



Výpočet typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstování a zpracování zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů

Certifikovaná metodika

Listopad, 2023

Název certifikované metodiky:

Výpočet typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstování a zpracování zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů

Autoři:

Martin Dědina¹⁾, Petr Jevič¹⁾, Zdeněk Abrham¹⁾, Pavel Čermák²⁾, Jan Klír³⁾, Jana Wollnerová³⁾, Jana Beranová⁴⁾

¹⁾ Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha Ruzyně

²⁾ Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhřetěves

³⁾ Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha Ruzyně

⁴⁾ IFER - Ústav pro výzkum lesních ekosystémů, s.r.o., Jílové u Prahy

Dedikace:

Certifikovaná metodika vznikla jako výsledek řešení projektu MZe QK21020121 „Stanovení a bilance měrných emisí skleníkových plynů z pěstování a posklizňové úpravy zemědělských plodin“.

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Karel Trapl, Ph.D., MZe ČR, oddělení OZE a environmentálních strategií, Těšnov 17, Praha 1

Ing. Lukáš Jurečka, POOSLAVÍ Nová Ves, družstvo, Nová Ves 251, 664 91 Ivančice

Certifikované metodice bylo dne 21.12.2023 uděleno „Osvědčení č. MZE-73833/2023/13113 o uznání metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017 č. 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Vydal:

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2023

Tisk: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha

ISBN: 978-80-7569-015-9

Obsah

I.	Cíl metodiky	5
II.	Vlastní popis metodiky.....	5
	1. Úvod	5
	2. Metodika výpočtu a zdroje aktivitních dat.....	6
	2.1. Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s	7
	2.2. Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv e_{hn}	11
	2.3. Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe}	27
	2.4. Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů a paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin.....	30
	2.5. Emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin e_{pal}	33
	2.6. Emise N_2O uvolněné z půdy e_{N_2O}	35
	3. Porovnání vypočtených hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování řepky ozimé s hodnotami dosahovanými v zahraničí	59
III.	Srovnání novosti postupů	60
IV.	Popis uplatnění metodiky	60
V.	Ekonomické aspekty	61
VI.	Seznam použité související literatury	63
VII.	Seznam publikací, které předcházely metodice	64

Anotace:

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 se prováděl jednak z důvodu povinnosti členských států předložit Komisi zprávu obsahující seznam těch oblastí v klasifikaci dle územních statistických jednotek (dále jen „NUTS 2“), u kterých lze očekávat, že typické emise skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin budou nižší nebo stejné jako emise vykazované v položce „Rozložené standardní hodnoty pro pěstování“ v příloze V části D směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a rovněž z toho důvodu, že tyto údaje sloužily jako podklad při vykazování udržitelnosti biopaliv v procesu jejich certifikace. Aktualizované hodnoty počítané dle této metodiky mohou být dále využity přímo zemědělským subjekty, jako indikativní hodnota emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin dosahovaná v kraji jejich působnosti. Výpočet emisí skleníkových plynů přímo z dat zemědělských podniků by tak měl dosahovat nižších hodnot, než jsou hodnoty spočtené pro příslušné regiony dle NUTS 2 a NUTS 3.

Klíčová slova:

RED Směrnice, skleníkové plyny, pšenice ozimá, řepka ozimá, cukrová řepa, kukuřice na zrno, kuřice na siláž, oves jarní, oves ozimý, uhlíková stopa, pěstování, NUTS 2

Annotation:

The calculation of typical greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural raw materials in the division according to NUTS 2 and NUTS 3 was carried out, on the one hand, due to the obligation of the member states to submit a report to the Commission containing a list of those areas classified according to territorial statistical units (hereinafter referred to as "NUTS 2") for which it is possible to expect that typical greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural raw materials will be lower than or equal to the emissions reported in the item "Disaggregated standard values for cultivation" in Annex V, Part D of the Directive 2009/28/EC of the European parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources, and also for the reason that these data served as a basis for reporting the sustainability of biofuels in the process of their certification. The updated values calculated according to this methodology can further be used directly by agricultural entities, as an indicative value of greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural raw materials achieved in the region of their jurisdiction. The calculation of greenhouse gas emissions directly from the data of agricultural enterprises should therefore reach lower values than the values calculated for the respective regions according to NUTS 2 and NUTS 3.

Key words:

RED Directive, greenhouse gases, winter wheat, winter canola, sugar beet, corn for grain, corn for silage, spring oats, winter oats, carbon footprint, cultivation, NUTS 2

I. Cíl metodiky

Cílem metodiky je transparentním způsobem na základě zdokumentovaných zdrojů dat v definovaných hranicích regionálního členění dle NUTS 2 / NUTS 3 stanovit pro vybrané plodiny typické měrné emise skleníkových plynů z pěstování a zpracování zemědělských surovin vyjádřený v CO_{2ekv} na jednotku hmotnosti produktu, tzv. uhlíkovou stopu pěstovaných plodin, s důrazem na využití nejnovějších aktualizovaných vstupních dat a jejich snadnou dohledatelnost.

II. Vlastní popis metodiky

1. Úvod

Cílem směrnice 2009/28/ES (tzv. RED směrnice) je snížit emise skleníkových plynů (GHG) v Evropské unii a zlepšit její energetickou bezpečnost tím, že dojde ke snížení závislosti států Evropské unie na fosilních palivech. Pro splnění těchto cílů hrají biopaliva a biokapaliny klíčovou roli, zejména v oblasti dopravy. Již od první verze směrnice RED obsahovaly všechny její novelizace přílohu V, která udává dle bodu D tzv. rozložené standardizované hodnoty pro pěstování „eec“ ve smyslu části C této přílohy, včetně emisí N₂O z půdy. Takto obecně standardizované hodnoty emisí skleníkových plynů pro vyjmenovaná biopaliva ovšem nemusí odrážet místně specifické regionální odlišnosti zahrnující klimatické podmínky, půdní podmínky, technologickou a technickou vyspělost producentů zemědělských plodin, případně další specifické odlišnosti v zemědělské výrobě, jako je např. zastoupení chovů hospodářských zvířat v daném regionu a s tím souvisejícím využití organických hnojiv pro hnojení pěstovaných plodin.

Problematika stanovení typických výrobních emisí skleníkových plynů pro určení emisních faktorů „uhlíkové stopy“ pěstovaných plodin v rozdělení dle NUTS 2 vychází z původní Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. V současné době je v platnosti její novelizace tzv. RED II – Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. V roce 2023 byla schválena další novelizace tzv. RED III – Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652. Novelizovaná RED III směrnice bude muset být do 21. května 2025 transponována i do české legislativy.

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 se prováděl jednak z důvodu povinnosti členských států předložit Komisi zprávu obsahující seznam těch oblastí v klasifikaci dle územních statistických jednotek (dále jen „NUTS 2“), u kterých lze očekávat, že typické emise skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin budou nižší nebo stejné jako emise vykazované v položce „Rozložené standardní hodnoty pro pěstování“ v příloze V části D směrnice RED a rovněž z toho důvodu, že tyto údaje sloužily jako podklad pro při vykazování udržitelnosti biopaliv v procesu jejich certifikace. Aktualizované hodnoty počítané dle této metodiky mohou být dále využity přímo zemědělskými subjekty, jako indikativní hodnota emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin, dosahovaná v kraji jejich působnosti. Výpočet emisí skleníkových plynů přímo z dat zemědělských podniků by tak měl dosahovat nižších hodnot, než jsou hodnoty vypočtené pro příslušné regiony dle NUTS 2 a NUTS 3.

2. Metodika výpočtu a zdroje aktivních dat

Podle směrnice Evropské komise (EC) 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, známé jako Směrnice o obnovitelné energii, nebo tzv. RED směrnice, podle technické normy ČSN EN 14214+A2 (656507) Kapalné ropné výrobky – Metylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory a topné oleje – Technické požadavky a metody zkoušení a podle technické normy ČSN EN 16214-1:

- standardní hodnotou (default value) se rozumí emise skleníkových plynů nebo úspora emisí skleníkových plynů odvozená z typické hodnoty použitím předem určených faktorů, která může být použita namísto skutečné hodnoty, jak je uvedeno v platných předpisech,
- rozloženou standardní hodnotou (disaggregated value) se rozumí emise skleníkových plynů pro stanovenou část dodavatelského řetězce odvozené ze standardní hodnoty,
- typickou hodnotou (typical value) se rozumí odhad reprezentativních emisí skleníkových plynů nebo úspory emisí skleníkových plynů u některých nebo všech kroků konkrétního procesu výroby biopaliva nebo biokapaliny,
- skutečnou hodnotou (actual value) se rozumí emise skleníkových plynů nebo úspora emisí skleníkových plynů v některých, nebo všech fázích konkrétního procesu výroby biopaliva nebo biokapaliny vypočtená v souladu s metodikou vyhovující platným předpisům, v tomto případě na základě metodiky výpočtu emisí skleníkových plynů z pěstování plodin, stanovené dle přílohy VII prováděcího Nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy.

Směrnice RED II specifikuje v příloze V písmena D. tzv. rozložené standardizované hodnoty pro biopaliva, jejíž součástí jsou tzv. rozložené standardizované hodnoty pro pěstování „ e_{ec} “ ve smyslu bodu C přílohy V, včetně emisí N_2O z půdy. Např. pro bionaftu vyrobenou z ozimé řepky jsou emise skleníkových plynů (standardizovaná hodnota) vykazovány na úrovni $32 \text{ g CO}_{2eq} \cdot \text{MJ}^{-1}$. Tato hodnota se v rámci certifikace udržitelnosti biopaliv a biokapalin použije jako vstupní hodnota v případě, kdy není dostupná typická hodnota emisí skleníkových plynů z pěstování, charakterizující místně specifické a klimatické podmínky typické pro příslušný region NUTS 2 / NUTS 3.

Algoritmus výpočtů uvedený v této metodice je zaměřený na výpočty typických hodnot emisí skleníkových plynů zohledňující regionální diference mezi jednotlivými NUTS 2 a NUTS 3, ale je plně využitelný i pro výpočet skutečných emisních faktorů pěstovaných plodin přímo v zemědělském podniku. Hodnoty emisních faktorů všech vstupů, týkajících se produkce pěstované suroviny a zahrnující všechny činnosti související s pěstováním suroviny jsou hodnoty standardní.

Pro výpočty typických výrobních emisí skleníkových plynů pro určení emisních faktorů „uhlíkové stopy“ pěstovaných plodin byla pro účely přípravy této certifikované metodiky využita výhradně metodika výpočtů dle kapitoly VII prováděcího Nařízení 2022/996. Součástí prováděcího nařízení jsou aktuální hodnoty potenciálu globálního oteplování (GWP) a pro zemědělské vstupy (osiva, hnojiva, paliva, el. energie) i koeficienty emisí skleníkových plynů vyjádřených v $\text{g CO}_2 \cdot \text{kg}^{-1}$, $\text{g CH}_4 \cdot \text{kg}^{-1}$ a $\text{g N}_2\text{O} \cdot \text{kg}^{-1}$. Samotná metodika výpočtu emisí skleníkových plynů z pěstování surovin je blíže specifikována v bodu 1.1. nařízení. Jsou zde uvedeny výpočty emisí skleníkových plynů z výroby osiv, ročních emisí

skleníkových plynů z výroby a dopravy hnojiv, ročních emisí skleníkových plynů z použitých pesticidů, ročních emisí skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů a ročních emisí N₂O uvolněných z půdy dle následujícího základního vzorce:

$$e_{ecm} = \frac{(e_s + e_{hn} + e_{pe} + e_{pal} + e_{N_2O})}{m_{sur}} \quad [\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{t}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

- e_s = emise skleníkových plynů z výroby osiv [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- e_{hn} = roční emise skleníkových plynů z výroby a dopravy hnojiv do zemědělského podniku [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- e_{pe} = roční emise skleníkových plynů z použitých pesticidů [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- e_{pal} = roční emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- e_{N_2O} = roční emise N₂O uvolněné z půdy [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- m_{sur} = množství suroviny sklizené z hektaru zemědělské půdy za rok [$\text{t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$].

2.1. Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s

Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s se počítají dle následujícího vzorce:

$$e_s = m_s \times ef_s \quad [\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

- m_s = množství osiva aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- ef_s = emisní faktor produkce osiv [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{kg}^{-1}$].

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat, týkajících se spotřeby osiv použitých při výpočtech emisí skleníkových plynů z výroby osiv a použitých při pěstování zemědělských plodin, byl použit databázový expertní systém VÚZT, v.v.i. – Technologie a ekonomika plodin, dostupný na webových stránkách <http://vuzt.cesnet.cz/vuzt0/svt/vuzt/code.htm>. Po výběru příslušné plodiny, u operace setí je udáváno množství výsevu na ha. Např. u pšenice ozimé se jedná o hodnou 0,2 t ha $\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{ha}^{-1}$. Tato hodnota je platná pro konvenční způsob hospodaření, při hospodaření v ekologickém způsobu je výsevek až 0,35 t $\cdot \text{ha}^{-1}$. U řepky ozimé obsahuje databázový systém informaci o množství výsevu v jednotce VJ 500 tis. semen. Hmotnost 1 tisíce semen je obvykle mezi 2,5 až 15 g, tomu odpovídá hmotnost výsevu 1,25 – 7,5 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Stávající hodnoty databázového systému VÚZT byly ověřeny dle dalších zdrojů dostupných od dodavatelů osiv a dalších komerčních subjektů. Na obr. 1 jsou pro ilustraci uvedeny hodnoty prezentované společností Osev jih, s.r.o.

PLODINA	VÝSEVEK (kg)	VÝSEVEK (MKS·ha ⁻¹)	HLOUBKA SETÍ (cm)	ŠÍŘKA ŘÁDKŮ (CM)	TERMÍN SETÍ
Pšenice ozimá	180-240	3-6	3-6	7,5-12,5	10.9. - 15.11.
Pšenice jarní	180-240	4-6	4-5	7,5-12,5	brzy na jaře
Ječmen ozimý	180-220	4-4,5	3-5	10,5-15	15.9. - 30.9.
Ječmen jarní	180-220	3,5-5	3-5	10,5-15	časně na jaře
Kukuřice (zrno, CCM)	20-40	1-2 VJ	5-8	70x18	20.4. - 20.5.
Kukuřice (siláž)	20-40 80-100	1-2 VJ 3-4 VJ	4-5	62,5x19 12,5-15	20.4. - 20.5.
Řepka ozimá	2,5-5	0,6-1,2	1,5-3	10,5-25	10.8. - 31.8.
Řepka jarní	5-7	1,2	1-3	12,5-25	polovina dubna

Obr. 1 Přehled výsevků vybraných plodin (zdroj informací: <https://www.osevijh.cz/prehled-vysevku/>)

V tab. 1 jsou uvedeny hodnoty množství osiva použitých při výpočtech emisí skleníkových plynů z výroby osiv v členění dle NUTS 2 / NUTS 3 u vybraných plodin. Ve výpočtech jsou uplatněny pětileté průměry sledovaného parametru. Bylo zjištěno, že regionální rozdíly v množství použitých osiv nelze přesně specifikovat a doložit. Proto jsou hodnoty pro NUTS 2 i NUTS 3 stejné. U některých zemědělských podniků, kde to místní půdní a klimatické podmínky dovolují, lze u výsevů použít například u řepky ozimé 1,1 – 1,2 výsevní jednotky. To způsobí vyšší hustotu porostu a případný vyšší výnos pěstované plodiny.

Tab. 1 Množství osiva aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok v členění dle NUTS 3 (hodnoty stejné i pro NUTS 2) [kg·ha⁻¹·rok⁻¹]

Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice ozimá	řepka ozimá	cukrová řepa	kukuřice na zrno	kukuřice na siláž	ječmen jarní	ječmen ozimý
		kg osiv·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Středočeský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	0,00	25,00	60,00	190,00	190,00
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	0,00	25,00	60,00	190,00	190,00
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	0,00	25,00	60,00	190,00	190,00
Ústecký kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Liberecký kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Pardubický kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Zlínský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	190,00	2,98	3,60	25,00	60,00	190,00	190,00

Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv

V tabulce 2 jsou uvedeny použité emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv.

Tab. 2 Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv [kg CO_{2eq}·kg⁻¹]

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹ spotřebovaného osiva			
pšenice ozimá	0,2839	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
řepka ozimá	0,7565	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
cukrová řepa	3,6517	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
kukuřice na zrno	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
kukuřice na siláž	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
ječmen jarní	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
ječmen ozimý	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022

V tab. 3 je uvedeno porovnání hodnot emisních faktorů pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv dle databáze ISCC (International Sustainability Carbon Certification - ISCC EU205 – Greenhouse gas emissions, version 4.0, valid from 1st July 2021) dostupné na https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf a emisních faktorů stanovených prováděcím Nařízením Komise.

Tab. 3 Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv dle databáze ISCC a Nařízení Komise [$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg}^{-1}$].

	Emisní faktor	Zdroj dat / rok vydání	Emisní faktor	Zdroj dat
	$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg}^{-1}$ spotřebovaného osiva		$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg}^{-1}$ spotřebovaného osiva	
pšenice ozimá	0,2839	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	0,276	ISCC EU 20 GREENHO EMISSION 2021, str.5
řepka ozimá	0,7565	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	0,73	ISCC EU 20 GREENHO EMISSION 2021, str.5
cukrová řepa	3,6517	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	3,54	ISCC EU 20 GREENHO EMISSION 2021, str.5
kukuřice na zrno	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	0,35	ISCC EU 20 GREENHO EMISSION 2021, str.5
kukuřice na siláž	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	0,35	ISCC EU 20 GREENHO EMISSION 2021, str.5
ječmen jarní	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	neuveďeno	
ječmen ozimý	0,3106	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51, rok vydání 2022	neuveďeno	

U emisních faktorů pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv u pšenice ozimé, řepky ozimé a cukrové řepy jsou emisní faktory stanovené Komisí v roce 2022 o cca 3% vyšší než hodnoty stanovené ISCC v roce 2021. Např. při průměrné pětileté výměře plochy zemědělské půdy ve Středočeském kraji, oseté řepkou ozimou (82 383 ha), způsobuje rozdíl v hodnotách emisních faktorů vyšší emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ o cca 6,5 t $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Celková emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ z pěstování řepky ozimé ve Středočeském kraji je na úrovni 191 351,7467 t $\text{CO}_{2\text{eq}}$. Při využití obou emisních faktorů jsou vypočtené hodnoty prakticky neměnné, pro výpočet byla využita data z roku 2022 (prováděcí Nařízení Komise). Údaje o spotřebě osiv jsou v zemědělském podniku běžně k dispozici. Výpočet skleníkových plynů z výroby osiv přímo na úrovni zemědělského podniku by nemělo způsobovat problém.

