štúdiu, ktorá aplikuje koncept monitorovania materiálových tokov na podmienky Slovenskej republiky, a prináša tak poznatky o možnosti zostavenia monitoru materiálových tokov pre SR a detailnejšie poznatky o dodávkach, využití a nakladaní s jednotlivými materiálmi/komoditami a prepojení ekonomických aktivít na životné prostredie.

## 5.1 Metodika zostavenia monitoru materiálových tokov

Monitor materiálových tokov sme zostavili pre Slovensko pre rok 2015. Metodika jeho zostavovania vychádza z príručky Material Flow Monitor Handbook od van Berkel, J. a Delahaye, R. zo Štatistického úradu Holandska (2019) s niekoľkými modifikáciami zohľadňujúcimi (ne)dostupnosť národných údajov. Monitor materiálových tokov má formu dvoch tabuliek: jedna predstavuje ponuku materiálov/komodít ekonomickými sektormi a zo životného prostredia a druhá predstavuje ich využitie ekonomickými sektormi, konečnými spotrebiteľmi a životným prostredím. Vzniká po konverzii monetárnych tabuliek dodávok a použitia na fyzické jednotky (na zachytenie materiálových tokov v rámci ekonomiky) a po ich rozšírení o väzby na životné prostredie (na zachytenie tokov prírodných zdrojov, odpadov, emisií). Podrobnejšie možno postup zostavenia tabuliek dodávok a použitia monitorujúcich materiálové toky na Slovensku rozčleniť na niekoľko parciálnych krokov.

### ▪ Krok 1: Predbežný draft tabuliek dodávok a použitia vo fyzických jednotkách

Esenciálnym zdrojom údajov pre monitor materiálových tokov (MFM – Material Flow Monitor) sú monetárne tabuľky dodávok a použitia (TDP). Monetárne TDP sú súčasťou systému národných účtov vedeného štatistickými úradmi. Pre národnú ekonomiku zobrazuje tabuľka dodávok ponuku rôznych druhov materiálov/komodít ekonomickými sektormi a tabuľka použitia ukazuje medzispotrebu a konečnú spotrebu materiálov/komodít. Obe tabuľky sú v hodnotovom vyjadrení. Slovenské TDP publikované Štatistickým úradom SR obsahujú 88 komodít (2-miestne kódy klasifikácie produktov CPA) a 88 sektorov (2-miestne kódy klasifikácie ekonomických aktivít NACE), pričom komodity sú zobrazené v riadkoch a sektory v stĺpcoch. Okrem ekonomických sektorov je v tabuľke dodávok dodatočný stĺpec pre dovoz a v tabuľke použitia sú dodatočné stĺpce pre vývoz a pre konečnú spotrebu (spotreba domácností, vlády, neziskových inštitúcií)<sup>1</sup>. Ak by však boli k dispozícii disagregovanejšie TDP, mohli by poskytnúť bázu pre podrobnejší MFM. Pre túto štúdiu sme využili interné údaje Štatistického úradu SR za rok 2015. Interné tabuľky dodávok a použitia obsahujú 310 komodít zobrazených v riadkoch (3-miestne alebo 4-miestne kódy CPA), 88 sektorov zobrazených v stĺpcoch (2-miestne kódy NACE), jeden stĺpec pre dovoz v tabuľke dodávok, jeden stĺpec pre vývoz a tri stĺpce pre konečnú spotrebu v tabuľke použitia.

Počiatočným krokom pri príprave MFM je prevod monetárnych TDP vedených v eurách na fyzické jednotky – tony. Aby sme získali fyzické jednotky pre dodávku a použitie každej komodity, peňažné údaje z TDP sme vydělili jednotkovou cenou konkrétnej komodity (v eurách za tonu)<sup>2</sup>. Jednotkové ceny možno získať z poľnohospodárskych štatistík pre agrokomodity, zo štatistiky Prodcum pre priemyselné komodity alebo zo štatistiky medzinárodného obchodu pre všetky obchodovateľné komodity (alebo z rôznych čiastkových štatistík)<sup>3</sup>. Pre vytvorenie predbežného draftu slovenských tabuliek dodávok a použitia vo fyzikálnych jednotkách boli jednotkové ceny komodít získané zo štatistiky medzinárodného obchodu. Zdrojom údajov bol Eurostat – „Medzinárodný obchod podľa CPA 2.1“. K dispozícii boli dva typy jednotkových cien, cena dovozu a cena vývozu. Predpokladáme, že vývoz reprezentuje domácu produkciu lepšie ako dovoz, preto bola príslušná vývozná cena použitá na

<sup>1</sup> Aby sme boli kompletní, slovenské monetárne TDP sú v cenách predajcov a obsahujú tiež informácie o daniach, dotáciách, maržiaci (v stĺpcoch tabuľky dodávok), fixnom kapitále, zásobách a cennostiach (v stĺpcoch tabuľky použitia) a o zložkách pridanej hodnoty (v riadkoch tabuľky použitia). Keďže tieto komponenty nemožno vyjadriť vo fyzických jednotkách (množstevných), nie sú relevantné pre MFM (okrem zmeny zásob). Preto boli monetárne TDP upravené z cien predajcov na základné ceny.

<sup>2</sup> Postup sa vzťahuje na riadky, ktoré v monetárnych TDP reprezentujú hmotné komodity (materiály, tovary). Riadky predstavujúce nehmotné komodity, t. j. služby, môžu byť vynechané, keďže služby nemožno vyjadriť vo fyzických jednotkách (v tonách). Z 310 komodít v slovenských TDP, 145 reprezentuje materiály a tovary a 165 reprezentuje služby.

<sup>3</sup> Pokiaľ jednotkové ceny nie sú priamo dostupné v databázach, zdroje uvedené vyššie obsahujú údaje o produkcii a obchode v monetárnych aj fyzických jednotkách, takže jednotkové ceny môžu byť dopočítané. Ak sú reportované iné fyzické jednotky ako kilogramy alebo tony, musia byť tieto prepočítané pomocou konverzných faktorov (dostupné z Eurostatu).

prepočet dodávok materiálov/ komodít na fyzické jednotky a príslušná dovozná cena bola použitá na prepočet použitia materiálov/ komodít na fyzické jednotky.

Obrázok 31. Krok 1: Tabuľky dodávok a použitia vo fyzických jednotkách – predbežný draft

CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Im- port	Celk. dod.	CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Ex- port	Celk. použ.
Komodita 1							Komodita 1						
Komodita 2	Tabuľka dodávok v Eur						Komodita 2	Tabuľka použitia v Eur					
Komodita 3	↓						Komodita 3	↓					
Komodita ...	<b>Tabuľka dodávok v tonách</b>						Komodita ...	<b>Tabuľka použitia v tonách</b>					
Celkom							Celkom						

Pozn.: Se. – sektor, KD – konečný dopyt (domácnosti, vlády, neziskové inštitúcie)

Zdroj: vlastné spracovanie

#### ▪ Krok 2: Prvá verzia tabuliek dodávok a použitia monitora materiálových tokov

Predbežný draft TDP vo fyzických jednotkách získaný v kroku 1 ukazuje toky materiálov/komodít v rámci ekonomiky. Tento predbežný draft však možno vylepšiť použitím kvalitnejších údajov. Následne je potrebné fyzické TDP rozšíriť o vzťah medzi ekonomikou a životným prostredím. Takto rozšírené tabuľky budeme ďalej označovať ako tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov (MFM-TDP).

##### a) Precizovanie predbežného draftu fyzických tabuliek dodávok a použitia

Množstvá materiálov/komodít v predbežnom drafte fyzických TDP pre Slovensko sme získali delením hodnôt z monetárnych TDP jednotkovými cenami zo štatistiky medzinárodného obchodu. Fyzické TDP možno skvalitniť pomocou primárnych kvantitatívnych údajov o výrobe a využití komodít. Poľnohospodárske štatistiky, účty materiálových tokov a štatistika Prodcum poskytujú kvantitatívne údaje v tonách<sup>4</sup> a môžu byť použité na nahradenie doterajších odhadov vo fyzických TDP. Množstvá získané priamo zo štatistických zdrojov sú považované za nadradené predbežnému prepočtu. Údaje z Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra SR boli použité na spresnenie fyzických TDP pre poľnohospodárske komodity. Domáca produkcia poľnohospodárskych komodít nahradila prvé odhady a v tabuľke dodávok bola vložená do riadku príslušnej komodity a do stĺpca sektora A01 Poľnohospodárstvo. Pre prírodné nerasty boli použité údaje z databázy Eurostatu „Účty tokov materiálov“. Vykazovaná domáca ťažba predstavuje domácu produkciu daného nerastu a bola vložená do stĺpca príslušného sektora v tabuľke dodávok (napríklad produkcia hnedého uhlia do stĺpca sektora

<sup>4</sup> Ak sú reportované iné fyzické jednotky ako kilogramy alebo tony, musia byť prepočítané pomocou konverzných faktorov (dostupné z Eurostatu).

B05 Ťažba uhlia a lignitu; produkcia železných rúd do stĺpca sektora B07 Ťažba kovových rúd). Štatistika Prodcom bola použitá pre priemyselné komodity. Keďže priemyselné komodity môžu produkovať viaceré ekonomické sektory (viac odvetví), celková domáca produkcia komodity z Prodcom bola rozdelená medzi sektory podľa ich podielov na celkovej produkcii danej komodity získaných z monetárnych TDP. Potom sektorová produkcia komodity (množstvo) bola priradená do príslušného stĺpca tabuľky dodávok. Pre tovary bez štatistických údajov o výrobe vo fyzickom vyjadrení boli ponechané predbežné odhady<sup>5</sup>. Dostupnosť údajov o použití komodít je veľmi obmedzená, takže v tomto kroku neboli vykonané žiadne úpravy tabuľky použitia. Navyše boli upravené dovoz komodít v tabuľke dodávok a ich vývozy v tabuľke použitia vo fyzických jednotkách podľa množstevných údajov z databázy Eurostatu „Medzinárodný obchod podľa CPA 2.1“.

