



SPU
Slovenská
poľnohospodárska
univerzita v Nitre



SPU·VC ABT
Výskumné centrum
AgroBioTech

PLÁN [OBNOVY]



Financované
Európskou úniou
NextGenerationEU

Metodika výpočtu skleníkových emisií pre procesy špecifické pre agropotravinársky sektor



www.decarb.uniag.sk

Financované EÚ NextGenerationEU prostredníctvom Plánu obnovy a odolnosti SR
v rámci projektu č. 09I04-03-V02-00054 - Nízkoemisná Budúcnosť: Sledovanie Uhlíkovej Stopy
v Agropotravinárskych podnikoch pre Podporu Lokálnych Výrobcov

Obsah

1.	Východiská a ciele metodiky	3
1.1.	Výstupy metodiky	4
	Štruktúra výstupov metodiky	4
2.	Rámec Scope 1, 2, 3 a špecifiká agropotravinárskeho sektora	5
2.1.	Scope 1 – priame emisie	5
2.2.	Scope 2 – nepriame emisie z energie	5
2.3.	Scope 3 – ostatné nepriame emisie	5
3.	Metodické riešenia	7
3.1.	Enterická fermentácia a manažment hnoja	7
3.2.	Exkrementy: rovnice IPCC (10.24) podľa systému nakladania s hnojom, klimatických podmienok a podielu pastvy	8
3.3.	Krmivá: emisné faktory z FeedPrintNL (kg CO ₂ e/kg DM)	9
3.4.	Hnojivá a pesticídy	11
3.5.	Odpady	14
3.6.	Potravinárstvo	14
4.	Uhlíková kalkulačka	16
5.	Tvorba databázy podnikových údajov pre kvantifikáciu a sledovanie uhlíkovej stopy produkcie vybraných agropotravinárskych produktov	17
6.	Záver	18



1. Východiská a ciele metodiky

Táto metodika bola vytvorená v rámci projektu **DECARB TRACK** s cieľom stanoviť transparentný, overiteľný a sektorovo špecifický prístup k výpočtu emisií skleníkových plynov (GHG) v agropotravinárstve. Vychádza z medzinárodne uznávaných rámcov (IPCC Guidelines, GHG Protocol, ISO 14064/14067) a bola prispôbená slovenským podmienkam prostredníctvom:

- využitia národných štatistických zdrojov (Štatistický úrad SR, Slovak National Inventory Report),
- adaptácie medzinárodných databáz emisných faktorov (The Big Climate Database, DEFRA, Bilan Carbone),
- sektorovej klasifikácie NACE (01 – poľnohospodárstvo, 10 – výroba potravín, 11 – výroba nápojov) a CPA katalógu.

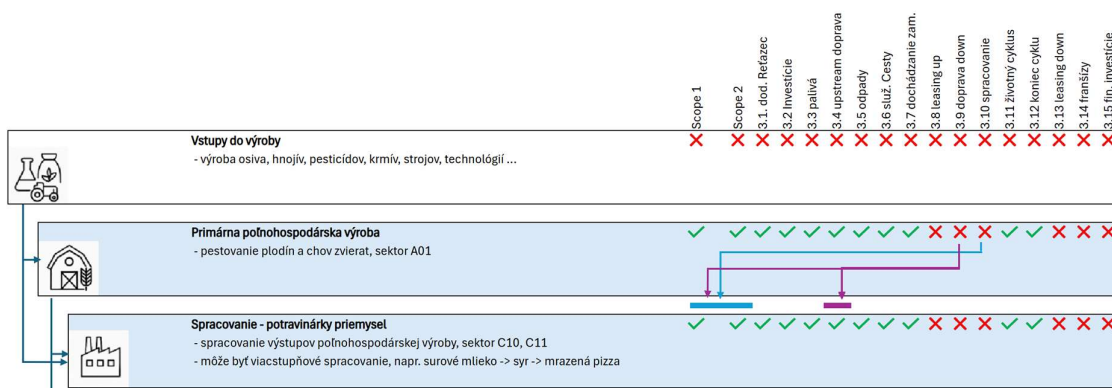
Metodika je založená na kategorizácii emisií podľa Scope 1, Scope 2 a Scope 3 v súlade s GHG protokolom, čo umožňuje plnú kompatibilitu s európskym reportingom (CSRD, ESRS).

Metodika výpočtu skleníkových emisií pre procesy špecifické pre agropotravinársky sektor je navrhnutá tak, aby pokrývala celý hodnotový reťazec od primárnej poľnohospodárskej výroby (NACE A01) až po spracovateľský potravinársky priemysel (NACE C10 a C11). V oboch častiach sa uplatňuje kategorizácia emisií podľa rámca Scope 1, Scope 2 a Scope 3, čo zabezpečuje kompatibilitu s medzinárodnými metodickými rámcami (GHG Protocol, IPCC Guidelines, ISO 14064/14067).