2.2. Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv e_{hn}

Emise skleníkových plynů z výroby minerálních hnojiv e_{hn} se vypočítávají dle následujícího vzorce:

$$e_{hn} = \sum m_{hni} \times ef_{hni} \quad [\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

- m_{hn} = množství i-tého hnojiva vyjádřeného v čistých živinách, aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- ef_{hn} = emisní faktor z produkce a dopravy i-tého hnojiva [$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg živin}^{-1}$].

Aktivitní data

Do výpočtů typických emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských plodin je nutné zahrnout emise skleníkových plynů, související s jejich výrobou a dopravou. Výše celkových emisí skleníkových plynů produkovaných v příslušných regionech NUTS 2 / NUTS 3 je přímo úměrná aplikovanému množství dusíkatého, fosforečného a draselného minerálního hnojiva, včetně vápenatých hmot aplikovaných k příslušné plodině. Emise skleníkových plynů jsou přímo závislé i na typech použitých minerálních hnojiv, tzn. jiné emise jsou z použití dusíkatých hnojiv na bázi močoviny, jiné na bázi ledků.

Typické dávky aplikovaných minerálních hnojiv byly pro jednotlivé regiony ČR v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 stanoveny odborným odhadem na základě podkladů dostupných v databázích Fertilisers Europe. Vzhledem ke skutečnosti, že se nejedná o veřejně dostupná data umožňující jejich publikaci, nelze je přímo uvádět. Nicméně, tyto hodnoty následně slouží jako vstupní data pro databázi IFASTAT, kde je již dostupné srovnání aplikačních dávek minerálních hnojiv k vybraným plodinám v různých částech Evropy a světa. Na obr. 2 je pro porovnání uveden ilustrační výřez aplikačních dávek minerálního hnojení použitých k vybraným plodinám v letech 2017–2018 v ČR a dalších zemích. Rozdělení typických dávek aplikovaných minerálních hnojiv dle NUTS 2 a NUTS 3 ČR bylo provedeno tak, aby celkové hodnoty aplikovaného dusíku, fosforu a draslíku v minerální formě odpovídaly již v minulosti ohlášeným údajům do mezinárodních databází. Na obr. 3 je uveden příklad rozdělení dávek minerálních hnojiv k jednotlivým plodinám v náhledu databáze IFASTAT.

SE		Cereals							Oil crops			Fruit/treenuts/veges						
Region/country	Nutrient	All crops			Wheat kg/ha	Rice kg/ha	Maize kg/ha	Oth cer kg/ha	Soybeans kg/ha	Oil palm kg/ha	Other OC kg/ha	Fibre kg/ha	Sugar kg/ha	R&T kg/ha	F+T kg/ha	Vege kg/ha	Grass kg/ha	Other kg/ha
		Qt kt	% world	kg/ha														
Belarus	N	405	0.4	53	106	NA	95	77	NA	NA	125	22	147	84	11	68	20	34
	P2O5	105	0.2	14	28	NA	24	22	NA	NA	34	56	74	57	3	34	2	18
	K2O	383	1.0	50	86	NA	83	74	NA	NA	90	102	195	134	12	102	20	62
	N+P2O5+K2O	892	0.5	116	220	NA	202	172	NA	NA	248	180	416	275	26	203	42	114
Italy	N	599	0.6	52	104	NA	166	77	NA	NA	36	NA	90	100	56	95	3	6
	P2O5	165	0.3	14	29	NA	23	17	NA	NA	5	NA	65	57	12	65	1	6
	K2O	115	0.3	10	2	NA	26	21	NA	NA	3	NA	50	90	14	68	0	2
	N+P2O5+K2O	879	0.5	76	135	NA	216	115	NA	NA	44	NA	205	247	83	228	5	15
Germany	N	1522	1.4	94	150	NA	63	117	NA	NA	136	NA	125	135	40	165	49	57
	P2O5	218	0.4	13	12	NA	14	14	NA	NA	25	NA	60	60	6	50	3	12
	K2O	415	1.1	26	15	NA	22	14	NA	NA	74	NA	139	165	50	130	4	37
	N+P2O5+K2O	2156	1.1	132	177	NA	99	145	NA	NA	235	NA	324	360	96	345	57	106
Ukraine	N	1436	1.4	81	104	NA	107	61	37	NA	64	NA	170	159	30	138	38	33
	P2O5	350	0.7	20	19	NA	19	17	15	NA	22	NA	56	66	12	47	7	10
	K2O	364	0.9	20	19	NA	21	17	16	NA	22	NA	74	144	15	77	7	9
	N+P2O5+K2O	2151	1.1	121	142	NA	147	95	68	NA	108	NA	299	369	56	263	52	53
Poland	N	1179	1.1	82	91	NA	138	49	NA	NA	139	NA	170	61	90	99	90	46
	P2O5	339	0.7	24	29	NA	46	15	NA	NA	42	NA	50	20	18	32	14	33
	K2O	559	1.4	39	41	NA	79	26	NA	NA	56	NA	70	37	43	51	31	47
	N+P2O5+K2O	2077	1.1	145	161	NA	263	90	NA	NA	237	NA	290	118	151	182	135	126
Spain	N	1073	1.0	53	115	NA	161	95	NA	NA	21	NA	160	120	60	195	1	18
	P2O5	423	0.9	21	42	NA	64	31	NA	NA	7	NA	65	45	25	80	1	22
	K2O	395	1.0	19	43	NA	59	29	NA	NA	6	NA	70	60	22	85	0	17
	N+P2O5+K2O	1891	1.0	93	200	NA	283	155	NA	NA	35	NA	295	225	107	360	2	57
Bulgaria	N	349	0,3	74	125	NA	128	81	NA	NA	95	NA	NA	130	90	130	0	30
	P2O5	70	0,1	15	23	NA	15	13	NA	NA	18	NA	NA	86	27	50	0	24
	K2O	37	0,1	8	8	NA	13	4	NA	NA	14	NA	NA	66	23	38	0	3
	N+P2O5+K2O	456	0,2	96	156	NA	155	99	NA	NA	126	NA	NA	282	140	218	0	57
Czechia	N	355	0,3	98	165	NA	174	91	NA	NA	172	NA	150	130	76	170	8	42
	P2O5	53	0,1	14	22	NA	27	16	NA	NA	29	NA	30	25	29	60	0	1
	K2O	34	0,1	9	10	NA	15	8	NA	NA	15	NA	35	35	64	70	0	2
	N+P2O5+K2O	441	0,2	122	197	NA	217	116	NA	NA	216	NA	215	190	170	300	9	45

Obr. 2 Aplikační dávky dusíkatých, fosforečných a draselných minerálních hnojiv použitých k vybraným plodinám v letech 2017–2018 ve vybraných zemích (zdroj: IFASTAT <https://api.ifastat.org/reports/download/13831>).

Mineral Fertilizer Use by Crop

CZECHIA

CROP	PLANTED AREA	NUTRIENT APPLIED			NUTRIENT APPLICATION RATE			CROP SHARE OF TOTAL NUTRIENT USE		
	ha	Metric tonnes of nutrients			Kg nutrient/ha			%		
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18	2017/18
Wheat	832 000	137 280	18 304	8 320	165	22	10	39%	35%	25%
Barley	327 700	31 132	6 554	2 949	95	20	9	9%	12%	9%
Rye, triticale, oats, rice	102 550	8 717	513	513	85	5	5	2%	1%	2%
Grain maize, including corn cob maize	86 000	13 760	1 720	1 290	160	20	15	4%	3%	4%
Other cereal	6 480	65	6	6	10	1	1	0%	0%	0%
Oilseed rape	394 000	70 920	11 820	5 910	180	30	15	20%	22%	18%
Sunflower, soya, linseed	38 600	3 474	579	772	90	15	20	1%	1%	2%
Pulses (peas, beans)	42 857	1 286	214	171	30	5	4	0%	0%	1%
Potato	23 400	3 042	585	819	130	25	35	1%	1%	2%
Sugar beet	66 100	9 915	1 983	2 314	150	30	35	3%	4%	7%
Vegetables	14 248	2 422	855	997	170	60	70	1%	2%	3%
Other (including tobacco, poppy...)	44 400	3 108	222	444	70	5	10	1%	0%	1%
Fodder (legumes)	125 000	2 500	0	125	20	0	1	1%	0%	0%
Fodder (other)	275 000	13 750	0	275	50	0	1	4%	0%	1%
Silage maize	224 100	40 338	6 723	3 362	180	30	15	11%	13%	10%
Short rotation coppice	0	0	0	0	-	-	-	0%	0%	0%
Perennial herbaceous crops (Miscanthus, etc.)	0	0	0	0	-	-	-	0%	0%	0%
Maize for biogas	0	0	0	0	-	-	-	0%	0%	0%
Permanent crops (fruit, vineyard)	76 000	5 780	2 230	4 890	76	29	64	2%	4%	15%
Grassland	950 000	7 500	300	450	8	0	0	2%	1%	1%
Fertilized forests	0	0	0	0	-	-	-	0%	0%	0%
Total	3 628 435	354 988	52 608	33 607				100%	100%	100%

Source:

Fertilizers Europe (<https://www.fertilizereurope.com/>).

Obr. 3 Aplikační dávky minerálních hnojiv použitých k vybraným plodinám v letech 2017–2018 v ČR (zdroj: IFASTAT <https://api.ifastat.org/reports/download/13737>)

2.2.1. Stanovení typických dávek hnojení pro pšenici ozimou, řepku ozimou, cukrovou řepu, kukuřici na zrno, kukuřici na siláž, ječmen jarní a ječmen ozimý

Pro plodiny jako jsou pšenice ozimá, řepka ozimá, cukrová řepa, kukuřice na zrno, kukuřice na siláž, ječmen jarní a ječmen ozimý byly typické dávky minerálních hnojiv stanoveny přesně dle postupu uvedeného v předchozí kapitole. V tab. 4–7 jsou uvedeny dávky minerálních hnojiv použitých k hnojení jednotlivých plodin v regionálním členění dle NUTS 2 a NUTS 3 ČR, které byly použity pro výpočet aktuálních hodnot typických emisí skleníkových plynů.

Tab. 4 Typické dávky minerálních dusíkatých hnojiv aplikovaných k vybraným plodinám v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 [kg N·ha⁻¹]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice ozimá	řepka ozimá	cukrová řepa	kukuřice na zrno	kukuřice na siláž	ječmen jarní	ječmen ozimý
		kg aplikovaného N z minerálních hnojiv·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	145,00	178,51	101,00	154,00	175,00	108,00	108,00
Střední Čechy	Ø za 5 let	170,00	169,42	104,00	154,00	175,00	108,00	108,00
Jihozápad	Ø za 5 let	126,24	166,81	0,00	147,19	168,00	86,61	85,95
Severozápad	Ø za 5 let	146,41	168,45	126,00	148,99	170,15	68,93	69,30
Severovýchod	Ø za 5 let	143,24	173,93	113,31	153,74	171,00	105,31	102,77
Jihovýchod	Ø za 5 let	152,99	171,84	138,85	153,30	163,87	98,68	98,28
Střední Morava	Ø za 5 let	169,79	168,25	142,04	154,00	173,60	103,23	102,02
Moravskoslezsko	Ø za 5 let	129,00	167,88	128,00	147,00	171,00	83,00	83,00
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice ozimá	řepka ozimá	cukrová řepa	kukuřice na zrno	kukuřice na siláž	ječmen jarní	ječmen ozimý
		kg aplikovaného N z minerálních hnojiv·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	145,00	178,51	101,00	154,00	175,00	108,00	108,00
Středočeský kraj	Ø za 5 let	170,00	169,42	104,00	154,00	175,00	108,00	108,00
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	126,40	166,11	0,00	149,00	168,00	88,00	88,00
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	126,00	167,77	0,00	143,00	168,00	84,00	84,00
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	115,00	180,80	0,00	143,00	168,00	66,00	66,00
Ústecký kraj	Ø za 5 let	152,00	166,11	126,00	149,00	171,00	100,00	100,00
Liberecký kraj	Ø za 5 let	126,00	175,30	114,00	149,00	171,00	61,40	61,40
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	147,00	170,14	113,00	154,00	171,00	111,00	111,00
Pardubický kraj	Ø za 5 let	143,00	177,09	114,00	154,00	171,00	108,00	108,00
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	126,00	176,68	156,00	137,00	158,00	94,00	94,00
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	171,00	166,47	138,00	154,00	175,00	104,00	104,00
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	168,00	171,32	148,00	154,00	171,00	100,00	100,00
Zlínský kraj	Ø za 5 let	162,00	168,95	119,00	162,00	171,00	102,00	102,00
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	129,00	167,88	128,00	147,00	171,00	83,00	83,00

Tab. 5 Typické dávky minerálních fosforečných hnojiv aplikovaných k vybraným plodinám v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 [kg P₂O₅·ha⁻¹]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaného P ₂ O ₅ z minerálních hnojiv·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	19,00	30,65	14,60	16,00	24,00	56,00	56,00
Střední Čechy	Ø za 5 let	14,00	40,18	0,00	16,00	24,00	56,00	56,00
Jihozápad	Ø za 5 let	13,78	47,92	0,00	14,60	24,00	29,27	27,47
Severozápad	Ø za 5 let	10,22	22,70	0,00	14,60	22,31	17,11	17,14
Severovýchod	Ø za 5 let	11,79	56,94	13,71	15,93	23,88	38,71	37,50
Jihovýchod	Ø za 5 let	17,23	45,63	14,02	16,02	23,06	30,50	29,68
Střední Morava	Ø za 5 let	17,16	47,40	14,13	16,00	24,00	41,81	44,67
Moravskoslezsko	Ø za 5 let	19,20	30,54	14,40	14,20	24,00	35,00	35,00
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaného P ₂ O ₅ z minerálních hnojiv·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	19,00	30,65	14,60	16,00	24,00	56,00	56,00
Středočeský kraj	Ø za 5 let	14,00	40,18	0,00	16,00	24,00	56,00	56,00
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	13,60	45,62	0,00	14,60	24,00	33,00	33,00
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	14,00	50,92	0,00	14,60	24,00	22,40	22,40
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	13,80	30,33	0,00	14,60	24,00	16,00	16,00
Ústecký kraj	Ø za 5 let	9,60	21,01	0,00	14,60	21,60	44,00	44,00
Liberecký kraj	Ø za 5 let	9,20	30,28	0,00	14,60	21,60	19,00	19,00
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	14,40	60,21	14,40	16,00	24,00	41,00	41,00
Pardubický kraj	Ø za 5 let	9,60	59,46	14,60	16,00	24,00	40,00	40,00
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	14,60	50,31	14,60	16,40	22,60	22,00	22,00
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	19,00	40,54	14,00	16,00	24,00	40,00	40,00
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	14,40	59,39	14,40	16,00	24,00	49,00	49,00
Zlínský kraj	Ø za 5 let	9,40	35,68	13,40	16,00	24,00	34,00	34,00
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	19,20	30,54	14,40	14,20	24,00	35,00	35,00

Tab. 6 Typické dávky minerálních draselných hnojiv aplikovaných k vybraným plodinám v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 [kg K₂O · ha⁻¹]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
kg aplikovaného K ₂ O z minerálních hnojiv·ha ⁻¹								
Hl. město Praha	Ø za 5 let	23,57	40,23	13,40	9,80	11,60	57,00	57,00
Střední Čechy	Ø za 5 let	17,37	47,88	19,40	9,80	11,60	57,00	57,00
Jihozápad	Ø za 5 let	17,09	74,02	0,00	11,20	11,24	25,72	23,20
Severozápad	Ø za 5 let	12,68	16,95	9,20	11,20	10,21	14,31	14,33
Severovýchod	Ø za 5 let	14,62	72,19	14,24	9,87	11,52	28,40	27,02
Jihovýchod	Ø za 5 let	21,38	61,69	13,66	9,88	10,55	22,75	22,26
Střední Morava	Ø za 5 let	21,29	54,97	16,32	9,42	11,33	32,37	39,27
Moravskoslezsko	Ø za 5 let	23,82	34,89	14,00	11,60	10,00	34,00	34,00
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
kg aplikovaného K ₂ O z minerálních hnojiv·ha ⁻¹								
Hl. město Praha	Ø za 5 let	23,57	40,23	13,40	9,80	11,60	57,00	57,00
Středočeský kraj	Ø za 5 let	17,37	47,88	19,40	9,80	11,60	57,00	57,00
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	16,87	80,27	0,00	11,20	11,60	31,00	31,00
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	17,37	65,89	0,00	11,20	10,80	16,00	16,00
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	17,12	47,99	0,00	11,20	10,80	14,00	14,00
Ústecký kraj	Ø za 5 let	11,91	10,15	9,20	11,20	10,00	21,00	21,00
Liberecký kraj	Ø za 5 let	11,41	59,64	10,40	11,20	10,00	15,00	15,00
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	17,86	84,04	14,40	9,80	11,60	27,00	27,00
Pardubický kraj	Ø za 5 let	11,91	63,95	14,60	9,80	11,60	31,00	31,00
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	18,11	75,13	15,00	11,60	10,00	18,00	18,00
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	23,57	47,05	13,60	9,80	11,60	28,00	28,00
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	17,86	68,85	20,00	9,00	10,80	50,00	50,00
Zlínský kraj	Ø za 5 let	11,66	33,06	13,80	9,00	10,00	22,00	22,00
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	23,82	34,89	14,00	11,60	10,00	34,00	34,00

Tab. 7 Typické dávky vápenatých hnojiv aplikovaných k vybraným plodinám v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 [kg vápenatých hmot·ha⁻¹]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice ozimá	řepka ozimá	cukrová řepa	kukuřice na zrno	kukuřice na siláž	ječmen jarní	ječmen ozimý
		kg vápenatých hmot·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Střední Čechy	Ø za 5 let	340,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jihozápad	Ø za 5 let	565,25	84,55	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Severozápad	Ø za 5 let	236,62	16,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Severovýchod	Ø za 5 let	434,52	65,99	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jihovýchod	Ø za 5 let	529,89	57,71	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Střední Morava	Ø za 5 let	126,84	28,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Moravskoslezsko	Ø za 5 let	820,00	50,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice ozimá	řepka ozimá	cukrová řepa	kukuřice na zrno	kukuřice na siláž	ječmen jarní	ječmen ozimý
		kg vápenatých hmot·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	Ø za 5 let	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Středočeský kraj	Ø za 5 let	340,00	20,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	600,00	95,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	520,00	69,65	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	560,00	61,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Ústecký kraj	Ø za 5 let	180,00	6,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Liberecký kraj	Ø za 5 let	680,00	144,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	280,00	22,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Pardubický kraj	Ø za 5 let	550,00	89,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	1 320,00	85,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	0,00	26,96	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	320,00	29,98	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Zlínský kraj	Ø za 5 let	350,00	31,89	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	820,00	50,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

2.2.2. Experimentální stanovení typických dávek živin pro hnojení řepky ozimé

Kromě výše uvedených postupů, byl pro ozimou řepku navíc zvolen experimentální postup výpočtu emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv na základě nejnověji dostupných údajů z elektronické Evidence hnojiv a přípravků na ochranu rostlin (EHP), kdy první soubory dat byly k dispozici cca v září 2023. Shromážděné údaje za rok 2022 tak pokrývají cca 80 % zemědělské půdy v ČR. Cílem tohoto postupu bylo ověření možnosti využití dat o hnojení řepky ozimé, shromážděných přímo od zemědělských subjektů v ČR, nikoliv na základě externích odhadů. Dalším cílem bylo ověření a zpřesnění odhadů hodnot typických dávek minerálních, statkových a organických hnojiv aplikovaných k řepce ozimé v členění dle NUTS 3 na základě znalostí o využití jednotlivých typů minerálních hnojiv a tím přiřazení i příslušných standardních emisních faktorů stanovených v prováděcím nařízení Komise EU.