#### b) Doplnenie prepojenia na životné prostredie

MFM zahŕňa okrem dodávok a použitia materiálov/komodít v ekonomike aj toky medzi ekonomikou a životným prostredím reprezentované ťažbou prírodných inputov, odpadmi a emisiami absorbovanými alebo uvoľnenými do životného prostredia. Na zachytenie týchto informácií a získanie tabuliek dodávok a použitia monitoru materiálových tokov (MFM-TDP) pre Slovensko sme fyzické TDP rozšírili o riadky „prírodné inputy“, „odpady“ a „emisie“ a o stĺpec „životné prostredie“.

Ako prvé boli do slovenských MFM-TDP pridané údaje o domácej ťažbe prírodných inputov v tonách podľa Eurostatu „Účty tokov materiálov“. Riadok Prírodné inputy v tabuľke dodávok predstavuje ťažbu z prírodného prostredia (takže celkové vyťažené množstvo všetkých prírodných surovín bolo zaevidované v stĺpci Životné prostredie). Riadok Prírodné inputy v tabuľke použitia predstavuje využitie vyťažených prírodných surovín. S prihliadnutím na druh používaných a spracovávaných prírodných surovín boli vyťažené množstvá jednotlivých druhov prírodných surovín priradené k najrelevantnejšiemu sektoru v tabuľke použitia (napríklad drevo – ako súčasť riadku Prírodné inputy – bolo priradené do stĺpca A02 Lesníctvo a ťažba v tabuľke použitia MFM, voľne žijúce ryby – ako súčasť riadku Prírodné inputy – boli priradené do stĺpca A03 Rybolov a akvakultúra).

Ďalej bol do MFM-TDP pridaný riadok na zachytenie produkcie a využitia odpadu (v tonách). Pre tabuľku dodávok boli údaje o odpade produkovanom sektormi získané z Eurostatu „Produkcia odpadu podľa kategórie odpadu, nebezpečnosti a aktivity NACE Rev. 2“<sup>6</sup>. Pre tabuľku použitia boli údaje

<sup>5</sup> Ak by boli dostupné špecifické cenové štatistiky, mohli by byť použité na získanie jednotkových cien komodít a prepočet monetárnych hodnôt z TDP na tony by sa mohol zopakovať pomocou týchto jednotkových cien namiesto jednotkových cien získaných zo štatistiky medzinárodného obchodu v kroku 1. Navyše, jednotková cena komodity môže byť rozdielna pre rôzne sektory tak na strane dodávok ako aj použitia. Ak by boli dostupné takto detailné cenové štatistiky, využitie špecifických sektorových cien namiesto priemernej jednotkovej ceny by mohlo ďalej zvýšiť kvalitu dát vo fyzických TDP.

<sup>6</sup> Agregované údaje o tvorbe odpadu pre skupinu sektorov boli disagregované podľa ich podielu na ponuke tovarov danej skupiny sektorov.

o využitom odpade získané z databázy Eurostatu „Nakladanie s odpadmi podľa kategórie odpadu, nebezpečnosti a spôsobu nakladania“. Zneškodňovanie odpadu bolo považované za odpad využívaný sektorom E38 Zber, spracovanie a zneškodňovanie odpadu. Energeticky zhodnotený odpad bol považovaný za využitý v sektore D35 Dodávka elektriny, plynu, pary. Zasypaný odpad bol považovaný za využitý v sektore F41 Výstavba budov. Jednotlivé kategórie recyklovaného odpadu boli považované za využívané najpríbuznejším sektorom (napr. recyklácia použitých rozpúšťadiel – ako súčasť riadku Odpad – bola priradená do stĺpca C20 Výroba chemikálií a chemických produktov v tabuľke použitia MFM; recyklácia textilného odpadu – ako súčasť riadku Odpad – bola priradená do stĺpca C13 Výroba textílií). Obidva vyššie uvedené súbory údajov o odpadoch obsahujú len údaje za párne roky, takže pre MFM-TDP za rok 2015 pre Slovensko bol zohľadnený priemer rokov 2014 a 2016. Dovoz a vývoz odpadu bol získaný z databázy Eurostatu „Obchod s recyklovateľnými surovinami podľa druhu odpadu“. Napriek dôkladnému zberu údajov o odpadoch došlo k rozdielu medzi množstvom celkovo vyprodukovaného a celkovo využitého odpadu (rozdiel v množstve odpadu v tabuľke dodávok a v tabuľke použitia). Prebytočný odpad bol považovaný za využitý sektorom E38 Zber, úprava a zneškodňovanie odpadov, a týmto spôsobom bol vložený do tabuľky použitia MFM. Tretia environmentálna kategória, emisie, obsahuje informácie o emisiách oxidu uhličitého, metánu a oxidu dusného v tonách. Údaje o ich produkcii boli získané z databázy Eurostatu „Účty emisií do ovzdušia podľa aktivity NACE Rev. 2“ a boli doplnené do tabuľky dodávok<sup>7</sup>. Celkové množstvo emisií absorbovaných životným prostredím dopĺňa tabuľku použitia (v stĺpci Životné prostredie).

Obrázok 32. Krok 2: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – prvá verzia

CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Im- port	Envi	Celk. dod.	CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Ex- port	Envi	Celk. použ.
<b>Prír. inputy</b>								<b>Prír. inputy</b>							
Komodita 1								Komodita 1							
Komodita 2	Tabuľka dodávok v tonách							Komodita 2	Tabuľka použitia v tonách						
Komodita 3	↓							Komodita 3	↓						
Komodita ...	<b>MFM tabuľka dodávok v tonách</b>							Komodita ...	<b>MFM tabuľka použitia v tonách</b>						
<b>Odpad</b>	zahŕňajúca toky medzi							<b>Odpad</b>	zahŕňajúca toky medzi						
<b>Emisie</b>	ekonomikou a životným prostredím							<b>Emisie</b>	ekonomikou a životným prostredím						
Celkom								Celkom							

Pozn.: Se. – sektor, KD – konečný dopyt, Envi – životné prostredie

Zdroj: vlastné spracovanie

### ▪ Krok 3: Bilancovanie tabuliek dodávok a použitia monitora materiálových tokov

<sup>7</sup> Agregované údaje o emisiách pre skupinu sektorov boli disagregované podľa ich podielu na ponuke tovarov danej skupiny sektorov.



MFM-TDP by mali byť vybilancované, čo znamená, že celková ponuka každej komodity sa rovná jej celkovému použitiu (odzrkadlené v rovnakom riadkovom súčte v tabuľke dodávok MFM a v tabuľke použitia MFM) a celková ponuka každého sektora reprodukuje celkové množstvo vstupov použitých týmto sektorom (odráža sa v rovnakom stĺpcovom súčte tabuľky dodávok MFM a tabuľky použitia MFM). Celková dodávka a použitie komodít vzniká ako súčet hodnôt v stĺpcoch riadku príslušnej komodity a celková ponuka a použitie sektorov vzniká ako súčet hodnôt v riadkoch stĺpca príslušného sektora.

#### a) Bilancovanie riadkov

Po uskutočnení kroku 1 a kroku 2 sa predpokladá, že tabuľka dodávok MFM poskytuje spoľahlivejšie údaje ako tabuľka použitia (pretože mnohé údaje v tabuľke dodávok boli získané z oficiálnych štatistík, zatiaľ čo množstvá v tabuľke použitia boli získané prevažne konverziou peňažných jednotiek na fyzické jednotky pomocou priemernej jednotkovej ceny komodity). Celkové dodávané množstvo komodít v tonách zo slovenskej tabuľky dodávok MFM sme preto prevzali aj do tabuľky použitia ako celková spotreba tovaru a nahradilo predchádzajúce celkové použitie. Následné bolo potrebné zabezpečiť numerickú správnosť v tabuľke použitia MFM, to znamená, že pre každú komoditu (t. j. pre každý riadok) musí súčet využitých množstiev komodity ekonomickými sektormi, konečnými spotrebiteľmi a export spolu dávať aktualizované celkové využitie. Údaje o exporte pochádzali z oficiálnych štatistík, preto boli ponechané a odpočítané od celkového využitia, čím sme dostali domáce použitie komodity. Rozdelenie domáceho využitia komodity medzi ekonomické sektory a konečných spotrebiteľov potom podliehalo úpravám tak, aby bolo dosiahnuté požadované domáce (a teda aj celkové) využitie. Toto rozdelenie sa uskutočnilo podľa podielov ekonomických sektorov a konečných spotrebiteľov na domácom použití komodity získaných z monetárnej tabuľky použitia. Ak však boli z čiastkových štatistík k dispozícii podrobnejšie údaje o použití komodít konkrétnym sektorom<sup>8</sup>, tieto údaje dominovali nad prepočtom získaným využitím konkrétnej komodity, takže podielovo bolo upravené len využitie zvyšnými sektormi (napr. predaj surového mlieka do mliekarní dostupný v špecializovanej agropotravinárskej štatistike Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra SR bol priamo zaradený k sektoru C10 „Výroba potravinárskych výrobkov“ v tabuľke použitia a zvyšné množstvo surového mlieka bolo priradené proporcionálne ostatným sektorom a konečným spotrebiteľom). Akonáhle sa celkové dodávané množstvo každého materiálu/komodity rovná jeho celkovému využitiu, všetky riadky v MFM-TDP sú vybilancované.

Obrázok 33. Krok 3a: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – druhá verzia

<sup>8</sup> Dodatkové zdroje údajov zahŕňajú databázy Národného poľnohospodárskeho a potravinárskeho centra SR, Prodcum, štatistiky a databázy Štatistického úradu SR.

CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Im- port	Envi	Celk. dod.	CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Ex- port	Envi	Celk. použ.
Prír. inputy								Prír. inputy							
Komodita 1								Komodita 1							
Komodita 2	MFM tabuľka dodávok v tonách							Komodita 2	MFM tabuľka použitia v tonách						
Komodita 3	<b>s vybilancovanými riadkami</b>							Komodita 3	<b>s vybilancovanými riadkami</b>						
Komodita ...								Komodita ...							
Odpad								Odpad							
Emisie								Emisie							
Celkom								Celkom							

Pozn.: Se. – sektor, KD – konečný dopyt, Envi – životné prostredie

Zdroj: vlastné spracovanie

#### b) Bilancovanie stĺpcov

Keď sú riadky MFM-TDP vybilancované, celkový súčet všetkých riadkových súčtov v tabuľke dodávok a v tabuľke použitia je rovnaký, čo znamená, že celkové množstvo všetkých dodaných komodít sa rovná celkovému množstvu všetkých spotrebovaných komodít. Tento celkový súčet tiež predstavuje súčet všetkých stĺpcových súčtov v oboch tabuľkách, čo naznačuje, že celkové množstvo výstupov všetkých sektorov je rovnaké ako celkové množstvo vstupov použitých všetkými sektormi. V tomto štádiu zostavovania MFM-TDP však individuálne stĺpce nemusia mať v oboch tabuľkách rovnaký súčet, t. j. dodávky určitého sektora sa nemusia rovnať využitiu tohto sektora. Dodatočné zdroje údajov môžu pomôcť vyriešiť tento problém. Keďže však za Slovensko neboli k dispozícii žiadne relevantné dodatočné údaje, do slovenských MFM-TDP bola pridaná bilančná položka (nový riadok). Účel bilančnej položky je dvojaký. Na jednej strane slúži na matematické zosúladienie dodávok a využitia každého sektora prostredníctvom navýšenia stĺpcového súčtu v príslušnej tabuľke (odrážajúc myšlienku, že všetky vstupy do sektora sú transformované a dodané v nejakej forme, takže použitie sa rovná dodávke sektora). Na druhej strane bilančná položka slúži na vykrytie nepresností v údajoch a na vytvorenie priestoru pre toky, ktoré nie sú explicitne zachytené v MFM-TDP (napríklad pridávanie/strata vody počas výroby). V konečnej fáze zostavovania MFM sa množstvo celkovo dodávané každým sektorom rovná celkovému využitiu sektora a všetky stĺpce v MFM-TDP sú vybilancované.

Alternatívnym spôsobom bilancovania tabuliek dodávok a použitia MFM je použitie bilancovacieho softvéru (najmä ak rozdiely medzi tabuľkou dodávok a použitia nie sú veľké<sup>9</sup>). Softvér bilancuje riadky a stĺpce tabuliek súčasne. v prípade slovenských MFM-TDP nebolo použité automatické bilancovanie. Posledná verzia slovenských MFM-TDP získaná po kroku 3b) predstavuje konečné tabuľky.

<sup>9</sup> Za veľké rozdiely sú považované rozdiely väčšie ako 10 percent z dodávky komodity a väčšie ako 10 000 ton pre komodity aj sektory (MFM Handbook, 2019).

Obrázok 34. Krok 3b: Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov – tretia verzia

CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Im- port	Envi	Celk. dod.	CPA / NACE	Se. 1	Se. 2	Se. ...	KD	Ex- port	Envi	Celk. použ.
Prír. inputy								Prír. inputy							
Komodita 1								Komodita 1							
Komodita 2	MFM tabuľka dodávok v tonách							Komodita 2	MFM tabuľka použitia v tonách						
Komodita 3	s vybilancovanými riadkami							Komodita 3	s vybilancovanými riadkami						
Komodita ...	<b>a s vybilancovanými stĺpcami</b>							Komodita ...	<b>a s vybilancovanými stĺpcami</b>						
Odpad								Odpad							
Emisie								Emisie							
<b>Bil. položka</b>								<b>Bil. položka</b>							
<b>Celkom</b>								<b>Celkom</b>							

Pozn.: Se. – sektor, KD – konečný dopyt, Envi – životné prostredie

Zdroj: vlastné spracovanie

## 5.2 Monitor materiálových tokov pre SR

Monitor materiálových tokov umožňuje sledovať toky materiálov/komodít v ekonomike a medzi ekonomikou a životným prostredím. Keďže východiskovým základným zdrojom údajov pre jeho zostavenie sú monetárne tabuľky dodávok a použitia, jeho štruktúra je priamo naviazaná na štruktúru a úroveň detailu zachytenú v TDP. Slovenské TDP využité pre túto prácu obsahovali 145 materiálov/komodít, ktoré je možné sledovať v kvantitatívnom vyjadrení v monitore materiálových tokov, a 88 sektorov, do ktorých je rozčlenená ekonomika. Tabuľky dodávok a použitia monitoru materiálových tokov boli doplnené o prepojenie na životné prostredie prostredníctvom prírodných inputov, odpadov a emisií. Získané výsledky sú z priestorových dôvodov prezentované v agregovanej forme v tabuľke 25 a 26, podrobné MFM-TDP sú k dispozícii od autorov.

Tabuľka 24. Tabuľka dodávok monitoru materiálových tokov SR, tis. ton, 2015

CPA / NACE	A Poľnoh., lesníctvo, rybolov	B Ťažba a dobýv.	C Priemy- selná výroba	D Dodávka elektriny, plynu, pary	E Dodávka vody, odpadové hosp.	F-U Ostatné sektory (služby)	Kon. dopyt	Import	Envi	Celk. dodávky
Prír. inputy	0	0	0	0	0	0	0	0	58 748	58 748
A01 Produkty poľnohosp.	13 776	0	0	0	0	0	0	1 088	0	14 864
A02 Produkty lesníctva	7 276	0	0	0	0	0	0	405	0	7 681
A03 Produkty rybárstva	3	0	0	0	0	0	0	3	0	6
B05-09 Produkty ťažby a dobývania	0	38 981	0	0	0	0	0	19 654	0	58 635
C10-12 Potraviny, nápoje, tabak	344	0	3 253	18	1	291	0	2 726	0	6 633
C13-33 Priemyselné výroby	53	43	43 702	18	12	1 956	0	18 743	0	64 526
Odpad	681	303	3 030	751	973	2 186	1 811	306	0	10 041
Emisie	279	78	15 581	5 546	138	6 923	6 127	0	0	34 672
Bil. položka	8 086	2 911	8 532	0	5 365	26 230	0	0	0	51 124
Celkom	30 500	42 316	74 097	6 333	6 489	37 586	7 939	42 924	58 748	306 931

Zdroj: vlastné výpočty

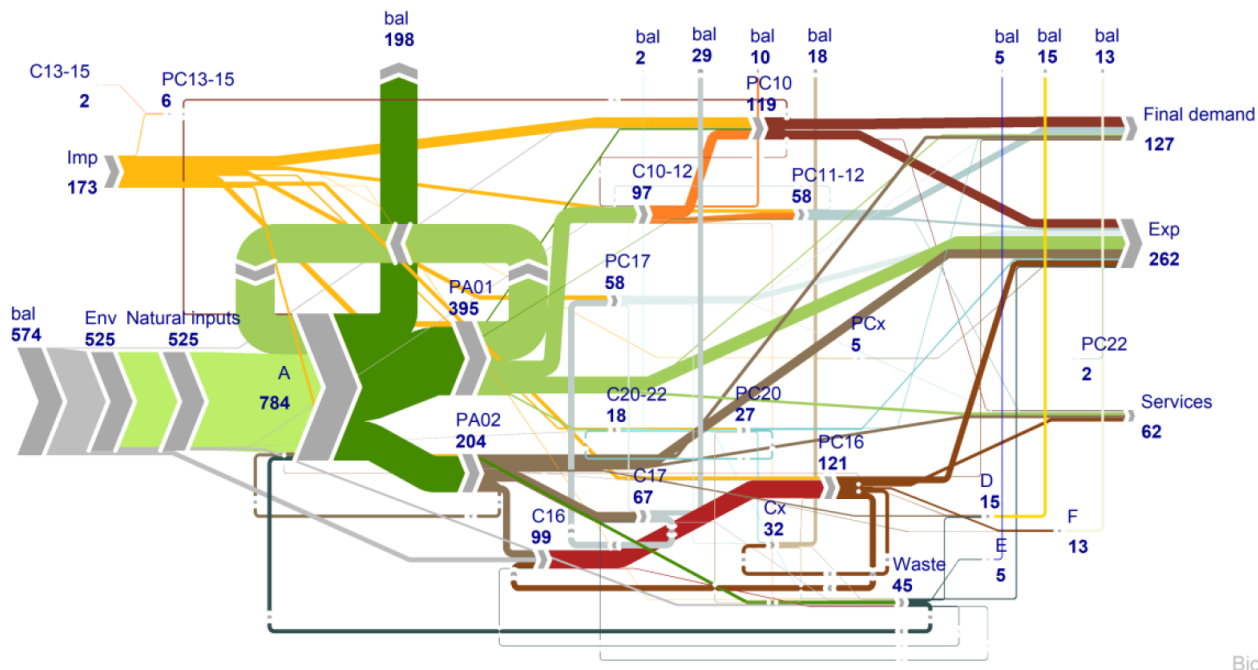
Tabuľka 25. Tabuľka použitia monitoru materiálových tokov SR, tis. ton, 2015

CPA / NACE	A Poľnoh., lesníctvo, rybolov	B Ťažba	C Priemy- selná výroba	D Dodávka elektriny, plynu, pary	E Dodávka vody, odpadové hosp.	F-U Ostatné sektory (služby)	Kon. dopyt	Export	Envi	Celk. použitie
Prír. inputy	19 767	38 981	0	0	0	0	0	0	0	58 748
A01 Produkty poľnohosp.	7 870	0	3 574	17	6	555	248	2 593	0	14 864
A02 Produkty lesníctva	657	24	3 508	309	0	685	692	1 805	0	7 681
A03 Produkty rybárstva	0	0	3	0	0	1	1	1	0	6
B05-09 Produkty ťažby a dobývania	207	3 212	24 269	3 688	284	22 228	1 304	3 442	0	58 635
C10-12 Potraviny, nápoje, tabak	306	0	317	0	0	291	3 397	2 322	0	6 633
C13-33 Priemyselné výroby	863	98	26 200	245	95	9 578	3 890	23 557	0	64 526
Odpad	829	0	1 073	435	5 972	818	0	914	0	10 041
Emisie	0	0	0	0	0	0	0	0	34 672	34 672
Bil. položka	1	0	15 154	1 639	131	3 429	30 772	0	0	51 124
Celkom	30 500	42 316	74 097	6 333	6 489	37 586	40 305	34 634	34 672	306 931

Zdroj: vlastné výpočty

Pre poskytnutie obrazu o biohospodárstve sú dôležité prioritne toky jedného druhu materiálu/ komodity, a to toky biomasy. Tieto môžu byť identifikované pomocou MFM-TDP alebo môžu byť vizualizované pomocou tzv. Sankey diagramov. Sankey diagramy zobrazujú pôvod biomasy, jej využitie v domácej ekonomike jednotlivými sektormi a konečnými spotrebiteľmi a tiež množstvo vývozu. Sankey diagram pre toky biomasy na Slovensku nadväzujúci na MFM-TDP je zobrazený na obrázku 35.