Primárna poľnohospodárska výroba (A01) zahŕňa pestovanie plodín a chov zvierat. Do metodiky sú integrované emisie z enterickej fermentácie, hospodárenia s hnojom, používania hnojív a pesticídov, spotreby palív a energií, ako aj odpadového hospodárstva.

Spracovateľský potravinársky priemysel (C10, C11) pokrýva spracovanie poľnohospodárskych vstupov, pričom metodika zohľadňuje spotrebu energie, využívanie obalov, logistiku a odpadové hospodárstvo. Zobrazené prepojenia medzi oboma sektormi ilustrujú viacstupňovosť spracovania a prenos emisií medzi jednotlivými etapami reťazca.

Takto definovaný rámec metodiky umožňuje sledovať uhlíkovú stopu naprieč celým agropotravinárskym systémom a vytvára podklad pre ďalšie aplikácie – či už v podnikovom reporte, v procese verejného obstarávania alebo v kontexte certifikačných schém.



Obrázok 1 Implementácia zdrojov emisií do metodiky



1.1. Výstupy metodiky

- Integrovaná databáza emisných faktorov pre NACE 01, 10, 11.
- Adaptovaná metodika výpočtu pre enterickú fermentáciu, hnojivá, pesticídy, odpady a potravinárstvo.
- Prepojenie Scope 1, 2, 3 s praktickými údajmi z agropotravinárstva.
- Podklad pre uhlíkovú kalkulačku, využiteľný pre malé, stredné aj veľké podniky.

Štruktúra výstupov metodiky

Metodika je zosúladená so štandardnou štruktúrou GHG Protocolu:

- Spotreba energií a palív (Scope 1 a 2)
- Spotreba elektrickej energie (kWh, prípadne rozdelenie podľa zdroja – mix, zelená energia)
- Spotreba fosílnych palív: benzín, nafta, plyn, uhlie (v litroch / m³ / kg)
- Emisie z prevádzkových budov (vykurovanie, chladiace systémy, vlastné generátory)
- Doprava a logistika (Scope 1 a vybrané Scope 3)
- Počet a typy vozidiel (osobné, nákladné, traktory, poľnohospodárska technika)
- Spotreba palív podľa vozového parku
- Najazdené kilometre
- Externá doprava (subdodávatelia, dopravné služby)
- Spotreba a odpady (Scope 3)
- Spotreba vody (m³/rok)
- Produkcia odpadu (t/rok) + rozdelenie podľa typu (biologický, plast, papier, kovy...)
- Spôsob nakladania s odpadom (recyklácia, spaľovanie, skládka, kompostovanie)
- Produkcia a vstupy (Scope 3)
- Nakupované suroviny, tovary a služby (napr. obaly, krmivá, hnojivá, obalové materiály)
- Približné objemy alebo finančné náklady na nákup
- Základné údaje o výstupe / produktoch (typ, množstvo, balenie)
- Špecifické údaje pre agro a potravinárstvo
- Pre presnejšie zohľadnenie environmentálnych špecifík poľnohospodárskej a potravinárskej výroby:
 - Hnojivá – druhy a množstvá použitých hnojív (dusíkaté, fosforečné, organické, digestát...)
 - Pesticídy a agrochemikálie – typy a množstvá použitých prípravkov
 - Enterická fermentácia – počty hospodárskych zvierat podľa druhu, spôsob chovu a kŕmenia
- Nakupované potravinárske vstupy – suroviny a polotovary (mlieko, mäso, obilie, olejniny...), vrátane pôvodu a množstva



2. Rámec Scope 1, 2, 3 a špecifiká agropotravinárskeho sektora

2.1. Scope 1 – priame emisie

Emisie, ktoré vznikajú priamo vo firme, v jej zariadeniach alebo z vlastných procesov:

- **Spaľovanie palív v zariadeniach a vozidlách:**
 - spotreba fosílnych palív (benzín, nafta, plyn, uhlie),
 - spotreba palív podľa vozového parku (traktory, poľnohospodárska technika, nákladné a osobné vozidlá),
 - najazdené km vlastných vozidiel.
- **Emisie z prevádzkových budov:**
 - vykurovanie, chladiace systémy, vlastné generátory.
- **Špecifické procesy v agropotravinárstve:**
 - enterická fermentácia hospodárskych zvierat (CH_4),
 - emisie z hospodárenia s hnojom,
 - aplikácia hnojív a pesticídov priamo na poliach
 - priame procesné emisie z výroby potravín.

2.2. Scope 2 – nepriame emisie z energie

Emisie, ktoré vznikajú pri výrobe nakupovanej energie (nie priamo vo firme, ale kvôli jej spotrebe):

- **Spotreba elektrickej energie:**
 - rozdelenie podľa zdroja – mix / zelená energia.
- **Nakupované teplo alebo chladenie:**
 - napr. pre mliekarne, mäso spracujúce podniky alebo chladiarenské sklady.
- **Špecifiká agropotravinárskeho sektora** - vysoká energetická náročnosť chladiarenských a spracovateľských procesov.