Aktivitní data

Data z Evidencie přípravků a hnojiv (EPH) byla rozdělena dle NUTS 3, tzn. do krajského členění. Evidence EPH obsahuje 129 plodin, proto první filtrace dat představovala pro každý kraj výběr sledované plodiny – řepky ozimé. Např. pro Jihočeský kraj se tak jednalo o 10 394 záznamů, obsahujících kromě identifikačních údajů podniku, údajů o půdních blocích apod., i údaje o druhu použitého hnojiva (statkové, organické, minerální), aplikované dávky dusíkatých, fosforečných a draselných hnojiv, u minerálních hnojiv i typ hnojiva (hnojiva na bázi močoviny, ledků atd.). Další členění bylo zaměřeno na zjištění podílů aplikovaných dávek dusíku ve formě minerálních hnojiv a hnojiv statkových a organických (vč. organominerálních). Pokud je známá celková dávka aplikovaných dusíkatých hnojiv k příslušné plodině, pak z pohledu výpočtu „uhlíkové stopy“ je důležité znát tyto podíly, neboť emisní faktory související s výrobou a dopravou hnojiv jsou u organických hnojiv považovány za nulové. Vypočtená množství aplikovaného dusíku ve formě minerálních, statkových a organických hnojiv byla přepočtena na plochu pěstované řepky ozimé v příslušném kraji v roce 2022. Tím byl vytvořen na základě doložitelných skutečností, založených na uskutečněném sběru reálných dat přímo ze zemědělských podniků, prostřednictvím nezávislé státní instituce (ÚKZUZ), dostatečný podklad pro aktualizaci a zpřesnění dat o použitých dávkách hnojiv za rok 2022.

Znalost o skutečných dávkách aplikovaných živin na základě EPH byla využita i při revizi hodnot aplikovaných dávek dusíku, fosforu, draslíku a vápenatých hmot pro rok 2018 – 2021. Z pohledu budoucí revize vypočtených a aktualizovaných hodnot dle NUTS 2 / NUTS 3 ze strany odborných institucí EU není zcela možné ponechat ve výpočtech předchozích let významné a těžko odůvodnitelné meziroční rozdíly hodnot. Dále lze očekávat, že podobné hodnoty jaké byly vykázány v roce 2022 budou vykazovány i do budoucna, proto rok 2022 byl zvolen jako „kalibrační rok“ pro revizi hodnot let předchozích. Mechanismem pro revizi dat z let 2018 – 2021 byly znalosti a podklady uvedené v metodice pro praxi „Hospodaření ve zranitelných oblastech – 5. akční program nitrátové směrnice“ (https://www.vurv.cz/wp-content/uploads/2022/08/5APNS_aktual_220803.pdf). Dle tab. 5 zmíněné metodiky (str. 63) byly pro řepku ozimou vypočteny průměrné odběry živin na dosažení příslušného výnosu hlavního a vedlejšího produktu, v závislosti na výnosu řepného semene v daném roce a kraji. Dávky statkových, organických a minerálních hnojiv v roce 2018 – 2021 byly upraveny tak, aby byl zachován teoretický odběr živin pro dosažení příslušného výnosu. Dávky dusíkatých hnojiv byly od roku 2022 do roku 2018 rozloženy v čase tak, aby nebyly významné meziroční rozdíly. V určitých letech byl vypočten poměrně významný nadbytek nevyužitého dusíku, ale dosažené výnosy plodiny byly poměrně nízké. V tomto případě nelze předpokládat, že to bylo způsobeno snížením dávek aplikovaných živin ze strany pěstitelů řepky, ale pravděpodobnou příčinou mohly být nepříznivé klimatické podmínky v daném roce pro dosažení výnosů běžných v ostatních letech. V tab. 8 jsou uvedeny hodnoty teoretického odběru živin na dosažení výnosu, včetně započtení cca 10 % ztráty živin ve formě emisí do ovzduší a podzemních vod. V tab. 9 je následně uvedeno porovnání hodnot před revizí dat a po jejich revizi.

Tab. 8 Výpočet odběru N živin na dosažení výnosu hlavního a vedlejšího produktu [kg N·ha⁻¹]

Jihočeský kraj	Dávka N ze statkových a organických hnojiv	Dávka N z minerálních hnojiv	Prům. výnos řepného semene	Prům. výnos řepné slámy	odběr živin kg N na hlavní produkt na vedlejší produkt + ztráty 10%	Nadbytek nevyužitého N
rok	kg·ha ⁻¹	kg·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	t·ha ⁻¹	kg·ha ⁻¹	kg·ha ⁻¹
2018	22,00	169,00	3,50	7,71	190,34	0,66
2019	22,00	165,00	3,06	6,73	166,19	20,81
2020	22,00	171,00	3,53	7,76	191,47	1,53
2021	30,00	163,00	2,95	6,49	160,29	32,71
2022	35,97	162,55	3,37	7,42	183,26	15,26
ø za 5 let	26,39	166,11	3,28	7,22	178,31	14,19

 Tab. 9 porovnání typických dávek živin stanovených na základě odborného odhadu a dle dat z Evidence přípravků a hnojiv [kg živin·ha⁻¹]

Jihočeský kraj	Množství aplikovaných dávek živin před revizí (odhad)				
	N ze statkových a organických hnojiv	N z minerálních hnojiv	P ₂ O ₅ z minerálních hnojiv	K ₂ O z minerálních hnojiv	Ca z vápenatých hmot
Rok	kg N·ha ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹	kg K ₂ O·ha ⁻¹	kg CaCO ₃ ·ha ⁻¹
2018	30,00	180,00	25,00	20,00	0
2019	30,00	180,00	25,00	20,00	0
2020	30,00	145,00	25,00	20,00	0
2021	30,00	142,00	23,00	18,00	0
2022	30,00	141,00	21,00	18,00	0
ø za 5 let	30,00	157,60	23,80	19,20	0
Jihočeský kraj	Množství aplikovaných dávek živin po revizí (odhad)				
	N ze statkových a organických hnojiv	N z minerálních hnojiv	P ₂ O ₅ z minerálních hnojiv	K ₂ O z minerálních hnojiv	Ca z vápenatých hmot
Rok	kg N·ha ⁻¹	kg N·ha ⁻¹	kg P ₂ O ₅ ·ha ⁻¹	kg K ₂ O·ha ⁻¹	kg CaCO ₃ ·ha ⁻¹
2018	22,00	169,00	45,00	80,00	96,00
2019	22,00	165,00	45,00	80,00	96,00
2020	22,00	171,00	45,00	80,00	96,00
2021	30,00	163,00	45,00	80,00	96,00
2022	35,97	162,55	48,12	81,33	95,91
ø za 5 let	26,39	166,11	45,62	80,27	95,98

Jak je z porovnání patrné, u hodnot před revizí dat, byly v případě Jihočeského kraje pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce řepky ozimé započítávány nižší hodnoty dusíku, fosforu a draslíku i vápenatých hmot, než bylo ve skutečnosti producenty řepky vykázáno. Z pohledu produkce emisí skleníkových plynů se může jednat o jejich nárůst, nicméně v některých jiných krajích ČR byly původní hodnoty nadhodnoceny.

Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv

K zohlednění emisí z výroby a dopravy minerálních hnojiv je třeba použít vhodné emisní faktory podle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996, zahrnující emise skleníkových plynů z předchozích fází výroby minerálních hnojiv. V tab. 10 jsou uvedeny standardní emisní faktory skleníkových plynů pro minerální hnojiva.

Tab. 10 Standardní emisní faktory skleníkových plynů pro minerální hnojiva [kg CO_{2eq}·kg živin⁻¹]

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹ N			
Dusičnan amonný (ammonium nitrate)	3,460	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Síran amonný (ammonium sulphate)	2,740	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Směs síranu amonného a dusičnanu amonného (ammonium nitrate sulphate)	3,162	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Amoniak (čpavek) bezvodý (anhydrous ammonia)	2,832	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Dusičnan amonno-vápenatý (calcium ammonium nitrate)	3,67	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Močovina (urea)	1,935	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Roztok močoviny a dusičnanu amonného (urea ammonium nitrate)	2,693	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
NPK 15-15-15	5,013	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Dusičnan amonný s fosfátem (ammonium nitrate phosphate)	1,908	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹ P ₂ O ₅			
Trojité superfosfát (triple superphosphate TSP)	0,544	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Fosforit (rock phosphate) 21 % P ₂ O ₅ , 23 % SO ₃	0,095	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Superfosfát (monoammonium phosphate MAP) 11% N, 52 % P ₂ O ₅	1,029	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Hydrogenfosforečnan amonný (Dvojitý superfosfát, di-ammonium phosphate DAP) 18 % N, 46 % P ₂ O ₅	1,552	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
	Emisní faktor			
	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹ K ₂ O			
Muriat z potaše 60% K ₂ O	0,544	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
	Emisní faktor			
	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹ CaO			
Vápenaté hmoty CaO	0,130	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021

Pro uplatnění příslušných standardních emisních faktorů, uvedených v prováděcím nařízení, je nutná znalost podílu využití jednotlivých typů minerálních hnojiv (minerální hnojiva na bázi močoviny, na bázi dusičnanů atd.). Předběžné vyhodnocení použití různých typů minerálních hnojiv v členění dle NUTS 3 a NUTS 2 je zatím ve stádiu přípravy a přesná data nejsou k dispozici. V tabulce 11 jsou uvedeny obecné emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv použité při výpočtech v rámci přípravy této metodiky.

Tab. 11 Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv [kg CO_{2eq} · kg⁻¹]

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2ekv} · kg ⁻¹ aplikované živiny			
obecný emisní faktor pro dusíkatá hnojiva	4,5719	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - 2019 str. 37	https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d6dd4ba-720a-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search	2019
obecný emisní faktor pro aplikaci fosforečných hnojiv ve formě P ₂ O ₅	0,5417	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - 2019 str. 37	https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d6dd4ba-720a-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search	2019
obecný emisní faktor pro aplikaci draselných hnojiv ve formě K ₂ O	0,4167	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - 2019 str. 37	https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d6dd4ba-720a-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search	2019
obecný emisní faktor pro vápenaté hmoty vyjádřených jako CaO	0,0697	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - 2019 str. 37	https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/7d6dd4ba-720a-11e9-9f05-01aa75ed71a1/language-en/format-PDF/source-search	2019

V tab. 12 je uvedeno porovnání hodnot emisních faktorů pro výpočet emisí z výroby a dopravy minerálních hnojiv dle podkladů ISCC (International Sustainability Carbon Certification - ISCC EU205 – Greenhouse gas emissions, version 4.0, valid from 1st July 2021) dostupné na https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf a emisních faktorů uvedených v příručce European Commission, Joint Research Centre z roku 2019.

Tab. 12 Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv dle databáze ISCC a příručky JRC [kg CO_{2eq}·kg živin⁻¹]

	Emisní faktor	Zdroj dat	Emisní faktor	Zdroj dat / rok vydání
	kg CO _{2ekv} ·kg aplikované živiny ⁻¹		kg CO _{2ekv} ·kg aplikované živiny ⁻¹	
obecný emisní faktor pro dusíkatá hnojiva	4,5719	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - rok vydání 2019	5,8810	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51
obecný emisní faktor fosforečná hnojiva (P ₂ O ₅)	0,5417	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - rok vydání 2019	1,0110	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51
obecný emisní faktor pro draselná hnojiva (K ₂ O)	0,4167	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - rok vydání 2019	0,0579	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51
obecný emisní faktor pro vápenaté hmoty (CaO)	0,0697	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - rok vydání 2019	0,1300	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51

Přestože aktualizovaná ISCC příručka byla vydána v roce 2021, původ obecných emisních faktorů pro minerální hnojiva sahá až do roku 2015, proto je lze považovat za zastaralá. Pro výpočty emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv byly pro plodiny jako je pšenice ozimá, řepka ozimá, cukrová řepa, kukuřice na zrno, kukuřice na siláž, ječmen jarní a ječmen ozimý použity obecné emisní faktory, publikované JRC v roce 2019. Ve standardních emisních faktorech pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv je již doprava započtena. Při použití jiných emisních faktorů než standardních, tzn. emisních faktorů skleníkových plynů specifických pro příslušné hnojivo poskytnuté např. výrobcem, musely by být dále započítány emise skleníkových plynů i pro dopravu těchto hnojiv od jejich producenta až do zemědělského podniku tzv. Cradle-to-gate.

Na základě předběžných dat z Eviden přípravek a hnojiv byl pro vzorový Jihočeský kraj zpracován přehled a stanovení podílu zastoupení jednotlivých minerálních hnojiv dle typů, použitých při hnojení řepky ozimé v tomto kraji. Cílem bylo ověření dostupnosti a kvality získaných dat. U každého vykázaného minerálního hnojiva byl na základě množství aplikovaného dusíku zjištěn podíl jeho využití pro hnojení řepky ozimé. Každému typu minerálního hnojiva byl přiřazen příslušný standardní emisní faktor stanovený podle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996 a byly vypočteny emise skleníkových plynů související s jejich výrobou a použitím. Součástí výpočtů emisí skleníkových plynů jsou i emise skleníkových plynů z aplikace močoviny dle vzorce 11.13 IPCC 2006. V tab. 13 je uvedeno rozdělení

minerálních hnojiv použitých v Jihočeském kraji pro hnojení řepky ozimé v roce 2022 a výpočet emisí skleníkových plynů pocházejících z jejich výroby.

Tab. 13 Podíl jednotlivých typů minerálních hnojiv použitých pro hnojení ozimé řepky v Jihočeském kraji v roce 2022 a výpočet celkové produkce emisí skleníkových plynů pocházejících z jejich z výroby

Jihočeský kraj – typ minerálního hnojiva	Množství aplikovaného N	Podíl typu hnojiva	Standardní emisní faktor minerálních hnojiv	Emisní faktor pro aplikaci močoviny	Produkce emisí CO _{2eq}
	kg	%	kg CO _{2eq} ·kg ⁻¹	kg CO ₂ -C·kg ⁻¹	kg
Dusičnan amonný	1 079 704	20,21	3,469		3 745 494
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	611 009	11,44	3,670		2 242 403
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	1 062 290	19,89	2,693	0,200	3 114 704
Dusičnan amonný + síran amonný	14 968	0,28	3,162		47 329
Dusičnan amonný se síranem vápenatým	124 702	2,33	3,469		432 591
Močovina celkem	823 670	15,42	1,935	0,200	2 197 826
NP hnojiva	33 795	0,63	5,013		169 416
NPK hnojiva	192 894	3,61	5,013		966 976
Ostatní N hnojiva	40 132	0,75	5,013		201 184
Síran amonný	115 507	2,16	2,724		314 640
Směs síranu amonného a dusičnanu amonného	1 177 352	22,04	3,162		3 722 787
Směs síranu amonného s močovinou	65 144	1,22	2,724		177 452
Celkem	5 341 167				17 332 803

Dalším vyhodnocením dat uvedených v předchozí tabulce lze dojít k závěru, že na základě použití příslušných standardních emisních faktorů pro jednotlivé typy minerálních hnojiv, lze pro výpočet emisí skleníkových plynů z výroby minerálních hnojiv určených pro hnojení řepky ozimé v Jihočeském kraji, použít namísto obecného emisního faktoru ve výši 4,5719 kg CO_{2eq}·kg N⁻¹ nový, místně specifický emisní faktor ve výši 3,245 kg CO_{2eq}·kg N⁻¹ (hodnota nižší cca o 29 %). Znalost podrobného členění jednotlivých typů minerálních hnojiv dle NUTS 3 má následné využití i při řazení agregovaných emisních faktorů při výpočtu emisí N₂O z aplikace hnojiv na zemědělskou půdu.

Z výše uvedené tabulky je rovněž zřejmé, že přiřazení příslušného standardního emisního faktoru pro jednotlivé typy minerálních hnojiv je pro výpočet emisí z výroby minerálních hnojiv na úrovni zemědělského podniku velmi výhodné. Zemědělský podnik tak může přizpůsobit typy použitých hnojiv i s ohledem na „uhlíkovou stopu“ pěstovaných plodin. Data z Evidence přípravků a hnojiv prokázala, že údaje jsou v zemědělských podnicích dostupné a připravené k jejich využití. Údaje o aplikovaných dávkách živin k jednotlivým plodinám jsou pochopitelně rovněž dostupné, tzn. výpočet emisí skleníkových plynů z výroby minerálních hnojiv na úrovni zemědělského podniku by neměl způsobovat problém.

Nejvyšší přesnost a nejvyšší možná úroveň výpočtů emisí skleníkových plynů z výroby minerálních hnojiv, kam budou zemědělské podniky do budoucna směřovat, je využití podkladů o emisních hodnotách z výroby minerálních hnojiv poskytnutých přímo výrobcem, či dodavatelem minerálních hnojiv. Z tohoto důvodu lze doporučit zemědělským podnikům, aby vytvořili tlak na výrobce a dodavatele hnojiv s cílem doložení těchto údajů. Na obr. 4 je uveden příklad certifikátu o ověření uhlíkové stopy z výroby minerálních hnojiv jednoho z výrobců hnojiv. Nebude-li dodavatel minerálních hnojiv schopen / ochoten tyto údaje poskytnout, bude na zvážení zemědělského podniku, jaké jiné přínosy má stávající spolupráce.