Obrázok 35. Sankey diagram SR pre toky biomasy, tis. ton, 2015



Pozn.: A – Poľnohospodárstvo, lesníctvo a rybolov (A01 – poľnohospodárstvo, A02 – lesníctvo, A03 – rybolov), C10-12 – Výroba potravín, nápojov, tabaku (C10 – výroba potravín, C11-12 – výroba nápojov a tabaku), C13-15 – Výroba textilu, odevov, kože, C16 – Spracovanie dreva a výroba výrobkov z dreva okrem nábytku, C17 – Výroba papiera a papierových výrobkov, C20-22 – Výroba chemikálií, farmaceutických výrobkov, gummy a plastov (C20 – výroba chemikálií, C21 – výroba farmaceutických výrobkov a prípravkov, C22 – výroba gummy a plastov a výrobkov), Cx – ostatné priemyselné odvetvia (C23-C33), D – Dodávka elektriny, plynu, pary a studeného vzduchu, E – Dodávka vody, čistenie odpadových vôd, služby odstraňovania odpadov, F – Stavebníctvo, Services – služby, Final demand – konečný dopyt, Imp – import, Exp – export, Env – životné prostredie, Natural inputs – prírodné inputy, Waste – odpad, bal – bilančná položka

Zdroj: vlastné spracovanie

Na Slovensku bola väčšina biomasy domáceho pôvodu (rok 2015). Prirodzene, jej producentami boli najmä poľnohospodárstvo a lesníctvo. Medzi najväčších užívateľov biomasy patrili okrem týchto dvoch odvetví ešte potravinársky sektor a v menšej miere iné priemyselné sektory. Spomedzi priemyselných sektorov tradičnými používateľmi biomasy je výroba papiera, drevených výrobkov alebo textilu, ale aj

sektory, v ktorých biomasa (alebo biologické odpady) môže dopĺňať alebo nahrádzať nerastné, fosílné zdroje, hoci tu smerovali len malé množstvá z celkovej ponuky biomasy, a to napríklad chemický priemysel, výroba energie či stavebníctvo.

Monitor materiálových tokov umožňuje odhaliť fyzické toky v ekonomike. Táto kapitola prezentuje podľa našich vedomostí prvú štúdiu prezentujúcu monitor materiálových tokov pre Slovensko. Jeho zostavenie vyžaduje veľké množstvo podkladových údajov a naráža na limitácie dané dostupnosťou, štruktúrou a metodikou zberu týchto údajov ako aj predpokladmi prijatými pri jeho tvorbe. Naviac dosiahnutie vybilancovaných tabuliek MFM-TDP bolo možné len s doplnením formálneho bilančného riadku. Spolupráca so Štatistickým úradom SR aj spolupráca medzi štatistickými úradmi jednotlivých krajín bude preto nevyhnutá, pokiaľ by sa tento nástroj používal na monitorovanie biohospodárstva alebo na monitorovanie materiálových tokov vo všeobecnosti. MFM rozvíja štatistický úrad Holandska (Delahaye – Tunn – Tukker, 2022), ktorý navyše ukazuje ako môže byť monitor materiálových tokov použitý na zostavenie vybraných ukazovateľov biohospodárstva a obehového hospodárstva. Zobrazenie monitoru materiálových tokov prostredníctvom Sankey diagramov môže slúžiť ako zdroj informácií pre tvorcov politik. Pokiaľ by boli zostavené za viaceré roky (naša štúdia pre SR zachytáva rok 2015), tak by ilustrovali dynamiku vývoja tokov biomasy a umožnili by posúdiť zmeny v ponuke a dopyte týkajúce sa jednotlivých súčastí ekonomiky.

## Záver

Biohospodárstvo je hospodárstvo založené na obnoviteľných biologických zdrojoch. Zahŕňa primárnu produkciu biologických zdrojov a všetky ekonomické sektory, ktoré tieto zdroje využívajú na výrobu potravín, krmív, produktov s biologickou bázou, energie alebo na poskytovanie služieb vrátane ekosystémových služieb.

Potravinový odpad tvorí len relatívne malé percento z celkového množstva potravín vyrobených v prvovýrobe v rámci každej kategórie. V prípade rastlinných produktov sú najčastejšími príčinami potravinového odpadu poškodenie škodcami a chorobami, zatiaľ čo u živočíšnych produktov je to chorobnosť a úmrtnosť zvierat počas prepravy na bitúnok. V niektorých prípadoch, ako sú obilniny a mliečne výrobky, sa potravinový odpad najčastejšie využíva ako krmivo pre zvieratá. Odpad z prvovýroby sa tiež využíva pri výrobe bioplynu a vo farmaceutickom priemysle, prípadne sa ukladá na skládku. Pri porovnávaní údajov za jednotlivé krajiny a kategórie stále existujú určité problémy, najmä z dôvodu rozdielnych definícií odpadov a rozdielnych metodických prístupov v rámci národnej štatistiky odpadového hospodárstva s konkrétnym odvetvím.

Dopyt po bioplastoch rastie, avšak ich súčasný podiel na trhu je menej ako 1%. Ich príkladom sú baliace fólie na biologickom základe. Pochopenie relatívneho vplyvu jednotlivých faktorov na minimálnu predajnú cenu produktu je kľúčové a pomáha investorom zvažujúcim výstavbu nového výrobného závodu alebo politikom, ktorí diskutujú o podpore nového odvetvia priemyslu. Produkciu bioplastov zvyčajne bránia vysoké kapitálové a výrobné náklady. Existuje kompromis medzi znižovaním nákladov na dopravu a šetrením fixných nákladov ako kľúčového prvku organizácie výroby biorafinérie. Výskum ukazuje, že spotrebitelia sú ochotní platiť vyššie ceny za obaly vnímané ako udržateľné.

Nové zelené politiky EÚ zastrešuje Európska zelená dohoda, ktorá sa odráža aj v politikách pre špecifické oblasti. Do Spoločnej poľnohospodárskej politiky EÚ (SPP) sa EZD pretavila prostredníctvom stratégie Z farmy na stôl, ktorá má za cieľ podporiť lokálnu produkciu, a tiež reflektuje na Stratégiu biodiverzity zameranú na ochranu fauny a flóry. SPP EÚ má v programovom období 2023-2027 ambície pretransformovať poľnohospodárstvo na dlhodobu udržateľnú a minimalizovať negatívne vplyvy na biodiverzitu, klímu a životné podmienky zvierat. Slovenský Strategický plán SPP počas rokov 2023-2027 prispeje k dosiahnutiu cieľov EZD stanovených v Stratégii z farmy na stôl a v Stratégii biodiverzity EÚ do roku 2030. Na environmentálne výdavky bude vynaložených 27,4% rozpočtu priamych platieb a 47,4% rozpočtu II. piliera. V súčasnosti Slovensko nevybočuje v parametroch environmentálnej udržateľnosti poľnohospodárstva v rámci európskeho priestoru, čo dokazujú hodnoty kontextových ukazovateľov, ktoré sú zamerané na ekologické poľnohospodárstvo, používanie pesticídov a ich riziká, emisie zo živočíšnej výroby a iné.



Poľnohospodárstvo a lesné hospodárstvo sú silne závislé od klimatických podmienok a ich stability. Zmena klímy a jej riešenie je preto pre tieto odvetvia kľúčovou otázkou. Redukcia emisií o 55% oproti roku 1990 do roku 2030 predstavuje čiastkový krok smerom ku konečnému cieľu uhlíkovej neutrality do roku 2050. Nový cieľ 55% zvyšuje ambície v porovnaní s pôvodným cieľom 40% z roku 2014. Fit for 55 je balík nástrojov Európskej komisie, ktoré majú zabezpečiť plnenie revidovaného ambicióznejšieho cieľa redukcie emisií do roku 2030. Využívanie pôdy, zmena vo využívaní pôdy a lesníctvo (LULUCF) dokáže ako jediný sektor znižovať celkové emisie skleníkových plynov prostredníctvom ukladania atmosférického CO<sub>2</sub> vo vegetácii a v pôde. Lesy na Slovensku zabezpečujú viac ako 2/3 záchyty CO<sub>2</sub>. Potenciál pre znižovanie emisií v poľnohospodárstve existuje. Vzhľadom na rôznorodosť zdrojov emisií však bude potrebné riešiť každý zdroj individuálne. Podiel emisií z poľnohospodárstva na celkových emisiách je v SR nižší než je priemer EÚ.

Monitorovanie biohospodárstva je komplexný problém a jeho súčasťou je monitor tokov a využitia biologických zdrojov (biomasy). Koncept monitorovania materiálových tokov vyvinul Štatistický úrad Holandska. Zobrazuje fyzické materiálové toky (v tonách materiálov/komodít) v rámci ekonomiky, ich dovozy a vývozy a toky medzi ekonomikou a životným prostredím. Umožňuje sledovať všetky najdôležitejšie materiály v ekonomike, počnúc ich ťažbou zo životného prostredia, cez ich dodávky, spracovanie a využitie hospodárskymi sektormi a konečnými spotrebiteľmi až po nakladanie s odpadmi. V monografii aplikujeme koncept monitorovania materiálových tokov na podmienky Slovenskej republiky a prezentujeme monitor materiálových tokov. Ide podľa našich vedomostí o prvú takúto štúdiu.