2.3. Scope 3 – ostatné nepriame emisie

Emisie, ktoré vznikajú v dodávateľskom reťazci pred a po činnosti firmy:

- **Doprava a logistika (externá):**
 - subdodávateľia, dopravné služby.
- **Spotreba a odpady:**
 - spotreba vody,
 - produkcia odpadu podľa typu (biologický, plast, papier, kovy),
 - spôsob nakladania (recyklácia, spaľovanie, skládka, kompostovanie).



- **Produkcia a vstupy:**
 - nakupované suroviny, tovary a služby (obaly, krmivá, hnojivá, obalové materiály),
 - objemy alebo výdavky na nákup,
 - vstupy do potravinárskej výroby (mlieko, mäso, obilie, olejniny, polotovary), vrátane pôvodu.
- **Špecifické agro-dopady:**
 - uhlíková stopa výroby hnojív, pesticídov a agrochemikálií (mimo farmy),
 - uhlíková stopa krmív a importovaných surovín.
 - komplexné dodávateľsko-odberateľské väzby (produkcia krmív, distribúcia, odpadové hospodárstvo).



3. Metodické riešenia

3.1. Enterická fermentácia a manažment hnoja

Metodický rámec: IPCC 2019 Refinement (AFOLU, kap. 10–11).

Údaje: Slovak National Inventory Report, databáza nutričných hodnôt krmív (Luke).

Postup:

- Výpočet energetických požiadaviek a GEI (Tier 2, IPCC 2019, Kap. 10):

V prvok kroku sa nastaví potreba hrubej energie GEI ($\text{MJ}\cdot\text{deň}^{-1}$) z čiastkových zložiek čistej energie (NE) a vzťahov NE/DE (DE – stráviteľná energia) závislých od DE%. Výpočet sa robí osobitne pre kategórie (teľatá, jalovice, dojnice v laktácii, zasušené atď.).

$$GEI = (NE_m/k_m + NE_a/k_m + NE_g/k_g + NE_l/k_l + NE_p/k_m) \cdot (1/(DE/GE)),$$

kde k_m a k_g (resp. $k_l = k_m$ pre laktáciu) sú pomery NE/DE podľa typu využitia energie (údržba/laktácia vs. rast).

- Zložky čistej energie (IPCC 2019)

Záchov (*maintenance*, Eq. 10.3): $NE_m = c_m \cdot BW^{0.75}$

– $c_m = 0,322 \text{ MJ}\cdot\text{kg}^{-0.75}$ pre rastúci hovädzí dobytok a 0,386 pre dojčiacie kravy (podľa kategórie).

Aktivita (*activity*, Eq. 10.4): $NE_a = 0,17 \cdot NE_m$

– v praxi násobené podielom času na pastve, ak sa používa rozlíšenie pastvy.

Rast (*growth*, Eq. 10.6): $NE_g = 22,02 \cdot (BW/(0,8 \cdot MBW))^{0.75} \cdot ADG^{1.097}$

Laktácia (*lactation*, Eq. 10.8): $NE_l = MY_d \cdot (1,47 + 0,4 \cdot \text{fat}\%)$

– MY_d je denná produkcia mlieka ($\text{kg}\cdot\text{deň}^{-1}$).

Gravidita (*pregnancy*, Eq. 10.13): $NE_p = 0,1 \cdot NE_m$ (v závere gravidity).

- Pomer NE/DE (IPCC 2019)

Závisí od DE% (stráviteľná energia v % hrubej energie). Používajú sa IPCC vzťahy:

Záchov/laktácia (Eq. 10.14): $k_m = 1,123 - 0,004092 \cdot DE\% + 1,126 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2 - 25,4/DE\%$

Rast (Eq. 10.15): $k_g = 1,164 - 0,00516 \cdot DE\% + 1,308 \cdot 10^{-5} \cdot (DE\%)^2 - 37,4/DE\%$

- Výpočet stráviteľnosti a zloženia krmnej dávky (DE%, CP%)

DE% pre kategóriu

Pre každé krmivo i : $DE\%_i = 100 \cdot (DE_i [\text{MJ}\cdot\text{kg DM}^{-1}] / GE_i [\text{MJ}\cdot\text{kg DM}^{-1}])$

Vážený priemer pre kategóriu zvierat c (na báze sušiny, s váhami podľa dennej dávky a DM podielu): $DE\%_c = 100 \cdot (\sum_i (DE_i/GE_i) \cdot m_{\{i,c\}} \cdot DM_i) / (\sum_i m_{\{i,c\}} \cdot DM_i)$

CP% (dusíkaté látky)

Vážený priemer percenta CP na báze sušiny:

$$CP\%_c = (\sum_i CP\%_i \cdot m_{\{i,c\}} \cdot DM_i) / (\sum_i m_{\{i,c\}} \cdot DM_i)$$

- Enterická fermentácia

Hovädzí dobytok (Tier 2)

Ročné emisie CH_4 sa rátajú zo zotrebovanej hrubej energie a Y_m :

$$\text{CH}_4_{\text{enteric}} [\text{kg}\cdot\text{rok}^{-1}] = (GEI [\text{MJ}\cdot\text{deň}^{-1}] \cdot (Y_m/100) / 55,65) \cdot 365$$



Ym (methane conversion factor) vychádza z IPCC 2019 (špecifický pre kategóriu) a môže byť upravený podľa diéty/pastvy (lineárna úprava od defaultu 9,75 %).