DNV·GL

ANNEX

CARBON FOOTPRINT – YARA FERTILIZER PRODUCTS

DNVGL has verified the carbon footprint for the fertilizer grades from selected production sites. The carbon footprint values in kg CO₂/kg product represent the maximum carbon footprint for the specific fertilizer product and production site.

Yara Product	Product type	Production sites	Data vintage	kg CO ₂ e/kg product max
YaraBela Extran 33.5	AN (33.5 %N)	Rostock, Germany Sluiskil, The Netherlands Tertre, Belgium	2013 2014 2015	1.25
YaraBela Extran 27	CAN (27 %N)	Rostock, Germany Sluiskil, The Netherlands Tertre, Belgium	2013 2014 2015	1.04
YaraVera	Urea (46 %N) **)	Sluiskil, The Netherlands	2014	1.52
YaraUAN	UAN (30 %N)**)	Rostock, Germany Sluiskil, The Netherlands	2013 2014	1.06
YaraLiva	CN (15.5 %N)	Glomfjord, Norway Porsgrunn, Norway	2013 2013	0.65
YaraMila	NPK *) (15 %N -15 %K ₂ O - 15 %P ₂ O ₅)	Glomfjord, Norway Porsgrunn, Norway Siilinjärvi, Finland Uusikaupunki, Finland	2013 2013 2013 2013	0.80

*) Exact result of a NPK grade depends on the N-P-K ratio.

***) The Urea and UAN figures include CO₂ emissions from hydrolysis after application, but no other emissions from use of the product.

Latest update: Høvik, Norway, 21.12.2017

DNV GL AS



Rafi-ud-Din Khawaja
Lead Verifier



Siv Inderdal Eklo
Regional Development Manager, N. Europe

Obr. 4 Uhlíková stopa vybraných minerálních hnojiv (zdroj: Yara
<https://www.yara.co.uk/contentassets/a6e77004605040aea339577f909d5368/yara-carbon-footprint-verification-statement.pdf>)

2.2.3. Emise z neutralizace okyselování hnojiv a vápnění

Součástí výpočtů emisí skleníkových plynů z využití minerálních hnojiv je i výpočet emisí z okyselování hnojiv a vápnění. Emise z neutralizace okyselování hnojiv a z použití zemědělského vápna se započítávají do emisí CO₂ z neutralizace kyselosti dusíkatých hnojiv nebo z reakcí vápna v půdě.

Aktivitní data

Jako aktivitní data pro výpočet emisí z neutralizace okyselování dusíkatými hnojivy byly využity hodnoty jejich spotřeb uvedené v tab. 4. Pro výpočet emisí z použití zemědělského vápna byly využity hodnoty jejich spotřeb uvedené v tab. 7.

Emisní faktory

Dle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996 nařízení komise (str. 35), emisní faktor z neutralizace dusíkatých hnojiv v půdě činí 0,783 kg CO₂·kg N⁻¹; u močovinových hnojiv jsou neutralizační emise 0,806 kg CO₂·kg N⁻¹. Vzhledem ke skutečnosti, že podrobnější členění minerálních hnojiv je zatím ve stádiu hodnocení, byla pro potřeby této metodiky použita hodnota 0,783 kg CO₂·kg N⁻¹.

V tab. 14 jsou uvedeny hodnoty pH půdy v členění dle NUTS 3 spolu s přiřazeným odpovídajícím emisním faktorem dle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996 nařízení komise (str. 35).

Tab. 14 pH půdy v jednotlivých krajích ČR (zdroj dat: ÚKZUS)

Kraj (NUTS 3)	Rok	pH půdy	emisní faktor při použití vápenatých hmot
			kg CO ₂ · (kg ekvivalentu CaCO ₃) ⁻¹ zemědělského vápna
Hl. město Praha	Ø za 5 let	6,40	0,52
Středočeský kraj	Ø za 5 let	6,30	0,44
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	5,50	0,44
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	5,60	0,44
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	5,50	0,44
Ústecký kraj	Ø za 5 let	6,50	0,52
Liberecký kraj	Ø za 5 let	5,60	0,44
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	6,20	0,44
Pardubický kraj	Ø za 5 let	5,90	0,44
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	5,60	0,44
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	6,70	0,52
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	6,10	0,44
Zlínský kraj	Ø za 5 let	6,10	0,44
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	5,70	0,44

Výběr emisních faktorů pro vápnění půdy je závislý na pH půdy. Na kyselých půdách, kde je pH nižší než 6,4, se zemědělské vápno rozpouští v půdních kyselinách za vzniku převážně CO₂, nikoli hydrogenuhličitanu, přičemž se téměř všechen CO₂ uvolňuje do zemědělského vápna (0,44 kg CO₂ · (kg ekvivalentu CaCO₃ zemědělského vápna)⁻¹). Pokud je pH půdy vyšší nebo rovno 6,4, zohlední se při výpočtu kromě emisí způsobených neutralizací okyselení způsobeného hnojivem také emisní faktor 0,98/12,44 = 0,079 kg CO₂ · (kg ekvivalentu CaCO₃ použitého zemědělského vápna)⁻¹.

Hodnoty pH půdy v členění dle NUTS 3 bylo stanoveno na základě Výsledků agrochemického zkoušení zemědělských půd za cyklus 2017–2022, provedeného Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským ([https://eagri.cz/public/portal/-a24432---BkL7px_z/vysledky-agrochemickeho-zkouseni-pud str. 6](https://eagri.cz/public/portal/-a24432---BkL7px_z/vysledky-agrochemickeho-zkouseni-pud_str.6)).

Na úrovni zemědělského podniku je spotřeba vápenatých hmot známá. Pro výběr příslušného emisního faktoru na základě pH půdy lze vybrat hodnoty z předchozí tabulky. U krajů jako je Hl. město Praha, Ústecký a Jihomoravský kraj, kde je průměrná hodnota pH rovná nebo vyšší než 6,4 a tím je i vyšší emisní faktor, je vhodné ověřit pH přímo v dané lokalitě, resp. přímo na pozemku. Výpočet emisí skleníkových plynů z neutralizace okyselování hnojiv a vápnění by nemělo na úrovni zemědělského podniku způsobovat problémy.

2.3. Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe}

Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe} se vypočítávají dle následujícího vzorce:

$$e_{pe} = \sum m_{pe_i} \times ef_{pe_i} \quad [\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{ha}^{-1} \text{rok}^{-1}]$$

kde:

- m_{pe} = množství i-tého pesticidu bez rozlišení např. na herbicid, fungicid, insekticid atd., aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$],
- ef_{pe} = emisní faktor z produkce i-tého pesticidu [$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg živin}^{-1}$].

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat, udávajících spotřebu přípravků na ochranu rostlin je každoroční vyhodnocování spotřeby herbicidů, fungicidů, pesticidů a dalších látek, prováděné Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZUZ). Data zpracovaná v rozdělení do jednotlivých okresů a dle NUTS 3 jsou k dispozici na webových stránkách Ministerstva zemědělství ČR <http://eagri.cz/public/web/ukzuz/portal/pripravky-na-or/ucinne-latky-v-por-statistika-spotreba/spotreba-pripravku-na-or/spotreba-por-kraje-okresy/>. V tab. 15 a 16 je uvedena spotřeba přípravků na ochranu rostlin pro vybrané plodiny dle NUTS 2 a NUTS 3 v členění na spotřebu glyfosátu a ostatních přípravků.

Tab. 15 Spotřeba glyfosátu na jeden hektar zemědělské půdy za rok v členění dle NUTS 2 a NUTS 3 pro vybrané plodiny [$\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaného glyfosátu·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	∅ za 5 let	0,12	0,29	0,13	0,21	0,21	0,12	0,12
Střední Čechy	∅ za 5 let	0,16	0,20	0,06	0,13	0,13	0,16	0,16
Jihozápad	∅ za 5 let	0,13	0,13	0,00	0,10	0,12	0,13	0,13
Severozápad	∅ za 5 let	0,19	0,20	0,06	0,12	0,15	0,21	0,21
Severovýchod	∅ za 5 let	0,19	0,27	0,22	0,18	0,20	0,20	0,19
Jihovýchod	∅ za 5 let	0,16	0,18	0,09	0,15	0,17	0,16	0,17
Střední Morava	∅ za 5 let	0,15	0,19	0,11	0,13	0,17	0,15	0,15
Moravskoslezsko	∅ za 5 let	0,18	0,14	0,14	0,10	0,10	0,18	0,18
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaného glyfosátu·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	∅ za 5 let	0,12	0,29	0,13	0,21	0,21	0,12	0,12
Středočeský kraj	∅ za 5 let	0,16	0,20	0,06	0,13	0,13	0,16	0,16
Jihočeský kraj	∅ za 5 let	0,13	0,12	0,00	0,08	0,08	0,13	0,13
Plzeňský kraj	∅ za 5 let	0,12	0,14	0,00	0,16	0,16	0,12	0,12
Karlovarský kraj	∅ za 5 let	0,23	0,23	0,00	0,24	0,24	0,23	0,23
Ústecký kraj	∅ za 5 let	0,18	0,20	0,05	0,11	0,11	0,18	0,18
Liberecký kraj	∅ za 5 let	0,21	0,32	0,10	0,16	0,16	0,21	0,21
Královéhradecký kraj	∅ za 5 let	0,17	0,27	0,28	0,22	0,22	0,17	0,17
Pardubický kraj	∅ za 5 let	0,21	0,27	0,11	0,16	0,16	0,21	0,21
Kraj Vysočina	∅ za 5 let	0,18	0,18	0,35	0,43	0,16	0,18	0,18
Jihomoravský kraj	∅ za 5 let	0,15	0,17	0,08	0,13	0,19	0,15	0,15
Olomoucký kraj	∅ za 5 let	0,16	0,21	0,15	0,14	0,15	0,16	0,16
Zlínský kraj	∅ za 5 let	0,14	0,18	0,14	0,12	0,13	0,14	0,14
Moravskoslezský kraj	∅ za 5 let	0,18	0,14	0,14	0,10	0,10	0,18	0,18

Tab. 16 Spotřeba ostatních přípravků na ochranu rostlin na jeden hektar zemědělské půdy za rok v členění dle NUTS 2 a NUTS 3 pro vybrané plodiny [kg·ha⁻¹·rok⁻¹]

Kraj (NUTS 2)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaných ostatních přípravků na ochranu rostlin·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	∅ za 5 let	0,84	1,42	4,19	0,67	0,26	0,84	0,84
Střední Čechy	∅ za 5 let	0,91	1,40	1,98	0,69	0,26	0,91	0,91
Jihozápad	∅ za 5 let	0,79	1,46	0,00	0,79	0,24	0,81	0,77
Severozápad	∅ za 5 let	0,74	1,23	1,52	0,39	0,25	0,70	0,70
Severovýchod	∅ za 5 let	1,04	1,42	2,67	0,73	0,25	1,01	1,03
Jihovýchod	∅ za 5 let	0,75	1,39	3,26	0,74	0,24	0,78	0,78
Střední Morava	∅ za 5 let	0,82	1,34	3,38	0,64	0,24	0,76	0,85
Moravskoslezsko	∅ za 5 let	0,86	1,15	3,47	0,73	0,25	0,86	0,86
Kraj (NUTS 3)	Rok	pšenice	řepka	cukrová	kukuřice	kukuřice	ječmen	ječmen
		ozimá	ozimá	řepa	na zrno	na siláž	jarní	ozimý
		kg aplikovaných ostatních přípravků na ochranu rostlin·ha ⁻¹						
Hl. město Praha	∅ za 5 let	0,84	1,42	4,19	0,67	0,26	0,84	0,84
Středočeský kraj	∅ za 5 let	0,91	1,40	1,98	0,69	0,26	0,91	0,91
Jihočeský kraj	∅ za 5 let	0,88	1,56	0,00	0,82	0,24	0,88	0,88
Plzeňský kraj	∅ za 5 let	0,67	1,32	0,00	0,72	0,25	0,67	0,67
Karlovarský kraj	∅ za 5 let	0,71	1,39	0,00	0,60	0,25	0,71	0,71
Ústecký kraj	∅ za 5 let	0,75	1,20	1,78	0,38	0,25	0,75	0,75
Liberecký kraj	∅ za 5 let	0,93	1,50	1,68	0,42	0,25	0,93	0,93
Královéhradecký kraj	∅ za 5 let	1,12	1,38	2,76	0,69	0,25	1,12	1,12
Pardubický kraj	∅ za 5 let	0,97	1,44	2,62	0,79	0,25	0,97	0,97
Kraj Vysočina	∅ za 5 let	0,82	1,45	2,69	1,90	0,24	0,84	0,84
Jihomoravský kraj	∅ za 5 let	0,71	1,33	3,29	0,68	0,25	0,71	0,71
Olomoucký kraj	∅ za 5 let	1,00	1,37	3,51	0,61	0,24	1,00	1,00
Zlínský kraj	∅ za 5 let	0,88	1,34	3,52	0,45	0,25	0,88	0,88
Moravskoslezský kraj	∅ za 5 let	0,86	1,15	3,47	0,73	0,25	0,86	0,86

Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z použitých pesticidů

Pro pesticidy, kterými se rozumí všechny přípravky na ochranu rostlin včetně herbicidů, insekticidů, fungicidů atd., jsou v současné době platné standardní emisní faktory uvedené v příručce ISCC. V tabulce 17 jsou uvedeny emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z aplikovaných pesticidů použité při výpočtech v rámci přípravy této metodiky.

Tab. 17 Emisní faktory prostředků na ochranu rostlin [$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{kg}^{-1}$]

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	$\text{kg CO}_{2\text{ekv}} \cdot \text{kg}$ účinné látky ⁻¹			
Glyfosát	11,552	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021
Ostatní přípravky na ochranu rostlin	10,970	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021

Na úrovni zemědělského podniku je spotřeba přípravků na ochranu rostlin známá. Výběr příslušného emisního faktoru dle výše uvedené tabulky nemůže činit problémy. Výpočet emisí skleníkových plynů z použití pesticidů by nemělo na úrovni zemědělského podniku způsobovat problémy.

2.4. Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů a paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin

2.4.1. Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů

e_{palPHM}

Spotřeba energie potřebná na provoz zemědělských strojů se obvykle udává na jednotku plochy půdy, tzn. $\text{l} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Emise skleníkových plynů ze spotřeby pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů e_{pal} se vypočítávají dle následujícího vzorce:

$$e_{\text{palPHM}} = \sum s_{\text{pal}_i} \times e_{f_{\text{pal}_i}} \quad [\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

- s_{pal_i} = celkové roční množství i-té spotřebované pohonné hmoty (nejčastěji motorové nafty) na obhospodaření jednoho hektaru zemědělské půdy [$\text{l} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$];
- $e_{f_{\text{pal}_i}}$ = emisní faktor ze spotřeby i-té pohonné hmoty (nejčastěji motorové nafty) [$\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{l}^{-1}$].

Aktivitní data

Základem pro určení spotřeby motorových paliv mobilních energetických prostředků pro zajištění technologických operací pěstování zemědělských plodin, byl databázový expertní systém VÚZT, v.v.i. „Technologie a ekonomika plodin“, dostupný na <http://vuzt.cesnet.cz/vuzt0/svt/vuzt/code.htm>. Jedná se o volně přístupný softwarový internetový systém pro zemědělskou praxi určený pro hodnocení technologických operací a poradenství. Pro výpočet emisí skleníkových plynů jde o oficiálně doporučený nástroj, který je každoročně aktualizován v návaznosti na získaných aktuálních údajích o skutečném použití strojních souprav, o jejich výkonnosti, o spotřebě pohonných hmot, o použití dalších materiálů a o jejich cenách pro stanovení jednotkových nákladů konvenčních technologií (vhodných do erozně neohrožených oblastí – NEO) a půdoochranných technologií (vhodných pro pěstování plodin v mírně a silně ohrožených oblastech – MEO, SEO). Konvenční technologie pěstování rostlin jsou klasické technologie, zahrnující zpracování půdy a zakládání porostů s využitím orby. Půdoochranné technologie, reagující na ohrožení erozí a suchem, nahrazují tradiční orbu kypřením a jsou pro ně typické agregace strojů v soupravě. Jde o minimalizační postupy, které se v posledních letech uplatňují nejen při pěstování obilovin, luskovin, ale i olejnin. Oproti konvenčním technologiím je zde vyšší spotřeba prostředků na ochranu rostlin. V rámci revize spotřeby PHM z produkce zemědělských plodin byl aktualizován podíl hospodaření orebním a bezorebním způsobem pěstování plodin na základě dat z LPIS, zpracovaných VÚMOP. V tab. 17 je uvedena aktuální erozní ohroženost orné půdy v různých regionech ČR.

Tab. 17 Erozní ohroženost půd v ČR a způsoby zpracování orné půdy – LPIS (VÚMOP, 2021)

	standardní orná půda (ha)	Erozní ohroženost			Podíl zpracování orné půdy		
		NEO - konvenční způsob hospodaření (ha)	MEO - minimalizační způsob hospodaření (ha)	SEO - bezorebný způsob hospodaření (ha)	NEO - konvenční způsob hospodaření	MEO - minimalizační způsob hospodaření (%)	SEO - bezorebný způsob hospodaření
Česká republika celkem	2 443 983	1 366 183	970 961	106 840	56	40	4
Kraj název							
Hlavní město Praha	9 735	7 761	1 922	52	80	20	1
Středočeský kraj	464 546	302 096	155 503	6 947	65	33	1
Jihočeský kraj	242 208	152 649	87 550	2 008	63	36	1
Plzeňský kraj	199 484	88 328	102 169	8 987	44	51	5
Karlovarský kraj	34 640	22 719	11 585	336	66	33	1
Ústecký kraj	148 943	103 266	43 679	1 998	69	29	1
Liberecký kraj	37 230	13 352	21 769	2 109	36	58	6
Královéhradecký kraj	162 530	103 641	54 800	4 088	64	34	3
Pardubický kraj	171 953	92 251	73 410	6 291	54	43	4
Kraj Vysočina	271 059	133 179	132 742	5 138	49	49	2
Jihomoravský kraj	315 986	175 397	107 641	32 948	56	34	10
Olomoucký kraj	175 081	97 857	67 915	9 309	56	39	5
Zlínský kraj	89 759	31 498	40 801	17 460	35	45	19
Moravskoslezský kraj	120 829	42 188	69 473	9 168	35	57	8

Údaje zahrnující erozní ohroženost orné půdy byly použity pro výběr příslušných technologických operací určených pro pěstování zemědělských plodin v jednotlivých krajích ČR, kterým byla následně přiřazena příslušná spotřeba PHM dle databázového systému VÚZT. V tab. 18 jsou uvedeny spotřeby PHM použitých pro pohon zemědělské techniky při pěstování příslušných plodin a použité technologie pěstování.