## Referencie

- Abelha, P. a Kiel, J. (2020) Techno-economic assessment of biomass upgrading by washing and torrefaction. *Biomass & Bioenergy*. 142: 105751. DOI: 10.1016/j.biombioe.2020.105751
- Arrieta, M.P., a kol. (2015) Bionanocomposite films based on plasticized PLA-PHB/cellulose nanocrystal blends. *Carbohydr. Polym.* 121, 265–275. DOI: 10.1016/j.carbpol.2014.12.056
- Asgher, M., a kol. (2020) Bio-based active food packaging materials: sustainable alternative to conventional petrochemical-based packaging materials. *Food Res. Int.* 137 (Jún). DOI: 10.1016/j.foodres.2020.109625.
- Baker, D., a kol. (2009) What a waste. An analysis of household expenditure on food. Australia Institute. Policy Brief No. 6. November 2009
- Bareille, N., a kol. (2015) Les pertes alimentaires en filière laitière. (Food losses in the dairy sector). *Innovations Agronomiques*, 48, 2015, pp.143-160. DOI: 10.15454/1.4622711884167021E12. In French.
- Basher, S., a kol. (2013) Understanding challenges to food security in dry Arab micro-states: evidence from Qatari micro-data. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*. *Journal of Agricultural and Food Industrial Organization*, 11, 2013, pp. 1–19. DOI: 10.1515/jafio-2012-0012.
- Bassani, A., a kol. (2020) Implementation of auto-hydrolysis process for the recovery of antioxidants and cellulose from wheat straw. *Applied Sciences (Switzerland)* 10 (17). DOI: <https://doi.org/10.3390/app10176112>
- Battegazzore, a kol. (2014) Poly(lactic acid)-based composites containing natural fillers: thermal, mechanical and barrier properties. *J. Polym. Environ.* 22 (1), 88–98. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10924-013-0616-9>
- BBI JU (2022) Development of new Competitive and Sustainable Bio-Based Plastics. [cit. 2021-04-20] Dostupné na: <http://www.bbeu.org/pilotplant/newpack/>
- Beretta, C., a kol. (2013) Quantifying food losses and the potential for reduction in Switzerland. *Waste Management*, 33, 2013, pp. 764-773. DOI: 10.1016/j.wasman.2012.11.007
- Bernhofer, V. (2009) Financial Evaluation of Food Waste. Wien: Universität für Bodenkultur Department für Wasser, Atmosphäre und Umwelt Institut für Abfallwirtschaft.
- Birch, P. R. J., a kol. (2012). Crops that feed the world 8: Potato: Are the trends of increased global production sustainable? In *Food Security (Vol. 4, Issue 4)*. DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>
- Bondancia, T. J. a kol. (2020) Production of Nanocellulose Using Citric Acid in a Biorefinery Concept: Effect of the Hydrolysis Reaction Time and Techno-Economic Analysis. *Industrial and Engineering Chemistry Research* 59(25): 11505–11516. DOI: 10.1021/acs.iecr.0c01359
- Borum A., a kol. (2018) Food waste in the danish primary Production and food industries. Aarhus University. ISBN: 978-87-93787-17-9
- Caldeira, C., a kol. (2019) Quantification of food waste per product group along the food supply chain in the European Union: a mass flow analysis. *Resources, Conservation and Recycling*, 149, 2019, pp. 479-488. DOI: 10.1016/j.resconrec.2019.06.011
- Caldeira, C., a kol. (2021) Grown and thrown: Exploring approaches to estimate food waste in EU countries. *Resources, Conservation and Recycling* 168, 105426. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105426>

- Campos, H., a Ortiz, O. (2019). The potato crop: Its agricultural, nutritional and social contribution to humankind. In *The Potato Crop: Its Agricultural, Nutritional and Social Contribution to Humankind*. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-28683-5>
- Carolis, C. De (2021) 'Life Cycle Assessment', in *Biobased Products from Food Sector Waste*. Springer International Publishing, pp. 365–377
- CEU (2020) Food losses and food waste: assessment of progress made in implementing the Council conclusions adopted on 28 June 2016, Council on the European Union, 9 November 2020
- CIEL (2019) Plastic & Health: The hidden costs of a plastic planet; Center for International Environmental Law Technical Report. [cit. 2021-04-20] Dostupné na: <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf>
- Commission Delegated Decision (EU) (2019) 2019/1597 of 3 May 2019 Supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as Regards a Common Methodology and Minimum Quality Requirements for the Uniform Measurement of Levels of Food Waste. Official Journal of the European Communities, 2019, L248, pp. 77-85. Dostupné na: [http://data.europa.eu/eli/dec\\_del/2019/1597/oj](http://data.europa.eu/eli/dec_del/2019/1597/oj)
- Conrad, Z., a kol. (2018) Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability. *PLoS ONE*, 13 (4), e0195405. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195405>
- CORDIS (2020) Public Final Report. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://cordis.europa.eu/project/id/792261/results>
- CORDIS. 2020. Public final report. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://cordis.europa.eu/project/id/792261/results>
- Corrado, S. a Sala, S. (2018) Food waste accounting along global and European food supply chains: state of the art and outlook. *Waste Management*, 79, 120-131. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.07.032>
- Cristóbal, J. a kol. (2018) Techno-economic and profitability analysis of food waste biorefineries at European level, *Bioresource Technology* 259 (Január): 244–252. DOI: 10.1016/j.biortech.2018.03.016
- Dávila, J. A., a kol. (2016) A biorefinery approach for the production of xylitol, ethanol and polyhydroxybutyrate from brewer's spent grain. *AIMS Agriculture and Food* 1(1): 52–66. DOI: 10.3934/agrfood.2016.1.52
- de Assis, C. A. a kol. (2017) Conversion Economics of Forest Biomaterials: Risk and Financial Analysis of CNC Manufacturing. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 11(4): 682–700. DOI: 10.1002/bbb.1782.
- De Carolis, C. (2021) 'Life Cycle Assessment', in *Biobased Products from Food Sector Waste*. Springer International Publishing, pp. 365–377
- Delahaye, R.T., a kol. (2022) Developing a Material Flow Monitor for the Netherlands from National Statistical Data. In: *Journal of Industrial Ecology*, 1–15, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1111/jiec.13365>
- Diep, N. Q. a kol. (2012) Comparison of the potential for ethanol production from rice straw in Vietnam and Japan via techno-economic evaluation," *International Energy Journal* 13(3): 113–122
- Dilkes-Hoffman, L. S. a kol. (2018) Environmental impact of biodegradable food packaging when considering food waste, *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 180, pp. 325–334. DOI: 10.1016/j.jclepro.2018.01.169
- Dilkes-Hoffman, L.S., a kol. (2018) Environmental Impact of Biodegradable Food Packaging When Considering Food Waste. *Journal of Cleaner Production*. vol. 180. Elsevier Ltd. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.169>

Dornburg, V. a kol. (2006) Economics and GHG emission reduction of a PLA bio-refinery system - Combining bottom-up analysis with price elasticity effects, *Resources, Conservation and Recycling*, 46(4), pp. 377–409. DOI: 10.1016/j.resconrec.2005.08.006

Duse, A. a kol. (2013) Farming practices in Sweden related to feeding milk and colostrum from cows treated with antimicrobials to dairy calves. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 55. DOI: 10.1186/1751-0147-55-49

Dziedzic, S. Z. a Kearsley, M. W. (1995) The technology of starch production. In *Handbook of starch hydrolysis products and their derivatives* (pp. 1–25). Springer. Ellen MacArthur Foundation. 2016. *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics*. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: [http://www.alternativasostenibile.it/sites/default/files/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www.alternativasostenibile.it/sites/default/files/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)

EllenMacArthur Foundation (2016) *The New Plastics Economy: Rethinking the Future of Plastics*. [cit. 2023-04-02] Dostupné na: [http://www.alternativasostenibile.it/sites/default/files/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www.alternativasostenibile.it/sites/default/files/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)

Enviroportal (2017) *Správa o stave životného prostredia Slovenskej republiky v roku 2017*, MŽP SR. [cit. 2023-04-02] Dostupné na: <https://www.enviroportal.sk/spravy/detail/8142>

European Bioplastics (2020) *Bioplastics Market Development Update 2019*. [cit. 2022-05-07] Dostupné na: [https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2019/11/Report\\_Bioplastics-Market-Data\\_2019\\_short\\_version.pdf](https://www.european-bioplastics.org/wp-content/uploads/2019/11/Report_Bioplastics-Market-Data_2019_short_version.pdf)

European Environment Agency (2021) *Greenhouse gas emission projections for 8 European countries*. [cit. 2022-05-07] Dostupné na: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/greenhouse-gas-emission-projections-for-8>

European Environment Agency (2021) *National emissions reported to the UNFCCC and to the EU Greenhouse Gas Monitoring Mechanism*. [cit. 2022-05-07] Dostupné na: <https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/national-emissions-reported-to-the-unfccc-and-to-the-eu-greenhouse-gas-monitoring-mechanism-17>

Európska komisia (2014) *Guide to Cost-Benefit Analysis of Investment Projects*. [cit. 2022-09-12] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/cba\\_guide\\_cohesion\\_policy.pdf](https://ec.europa.eu/inea/sites/inea/files/cba_guide_cohesion_policy.pdf)

Európska komisia (2016) *Report from the Commission to the European Parliament and the Council on statistics compiled pursuant to Regulation (EC) No 2150/2002 on waste statistics and their quality*.