Prevod na CO₂e: CO₂e_enteric = CH₄_enteric · 27,9

Ostatné zvieratá (Tier 1)

CH₄_enteric [kg·rok⁻¹] = N_kusov · EF_enteric [kg CH₄·kus⁻¹·rok⁻¹]

3.2. Exkrementy: rovnice IPCC (10.24) podľa systému nakladania s hnojom, klimatických podmienok a podielu pastvy.

- CH₄ z hnoja (IPCC 2019, Kap. 10)

Pre systém s (AWMS – slurry, deep litter, solid storage ...):

$CH_4_manure = VS [kg \cdot deň^{-1}] \cdot B_0 [m^3 CH_4 \cdot kg^{-1} VS] \cdot MCF_s \cdot 0,67 [kg \cdot m^{-3}] \cdot 365$

VS sú prchavé tuhé látky exkretované (v hárku sa počítajú z energetickej bilancie; typový tvar napr.

$$VS = B73 \cdot (1 - C73/100 + E73) \cdot (1 - D73) / 18.45,$$

kde 18,45 MJ·kg⁻¹ je energetická hustota GE na kg DM),

B₀ je metanogénny potenciál (tabuľka pre druh/kategóriu),

MCF_s je metánový konverzný faktor daného systému a klímy.

Prevod na CO₂e: CO₂e_manure,CH₄ = CH₄_manure · 27,9

- N₂O z hnoja – priame (EF3) a nepriame (EF4, EF5) – IPCC 2019, Kap. 10 a 11

Priame N₂O (ustajnenie/skladovanie):

$N_2O_AWMS,direct = (\sum_s N_excr,s \cdot EF3_s) \cdot (44/28)$

Nepriame N₂O z volatilizácie (NH₃ a NO_x):

$N_2O_vol,indirect = (N_excr,tot \cdot FracGASM \cdot EF4) \cdot (44/28)$

Nepriame N₂O z vyplavovania/odtoku:

$N_2O_leach,indirect = (N_excr,tot \cdot FracLEACH \cdot EF5) \cdot (44/28)$

Prevod na CO₂e: CO₂e_manure,N₂O = (N₂O_AWMS,direct + N₂O_vol,indirect + N₂O_leach,indirect) · 273

- Podstielanie: emisné faktory z LCA databáz (slama, piliny, piesok, separát).

Pre každý spôsob podstielania i sa použije EF_i [kg CO₂e·kg⁻¹]

- Emisie z pastvy

Nezahrňajú exkrementy z pastvy → zamedzenie dvojitého započítania.

Stĺpec „Emisie z pastvy kg CO₂/rok“ kombinuje CH₄ z hnoja na pastve (cez VS, B₀, MCF) a N₂O (priame aj nepriame).

Vo výpočte sa objavujú členy 27.9*(...)*0.67*0.02 (CH₄ časť) a 273*(...)*(44/28) (N₂O časť) pre každú kategóriu.



3.3. Krmivá: emisné faktory z FeedPrintNL (kg CO₂e/kg DM)

Emisie z výroby krmív (LCA stopa krmív)

Pre každé krmivo i sa použije EF_i [kg CO₂e·kg⁻¹]. Ročné emisie z krmiva aj pre celú farmu:

$$Em_i = 365 \cdot EF_i \cdot (DM_i/1000) \cdot \sum_c (m_{i,c} \cdot N_c)$$

(„DM/1000“ prevádza g·kg⁻¹ na podiel.)

Vstupy do uhlíkovej kalkulačky:

- Priemerná produkcia mlieka deň kravské mlieko
- Produkcia mlieka rok v kg
- Tuk %
- Biekoviny %
- Predaj hnoja (%)
- Enterická fermentácia
- Emisie z výroby krmív
- Emisie súvisiace so spôsobom nakladania s hnojom a podstielaním
- Emisie z pastvy
- Emisie z využitia hnojív, pesticídov a herbicídov
- Emisie z palív a využitá energia
- Transport

Štruktúra stáda	Počet	Prírastok kg/deň	Hmotnosť	EF / rok NH ₃	EF kg CO ₂ /rok
Teľatá do 1 roka (zaradenie do stáda)					
Jalovice (od 1 roka po otelenie)					
Dojnice v laktácii					
Dojnice zasúšené					
Dojnice dojčiace (beztrhovky)					
Teľatá do 1 roka (mäsové)					
Ostatný dobytok (starší ako 1 rok v rátane mäsového dobytka)					
Sliepky					
Kačice					
Kozy					
Kone					
Ošípané					
Králiky					
Ovce					
Morky					