Tab. 18 Spotřeba PHM použitých pro pohon zemědělské techniky při pěstování příslušných plodin a technologie pěstování [$l \cdot ha^{-1}$]

Plodina	Způsob zpracování půdy	spotřeba PHM
		$l \cdot ha^{-1}$
pšenice ozimá	NEO	87,90
	MEO	67,40
	SEO	60,80
řepka ozimá	NEO	92,30
	MEO	81,70
	SEO	79,70
cukrová řepa	NEO	192,20
	MEO	181,60
	SEO	-
kukuřice na zrna	NEO	192,20
	MEO	181,60
	SEO	-
kukuřice na siláž	NEO	105,90
	MEO	81,50
	SEO	-
ječmen jarní	NEO	105,90
	MEO	81,50
	SEO	81,90
ječmen ozimý	NEO	64,60
	MEO	65,30
	SEO	87,23

Emisní faktory

Pro výpočet emisí skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů se nejčastěji používá motorová nafta. V tab. 19 jsou uvedeny emisní faktory pro motorovou naftu. Pro výpočet v rámci přípravy metodiky byl zvolen emisní faktor ve výši $3,4236 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} \cdot l^{-1}$, který je v souladu s prováděcím nařízením (způsob výpočtu: $36 \text{ MJ} \cdot l^{-1} \times 95,1 \text{ g CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{MJ}^{-1} = 3,4236 \text{ kg CO}_{2\text{eq}} \cdot l^{-1}$). Hodnota emisního faktoru pro motorovou naftu $95,1 \text{ g CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{MJ}^{-1}$ pochází z přílohy IX prováděcího nařízení str. 52, hodnota výhřevnosti ve výši $36 \text{ MJ} \cdot l^{-1}$ pochází z přílohy III směrnice RED II, str. 144 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018L2001>

Tab. 19 Emisní faktory motorové nafty

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2ekv} · l paliva ⁻¹			
Motorová nafta	2,7000	EIB Project Carbon Footprint Methodologies, str. 26	https://www.eib.org/attachments/ucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf	leden 2023
Motorová nafta	3,1400	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.58	https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf	2021
Motorová nafta	3,4102	prováděcí nařízení komise příloha IX	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022

Na úrovni zemědělského podniku je celková spotřeba PHM použitých pro pohon zemědělských strojů sice známá, ale její rozdělení na jednotlivé operace a jednotlivé plodiny je bez využití moderních informačních systémů velice obtížné. Výběr příslušného emisního faktoru dle výše uvedené tabulky nemůže činit problémy. Výpočet emisí skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů není zcela jednoduché, proto doporučujeme využít databázový systém založený na normativních hodnotách.

2.5. Emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin $e_{palsu\check{s}}$

Emise skleníkových plynů ze spotřeby paliva použitého pro posklizňovou úpravu plodin sušením e_{pal} se vypočítávají dle následujícího vzorce:

$$e_{palsu\check{s}} = \sum s_{pal_i} \times ef_{pal_i} \quad [\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{t}_{\%}^{-1}]$$

kde:

s_{pali} = celkové roční množství i-tého spotřebovaného paliva (nejčastěji zemní plyn) na dosušení pěstované plodiny [$\text{m}^3_{N} \cdot \text{t}_{\%}^{-1}$], přepočtených na energetickou jednotku [$\text{MJ} \cdot \text{t}_{\%}^{-1}$],

ef_{pali} = emisní faktor ze spotřeby i-tého paliva (nejčastěji zemní plyn) [$\text{kg CO}_{2eq} \cdot \text{MJ}^{-1}$]

Aktivní data

Emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin zahrnují především emise pocházející ze spalování paliv při sušení plodin na požadovanou hodnotu vlhkosti, před jejich uložením do skladů, včetně emisí z energií použitých při jejich čištění a při manipulaci. Údaje o spotřebě energií použitých na sušení plodin vypovídají o technické úrovni procesu sušení, který se používá pro splnění požadavků na skladování v závislosti na obsahu vstupní vlhkosti sklizených plodin. U zrnin je max. skladovací vlhkost ≤ 15 a u olejnin $\leq 8\%$ m/m. Emise skleníkových plynů ze sušení

zahrnují pouze emise z procesu sušení, který je nutný k zajištění bezpečného skladování surovin a nezahrnují sušení materiálu během dalšího zpracování. Efektivita sušení je vyjádřena jako odsušek 1 t vlhkého zrna o 1 % vlhkosti na 1 m³_N zemního plynu nebo topného oleje (LTO). Spotřeba elektřiny sušárnou v kWh vztažených na 1 t vlhkého zrna a v dopravních cestách a skladech v kWh na 1 t usušeného zrna. Typická hodnota efektivity sušení činí 0,99 t% m⁻³_N zemního plynu. Měrná spotřeba elektřiny v sušárně činí 6,5 kWh t⁻¹ a dopravních cestách a skladech 7,0 kWh t⁻¹.

Emisní faktory

Pro zohlednění emisí z používání paliv k výrobě tepla a elektřiny používaných k sušení se používají aktuální emisní faktory uvedené v tab. 20

Tab. 20 Standardní emisní faktory energetických nosičů

	Emisní faktor	Zdroj dat	Odkaz	Datum vydání dokumentu
	kg CO _{2ekv} ·MJ ⁻¹			
Zemní plyn (směs EU)	0,06600	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/52	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
LPG	0,06631	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/52	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
Těžký topný olej	0,09420	prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/52	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996	14.06.2022
	Emisní faktor			
	kg CO _{2ekv} ·MJ ⁻¹			
Elektrická energie ze sítě – elektrický mix	0,413	Emisní faktor CO ₂ z výroby elektřiny za léta 2010–2022	https://www.mpo.cz/cz/energetika/statistika/elektrina-a-teplo/emisni-faktor-co2-z-vyroby-elekriny-za-leta-2010-2022--273197/	10.11.2023

Pokud emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin např. při sušení plodin vznikají, pak je vhodné tyto emise přičíst až k celkové hodnotě produkovaných emisí skleníkových plynů z pěstování plodin. Důvodem je obtížný přepočít takto vznikajících emisí na jednotku plochu a vyjádřit je v jednotkách kg CO_{2eq}·ha⁻¹.

2.6. Emise N₂O uvolněné z půdy e_{N₂O}

2.6.1. Metodický postup výpočtu

Výpočet přímých a nepřímých emisí N₂O je zpracován přesně dle přílohy VII prováděcího Nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy. Metodika pro stanovení emisí z těžby nebo pěstování surovin je v příloze VII uvedena pod bodem 1.5. Výpočet emisí N₂O z obhospodařované půdy a provádí se podle 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4 Agriculture, Forestry and Other Land Use metodiky (dále jen metodika IPCC) <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>. Pro výpočet emisí N₂O z aplikace hnojiv při pěstování plodin se použijí rozčleněné emisní faktory specifické pro jednotlivé plodiny pro různé environmentální podmínky (odpovídající úrovni TIER 2 metodiky IPCC), půdní podmínky a různé plodiny. Dle pokynů uvedených v IPCC metodikách se emise N₂O uvolněné z půdy počítají dle následujících vzorců:

$$N_2O_{\text{total}} - N = N_2O_{\text{přímé}} - N + N_2O_{\text{nepřímé}} - N$$

Přímé emise skleníkových plynů pro minerální půdy:

$$N_2O_{\text{přímé}} - N = [(F_{SN} + F_{ON}) \cdot EF_{1ij}] + [F_{CR} \cdot EF_1] \quad [\text{kg N}_2\text{O}-\text{N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

Nepřímé emise skleníkových plynů minerální i organické půdy:

$$N_2O_{\text{nepřímé}} - N = [((F_{SN} \cdot \text{Frac}_{\text{GASF}}) + (F_{ON} \cdot \text{Erac}_{\text{GASM}}) \cdot EF_4] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \cdot \text{Frac}_{\text{Leach-(H)}} \cdot EF_5] \quad [\text{kg N}_2\text{O}-\text{N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

$$F_{SN} = \text{roční přísun dusíku z minerálních dusíkatých hnojiv} \quad [\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$F_{ON} = \text{roční přísun dusíku ze statkových hnojiv aplikovaných jako hnojivo} \quad [\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$F_{CR} = \text{roční přísun dusíku obsažených v rostlinných zbytcích (nadzemních i podzemních)} \quad [\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$F_{OS,CG,Temp} = \text{roční plocha obhospodařovaných/odvodněných organických půd pod ornou půdou v mírném klimatu} \quad [\text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$\text{Frac}_{\text{GASF}} = 0,10 (\text{kg N NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}) \cdot (\text{kg použitého N})^{-1}. \text{ Podíl volatilizovaného dusíku z minerálních hnojiv}$$

$$\text{Frac}_{\text{GASM}} = 0,20 (\text{kg N NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}) \cdot (\text{kg použitého N})^{-1}. \text{ Podíl volatilizovaného dusíku z organických dusíkatých hnojiv}$$

$$\text{Frac}_{\text{Leach-(H)}} = 0,30 \text{ kg N} \cdot (\text{kg dusíku})^{-1}. \text{ Ztráty N vyplavováním/odtokem u regionů, kde může k vyplavování docházet.}$$

EF_{1ij} = emisní faktory specifické pro plodinu a lokalitu pro emise N_2O z aplikace minerálních hnojiv a organického dusíku do minerálních půd $[kg N_2O-N \cdot (kg \text{ přísunu } N)^{-1}]$

$EF_1 = 0,01$ $[kg N_2O-N \cdot (kg \text{ přísunu } N)^{-1}]$

$EF_4 = 0,01$ $[kg N_2O-N \cdot (kg N NH_3-N + NO_x- \text{ volatilizovaného } N)^{-1}]$

$EF_5 = 0,0075$ $[kg N_2O-N \cdot (kg N \text{ při vyplavování/odtoku})^{-1}]$

Výnos = roční čerstvý výnos plodiny $[kg \cdot ha^{-1}]$

DRY = podíl sušiny sklizeného produktu $[kg \text{ sušiny} \cdot (kg \text{ čerstvé hmotnosti})^{-1}]$

$Frac_{Burnt}$ = podíl ročně spálené plochy plodin $[ha \cdot ha^{-1}]$

C_f = spalovací faktor $[-]$

R_{AG} = poměr nadzemních zbytků k sušině z výnosu sklizené sušiny pro danou plodinu $[kg \text{ sušiny} \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$

N_{AG} = obsah N v nadzemních zbytcích dle tab. 21 $[kg N \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$

$Frac_{Remove}$ = podíl nadzemních zbytků odstraněných z pole $[kg \text{ sušiny} \cdot (kg AG_{DM})^{-1}]$

AG = sušina nadzemních zbytků $[kg \text{ sušiny} \cdot ha^{-1}]$

Parametry výše uvedených veličin jsou specifikovány v tab. 21

Tab. 21 Parametry specifické pro jednotlivé plodiny pro výpočet přísunu N z rostlinných zbytků

Plodina	Kalkulační metoda	Obsah sušiny	LHV	N _{AG}	slope	inercept	R _{BGBIO}	N _{BG}	C _f	R _{AG}	Množství dusíku vázaného v posklizňových zbytcích (Kg N ha ⁻¹)
Ječmen	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,865	17,000	0,007	0,98	0,59	0,22	0,014	0,8		
Maniok	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,302	16,150	0,019	0,10	1,06	0,20	0,014	0,8		
Kokosový ořech	Množství dusíku z posklizňových zbytků	0,940	32,070								44
Bavlna	Informace o posklizňových zbytcích nejsou k dispozici	0,910	22,640								
Kukuřice	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,860	17,300	0,006	1,03	0,61	0,22	0,007	0,8		
Palma olejná	Množství dusíku z posklizňových zbytků	0,660	24,000								159
Řepka	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,910	26,976	0,011	1,50	0	0,19	0,017	0,8		
Žito	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,860	17,100	0,005	1,09	0,88	0,22	0,011	0,8		
Světlice barvířská	Informace o posklizňových zbytcích nejsou k dispozici	0,910	25,900								
Čirok	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,890	17,300	0,007	0,88	1,33	0,22	0,006	0,8		
Sója	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,870	23,000	0,008	0,93	1,35	0,19	0,087	0,8		
Cukrová řepa	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.6	0,250	16,300	0,004					0,8	0,50	
Cukrová třtina	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.6	0,275	19,600	0,004					0,8	0,43	
Slunečnice	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,900	26,400	0,007	2,10	0	0,22	0,007	0,8		
Tritikale	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,860	16,900	0,006	1,09	0,88	0,22	0,009	0,8		
Pšenice	IPCC (2006) Vol. 4 Ch. 11 Eq. 11.7a	0,840	17,000	0,006	1,09	0,52	0,22	0,009	0,9		

2.6.2. Emisní faktory specifické pro plodinu a místo pro emise N₂O z minerálních hnojiv a aplikace organického dusíku

Dle prováděcího nařízení lze emise N₂O ze zemědělsky využívaných půd na různých zemědělských plochách za různých environmentálních podmínek a tříd využití zemědělské půdy stanovit podle statistického modelu Stehfesta a Bouwmana (2006) (dále jen „model S&B“):

$$E = \exp\left(-1.516 + \sum ev\right)$$

kde:

E = emise N₂O [kg N₂O–N · ha⁻¹ · rok⁻¹]

ev = hodnota účinků vybraných parametrů dle tab. 22

EF_{1ij} pro plodinu i na biopalivo v lokalitě j se vypočítá (model S&B) jako:

$$EF_{1ij} = (E_{\text{fert},ij} - E_{\text{unfert},ij}) \cdot N_{\text{appl},ij}^{-1}$$

kde: E_{fert,ij} = emise N₂O [kg N₂O–N · ha⁻¹ · rok⁻¹] na základě S&B, kde přísun hnojiv je skutečná míra použití N (minerální hnojiva a statková hnojiva) pro plodinu i v lokalitě j

E_{unfert,ij} = N₂O z plodiny i v lokalitě j [kg N₂O–N · ha⁻¹ · rok⁻¹] na základě modelu S&B. Míra použití N je nastavena na 0, všechny ostatní parametry zůstávají stejné.

N_{appl,ij} = přísun N z minerálních hnojiv a statkových hnojiv [v kg N · ha⁻¹ · rok⁻¹] pro plodinu i v lokalitě j

Emisní faktor (EF₁) uvedený v tab. 11.1 pokynů IPCC na str. 13 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf určený pro výpočet přímých emisí N₂O z aplikace hnojiv, který je založený na výpočtu dle celosvětového průměru, se nahradí faktorem EF_{1ij}, specifickým pro danou plodinu a dané místo za použití modelu S&B.

Tab. 22 Hodnoty konstant a účinků pro výpočet emisí N₂O ze zemědělských ploch na základě modelu S&B

Constant value	-1.516	
Parameter	Parameter class or unit	Effect value (ev)
Fertilizer input		0.0038*N application rate in kg N · ha ⁻¹ · a ⁻¹
Soil organic C content	<1 %	0
	1-3 %	0.0526
	>3 %	0.6334
pH	<5.5	0
	5.5-7.3	-0.0693
	>7.3	-0.4836
Soil texture	Coarse	0
	Medium	-0.1528
	Fine	0.4312
Climate	Subtropical climate	0.6117
	Temperature continental climate	0
	Temperature oceanic climate	0.0226
	Tropical climate	-0.3022
Vegetation	Cereals	0
	Grass	-0.3502
	Legume	0.3783
	None	0.5870
	Other	0.4420
	Wetland rice	-0.8850
Length of experiment	1 yr	1.9910

2.6.3. Výpočet přímých a nepřímých emisí N₂O uvolněných z půdy při pěstování řepky ozimé

Vzhledem ke složitosti výpočtů přímých a nepřímých emisí skleníkových plynů uvolněných z půdy při pěstování plodin, dle metodických postupů IPCC, byl pro snazší orientaci v problematice připraven modelový příklad výpočtů. Pro modelový postupu výpočtu přímých a nepřímých emisí N₂O uvolněných z půdy při pěstování plodin byla zvolena řepka ozimá, jako nejvíce využívaná plodina pro výrobu biopaliv v ČR. Modelový příklad výpočtu čerpá ze skutečných podmínek vybrané oblasti ČR.

Výpočet emisí N₂O je založen na metodice IPCC 2006 - N₂O Emissions from managed soils and CO₂ emissions from lime and urea application (resp. 2019 Refinement to the 2006 IPCC guidelines for national greenhouse gas inventories) https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf. Výpočet je kombinací přístupu dle TIER 1 a dle TIER 2. Přímé emise z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv jsou počítány dle TIER 2 dle statistického modelu vyvinutého autory Stehfest a Bouwman (dále jen S&B) (doi:10.1007/s10705-006-9000-7). Model je založen na analýze cca 1008 měření emisí N₂O na zemědělské půdě v různých environmentálních podmínkách. Přímé emise pocházející z posklizňových zbytků jsou počítány dle TIER 1 dle metodiky IPCC 2006. Nepřímé emise pocházející z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv a posklizňových zbytků jsou počítány rovněž dle TIER 1 dle metodiky IPCC 2006.

2.6.4. Výpočet přímých emisí N₂O

Ve většině půd nadbytek dostupného dusíku urychluje nitrifikační a denitrifikační procesy, jejímž následkem je produkce emisí N₂O. Příčinou nadbytku dusíku v půdě je přímé hnojení zemědělských plodin nebo změny při využívání a hospodaření na zemědělské půdě, vedoucí k mineralizaci organického dusíku v půdě.

Hlavními zdroji dusíku, které jsou uvedeny v metodice IPCC, relevantními pro výpočet přímých emisí N₂O z obhospodařovaných půd, na kterých je pěstována vybraná plodina – řepka ozimá jsou:

- dusík z minerálních hnojiv (F_{SN}),
- dusík pocházející ze statkových a organických hnojiv (hnůj, kejda, kompost, apod) a upravených kalů (F_{ON}),
- dusík z posklizňových zbytků (nadzemní a podzemní části rostlin) (F_{CR}),
- mineralizace dusíku spojená se ztrátou půdní organické hmoty vyplývající ze změny využití půdy, respektive hospodaření na minerálních půdách (F_{SOM}),
- odvodnění/obhospodařování organických půd (Histosoly) (F_{OS}).