Európska komisia (2018) *a Sustainable Bioeconomy for Europe: Strengthening the Connection between Economy, Society and the Environment: Updated Bioeconomy Strategy (Udržateľné biohospodárstvo pre Európu: ako lepšie prepojiť hospodárstvo, spoločnosť a životné prostredie: aktualizovaná stratégia pre biohospodárstvo)*. Dostupné na: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/edace3e3-e189-11e8-b690-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-149755478>

Európska komisia (2019) *Commission Delegated Decision (EU) 2019/1597 of 3. May 2019 supplementing Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of the Council as regards a common methodology and minimum quality requirements for the uniform measurement of levels of food waste*. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A32019D1597>

Európska komisia (2020a) *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions a Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system*. European Commission, Brussels, 381, 2020, p. 20. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0381>

Európska komisia (2020b) Farm to Fork Strategy. European Commission Publications Office of the European Union. [cit. 2021-04-08] Dostupné na: [https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f\\_action-plan\\_2020\\_strategy-info\\_en.pdf](https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-05/f2f_action-plan_2020_strategy-info_en.pdf)

Európska komisia (2020c) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions a Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system.

Európska komisia (2020d) Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions a Farm to Fork Strategy for a fair, healthy and environmentally-friendly food system. 2020. [cit. 2021-04-08] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0381>

Európska komisia (2021a) dokument 550: „Fit for 55“: plnenie cieľa EÚ v oblasti klímy do roku 2030 na ceste ku klimatickej neutralite. [cit. 2021-04-08] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/SK/TXT/?uri=CELEX%3A52021DC0550>

Európska komisia (2021b) Questions and Answers: Commission proposes first-ever EU climate law to enshrine 2050 climate neutrality target into law. [cit. 2022-11-05] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda\\_21\\_3542](https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/qanda_21_3542)

Európska komisia (2021c) EU Biodiversity Strategy for 2020. Luxembourg: Publications Office of the European Union.

Európska únia (2016) EU Platform on Food Losses and Food Waste Terms of Reference (ToR), European Commission Directorate-General for Health and Food Safety. [cit. 2022-11-05] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw\\_eu-actions\\_flw-platform\\_tor.pdf](https://ec.europa.eu/food/sites/food/files/safety/docs/fw_eu-actions_flw-platform_tor.pdf)

Európska únia (2018) Proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on the establishment of a framework to facilitate sustainable investment. [cit. 2022-12-05] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52018DC0773>

Európska únia (2018) Regulation (EU) 2018/842 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 on binding annual greenhouse gas emission reductions by Member States from 2021 to 2030 contributing to climate action to meet commitments under the Paris Agreement and amending Regulation (EU) No 525/2013. [cit. 2021-12-06] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=celex:32018R0842>

Európska únia (2021) Proposal for a REGULATION OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL establishing the framework for achieving climate neutrality and amending Regulation (EU) 2018/1999 (European Climate Law). [cit. 2021-12-06] Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=COM%3A2021%3A555%3AFIN>

Eurostat (2021a) Electricity price statistics. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics#Electricity\\_prices\\_for\\_non-household\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_non-household_consumers). (accessed September, 2021)

Eurostat (2021a) Electricity Price Statistics. [cit. 2023-01-06] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity\\_price\\_statistics#Electricity\\_prices\\_for\\_nonhousehold\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Electricity_price_statistics#Electricity_prices_for_nonhousehold_consumers)

Eurostat (2021b) Hourly Labor Cost in 2020. [cit. 2021-05-04] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Hourly\\_labour\\_costs](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Hourly_labour_costs)

Eurostat (2021b) Hourly labor cost in 2020. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Hourly\\_labour\\_costs](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Hourly_labour_costs).



- Eurostat (2021c) Natural Gas Prices for Non-household Consumers. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural\\_gas\\_price\\_statistics#Natural\\_gas\\_prices\\_for\\_non-household\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural_gas_price_statistics#Natural_gas_prices_for_non-household_consumers) (accessed September, 2021c).
- Eurostat (2021c) Natural gas prices for non-household consumers. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural\\_gas\\_price\\_statistics#Natural\\_gas\\_prices\\_for\\_non-household\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural_gas_price_statistics#Natural_gas_prices_for_non-household_consumers). (accessed September, 2021)
- Eurostat (2021d) Crop Production in EU Standard Humidity. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural\\_gas\\_price\\_statistics#Natural\\_gas\\_prices\\_for\\_non-household\\_consumers](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Natural_gas_price_statistics#Natural_gas_prices_for_non-household_consumers).
- Eurostat (2021d) Crop production in EU standard humidity. Dostupné na: [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/APRO\\_CPSH1\\_\\_custom\\_1308009/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/APRO_CPSH1__custom_1308009/default/table?lang=en). (accessed September, 2021)
- Eurostat (2022) Generation of waste by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity (env\_wasgen).
- Exchange Rate (2021) British Pound to Euro Spot Exchange Rates for 2019. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://www.exchangerates.org.uk/GBP-EUR-spot-exchange-rates-history-2019.html>.
- FAO (2013) Food Wastage Footprint: Impacts on natural resources: summary report. FAO, Rome, 2013, p. 61. ISBN 978-92-5-107752-8
- FAO (2014) Definitional framework of food loss. Working paper. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dostupné na: <https://www.fao.org/3/at144e/at144e.pdf>
- FAO (2015) Global Initiative on food loss and waste reduction. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Dostupné na: <https://www.fao.org/3/i4068e/i4068e.pdf>
- FAO (2021) Food Loss and Food Waste. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Dostupné na: <https://www.fao.org/nutrition/capacity-development/food-loss-and-waste/en/>
- Fernandez-Bayo, J.D., a kol. (2018) Comparison of thermophilic anaerobic and aerobic treatment processes for stabilization of green and food wastes and production of soil amendments. *Waste Management*, 77, 555-564. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.05.006>
- Fernández-Rodríguez, J. a kol. (2021) Techno-economic analysis of different integrated biorefinery scenarios using lignocellulosic waste streams as source for phenolic alcohols production. *Journal of Cleaner Production* 285. DOI: [10.1016/j.jclepro.2020.124829](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124829).
- Filho, W. L. a kol. (2021) COVID-19 and waste production in households: A trend analysis. *Science of the Total Environment* 777. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145997>
- Garre, A., a kol. (2020) Application of Machine Learning to support production planning of a food industry in the context of waste generation under uncertainty. *Operations Research Perspectives*, 7, 100147. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.orp.2020.100147>
- Gerrard, A.M. (2000) Guide to capital cost estimating. IChemE, United Kingdom. ISBN: 0852953992
- Golberg, A., a kol. (2021) Hybrid solar-seaweed biorefinery for co-production of biochemicals, biofuels, electricity, and water: Thermodynamics, life cycle assessment, and cost-benefit analysis, *Energy Conversion and Management* 246: 114679. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2021.114679>
- Gupta, A., a Verma, J. P. (2015) Sustainable bio-ethanol production from agro-residues: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 550–567. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.032>

- Gustavsson, J. a kol. (2011) *Global Food Losses and Food Waste*. FAO, Rome, Italy: Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2011. ISBN 978-92-5-107205-9
- Gustavsson, J. a kol. (2013) *The methodology of the FAO study: "Global Food Losses and Food Waste - extent, causes and prevention-* FAO, 2011. SIK, Göteborg, 857, 2013, p. 70. [cit. 2022-08-04] Dostupné na: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:944159/FULLTEXT01.pdf>
- Gustavsson, J. a kol. (2011) *Global Food Losses and Food Waste*. FAO, Rome, Italy. Food and Agriculture Organization of the United Nations. ISBN 978-92-5-107205-9
- Hafner, G. a kol. (2012) *Determination of discarded food and proposals for a minimization of food wastage in Germany*. University Stuttgart Institute for Sanitary Engineering, Water Quality and Solid Waste Management. DOI:10.13140/RG.2.2.26975.64160
- Halonen, N. a kol. (2020) *Bio-based smart materials for food packaging and sensors—a review*. *Frontiers in Materials* 7: 82
- Hartikainen, H. a kol. (2018) *Food waste quantification in primary production – the Nordic countries as a case study*. *Waste Management*, 71, 2018, pp. 502-51. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.10.026.
- Hatti-Kaul, R., J. a kol. (2020) *Designing Biobased Recyclable Polymers for Plastics*, *Trends in Biotechnology* 38(1): 50–67. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tibtech.2019.04.011>
- Heck, S., a kol. (2014) *Resource revolution: how to capture the biggest business opportunity in a century*. McKinsey & Company. ISBN-10: 1477801197
- Herold, A., a kol. (2021) *Background paper: LULUCF Regulation 2030 Climate target*. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: [https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/233827/Background\\_paper\\_LULUCF\\_Regulation\\_2030\\_Climate\\_target.pdf](https://www.europarl.europa.eu/cmsdata/233827/Background_paper_LULUCF_Regulation_2030_Climate_target.pdf)
- Hickenbottom, K. L. a kol. (2017) *Techno-economic assessment of a closed-loop osmotic heat engine*. *Journal of Membrane Science* 535(February): 178–187. DOI: 10.1016/j.memsci.2017.04.034.
- Horos, I.K. a Ruppenthal, T. (2021) *Avoidance of food waste from a grocery retail store owner's perspective*. *Sustainability*, 13, 1-22. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13020550>
- Hospido, A. a Sonesson, U. (2005) *The environmental impact of mastitis: a case study of dairy herds*. *Science of The Total Environment*, 343, 2005, pp. 71–82. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2004.10.006
- Huber-Humer M. (2022) *Food Waste – A Problem of Highly Developed Countries? How to Reduce Respectively Treat – A Comparison Between Austria and Japan*. *Bioeconomics - 25*. Japanese-German Symposium, Berlin, Germany, 20.05.2022. In: Japan Society for the Promotion of Science and Deutsche Gesellschaft der JSPS-Stipendiaten e.V.
- Huber-Humer, M. a kol. (2017) *Selected material stocks and flows: food waste*. CEC4Europe Circular Economy Coalition for Europe. University of Natural Resources and Life Sciences BOKU Vienna. Chapter 3.9 Food waste. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: [https://www.cec4europe.eu/wp-content/uploads/2022/01/Chapter\\_3\\_8\\_Huber-Humer\\_et\\_al\\_food\\_waste.pdf](https://www.cec4europe.eu/wp-content/uploads/2022/01/Chapter_3_8_Huber-Humer_et_al_food_waste.pdf)
- Ioannidou, S. M. a kol. (2022) *Techno-economic risk assessment, life cycle analysis and life cycle costing for poly (butylene succinate) and poly (lactic acid) production using renewable resources*. *Science of the Total Environment*, 806. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2021.150594
- Jenkins, S. (2020) *Chemical Engineering Plant Cost Index*. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://www.chemengonline.com/2019-chemical-engineering-plant-cost-index-annual-average/>. (accessed September, 2021)
- Joensuu, K., a kol. (2021) *Developing the collection of statistical food waste data on the primary production of fruit and vegetables*. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 2021, pp. 24618–24627. DOI: 10.1007/s11356-020-09908-5