Zloženie krmnej dávky kg/deň/zviera pôvodná hmota	Spôsob nakladania	Podstielka	Množstvo podstielky v kg/rok	% Pastva	Nakladanie s hnojom kg CO ₂ /rok	Emisie z pastvy kg CO ₂ /rok
Pastva						
Zelené a čerstvé krmivá						
Obilninové siláže						
Bielkovinové siláže						
Ostatné siláže						
Seno						
Úsušky						
Slama, šupky, otruby						
Obilniny						
Strukoviny						
Olejniny						
Ostatné mlynské krmivá						
Krmné múky						
Krmivá kvasného priemyslu						
Krmivá pívneho a liehovarnického priemyslu						
Extrahované šroty/výlisky						
Melasa						
Cukrovárske rezky čerstvé						
Plnotučné mlieko						
Mliečna krmná zmes						
Chránené tuky						

Spôsob nakladania s hnojom a podstielanie	Spôsob nakladania	Podstielka	Množstvo podstielky v kg/rok	% Pastva	Nakladanie s hnojom kg CO ₂ /rok	Emisie z pastvy kg CO ₂ /rok
Teľatá do 1 roka (zaradenie do stáda)	Anaeróbne lagúny (otvorené)	Slama				
Jalovice (od 1 roka po otelenie)	Hlboká podstielka	Piesok				
Dojnice v laktácii	Skladovanie tuhého hnoja na hnojiskách	Noviny				
Dojnice zasušené	Skladovanie tuhého hnoja na hnojiskách	Separát				
Dojnice dojčiace (beztrhovky)	Suché výbehy (dry lot)	Piliny				
Teľatá do 1 roka (mäsové)	Skladovanie tuhého hnoja na hnojiskách	Separát				
Ostatný dobytok (starší ako 1 rok v rátane mäsového dobytku)	Suché výbehy (dry lot)	Slama				
Sliepky	Anaeróbne lagúny (otvorené)	Noviny				



Kačice	Anaeróbný digester (všetky varianty)	Separát
Kozy	Podstajňový zberný systém	
Kone	Suché výbehy (dry lot)	
Ošípané	Podstajňový zberný systém	
Králiky	Hlboká podstielka	
Ovce	Hlboká podstielka	
Morky	Podstajňový zberný systém	

3.4. Hnojivá a pesticídy

Metodický rámec: IPCC 2019 Refinement + IPCC 2013 (GWP 100a), metodika Cool Farm Tool.

Postup:

- Pesticídy: výpočet podľa účinných látok → databázy ÚKSÚP → emisné faktory podľa Nemeček et al. (2019).
- Hnojivá: špecifické EF podľa obsahu dusíka + emisný faktor z výroby (Tier 1/Tier 2).

Výstup: Súbor podkladov pre uhlíkovú kalkulačku + zoznam otázok pre pestovateľov.

Výpočty:

$$L_{\text{pest}} = R_{\text{app}} \times AI_{\text{frac}} \times EF_{\text{pest.}}$$

kde

L_{pest} – emisie CO₂ (kg) z použitia pesticídu,

R_{app} – celkové množstvo aplikovaného pesticídu (kg),

$AI_{\text{frac.}}$ – podiel účinnej látky

$EF_{\text{pest.}}$ – emisný faktor (kgCO_{2e}/kg)

OTÁZKY do uhlíkovej kalkulačky:

- Aký typ priemyselného dusíkatého hnojiva aplikujete?
- Koľko priemyselného dusíkatého hnojiva aplikujete v kg?
- Koľko vápenca aplikujete v kg?
- Aké organické hnojivo aplikujete?
- Koľko organického hnojiva aplikujete v kg?
- Aký typ pesticídu aplikujete?
- Na aký typ plodiny?
- Celkové aplikované množstvo pesticídu v kg

Vstupy do uhlíkovej kalkulačky:



Hnojivo	Podiel N	EF z aplikácie	44/28 N ₂ O	GWP N ₂ O	Presný EF cez N	EF z výroby
Bezvodý amoniak						
NPK						
diamónny fosforečnan						
Dihydrogenfosforečnan amónny						
liadok vápenatý						
DASA						
síran amónny						
liadok amónny s vápencom						
dusičnan amónny						
DAM 390						
močovina						
Hovädzí digestát						
Hovädzí digestát						
Kompost (plne prevzdušnený proces)						
Kompost (neúplne prevzdušnený proces)						
Kompost („nulové emisie“)						
Konský digestát						
Bravčový digestát						
Bravčový digestát						
Hydinový digestát (slepice nosnice)						
Ovčí digestát						
Podstielka z broilerov/moriek						
Hovädzí maštalný hnoj						
Hovädzia hnojovica						
Konský maštalný hnoj						
Bravčový maštalný hnoj						
Bravčová hnojovica						
Hydinový maštalný hnoj (nosnice)						
Oddelená bravčová hnojovica (tekutá časť)						
Oddelená bravčová hnojovica (tuhá časť)						
Ovčí maštalný hnoj						