V metodice IPCC jsou uvedeny další zdroje přímých emisí N₂O. Jedná se o zdroje dusíku obsaženého v moči a výkalech hospodářských zvířat chovaných na pastvě, případně zdroje dusíku obsažené v plodinách schopných vázat vzdušný dusík. Pro výpočet přímých emisí N₂O z produkce řepky ozimé nemají uvedené zdroje smysl, proto se s nimi dále nepočítá. Pro výpočet z produkce řepky se rovněž nepočítá s emisemi spojenými s mineralizací dusíku a hospodaření na minerálních půdách.

2.6.4.1. Výpočet přímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv

Výpočet přímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv byl proveden pomocí doporučeného S&B modelu. Přímé emise jsou počítány dle následujícího vzorce:

$$E = \exp(c + \sum ev)$$

Po uplatnění všech parametrů dle tab. 22 je výpočetní vzorec upraven do následující podoby:

$$N_2O_{(dir,F)} = \exp(c + 0,0038 * (F_{SN} + F_{ON}) + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl}) - \exp(c + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl}) \quad [kg \text{ N}_2\text{O-N} \cdot ha^{-1}]$$

kde:

c = konstantní hodnota -1,516 viz. tab. 22 resp. tab. 2 přílohy prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996 [-]

F_{SN} = roční dávka minerálních hnojiv použitých k příslušné plodině [kg N · ha⁻¹]

F_{ON} = roční dávka statkových a organických hnojiv použitých k příslušné plodině [kg N · ha⁻¹]

ev_{soc} = hodnota účinku pro parametr obsahu organického uhlíku v půdě viz. tab. 22 [-]

ev_{ph} = hodnota účinku pro parametr pH půdy viz. tab. 22 [-]

ev_{tex} = hodnota účinku pro parametr textura půdy viz. tab. 22	[-]
ev_{clim} = hodnota účinku pro parametr klima viz. tab. 22	[-]
ev_{veg} = hodnota účinku pro parametr typ vegetace viz. tab. 22	[-]
ev_{expl} = hodnota účinku pro parametr délka experimentu viz. tab. 22	[-]

2.6.4.2. Stanovení vybraných parametrů pro modelový výpočet přímých emisí N_2O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv

V tab. 23 jsou specifikovány podmínky a aktivní údaje vstupujících do modelového výpočtu přímých emisí N_2O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv při pěstování řepky ozimé. V modelovém příkladu se pokračuje při práci s daty opět s hodnotami Jihočeského kraje.

Tab. 23 Aktivní údaje vstupujících do modelového výpočtu přímých emisí N_2O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv při pěstování řepky ozimé

Parametry – řepka ozimá	Hodnota	Jednotka	Parametr dle tab. 22
1) Jihočeský kraj			
Management pěstování plodiny			
2) Aplikace minerálních hnojiv F_{sn}	162,55	$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	
3) Aplikace statkových a organických hnojiv F_{so}	35,97	$\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$	
4) Odvoz nadzemních zbytků	0	%	
5) Spalování posklizňových zbytků	0	%	
Environmentální podmínky			
6) Typ půdy	Minerální	-	
7) Klimatické podmínky ev_{clim}	Mírné kontinentální klima	-	0,0000
8) Obsah uhlíku v půdě ev_{soc}	1,71	%	0,0526
9) Textura půdy (zrnitost) ev_{tex}	Střední	-	0,1528
10) pH půdy ev_{pH}	5,5	-	-0,0693
11) Třída vegetace ev_{veg}	řepka	-	0
12) ev_{expl}		-	1,991

Charakteristika vstupních údajů:

1) Lokalita (umístění zemědělských ploch) – pro charakteristiku daného území (kraje dle NUTS 3, resp. NUTS 2) je nutné co nejpřesněji určit místní podmínky pro následné přiřazení příslušných emisních faktorů.

2) Aplikace minerálních hnojiv – množství dusíku aplikovaného za účelem dosažení příslušných výnosů a pocházejícího z použití minerálních hnojiv v příslušném kraji a v příslušném roce bylo určeno na základě dat z Elektronické evidence hnojiv za rok 2022. Do modelového výpočtu byla pro tento kraj vložena dávka minerálních hnojiv ve výši 162,55 kg N · ha⁻¹.

3) Aplikace statkových a organických hnojiv – stejně jako aplikace dusíku pocházejícího z minerálních hnojiv, tak i aplikace dusíku pocházejícího ze statkových a organických hnojiv byla určena na základě dat z Evidence hnojiv a přípravků za rok 2022. Do modelového výpočtu byla pro tento kraj vložena dávka statkových a organických hnojiv, případně upravených kalů ve výši 35,97kg N · ha⁻¹.

4) Odvoz nadzemních zbytků – vyjadřuje podíl nadzemních zbytků odvážených po sklizni z pole ve formě slámy. U řepky se sláma většinou neodváží, do výpočtu byla zvolena hodnota 0.

5) Spalování posklizňových zbytků – vyjadřuje podíl slámy, spalované přímo na poli po sklizni. V ČR se posklizňové zbytky nevypalují, do výpočtu byla zvolena hodnota 0.

6) Typ půdy – metodika IPCC 2006, vol. 4, kapitola 11, str. 11.6, rozlišuje mezi organickým a minerálním typem půdy. Půdu lze považovat za organickou, pokud jsou splněna následující kritéria 1 a 2, nebo 1 a 3:

1. Tloušťka půdy 10 cm nebo více. Horizont o tloušťce menší než 20 cm musí obsahovat minimálně 12 procent organického uhlíku v hloubce 20 cm.

2. Pokud půda nebyla nasycena alespoň po dobu několika dnů vodou a obsahuje více než 20 procent (hmotnostních) organického uhlíku (asi 35 procent organické hmoty);

3. Pokud půda bývá nasycena vodou a má buď:

(i) alespoň 12 procent (hmotnostních) organického uhlíku (asi 20 procent organické hmoty) a neobsahuje žádný jílu; nebo

(ii) alespoň 18 procent (hmotnostních) organického uhlíku (asi 30 procent organické hmoty) a obsahuje 60 procent nebo více jílu; nebo

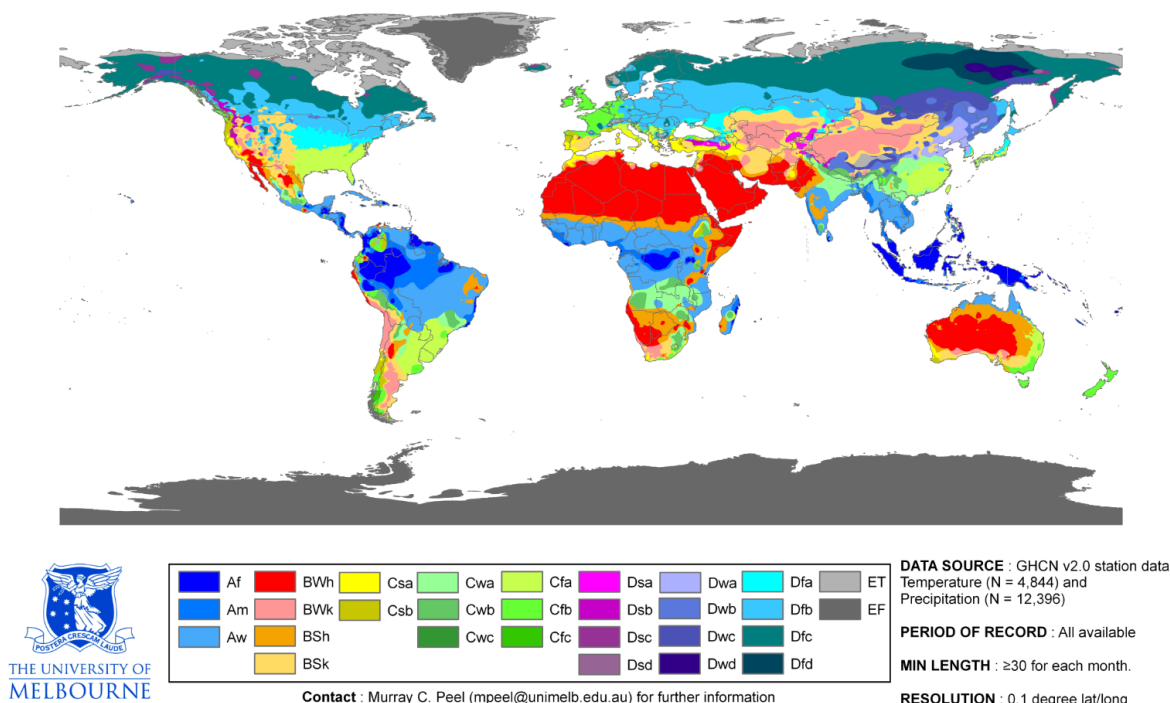
(iii) obsahuje střední množství organického uhlíku a střední množství jílu.

Území ČR nebylo vyhodnoceno jako území s organickým typem půdy. Z tohoto důvodu pro modelový výpočet byla zvolena možnost výpočtu pro minerální půdy.

7) Klimatické podmínky – pro výpočet je možné zvolit klimatické podmínky odpovídající subtropickému klimatu, mírnému kontinentálnímu klimatu a mírnému oceánskému klimatu. Na obr. 5 je zobrazeno rozdělení kontinentů do jednotlivých klimatických oblastí. ČR spadá do vlhkého kontinentálního

klimatu, charakterizované kódem Dfb, znamenajícího D – chladná oblast, f – bez suchých období, b – teplé léto.

World map of Köppen-Geiger climate classification



Obr. 5 Klimatické oblasti dle revidované Köppen-Geiger klasifikace

(<https://people.eng.unimelb.edu.au/mpeel/koppen.html>)

Na základě výše uvedené klasifikace klimatických oblastí byla do modelového výpočtu vložena hodnota dle tab. 22, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího nařízení ve výši 0,000 odpovídající „mírnému kontinentálnímu klimatu“.

8) Obsah uhlíku v půdě – pro výpočet je možné zvolit tři různé rozmezí obsahu organického uhlíku v půdě. Méně než 1 %, rozmezí 1-3 % a více než tři 3 %. Obsah organického uhlíku v půdě je pro ČR dostupný ve zprávě ÚKZUZ „Hodnocení vybraných parametrů půdní organické hmoty v zemědělských půdách ČR“ (https://eagri.cz/public/web/file/676216/Cox_zprava_2020_finalni.pdf). Organický uhlík v půdě se kvantifikuje pomocí parametrů C_{org} nebo C_{ox} . ÚKZUZ ve vybraných téměř 20 000 vzorcích, které reprezentují 290 tis. ha zemědělské půdy, od roku 2014 stanovuje C_{ox} a glomalin. Pro modelový výpočet bylo na základě vyhodnocení obsahu organického uhlíku v Jihočeském kraji ve výši 1,71 % vybráno střední rozmezí obsahu uhlíku 1–3 %, tzn. dle tab.19, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího nařízení hodnota ve výši 0,0526.

9) Textura půdy (zrnitost) - dle Harmonizované světové databáze půd – HWSD – verze 1.1., str. 8 (<https://www.fao.org/3/aq361e/aq361e.pdf>) pro výpočet je možné zvolit tři různé zrnitosti půdy. Jedná se půdu „lehkou (coarse)“, půdu „střední (medium)“ a půdu „těžkou (fine)“. Definice zní:

Hrubá textura (coarse): písky, hlinité písky a písčité hlíny s méně než 18 procenty jílu a více než 65 % písku.

Střední textura (medium): písčité hlíny, hlíny, písčité hlíny, hlinité hlíny, bahno, s méně než 35 % jílu a méně než 65 % písku; frakce písku může být až 82 procent, pokud je přítomno minimálně 18 % jílu.

Jemná textura (fine): jíly, prachovité jíly, písčité jíly, jílové hlíny a jílovité jíly s více než 35 % jílu.

Na území ČR jsou hlavními typy půd kambizemně, luvizemně, černozem a luvisolní půdy. Podrobnější rozčlenění jednotlivých typů půd je pro jednotlivé kraje ČR dostupné na internetových stránkách Výzkumného ústavu meliorací a ochrany půdy (VÚMOP). Pro modelový příklad – Jihočeský kraj jsou na obr. 6 uvedeny všechny typy půd, vyskytující se v daném regionu (informace dostupné na <https://statistiky.vumop.cz/?core=stat&kind=pt&year=>). Dle uvedeného grafu jsou nejrozšířenějším půdním typem Jihočeského kraje pseudoglejové půdy s 31 % zastoupením – s hlubším orničním profilem, středně těžké, avšak málo produkční a rovněž kambizemně – dřívě hnědé půdy, které zaujmají cca rovněž cca 31 % výměry regionu. Jedná se o středně těžké, zpravidla dobře propustné půdy vzniklé na půdotvorných substrátech kyselého charakteru, s mocností orničního profilu do cca 20 cm.

Skupiny půdních typů	Zastoupení (%)	Výměra (ha)
černozemě	0,00	1,65
hnědozemě	0,45	2 173,08
luvizemě	1,94	9 406,89
rendziny, prararendziny	0,08	406,73
regozemě	1,64	7 980,02
kambizemě	31,09	150 847,21
kambizemě dystrické, podzoly, kryptopodzoly	14,37	69 701,32
kambizemě, rankery, litozemě	4,16	20 183,30
silné svažitě půdy	1,09	5 277,80
pseudogleje	31,90	154 798,15
fluvizemě	1,92	9 333,87
černice	0,00	18,88
gleje	11,35	55 056,11
celkem	100,00	485 185,01

Obr. 6 Přehled typů půd na území Jihočeského kraje

Pro přesné určení druhu půdy a pro přiřazení příslušného výpočetního faktoru na konkrétním zemědělském pozemku lze ovšem využít LPIS, kde po kliknutí na příslušný pozemek lze v podrobné charakteristice pozemku najít i sumární přehled půdy viz obr. 7. Většina půd ČR patří do skupiny středně těžkých půd. Pro modelový výpočet byla na základě vyhodnocení půdní textury v Jihočeském kraji dle VÚMOP přiřazena hodnota dle tab. 22, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího Nařízení hodnota ve výši -0,1528.

← Základní Podrobné Historie Plodiny Včely v okolí Eroze 2019-23 NS →		
5.08.50	1,49	střední
5.14.00	9,70	střední
Sumární přehled druhů půd		
lehká	0,00 (0,00%)	
střední ●	14,81 (100,00%)	
těžká	0,00 (0,00%)	
nestanoveno	0,00 (0,00%)	
Historické údaje		
Ostatní		

Obr. 7 Určení druhu půdy na konkrétním pozemku dle LPIS

10) Hodnoty pH půdy – pro výpočet je možné zvolit tři různé rozmezí pH půdy. Méně než 5,5, rozmezí 5,5-7,3 a více než 7,3. Hodnoty pH půdy jsou pro ČR dostupné ve zprávě „Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd – závěrečná zpráva za cyklus 2017–2022“ Ústředního kontrolního a zkušebního ústavu zemědělského (https://eagri.cz/public/portal/-a24432---Bkl7px_z/vysledky-agrochemickeho-zkouseni-pud_str.6), resp. v tab. 14 této metodiky. Pro modelový výpočet bylo na základě vyhodnocení pH půdy v Jihočeském kraji ve výši pH = 5,5 vybráno střední rozmezí pH, tzn. dle tab. 22, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího nařízení hodnota ve výši -0,0693.

11) Třída vegetace – řepka vykazuje podobné emise jako obiloviny, proto je zařazena dle Stehfesta Bouwmanova modelu mezi obiloviny. Pro modelový výpočet byla vybrána dle tab. 22, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího nařízení hodnota ve výši 0.

12) délka experimentu – přesná specifikace tohoto parametru nebyla dohledána. Pro modelový výpočet byla vybrána dle tab. 22, resp. tab. 2 přílohy VII prováděcího nařízení hodnota ve výši 1,9910.

Dosažením aktivních dat z tab. 22 do vzorce jsou vypočteny emise přímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv.

$$N_2O_{(dir,F)} = \exp(c + 0,0038 * (F_{SN} + F_{ON}) + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl}) - \exp(c + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl})$$

$$N_2O_{(dir,F)} = \underline{1,529} \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot \text{ha}^{-1}$$

2.6.4.3. Výpočet přímých emisí N₂O z posklizňových zbytků

Pro výpočet přímých emisí N₂O z posklizňových zbytků (nadzemní a podzemní části rostlin) pěstované řepky ozimé je nutné znát hodnoty sklizně, plochy, na které byla plodina pěstována, hodnoty obsahu dusíku v podzemní a nadzemní části rostlin. Pro výpočet obsahu dusíku v posklizňových zbytcích po pěstování řepky ozimé se dle doporučení přílohy 1 Nařízení použije vzorec č. 11.7a Vol 4, kap. 11, str.11.15, metodiky IPCC v následujícím znění:

$$F_{CR} = (Area - Area_{burnt} * Cf) * AG_{DM} * 1000 * N_{AG} * (1 - Frac_{Remove}) + Area (AG_{DM} * 1000 + Crop) * R_{BG-BIO} * N_{BG} \quad [kg \text{ N} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

Pro výpočet přímých emisí v jednotkách kg N₂O-N · ha⁻¹ a při započtení korekce vlhkosti sklizených plodin (vzorec 11.7) je výpočtový vzorec v následujícím znění:

$$N_2O_{(dir,CR)} = F_{CR} * EF_1 = ((1 - Area_{burnt} * Cf) * AG_{DM} * N_{AG} * (1 - Frac_{Remove}) + (AG_{DM} + Yield * DRY) * R_{BG-BIO} * N_{BG}) * EF_1 \quad [kg \text{ N}_2\text{O-N} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

kde:

$$F_{CR} = \text{roční množství dusíku obsaženého v posklizňových zbytcích} \quad [kg \text{ N} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$Area_{burnt} = \text{plocha vypalovaných posklizňových zbytků dané plodiny} \quad [ha \cdot \text{rok}^{-1}]$$

$$Cf = \text{spalovací faktor} \quad [-]$$

$$Yield = \text{výnos plodiny při sklizňové vlhkosti} \quad [(kg \text{ čerstvě sklizené plodiny}) \cdot ha^{-1}]$$

$$DRY = \text{obsah sušiny ve sklizené plodině} \quad [(kg \text{ sušiny}) \cdot (kg \text{ čerstvě sklizené plodiny})^{-1}]$$

$$Slope = \text{sklon křivky spojující } AG_{DM(T)} \text{ s výnosy plodin} \quad [-]$$

$$Intercept = \text{hodnota } AG_{DM(T)} \text{ při výnosu plodiny} \quad [-]$$

$$AG_{DM} = \text{sušiny nadzemních zbytků} \quad [kg \text{ sušiny} \cdot ha^{-1}]$$

$$N_{AG} = \text{obsah dusíku v nadzemní části rostlin} \quad [kg \text{ N} \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$$

$$Frac_{Remove} = \text{podíl nadzemních zbytků každoročně odvážených z pole pro následné využití jako krmivo, podestýlka apod.} \quad [kg \text{ sušiny}) \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$$

$$R_{BG-bio} = \text{podíl podzemní části rostlin sklizené plodiny} \quad [kg \text{ sušiny}) \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$$

$$N_{BG} = \text{obsah dusíku v podzemních částech rostlin} \quad [kg \text{ N} \cdot (kg \text{ sušiny})^{-1}]$$

$$EF_1 = \text{emisní faktor charakterizující produkci N}_2\text{O jako důsledek nárůstu obsahu dusíku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv, dusíku pocházejícího z rostlinných zbytků a mineralizovaného dusíku v minerálních půdách v důsledku ztráty půdního uhlíku} \quad [kg \text{ N}_2\text{O-N} \cdot (kg \text{ N})^{-1}]$$

2.6.4.4. Stanovení vybraných parametrů pro modelový výpočet přímých emisí N₂O z posklizňových zbytků

V tab. 24 jsou specifikovány podmínky a aktivitní údaje vstupující do modelového výpočtu přímých emisí N₂O z posklizňových zbytků při pěstování řepky ozimé a jako vstupní parametry pro výpočet.