- Johnson, L.K. a kol. (2019) Farmer harvest decisions and vegetable loss in primary production. *Agricultural Systems*, 176, 2019, 102672. DOI: 10.1016/j.agsy.2019.102672
- Jones, T. (2005) Using Contemporary Archaeology and Applied Anthropology to Understand Food Loss in the American Food System. Bureau of Applied Research in Anthropology, University of Arizona, Tucson
- Kakadellis, S. a Harris, Z. M. (2020) Don't scrap the waste: The need for broader system boundaries in bioplastic food packaging life-cycle assessment – A critical review', *Journal of Cleaner Production*. Elsevier Ltd, 274, p. 122831. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122831
- Kalinichenko, A. a kol. (2016) Evaluation of biogas production and usage potential. *Ecological Chemistry and Engineering S*, 23 (3), 387-400. DOI: <https://doi.org/10.1515/eces-2016-0027>
- Kantor, L. a kol. (1997) Estimating and addressing America's food losses. *Food Review*, 1264 (202), 2-12. DOI: 10.22004/ag.econ.234453
- Katajajuuri, J. M. a kol. (2014) Food waste in the Finnish food chain. *Journal of Clean Production*, 75, 322-329. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2013.12.057>
- Kim, H. a kol. (2020) Sustainable Production of Bioplastics from Lignocellulosic Biomass: Technoeconomic Analysis and Life-Cycle Assessment," *ACS Sustainable Chemistry and Engineering* 8(33): 12419–12429. DOI: 10.1021/acssuschemeng.0c02872
- Knoema (2021) Euro Area Inflation Forecast 2019-2024 and up to 2060. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://knoema.com/zobdrl/euro-area-inflation-forecast-2019-2024-and-up-to-2060-data-and-charts>.
- Koivupuro, H. a kol. (2012) Influence of socio-demographical, behavioural and attitudinal factors on the amount of avoidable food waste generated in Finnish households. *International Journal of Consumer Studies*, 36 (2), 183-191. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1470-6431.2011.01080.x>
- Koller, M. a kol. (2013) Polyhydroxyalkanoates: Biodegradable polymers and plastics from renewable resources," *Materials and Technology*. 47(1): 5–12.
- Kowalska, A. (2011) Recruiting and using agricultural biogas. *TEKA Commission of Motorization and Power Industry in Agriculture*, 11c, 118-125. ISSN 1641-7739
- Kwan, T. H. a kol. (2015) Techno-economic analysis of a food waste valorization process via microalgae cultivation and co-production of plasticizer, lactic acid and animal feed from algal biomass and food waste," *Bioresource Technology* 198(2015): 292–299. DOI: 10.1016/j.biortech.2015.09.003.
- Law Technical Report. Dostupné na: <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2019/05/Plastic-and-Climate-FINAL-2019.pdf> (accessed September, 2021).
- Lazorčáková, E. a Rajčániová, M. (2022). *Biohospodárstvo a prechod Slovenska k biohospodárstvu*. Nitra: SPU, 2022. ISBN 978-80-552-2563-0.
- Lebersorger, S. a Schneider, F. (2014) Food loss rates at the food retail, influencing factors and reasons as a basis for waste prevention measures. *Waste Management*, 34 (11), 1911-1919. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.06.013>
- Lesschen, J.P. a kol. (2011) Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. *Animal Feed Science and Technology*, 166-167, 16-28. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.anifeeds.2011.04.058>
- Levett, I. a kol. (2016) Techno-economic assessment of poly-3-hydroxybutyrate (PHB) production from methane - The case for thermophilic bioprocessing. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 4(4): 3724–3733. DOI: 10.1016/j.jece.2016.07.033

- Lopez-Arenas, T. a kol. (2017) Analysis of the fermentation strategy and its impact on the economics of the production process of PHB (polyhydroxybutyrate),” *Computers and Chemical Engineering*, 107, 140–150. DOI: 10.1016/j.compchemeng.2017.03.009.
- Lundqvist, J. a kol. (2008) Saving water: From field to fork – Curbing losses and wastage in the food chain. SIWI Policy Brief, 2008. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: [https://siwi.org/wp-content/uploads/2015/09/pb\\_from\\_filed\\_to\\_fork\\_2008.pdf](https://siwi.org/wp-content/uploads/2015/09/pb_from_filed_to_fork_2008.pdf)
- Manandhar, A. a Shah, A. (2020) Techno-Economic Analysis of Bio-Based Lactic Acid. *Processes* 199: 8.
- March, M.D. a kol. (2019) Food waste in primary production: Milk loss with mitigation potentials. *Frontiers in Nutrition*, 6, 2019, p. 173. DOI: 10.3389/fnut.2019.00173
- Marra, A. a kol. (2016) Polylactic acid/zinc oxide biocomposite films for food packaging application. *International Journal of Biological Macromolecules* 88: 254–262. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.03.039
- Massow, M., a kol. (2019) Valuing the multiple impacts of household food waste. *Frontiers in Nutrition*, 6, 143. DOI: <https://doi.org/10.3389/fnut.2019.00143>
- ME SR (2021) Waste Management Plan of the Slovak Republic 2021-2025. Ministry of Environment of the Slovak Republic. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/SK/LP/2021/118>
- Ministerstvo pôdohospodárstva a rozvoja vidieka Slovenskej republiky: LP/2018/294 Zákon o chránených oblastiach prirodzenej akumulácie vôd a o zmene a doplnení niektorých zákonov. 2022. In Slovakia. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/legislativne-procesy/-/SK/LP/2018/294/pripomienky/COO-2145-1000-3-2605867>
- Mittal S., a kol. (2018) Barriers to biogas dissemination in India: a review. *Energy Policy*, 112, 361-370. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.10.027>
- Moncada, J. (2013) Techno-economic analysis for a sugarcane biorefinery: Colombian case. *Bioresource Technology* 135: 533–543. DOI: 10.1016/j.biortech.2012.08.137
- Mullins, E. a kol. (2006) Potato in the age of biotechnology. *Trends in Plant Science*, 11(5), 254–260. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.03.002>
- Nampoothiri, K. M. a kol. (2010) An overview of the recent developments in polylactide (PLA) research. *Bioresource Technology* 101(22): 8493–8501.
- Naranjo, J. M. a kol. (2013) Valorization of glycerol through the production of biopolymers: The PHB case using *Bacillus megaterium*. *Bioresource Technology* 133: 38–44. DOI: 10.1016/j.biortech.2013.01.129.
- Naranjo, J. M., Cardona, C. A. and Higueta, J. C. 2014. “Use of residual banana for polyhydroxybutyrate (PHB) production: Case of study in an integrated biorefinery,” *Waste Management* 34(12): 2634–2640. DOI: 10.1016/j.wasman.2014.09.007.
- Nevzorova T, a Kutcherov V. (2019) Barriers to the wider implementation of biogas as a source of energy: a state-of-the-art review. *Energy Strategy Reviews*, 26, 100414. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.esr.2019.100414>.
- New Scientist. (2009). Laughing gas is biggest threat to ozone layer. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://www.newscientist.com/article/dn17698-laughing-gas-is-biggest-threat-to-ozone-layer/>
- Östergren, K., a kol. (2014) FUSIONS Definitional Framework for Food Waste – full report. FUSIONS Report.

- Papargyropoulou, E. a kol. (2014) The food waste hierarchy as a framework for the management of food surplus and food waste. *Journal of Cleaner Production*, 76, 106-115. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.04.020>
- Parfitt, J. a kol. (2010) Food waste within food supply chains: quantification and potential for change to 2050. *Philosophical transactions of the royal society B: biological sciences*, 365, 2010, pp. 3065-3081. DOI: 10.1098/rstb.2010.0126
- Patrício Silva, A. L. a kol. (2020) Rethinking and optimising plastic waste management under COVID-19 pandemic: Policy solutions based on redesign and reduction of single-use plastics and personal protective equipment. *Science of the Total Environment* 742: 140565. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140565>
- Patrício Silva, A. L. a kol. (2021) Increased plastic pollution due to COVID-19 pandemic: Challenges and recommendations. In *Chemical Engineering Journal* (Vol. 405, p. 126683). Elsevier BV. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2020.126683>
- Pazera, A. a kol. (2015) Biogas in Europe: Food and Beverage (FAB) Waste Potential for Biogas Production. *Energy Fuels*, 29 (7), 4011-4021. DOI: <https://doi.org/10.1021/ef502812s>
- Pekcan, G., a kol. (2006) Household Food Wastage in Turkey. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Statistics Division. Working Paper Series, No. ESS/ESSA/006e
- Peters, L. (2016) Impact of Probability Distributions on Real Options Valuation. *Journal of Infrastructure Systems* 22(3): 04016005. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000289](https://doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000289)
- Pittman, R. a kol. (2020) The effectiveness of EC policies to move freight from road to rail: Evidence from CEE grain markets. *Research in Transportation Business & Management*, 37, 2020, 100482, ISSN 2210-5395. DOI: 10.1016/j.rtbm.2020.100482. pp. 325–334. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.01.169>.
- Plastic Europe (2020) *Plastics – the Facts 2020*. plasticseurope. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2020/>
- Posada, J. A. a kol. (2011) Design and analysis of poly-3-hydroxybutyrate production processes from crude glycerol,” *Process Biochemistry* 46(1): 310–317. DOI: 10.1016/j.procbio.2010.09.003.
- Posen, I. D. a kol. (2017) ‘Greenhouse gas mitigation for U.S. plastics production: Energy first, feedstocks later’, *Environmental Research Letters*, 12(3). DOI: 10.1088/1748-9326/aa60a7.
- Prata, J.C. a kol. (2020) COVID-19 pandemic repercussions on the use and management of plastics. *Environmental Science & Technology* 54(13): 7760-7765. DOI: [doi.org/10.1021/acs.est.0c02178](https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02178).
- Priefer J. a kol. (2016) Food waste prevention in Europe – a cause-driven approach to identify the most relevant leverage points for action. *Resources, Conservation and Recycling*. 109, 2016, pp. 155-165. DOI: 10.1016/j.resconrec.2016.03.004
- Principato L. a kol. (2012) *Food Loss and Waste: Causes, Impacts and Proposals in Europe*. Barilla Foundation. [cit. 2022-01-08] Dostupné na: <https://www.pas.va/en/publications/scripta-varia/sv147pas/principato.html>
- Qi, D., Roe, B. E. (2016) Household food waste: Multivariate regression and principal components analyses of awareness and attitudes among US consumers. *PLoS ONE*, 11 (7), e0159250. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159250>
- Quested, T. a kol. (2011) Food and drink waste from households in the UK. *Nutrition Bulletin*, 36, 460-467. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2011.01924.x>
- Redlingshöfer, B. a kol. (2017) Quantifying food loss during primary production and processing in France. *Journal of Cleaner Production*, 164, 2017, pp. 703–714. DOI: 10.1016/j.jclepro.2017.06.173.