Výpočet emisií CO₂ z použitia hnojív sa realizuje podľa nasledovného vzorca:

$$L_{\text{fert}} = L_{\text{fert prod}} + L_{\text{N}_2\text{O direct}} \times \text{GWP N}_2\text{O} + L_{\text{urea}} + L_{\text{liming}}$$

kde:

L_{fert} – celkové emisie CO₂ (kg) z používania hnojív,

$L_{\text{fert prod}}$ – emisie CO₂ (kg) z výroby hnojív,

$L_{\text{N}_2\text{O direct}}$ – priame emisie N₂O (kg) z aplikácie dusíkatých hnojív,



GWP N₂O – potenciál globálneho otepľovania pre N₂O (prepočítavací faktor na CO₂ ekvivalent),

L_{urea} – emisie CO₂ (kg) z aplikácie močoviny,

L_{liming} – emisie CO₂ (kg) z aplikácie vápenca.

Vstupy do uhlíkovej kalkulačky:

1.	2.	3.	4.	5.
Typ pesticídu	Plodina (skupina)	Množstvo pesticídu v kg - celkové	Podiel ÚL v %	EF
Fungicíd	Obilniny			
Herbicíd	Ovocné stromy			
Insekticíd	Kukurica			
	Olejníny			
	Zemiaky			
	Repa cukrová			
	Zelenina			

Typ	Plodina	EF (IPCC 2013, 100y) (kg CO ₂ eq)	Podiel ÚL
Fungicíd	obilniny	8,7700	0,25
	ovocný strom	3,7800	
	kukuričné plodiny	8,8300	
	olejnaté plodiny	13,5021	
	zemiaky	6,0185	
	cukrová repa	3,5200	
	zelenina	3,5700	
Herbicíd	obilniny	8,4600	0,36
	ovocné stromy	8,8900	
	kukuričné plodiny	11,4500	
	olejnaté plodiny	9,3500	
	zemiaky	10,2100	
	cukrová repa	16,4566	
	zelenina	9,4800	
Insekticíd	obilniny	10,9760	0,15
	ovocné stromy	8,4400	
	kukuričné plodiny	11,3690	
	olejnaté plodiny	10,8400	
	zemiaky	9,0300	
	cukrová repa	11,0500	
	zelenina	9,8600	



3.5. Odpady

- **Údaje:** Štatistický úrad SR (2023), podľa krajov, NACE divízií a kategórií (nebezpečný/ostatný).
- **Obsah datasetu:** prevodníky EWC kódov, klasifikácia nakladania (R/D kódy), regionálne členenie.
- **Postup:** Prepojenie druhu a množstva odpadu s emisnými faktormi → integrácia do kalkulačky.
- **Výstup:** Porovnateľnosť medzi regiónmi a subsektormi (NACE 01, 10, 11).

Po analýze detailných podkladov zo Štatistického úradu SR od odpadoch v rámci jednotlivých kategórií priemyslu, sme dospeli k záveru, že potrebujeme zjednodušiť prístup vzhľadom na príliš vysoké množstvo typov odpadov, kategórií odpadov a nakladania s nim.

Súčasný predpoklad je, že sa bude posudzovať:

- Komunálny odpad ako priemer SR
- Recyklovaný odpad ako priemer SR
- Vybrané kategórie odpadov pre sektor A01 a C10+C11

Týmto významným spôsobom znížime komplexitu (odhadom o 95%). Zároveň, ale vybranými kategóriami odpadu a nakladaní s nim pokryjeme pravdepodobne 90+% generovaného odpadu. Analýza pokračuje, hľadajú sa vhodné EF a kalkulácie, ktoré budú použité.

3.6. Potravinárstvo

Metodický rámec: Výpočet emisných faktorov (EF) pre potravinársky sektor je založený na kombinácii:

- európskej klasifikácie CPA (hlavne NACE sekcie 10 – Výroba potravín a 11 – Výroba nápojov),
- databázy *The Big Climate Database* (celkom 226 produktov),
- a ich adaptácie na podmienky Slovenskej republiky.

Zvolený prístup umožňuje porovnávanie s medzinárodnými údajmi a zároveň zohľadňuje špecifiká lokálnej produkcie a distribúcie.

Postup spracovania: Priradenie emisných faktorov k NACE/CPA kódom

Každý produkt z *The Big Climate Database* bol priradený k príslušnému CPA kódu v sekciách 10 a 11. Tým sa vytvoril základný most medzi emisnými faktormi a štatistickými údajmi o slovenskej výrobe a spotrebe. Základné EF boli prevzaté z *The Big Climate Database* (Average EF). Paralelne boli analyzované aj EF z národných databáz. Pre slovenskú adaptáciu sa vychádzalo z konzervatívneho prístupu – predikcia EF bola odvodená z minimálnych hodnôt dostupných medzi verziami (priemer, národné databázy). Tento postup bol zvolený, aby sa predišlo nadhodnoteniu uhlíkovej stopy a zároveň sa zachovala konzervatívna robustnosť metodiky.