Tab. 24 Aktivitní údaje vstupující do modelového výpočtu přímých emisí N₂O z posklizňových zbytků při pěstování řepky ozimé

Parametry – řepka ozimá	Hodnota	Jednotka	Parametr dle tab. 21
1) Plocha vypalovaných posklizňových zbytků - Area _{burnt}	0	ha	
2) Spalovací faktor - C _f		-	0
3) Výnos plodiny dle statistických údajů ČSÚ	3 370	kg · ha ⁻¹	
4) Výnos plodiny v čerstvém stavu - Yield	3 703	kg · ha ⁻¹	
5) Podíl sušiny ve sklizené plodině - DRY		kg sušiny · kg plodiny (v čerstvém stavu) ⁻¹	0,91
6) Slope		-	1,5
7) Intercept		-	0
8) Sušina nadzemních zbytků - AG _{DM}	5 055	kg sušiny · ha ⁻¹	
9) Obsah dusíku v nadzemní části rostlin - N _{AG}		kg N · kg sušiny ⁻¹	0,011
10) Podíl odvážených nadzemních zbytků - Fra _{CRemove}	0	kg N · kg N v plodině ⁻¹	
11) Podíl podzemní části rostlin - R _{BG-bio}		kg sušiny · kg sušiny ⁻¹	0,19
12) Obsah dusíku v pozemních částech rostlin - N _{BG}		kg N · kg sušiny ⁻¹	0,017
13) Emisní faktor EF ₁	0,005	kg N ₂ O–N · kg N ⁻¹	

Charakteristika vstupních údajů:

1) Plocha vypalovaných nadzemních posklizňových zbytků – tato hodnota se vkládá do výpočetní rovnice v případě, že v dané zemi (oblasti) je běžnou praxí část posklizňových zbytků přímo na poli vypalovat. V ČR není běžnou praxí vypalování posklizňových zbytků, do modelového výpočtu proto byla vložena hodnota 0.

2) Spalovací faktor – hodnota souvisí s vypalováním posklizňových zbytků, pro ČR nerelevantní. Do modelového výpočtu byla zvolena hodnota 0.

3) Výnos plodiny dle statistických údajů – jedná-li se o potřebu výpočtu přímých a nepřímých emisích za účelem charakteristiky NUTS 2 nebo NUTS 3, do modelového výpočtu byly vkládány průměrné údaje

o výnosech dosažených v příslušném sledovaném roce a v příslušném NUTS na základě sledování ČSÚ. Je možné vkládat i průměrné výnosy za několik let. Údaje o výnosech dle krajů jsou dostupné na stránkách ČSÚ <https://www.czso.cz/documents/10180/45994629/2701411723.pdf/c2ee1573-d22c-4cd7-9654-7d6e64d3da36?version=1.0> . Do modelového výpočtu byla vložena hodnota průměrného výnosu za rok 2022 dosaženého v Jihočeském kraji ve výši 3 370 kg · ha⁻¹.

4) Výnos plodiny v čerstvém stavu – představuje hodnotu výnosu sklizené plodiny při sklizňové vlhkosti (tzv. za kombajnem). V ČR jsou k dispozici statistické údaje o výnosech plodin po přepočtech na definovaný obsah vlhkosti sklizně viz. tab. 25. Tyto hodnoty jsou stanoveny Metodikou statistiky rostlinné výroby, zpracované ČSÚ (<https://www.czso.cz/csu/czso/metodika-statistiky-rostlinne-vyroby>).

Tab. 25 Vlhkost sklizně vybraných plodin (ČSÚ)

Plodina/skupina plodin	Vlhkost sklizně (%)
Obiloviny na zrno	14
Luskoviny na zrno	14
Olejniny (mimo sóju)	9
Sója	14
Pícniny na orné půdě	15
Jednoleté pícniny	65
kukuřice na zeleno a siláž	65
ostatní jednoleté pícniny	83
Víceleté pícniny	15

5) Podíl sušiny ve sklizené plodině – udává poměr mezi hmotností sušiny a plodiny v čerstvém stavu. Pro řepku je dle tab. 24 pro výpočet uvedena hodnota sušiny ve výši 0,91.

6) Slope – sklon křivky spojující AGDM(T) s výnosy plodin [-]

7) Intercept – hodnota AGDM(T) při výnosu plodiny [-]

8) Sušina nadzemních zbytků - AG_{DM} [kg sušiny · ha⁻¹]

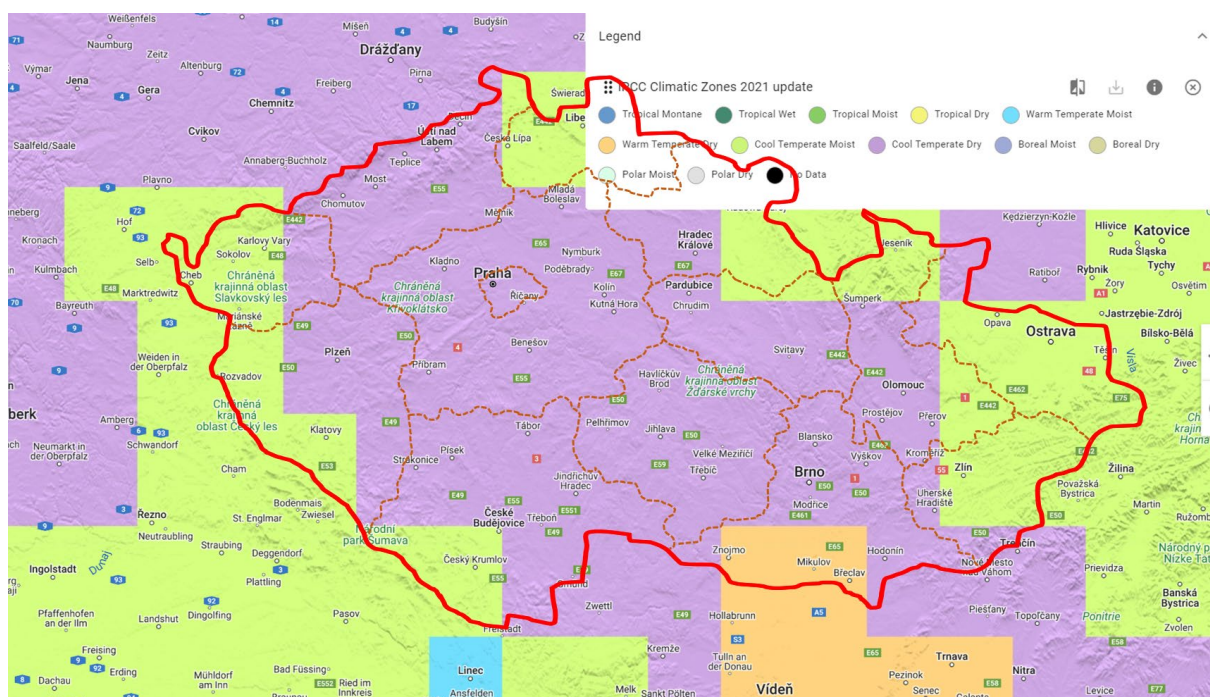
9) Obsah dusíku v nadzemní části rostliny N_{AG} – hodnota je stanovená z tab. 21, resp. tab. 1 prováděcího nařízení. Národně specifická hodnota zatím není k dispozici. Do modelového výpočtu byla vložena hodnota obsahu dusíku v nadzemní části rostliny ve výši 0,011 kg N · kg sušiny⁻¹.

10) Podíl odvážených nadzemních zbytků Fra_{CRemove} – nadzemními zbytky se myslí převážně sláma po sklizni obilovin. U řepky ozimé se neuvažuje o sklizni slámy a jejím odvozu. Běžná praxe v ČR je slámu po sklizni řepky zanechávat na poli jako posklizňový zbytek. Takto stanovený vstupní parametr je v souladu s národní emisní bilancí N₂O za ČR. Do modelového výpočtu proto byla vložena hodnota 0.

11) Podíl podzemní části rostliny R_{BG-bio} – vyjadřuje množství sušiny, která zůstává po pěstování plodiny v půdě. Národně specifická hodnota zatím není k dispozici. Do modelového výpočtu byla vložena hodnota obsahu dusíku v nadzemní části rostliny ve výši 0,019 kg sušiny · kg sušiny⁻¹.

12) Obsah dusíku v podzemních částech rostliny N_{BG} – hodnota je stanovená z tab. 21, resp. tab. 1 prováděcího nařízení. Národně specifická hodnota zatím není k dispozici. Do modelového výpočtu byla vložena hodnota obsahu dusíku v podzemní části rostliny ve výši $0,017 \text{ kg N} \cdot \text{kg sušiny}^{-1}$.

13) Emisní faktor EF_1 – disagregovaný emisní faktor ve výši $0,005 \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot (\text{kg přísunu N})^{-1}$ (tab.11.1 Refinement 2019, str. 11.13) byl zvolen na základě zařazení Jihočeského kraje do klimatických oblastí dle IPCC do „chladného mírného suchého klimatu“ a „boreálního suchého klimatu“, definovaných v souladu s metodikou IPCC Climatic Zones 2021 update (obr. 6). Tento emisní faktor vyjadřuje produkci emisí $\text{N}_2\text{O-N}$ z dusíku obsaženého v posklizňových zbytcích a ostatních statkových a organických hnojivech.



Obr. 6 Rozdělení ČR do klimatických oblastí dle IPCC metodiky

Dosažením aktivních dat z tab. 21 do vzorce 11.7A dle metodiky IPCC jsou vypočteny emise přímých emisí N_2O z posklizňových zbytků.

$$N_2O_{(dir,CR)} = F_{CR} * EF_1 = ((1 - Area_{burnt} * Cf) * AG_{DM} * N_{AG} * (1 - Frac_{Remove}) + (AG_{DM} + Yield * DRY) * R_{BG-BIO} * N_{BG}) * EF_1$$

$$N_2O_{(dir,CR)} = 0,415 \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot \text{ha}^{-1}$$

2.6.5. Výpočet nepřímých emisí N_2O

Kromě přímých emisí N_2O z obhospodařovaných půd, k jejichž vzniku dochází přímou cestou (tj. z půd, na které je dusík přímo aplikován během hnojení plodin), vznikají emise N_2O také dvěma nepřímými způsoby. Prvním způsobem je těkání dusíku v podobě NH_3 a oxidů dusíku (NO_x) do ovzduší a jejich následná depozice ve formě NH_4^+ a NO_3 zpět na povrch půdy a na povrch vodních ploch. Tyto zdroje

dusíku ve formě NH₃ a NO_x nepochází pouze ze zemědělských hnojiv, ale zahrnují také emise pocházející ze spalování fosilních paliv, spalování biomasy a procesy v chemickém průmyslu. Druhým způsobem vzniku nepřímých emisí N₂O je vyplavování a odtok dusíku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv, dusíku z posklizňových zbytků a dusíku spojeného s mineralizací a ztrátou půdního C v minerálních půdách, v obhospodařovaných organických půdách prostřednictvím změn ve využívání půdy.

Hlavními zdroji dusíku, které jsou uvedeny v metodice IPCC, relevantními pro výpočet nepřímých emisí N₂O z obhospodařovaných půd, na kterých je pěstována vybraná plodina – řepka ozimá jsou:

- dusík pocházející z minerálních hnojiv (F_{SN}),
- dusík pocházející ze statkových a organických hnojiv (hnůj, kejda, kompost apod) a z upravených kalů (F_{ON}),
- dusík z posklizňových zbytků (nadzemní a podzemní části rostlin) (F_{CR}),
- mineralizace dusíku spojená se ztrátou půdní organické hmoty vyplývající ze změny využití půdy, respektive hospodaření na minerálních půdách (F_{SOM}).

V metodice IPCC jsou uvedeny další zdroje nepřímých emisí N₂O. Jedná se o zdroje dusíku obsaženého v moči a výkalech hospodářských zvířat chovaných na pastvě, případně zdroje dusíku obsažené v plodinách schopných vázat vzdušný dusík. Pro výpočet emisí z produkce řepky ozimé nemají uvedené zdroje smysl, proto se s nimi dále nepočítá. Pro výpočet z produkce řepky se rovněž nepočítá s emisemi spojenými s mineralizací dusíku a hospodaření na minerálních půdách.

2.6.5.1. Výpočet nepřímých emisí N₂O z vyplavování a odtoku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv a z posklizňových zbytků

Výpočet nepřímých emisí vyplavováním a odtokem po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv se vypočítává v oblastech, kde lze předpokládat, že k tomuto ději dochází. Dle definice z IPCC metodiky (Refinement 2019) se jedná pouze o oblasti s vlhkým klimatem. Pro oblasti se suchým klima se s těmito emisemi nepočítá. Dle definice v IPCC 2019 (str.11.27) vlhké klima se vyskytuje v mírných a boreálních pásmech, kde poměr ročních srážek: potenciální evapotranspirace > 1, a tropické zóny, kde roční srážky > 1000 mm. Suché klima se vyskytuje v mírných a boreálních pásmech, kde je poměr ročních srážek k potenciální evapotranspiraci < 1, a tropických pásmech kde roční srážky < 1000 mm. Bližší informace o oblastech, ve kterých k těmto jevům může docházet nejsou k dispozici a nelze tuto skutečnost vyloučit.

Nepřímé emise N₂O vyplavováním a odtokem po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv se počítají dle následujícího vzorce:

$$N_2O_{(L,F)} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) * \text{Frac}_{\text{Leach-(H)}} * EF_5 \quad [\text{kg N}_2\text{O-N}\cdot\text{ha}]$$

kde:

$$F_{SN} = \text{roční dávka minerálních hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny} \quad [\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$F_{ON} = \text{roční dávka statkových a organických hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny} \quad [\text{kg N} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

F_{CR} = množství dusíku obsaženého v posklizňových zbytcích [kg N · ha⁻¹]

$Frac_{Leach-(H)}$ = podíl mineralizovaného dusíku nebo dusíku aplikovaného do půdy v oblastech, kde může docházet k vyplavování nebo odtoku [kg N · (kg dodaného N)⁻¹]

EF_5 = emisní faktor charakterizující produkci N₂O jako důsledek nárůstu obsahu dusíku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv, dusíku pocházejícího z rostlinných zbytků a mineralizovaného dusíku v minerálních půdách v důsledku ztráty půdního uhlíku [kg N₂O–N · (kg N)⁻¹]

2.6.5.2. Stanovení vybraných parametrů pro modelový výpočet nepřímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv

V tab. 26 jsou specifikovány podmínky a aktivní údaje vstupující do modelového výpočtu nepřímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv při pěstování řepky ozimé.

Tab. 26 Aktivní údaje vstupující do modelového výpočtu nepřímých emisí N₂O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv při pěstování řepky ozimé

Plodina – řepka ozimá	Hodnota	Jednotka
1) Jihočeský kraj		
2) Aplikace minerálních hnojiv – F_{SN}	162,55	kg · ha ⁻¹
3) Aplikace statkových a organických hnojiv – F_{ON}	35,97	kg · ha ⁻¹
4) Dusík obsažený v posklizňových zbytcích - F_{CR}	82,8178	kg · ha ⁻¹
5) Podíl vyplavovaného dusíku $Frac_{LEACH-(H)}$	0,24	kg N · kg aplikovaného N ⁻¹
6) Emisní faktor EF_5	0,011	kg N ₂ O–N · kg N ⁻¹

Charakteristika vstupních údajů:

1) Lokalita (umístění zemědělských ploch) – pro charakteristiku daného území (kraje dle NUTS 3, resp. NUTS 2) je nutné co nejpřesněji určit místní podmínky pro následné přiřazení příslušných emisních faktorů.

2) Aplikace minerálních hnojiv – množství dusíku aplikovaného za účelem dosažení příslušných výnosů a pocházejícího z použití minerálních hnojiv v příslušném kraji a v příslušném roce bylo určeno na základě dat z Elektronické evidence hnojiv za rok 2022. Do modelového výpočtu byla pro tento kraj vložena dávka minerálních hnojiv ve výši 162,55 kg N · ha⁻¹.

3) Aplikace statkových a organických hnojiv – stejně jako aplikace dusíku pocházejícího z minerálních hnojiv, tak i aplikace dusíku pocházejícího ze statkových a organických hnojiv byla určena na základě dat z Evidence hnojiv a přípravků za rok 2022. Do modelového výpočtu byla vložena dávka organických a statkových hnojiv, případně upravených kalů ve výši 35,97kg N · ha⁻¹.