- Ritchie, H. a kol. (2020) CO<sub>2</sub> and Greenhouse Gas Emissions. [cit. 2022-01-08] Dostupné na: OurWorldInData.org website: <https://ourworldindata.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions>
- Roodhuyzen, D.M.A. a kol. (2017) Putting together the puzzle of consumer food waste: towards an integral perspective, *Trends in Food Science & Technology*, 68, 2017, pp. 37–50. DOI: 10.1016/j.tifs.2017.07.009.
- Sánchez, A. S. a kol. (2017) Waste bio-refineries for the cassava starch industry: New trends and review of alternatives. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 73(February), 1265–1275. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.02.007>
- Sano Coelho, R. (2017) Biodiesel production from heterotrophic microalgae. DOI: <https://doi.org/10.4233/uuid:adc2054d-a2cd-451e-b2f6-1e2f87b3409b>
- Saravanan, S., a kol. (2016) Chitosan based biocomposite scaffolds for bone tissue engineering. *International Journal of Biological Macromolecules* 93: 1354–1365. DOI: 10.1016/j.ijbiomac.2016.01.112.
- Shahzad, K. a kol. (2017) Techno-economic feasibility of waste biorefinery: Using slaughtering waste streams as starting material for biopolyester production,” *Waste Management* 67: 73–85. DOI: 10.1016/j.wasman.2017.05.047.
- SHMÚ (2023) [cit. 2022-01-08] [https://www.shmu.sk/sk/?id=meteo\\_gpredpoved\\_sk&amp;page=1](https://www.shmu.sk/sk/?id=meteo_gpredpoved_sk&amp;page=1) Dostupné na:
- Scherhauser, S., a kol. (2018) Environmental impacts of food waste in Europe. *Waste Management*, 77, 98-113. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.04.038>
- Schieber, A., a Saldaña, M. (2009). Potato Peels : A Source of Nutritionally and Pharmacologically Interesting Compounds – A Review. *Food*, 3, 23–29.
- Schneider F. a Eriksson M. (2020) *Food Waste (And Loss) at the Retail Level*. Routledge Handbook of Food Waste. ISBN: 9780429462795
- Silvennoinen, K., a kol. (2014) Food waste volume and composition in Finnish households. *British Food Journal*, 116 (6), 1058-1068. DOI: <https://doi.org/10.1108/BFJ-12-2012-0311>
- Siracusa, V. a kol. (2008) ‘Biodegradable polymers for food packaging: a review’, *Trends in Food Science and Technology*. Elsevier Ltd, 19(12), pp. 634–643. DOI: 10.1016/j.tifs.2008.07.003.
- Slov-lex. SLOV. (2017) [cit. 2022-01-08] Dostupné na: <https://www.slov-lex.sk/domov>
- Statista. (2023) European Union: Share in global gross domestic product based on purchasing-power-parity from 2018 to 2028. [cit. 2022-01-08] Dostupné na: <https://www.statista.com/statistics/253512/share-of-the-eu-in-the-inflation-adjusted-global-gross-domestic-product/>
- Stenmarck, A., a kol. (2016) Estimates of European food waste levels. Report of the project FUSIONS (contract number 311972) granted by the European Commission (FP7). ISBN 978-91-88319-01-2
- Thönissen, R. (2009) Food waste: The Netherlands. Presentation to the EU Presidency Climate Smart Food Conference, November 2009, Lund, Sweden
- Tonini, D., a kol. (2018) Environmental impacts of food waste: Learnings and challenges from a case study on UK. *Waste Management*, 76, 744-766. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2018.03.032>
- Torrance, L., a Toth, I.K. (2012) Crops that feed the world 8: potato: are the trends of increased global production sustainable? *Food Security* (Vol. 4, Issue 4). [cit. 2022-01-08] DOI: <https://doi.org/10.1007/s12571-012-0220-1>
- Tsagkari, M. a kol. (2016) Early-Stage Capital Cost Estimation of Biorefinery Processes: A Comparative Study of Heuristic Techniques,” *ChemSusChem* 9(17): 2284–2297. DOI: 10.1002/cssc.201600309.

UNEP (2021) Food Waste Index Report (2021) United Nations Environment Programme (UNEP). Nairobi. ISBN 978-92-807-3868-1

UNFCCC (2019) Slovakia's Fourth Biennial Report - Summary of the national inventory of greenhouse gas emissions and removals. Bratislava. [cit. 2022-01-08] Dostupné na: [https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BR4-1-4BR\\_SVK\\_SHM%C3%9A\\_final.pdf](https://unfccc.int/sites/default/files/resource/BR4-1-4BR_SVK_SHM%C3%9A_final.pdf)

UNFCCC (2023a) Glossary of climate change acronyms and terms. Dostupné na: [https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms#](https://unfccc.int/process-and-meetings/the-convention/glossary-of-climate-change-acronyms-and-terms#/)

UNFCCC (2023b) Greenhouse Gas Inventory Data - Detailed data by party. Dostupné na: [https://di.unfccc.int/detailed\\_data\\_by\\_party](https://di.unfccc.int/detailed_data_by_party)

United Nations (2016) Goal 12: Ensure sustainable consumption and production patterns. Dostupné na: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-consumption-production/>

van Berkel, J. a Delahaye, R. (2019). Material Flow Monitor Handbook. Den Haag: Statistics Netherlands, 2019. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://www.cbs.nl/en-gb/longread/discussion-papers/2023/developing-a-material-flow-monitor-for-the-netherlands-from-national-statistical-data?onepage=true>

Vanhatalo, K. M., a kol. (2014) Techno-Economic Analysis of Simplified Microcrystalline Cellulose Process. *BioResources* 9(3): 4741–4755. doi: 10.15376/biores.9.3.4741-4755.

Venkat, K. (2012) The climate change and economic impacts of food waste in the United States. *International Journal on Food System Dynamics*, 2 (4), 431-446. DOI: <https://doi.org/10.18461/ijfsd.v2i4.247>

Vidal, R. a kol. (2007) Environmental assessment of biodegradable multilayer film derived from carbohydrate polymers. *Journal of Polymers and the Environment*, 15(3), pp. 159–168. DOI: 10.1007/s10924-007-0056-5.

Vidal, R., a kol. (2008) Life cycle assessment of composite materials made of recycled thermoplastics combined with rice husks and cotton linters. In *The International Journal of Life Cycle Assessment* (Vol. 14, Issue 1, pp. 73–82). Springer Science and Business Media LLC. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11367-008-0043-7>

Wang, L., a kol. (2017) The weight of unfinished plate: a survey based characterization of restaurant food waste in Chinese cities. *Waste Management*, 66, 3-12. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.04.007>

Wickham H. (2016) *ggplot2: Elegant Graphics for Data Analysis.* New York: Springer-Verlag. ISBN 978-3-319-24277-4, [cit. 2021-03-08] Dostupne na: <https://ggplot2.tidyverse.org>.

WRAP (2008) *The Food We Waste.* Banbury, UK: Waste and Resources Action Programme. ISBN:1-84405-383-0. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://wrap.s3.amazonaws.com/the-food-we-waste-executive-summary.pdf>

WRAP (2009) *Household food and drink waste in the UK.* Banbury, UK: Waste and Resources Action Programme. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: <https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-12/Household-Food-and-Drink-Waste-in-the-UK-2009.pdf> 7

WRAP (2015) *Helping Consumers Reduce Food Waste - Retail Survey 2015. Final Report.* UK: Waste and Resources Action Programme. [cit. 2022-04-09] Dostupné na: [https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-08/WRAP-Retail\\_Survey\\_2015\\_Summary\\_Report\\_0.pdf](https://wrap.org.uk/sites/default/files/2020-08/WRAP-Retail_Survey_2015_Summary_Report_0.pdf)

WRAP: *The food we waste.* Banbury, UK. 2008, ISBN: 1-84405-383-0

Zang, G., a kol. (2020) Techno-economic analysis of an integrated biorefinery strategy based on one-pot biomass fractionation and furfural production. *Journal of Cleaner Production* 260: 120837. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.120837



prof. Ing. Ján Pokrivčák, M.S., PhD.,  
Ing. Dušan Drabik, PhD.,  
Ing. Ema Lazorčáková, PhD.,  
doc. Ing. Marián Tóth, PhD.,  
Ing. Jaroslava Košařová, PhD.

Vybrané aspekty merania, modelovania  
a monitorovania biohospodárstva

Vydala: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre

Rok vydania: 2023

Vydanie: prvé

Forma: online

AH-VH: 7,87-8,06

Neprešlo redakčnou úpravou vo Vydavateľstve SPU v Nitre.

**ISBN 978-80-552-2701-6**

DOI: <https://doi.org/10.15414/2023.9788055227016>