Doplnenie slovenských špecifik

- Suroviny: rozdielna miera sebestačnosti (mäso, mlieko, obilniny) a podiel importu.
- Obaly: vyšší podiel plastov a skla pri nápojoch a mliečnych výrobkoch.



- Distribučné reťazce: kratšie vzdialenosti pre čerstvé produkty, vyššia intenzita exportu piva a mliečnych produktov.
- Energetický mix: úprava EF podľa štruktúry výroby elektriny v SR (vyšší podiel jadra, nižší podiel uhlia oproti priemeru EÚ).

Overenie dát

- Krížová validácia so Štatistickým úradom SR (produkcia, spotreba, dovoz/vývoz).
- Porovnanie s Eurostat.
- Kontrola cez sektorové analýzy a odborné publikácie (mliekarstvo, pekárstvo, mäsospracujúci priemysel).

Výstup: Vytvorená pracovná verzia databázy emisných faktorov pre slovenské potravinárstvo, ktorá:

- má štruktúru podľa CPA/NACE,
- je kompatibilná s európskymi databázami,
- zahŕňa lokálne úpravy (suroviny, obaly, logistika, energia),
- je určená na integráciu do kalkulačky uhlíkovej stopy pre agropotravinársky sektor.



4. Uhlíková kalkulačka

IT nástrojom pre výpočet uhlíkovej stopy je Uhlíková kalkulačka, a bude sa realizovať prostredníctvom web stránky: <https://decarb.uniag.sk>, vstup do uhlíkovej kalkulačky cez <https://decarb.uniag.sk/odoslat-dopyt/>

Mám záujem o výpočet uhlíkovej stopy

 Vypĺňte jednoduchý formulár nižšie. Po jeho odoslani Vám do 24h na e-mail zašleme unikátny token, ktorým sa dostanete do kalkulačného nástroja.

Kontaktná osoba: *	Email: *	Tel. číslo:
Meno a priezvisko	Email	+421
Názov firmy: *	IČO: *	Veľkosť firmy: *
		Mikro (do 10 zamestnancov)
Firma je: *		
☒ Poľnohospodárska ☐ Potravinárska		
Vaša firma v roku 2024:		
Typ farmy / špecializácia:		
1 Špecializované na poľné plodiny		
Počet stálych pracovníkov:	Počet sezónnych pracovníkov:	
	0	
Poskytla Vaša firma údaje do Informačného systému poľnohospodárskeho účtovníctva (ISPÚ SR):		
☐ Áno ☐ Nie		
Poznámka:		
☐ Súhlasím so spracovaním osobných údajov.		



5. Tvorba databázy podnikových údajov pre kvantifikáciu a sledovanie uhlíkovej stopy produkcie vybraných agropotravinárskych produktov

Tvorba databázy podnikových údajov (WP 2.1) pre kvantifikáciu a sledovanie uhlíkovej stopy vybraných agropotravinárskych produktov podľa metodiky navrhutej vo WP1 predpokladá zapojenie do projektu DecarbTrack aspoň 100 poľnohospodárskych a potravinárskych podnikov. Ochota a aktívna účasť podnikov zapojiť sa je kľúčová pre overenie spoľahlivosti výpočtov uhlíkovej stopy, ako aj pre ďalšie analýzy. Navrhli sme nasledovný postup výberu stratifikovaného súboru poľnohospodárskych a potravinárskych podnikov, ktoré budú oslovené, aby sa zapojili a poskytli svoje údaje pre uhlíkovú kalkulačku a ďalšiu analýzu. Pre získanie výberového súboru poľnohospodárskych podnikov (IČO, adresa) sme použili viackriteriálny výber na základe:

- výrobného zamerania farmy (podľa podielu jednotlivých typov poľnohospodárskej produkcie na celkovej štandardnej produkcii (Total SO), definovanej podľa detailnej klasifikácie TF14 (Metodika Integrovaného prieskumu fariem, Eurostat) z Integrovaného zisťovania fariem 2020 (ŠÚ SR, 2023) so zameraním na podniky 163 Špecializované na poľnú zeleninu; 361 Špecializované na ovocie (iné než citrusové, tropické a orechy); 45 Špecializované na produkciu mlieka; 46 Špecializované na hovädzí dobytok – chov a výkrm; 47 Hovädzí dobytok – na mlieko, chov a výkrm kombinované; 512 Špecializované na výkrm ošípaných; 521 Špecializované na nosnice; 522 Špecializované na mäso z hydiny,
- ekonomickej veľkosti – tried 6, 7, 8, kde je veľkosť farmy definovaná podľa štandardného výstupu (Metodika Integrovaného prieskumu fariem, Eurostat). Ekonomická veľkosť podniku 6 predstavuje štandardný výstup od 25 000 do menej než 50 000 EUR; veľkosť 7 od 50 000 do menej než 100 000 EUR a veľkosť 8 od 100 000 do menej než 250 000 EUR,
- regionálneho zastúpenia podľa krajov NUTS2 (BA, ZS, SS, VS),
- právnej formy (právnické osoby, registrované fyzické osoby, spoločnosti s ručením obmedzeným, akciové spoločnosti, poľnohospodárske družstvá).

Súbor pre výber poľnohospodárskych podnikov podľa uvedených kritérií vytvoril ŠÚ SR a obsahuje verejne dostupné údaje o 655 poľnohospodárskych podnikoch, z ktorých ŠÚ SR vytvoril reprezentatívny výber 200 poľnohospodárskych podnikov, ktoré budú pre spoluprácu na projekte DecarbTrack oslovené.

Zoznam potravinárskych podnikov ekonomickej veľkosti malé a stredné podniky (MSP) klasifikované podľa počtu zamestnancov (10–250), ročného obratu (v EUR, 2 mil.–50 mil.) a celkovej ročnej súvahy (v EUR, 2 mil.–43 mil.) (Európska komisia – Odporúčanie 2003/361/ES), ktoré budú oslovené pre zapojenie sa do projektu DecarbTrack, bol zostavený na základe NACE kódu ich hlavnej ekonomickej činnosti. Do súboru boli vybrané potravinárske podniky zamerané na 10.11 Spracovanie a konzervovanie mäsa; 10.12 Spracovanie a konzervovanie hydinového mäsa; 10.13 Spracovanie mäsových a hydinových mäsových výrobkov; 10.3 Spracovanie a konzervovanie ovocia a zeleniny; 10.32 Výroba ovocnej a zeleninovej šťavy; 10.39 Iné spracovanie a konzervovanie ovocia a zeleniny; 10.51 Prevádzka mliekarní a výroba syrov; 11.07 Výroba nealkoholických nápojov; produkcia minerálnych vôd a iných fľaškových vôd.



6. Záver

Predložená metodika výpočtu emisií skleníkových plynov pre procesy špecifické pre agropotravinársky sektor predstavuje prvý ucelený rámec, ktorý umožňuje systematické a transparentné hodnotenie uhlíkovej stopy v podmienkach Slovenskej republiky. Vychádza z medzinárodne uznávaných štandardov (GHG Protocol, IPCC Guidelines, ISO 14064/14067), pričom ich dopĺňa o lokálne špecifiká výroby, spracovania a distribúcie potravín.

Metodika zabezpečuje: 1) kompatibilitu s európskymi požiadavkami na vykazovanie (CSRD, ESRS), 2) možnosť aplikácie naprieč hodnotovým reťazcom od primárnej produkcie až po spracovateľský priemysel, 3) flexibilitu pri zapojení malých, stredných aj veľkých podnikov, 4) konzervatívny, no zároveň praktický prístup k adaptácii emisných faktorov a údajov z dostupných databáz.

Významným prínosom je vytvorenie podkladu pre uhlíkovú kalkulačku ako praktického IT nástroja, ktorý umožní podnikom jednoducho kvantifikovať a sledovať svoju uhlíkovú stopu. Tento nástroj bude priamo prepojený s databázou emisných faktorov a vstupov pre agropotravinársky sektor, čím sa zabezpečí jeho odborná spoľahlivosť a praktická využiteľnosť.

Metodika zároveň vytvára predpoklady pre budúce využitie v oblasti: 1) podnikového environmentálneho reportingu, 2) procesov verejného obstarávania so zohľadnením uhlíkovej stopy, 3) certifikačných a dobrovoľných schém udržateľnosti, 4) tvorby politík a stratégií dekarbonizácie agropotravinárstva.

Hoci metodika predstavuje robustný rámec, pri jej implementácii je potrebné zohľadniť aj otázku komplexnosti vs. praktickej realizovateľnosti. Hľadanie kompromisu medzi presnosťou výpočtov a schopnosťou podnikov poskytovať relevantné dáta je kľúčovým faktorom úspešného zavedenia metodiky do praxe. Celkovo metodika predstavuje základný pilier pre systematické sledovanie a riadenie emisií v agropotravinárskom sektore SR a jej aplikácia prispeje k efektívnejšiemu napĺňaniu cieľov dekarbonizácie, konkurencieschopnosti a udržateľnosti slovenského agropotravinárstva.



Autorský kolektív:

doc. Ing. Lenka Lackóová, PhD.

prof. Ing. Ľubica Bartová, PhD.

doc. Ing. Jozef Čapla, PhD.

Ing. Dávid Ernst, PhD.

doc. Ing. Marcela Hallová, PhD.

Ing. Ondrej Hanušovský, PhD.

doc. Ing. Jana Kozáková, PhD.

doc. Ing. Roman Serenčes, PhD.

Ing. Alexandra Tuliánová

Ing. Ľudovít Valent

doc. Ing. Peter Zajac, PhD.

Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre



2025