4) Dusík obsažený v posklizňových zbytcích – výpočet množství dusíku obsaženého v posklizňových zbytcích se provádí dle stejného postupu jako v případě výpočtu přímých emisí dle vzorce:

$$F_{CR} = (1 - \text{Area}_{\text{burnt}} * C_f) * A_{GDM} * N_{AG} * (1 - \text{Frac}_{\text{Remove}}) + (A_{GDM} + \text{Yield} * \text{DRY}) * R_{BG-BIO} * N_{BG}$$

5) Podíl vyplavovaného dusíku – představuje podíl dusíku, který je vyplavován nebo odtéká ve vlhkých oblastech. Podle metodiky IPCC (2006) dochází k vyplavování v oblastech, kde Σ (déšť v období dešťů) - Σ (potenciální výpar ve stejném období) > kapacita půdy zadržující vodu nebo kde se používá voda k zavlažování (kromě kapkové závlahy). Dle výše uvedené definice lze za období dešťů považovat období, kdy srážky > 0,5 * výpar (angl. pan evaporation). Dle metodiky IPCC 2019 (tab. 11.3. str. 26 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf) je tato hodnota na úrovni $\text{Frac}_{\text{Leach-(H)}} = 0,24$. V národní emisní inventuře se s produkcí nepřímých emisí N_2O pocházejících z vyplavování a úniků počítá na celém území ČR. Ve spolupráci s ČHMÚ byla provedena analýza množství srážek a hodnot evapotranspirace v rozdělení dle krajů v jednotlivých letech za období 2018–2022. V tab. 27 jsou uvedeny hodnoty podílů srážek k hodnotám evapotranspirace za posledních pět let pro vybraný modelový kraj. Z hodnot je patrné, že v roce 2018 a 2019 byl podíl srážek k hodnotám evapotranspirace nižší než jedna, tzn. v tomto roce nemuselo docházet k nepřímým emisím pocházejících z vyplavování a odtoku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv. Z tohoto důvodu byly pro rok 2018 a 2019 tyto emise považovány za nulové.

Tab. 27 Hodnoty podílu srážek k hodnotám evapotranspirace v Jihočeském kraji

Kraj	Rok					průměr
	2018	2019	2020	2021	2022	
Jihočeský	0,88	0,90	1,21	1,12	1,09	1,04

6) Emisní faktor EF_5 – emisní faktor zahrnuje tři složky: $EF_5 = EF_{5g} + EF_{5r} + EF_{5e}$, kde EF_{5g} je emisní faktor pro podzemní a povrchové vody, včetně toků přesycených N_2O , EF_{5r} je emisní faktor pro řeky a nádrže, EF_{5e} je emisní faktor pro ústí řek. Dle metodiky IPCC 2019 (tab. 11.3. str. 26 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf) je tato hodnota na úrovni $EF_5 = 0,011$.

Dosažením aktivních dat do vzorce jsou vypočteny nepřímé emise N_2O z aplikace minerálních, statkových a organických hnojiv a z posklizňových zbytků.

$$N_2O_{(L,F+CR)} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) * \text{Frac}_{\text{Leach-(H)}} * EF_5 \quad [\text{kg } N_2O-N \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$N_2O_{(L,F+CR)} = \underline{0,634} \text{ kg } N_2O-N \cdot \text{ha}^{-1}$$

2.6.5.3. Výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice

Nepřímé emise N_2O z atmosférické depozice dusíku se počítají dle následujícího vzorce:

$$N_2O_{(ATD)} = (F_{SN} * \text{Frac}_{\text{GASM}}) + (F_{ON} * \text{Frac}_{\text{GASF}}) * EF_4 \quad [\text{kg } N_2O-N \cdot \text{ha}^{-1}]$$

kde:

$$F_{SN} = \text{roční dávka minerálních hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny} \quad [\text{kg } N \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$F_{ON} = \text{roční dávka statkových a organických hnojiv použitých ke hnojení příslušné plodiny} \quad [\text{kg } N \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$Frac_{GASM}$ = podíl dusíku obsaženého v minerálních hnojivech volatilizovaného do ovzduší v podobě NH_3 nebo NO_x [kg N · (kg dodaného N)⁻¹]

$Frac_{GASF}$ = podíl dusíku obsaženého ve statkových a organických hnojivech volatilizovaný do ovzduší v podobě NH_3 nebo NO_x [kg N · (kg dodaného N)⁻¹]

EF_4 = emisní faktor charakterizující produkci N_2O z atmosférické depozice dusíku na povrch půdy a vodní plochu [kg N_2O-N · (kg volatilizovaného NH_3+NO_x)⁻¹]

2.6.5.4. Stanovení vybraných parametrů pro modelový výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice dusíku

V tab. 28 jsou specifikovány podmínky a aktivní údaje vstupující do modelového výpočtu nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice při pěstování řepky ozimé.

Tab. 28 Aktivní údaje vstupující do modelového výpočtu nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice při pěstování řepky ozimé

Plodina - řepka ozimá	Hodnota	Jednotka
1) Jihočeský kraj		
2) Aplikace minerálních hnojiv – F_{SN}	162,55	kg · ha ⁻¹
3) Aplikace statkových a organických hnojiv – F_{ON}	35,97	kg · ha ⁻¹
4) Volatilizovaný podíl dusíku obsažený v minerálních hnojivech - $Frac_{GASF}$	0,11	kg NH_3-N + NO_x-N · kg aplikovaného N^{-1}
5) Volatilizovaný podíl dusíku obsažený ve statkových a organických hnojivech - $Frac_{GASM}$	0,21	kg NH_3-N + NO_x-N · kg aplikovaného N^{-1}
6) Emisní faktor EF_4	0,005	kg N_2O-N · (kg volatilizovaného NH_3-N + NO_x-N) ⁻¹

Charakteristika vstupních údajů:

1) Lokalita (umístění zemědělských ploch) – pro charakteristiku daného území (kraje dle NUTS 3, resp. NUTS 2) je nutné co nejpřesněji určit místní podmínky pro následné přiřazení příslušných emisních faktorů.

2) Aplikace minerálních hnojiv – množství dusíku aplikovaného za účelem dosažení příslušných výnosů a pocházejícího z použití minerálních hnojiv v příslušném kraji a v příslušném roce bylo určeno na základě dat z Evidence hnojiv a přípravků za rok 2022. Do modelového výpočtu byla pro tento kraj vložena dávka minerálních hnojiv ve výši 162,55 kg N · ha⁻¹.

3) Aplikace statkových a organických hnojiv – stejně jako aplikace dusíku pocházejícího z minerálních hnojiv, tak i aplikace dusíku pocházejícího z aplikace statkových a organických hnojiv byla určena na základě dat z Evidence hnojiv a přípravků za rok 2022. Do modelového výpočtu byla vložena dávka statkových a organických hnojiv, případně upravených kalů ve výši 35,97kg N · ha⁻¹.

4) Volatilizovaný podíl dusíku obsažený v minerálních hnojivech je stanovený metodikou IPCC. Pro účely modelového výpočtu byl zvolen postup dle Tier 1. Pro výpočet dle TIER 1 byly využity EF uvedené v metodice IPCC 2019. Dle metodiky IPCC 2019 (tab. 11.3. str. 26 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf) je tato hodnota na úrovni $Frac_{GASF} = 0,11 \text{ kg NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N} \cdot \text{kg aplikovaného N}^{-1}$.

V tab. 29 je na základě znalostí o typech použitých hnojiv pro hnojení řepky ozimé v Jihočeském kraji v roce 2022, plynoucích z Evidence hnojiv a přípravků, provedeno přiřazení disgregovaného emisního faktoru dle tab. 11.3. str. 25 metodiky IPCC 2019. Tímto rozdělením je možné základní emisní faktor ve výši $0,11 \text{ kg NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N} \cdot \text{kg aplikovaného N}^{-1}$, snížit na hodnotu $0,0694 \text{ kg NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N} \cdot \text{kg aplikovaného N}^{-1}$. Snížená hodnota zatím pro výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice využita nebyla a pro výpočty byl využit základní emisní faktor.

Tab. 29 Disagregace emisních faktorů pro výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice

Typ minerálního hnojiva	Disagregace minerálních hnojiv dle IPCC metodiky	Disgregovaný emisní faktor ($\text{kg NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N}$) \cdot (kg N hnojiva) ⁻¹
Dusičnan amonný	ammonium-nitrate based	0,05
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	ammonium-nitrate based	0,05
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	ammonium-nitrate based + urea	0,05
Dusičnan amonný + síran amonný	ammonium-nitrate based	0,05
Dusičnan amonný se síranem vápenatým	ammonium-nitrate based	0,05
Močovina celkem	urea based	0,15
NP hnojiva	not specified	0,11
NPK hnojiva	not specified	0,11
Ostatní N hnojiva	not specified	0,11
Síran amonný	ammonium based	0,08
Směs síranu amonného a dusičnanu amonného	ammonium-nitrate based (different ratio of N-NO_3 and N-NH_4)	0,05
Směs síranu amonného s močovinou	ammonium based	0,08

5) Volatilizovaný podíl dusíku obsažený ve statkových a organických hnojivech a upravených kalech je stanovený rovněž metodikou IPCC. Pro výpočet nepřímých emisí byly využity EF uvedené v metodice IPCC 2019. Dle metodiky IPCC 2019 (tab. 11.3. str. 26 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf) je tato hodnota na úrovni $Frac_{GASM} = 0,21$.

6) Emisní faktor EF_4 – emisní faktor charakterizující produkci N_2O jako důsledek nárůstu volatilizace a redepozice dusíku z atmosféry. Dle metodiky IPCC 2019 (tab. 11.3. str. 26 https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf) je tato hodnota emisního faktoru na úrovni $EF_4 = 0,01 \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot (\text{kg volatilizovaného NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N})^{-1}$. Disagregací

podle klimatického regionu lze emisní faktor EF_4 upravit, tzn. pro suché klima je stanovena hodnota $0,005 \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot (\text{kg volatilizovaného NH}_3\text{-N} + \text{NO}_x\text{-N})^{-1}$ a tato hodnota byla použita i při výpočtech modelového příkladu.

Dosažením aktivitních dat do vzorce jsou vypočteny nepřímé emise N_2O z atmosférické depozice.

$$\text{N}_2\text{O}_{(\text{ATD})} = ((F_{\text{SN}} * \text{Fra}_{\text{CGASM}}) + (F_{\text{ON}} * F_{\text{GASF}})) * EF_4 \quad [\text{kg N}_2\text{O-N} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$\text{N}_2\text{O}_{(\text{ATD})} = \underline{0,127} \text{ kg N}_2\text{O-N} \cdot \text{ha}^{-1}$$

2.6.6. Výpočet emisí $\text{CO}_{2\text{ekv}}$ pocházejících z přímých a nepřímých emisí při pěstování řepky ozimé ve vybraném regionu

Pro výpočet celkových emisí $\text{CO}_{2\text{ekv}}$ pocházejících z přímých a nepřímých emisí při pěstování řepky ozimé ve vybraném regionu je nutné nejprve sečíst přímé emise N_2O s nepřímými emisemi N_2O a násobit příslušnými přepočítávacími koeficienty dle následujících vzorců:

$$\text{N}_2\text{O}_{\text{total-N}} = \text{N}_2\text{O}_{\text{direct-N}} + \text{N}_2\text{O}_{\text{indirect-N}} = \text{N}_2\text{O}_{(\text{dir,F})} + \text{N}_2\text{O}_{(\text{dir,F})} + \text{N}_2\text{O}_{(\text{L F+CR})} + \text{N}_2\text{O}_{(\text{ATD})}$$

$$\text{N}_2\text{O}_{(\text{total})} = \text{N}_2\text{O}_{(\text{total})-\text{N}} * 44/28 \quad [\text{kg N}_2\text{O} \cdot \text{ha}^{-1}]$$

$$\text{CO}_{2\text{ekv}} = \text{N}_2\text{O}_{(\text{total})} * \text{GWP}$$

kde:

podíl 44/28 vyjadřuje poměr molárních hmotností $\text{N}_2\text{O} / \text{N}_2\text{O-N}$
(molární hmotnost $\text{N}_2\text{O} = 44.0128 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$, molární hmotnost $\text{N}_2\text{O-N} = 28.0134 \text{ g} \cdot \text{mol}^{-1}$)

GWP = Potenciál globálního oteplování (global warming potential) je měřítkem toho, kolik tepla v atmosféře zachytí skleníkový plyn v určitém časovém horizontu ve vztahu k oxidu uhličitému. Jeho aktualizovaná hodnota je na úrovni $265 \text{ kg CO}_{2\text{ekv}} \cdot \text{kg N}_2\text{O}^{-1}$ (příloha IX prováděcího nařízení)

V modelovém výpočtu dosáhly emise $\text{CO}_{2\text{eq}}$ pocházející z přímých a nepřímých emisí při pěstování řepky ozimé v Jihočeském kraji v roce 2022 hodnotu $1\,126 \text{ CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{ha}^{-1}$.

2.6.7. Stanovení množství suroviny sklizené z hektaru zemědělské půdy

Výnosy plodin a jejich průměrný obsah vody jsou rozhodující při přepočtu emisí skleníkových plynů vypočtených na jednotku pěstované plochy a rok na $\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{t sušiny plodiny}^{-1}$.

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat slouží podklady Českého statistického úřadu. V tab. 30 jsou uvedeny výnosy vybraných plodin za posledních pět let. Je zde rovněž uvedený průměrný výnos za posledních pět let, který slouží pro výpočet emisí skleníkových plynů z pěstování plodin v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3.

Tab. 30 Výnosy vybraných plodin za období 2018–2022 v rozdělení dle NUTS 3 [t · ha⁻¹]

NUTS 3		Pšenice ozimá	Řepka ozimá	Cukrová řepa	Kukuřice na zrno	Kukuřice na siláž	Ječmen jarní	Ječmen ozimý
		Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos
		t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹
CZ010	2018	5,76	3,48	58,40	6,39	32,25	5,07	5,70
Hl. město Praha	2019	6,07	3,14	62,68	9,12	40,99	5,32	6,52
	2020	6,37	3,36	62,55	10,21	45,74	5,38	6,30
	2021	7,03	3,21	68,92	10,24	44,23	5,81	6,43
	2022	6,66	3,63	70,56	9,32	38,89	5,65	6,76
	Ø 2018-2022	6,38	3,36	64,62	9,06	40,42	5,45	6,35
	CZ020	2018	5,54	3,42	57,25	6,18	29,82	4,94
Středočeský kraj	2019	5,89	3,06	61,88	8,67	35,57	5,17	6,07
	2020	6,21	3,36	61,68	9,69	39,35	5,15	6,12
	2021	6,61	3,04	67,82	9,66	39,43	5,27	5,93
	2022	6,27	3,42	69,87	8,68	36,06	5,34	6,18
	Ø 2018-2022	6,11	3,26	63,70	8,58	36,05	5,17	5,86
	CZ031	2018	5,58	3,50	0,00	6,10	29,68	5,02
Jihočeský kraj	2019	5,84	3,06	0,00	7,30	34,86	4,91	5,88
	2020	6,28	3,53	0,00	8,54	38,11	5,11	5,95
	2021	6,23	2,95	0,00	8,32	37,87	4,58	5,66
	2022	6,12	3,37	0,00	7,91	36,23	5,21	5,95
	Ø 2018-2022	6,01	3,28	0,00	0,00	0,00	4,97	5,67
	CZ032	2018	5,58	3,49	0,00	6,01	29,25	5,00
Plzeňský kraj	2019	5,89	3,10	0,00	7,04	34,70	5,04	5,99
	2020	6,28	3,48	0,00	8,64	37,85	5,06	6,07
	2021	6,27	2,97	0,00	8,32	37,66	4,63	5,74
	2022	6,10	3,34	0,00	8,01	35,36	5,22	6,03
	Ø 2018-2022	6,02	3,28	0,00	0,00	0,00	4,99	5,75

NUTS 3		Pšenice ozimá	Řepka ozimá	Cukrová řepa	Kukuřice na zrno	Kukuřice na siláž	Ječmen jarní	Ječmen ozimý
		Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos
		t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹
CZ041	2018	5,63	3,52	0,00	5,80	28,92	5,04	4,88
Karlovarský kraj	2019	5,87	3,07	0,00	11,00	34,62	4,86	5,95
	2020	6,29	3,53	0,00	9,03	38,39	5,09	5,98
	2021	6,24	2,97	0,00	8,46	37,78	4,58	5,57
	2022	6,15	3,40	0,00	7,80	35,78	5,27	5,97
	Ø 2018-2022	6,04	3,30	0,00	0,00	0,00	4,97	5,67
	CZ042	2018	5,49	3,35	56,96	6,24	30,38	4,86
Ústecký kraj	2019	5,88	3,01	61,81	8,72	35,20	5,17	6,34
	2020	6,16	3,28	61,41	9,67	39,57	5,09	6,26
	2021	6,67	3,03	67,72	9,84	39,97	5,36	6,21
	2022	6,26	3,38	69,79	8,62	35,75	5,30	6,53
	Ø 2018-2022	6,09	3,21	63,54	8,62	36,18	5,16	6,12
	CZ051	2018	5,52	3,44	58,03	5,96	29,77	4,91
Liberecký kraj	2019	5,83	3,05	62,55	7,04	34,54	4,91	6,04
	2020	6,21	3,41	61,69	8,36	37,30	4,96	6,07
	2021	6,32	2,97	66,69	8,52	37,85	4,70	5,81
	2022	6,11	3,35	70,31	8,24	36,10	5,18	6,10
	Ø 2018-2022	6,00	3,24	63,85	7,62	35,11	4,93	5,80
	CZ052	2018	5,49	3,37	57,20	5,93	30,29	4,92
Královéhradecký kraj	2019	5,87	3,01	61,88	8,20	35,23	5,10	6,29
	2020	6,18	3,30	61,68	9,44	38,67	5,09	6,20
	2021	6,63	3,01	67,51	9,42	39,28	5,12	6,16
	2022	6,25	3,39	69,98	8,21	35,87	5,29	6,44
	Ø 2018-2022	6,08	3,22	63,65	8,24	35,87	5,11	6,07
	CZ053	2018	5,58	3,45	59,13	6,13	30,10	5,02
Pardubický kraj	2019	5,90	3,07	63,17	8,29	35,61	5,08	6,15
	2020	6,22	3,41	62,54	9,48	38,92	5,11	6,14
	2021	6,49	3,02	68,05	9,35	38,90	4,92	5,98
	2022	6,23	3,42	71,46	8,16	36,21	5,32	6,27
	Ø 2018-2022	6,08	3,27	64,87	8,28	35,95	5,09	5,93
	CZ063	2018	5,58	3,50	56,19	6,47	29,99	5,03
Kraj Vysočina	2019	5,83	3,04	61,63	7,63	34,96	4,87	5,81
	2020	6,25	3,52	61,31	8,74	37,98	5,09	5,90
	2021	6,23	2,95	67,11	8,52	37,97	4,60	5,63
	2022	6,17	3,40	69,47	7,55	36,62	5,27	5,94
	Ø 2018-2022	6,01	3,28	63,14	7,78	35,51	4,97	5,63

NUTS 3		Pšenice ozimá	Řepka ozimá	Cukrová řepa	Kukuřice na zrno	Kukuřice na siláž	Ječmen jarní	Ječmen ozimý
		Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos
		t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹	t · ha ⁻¹
CZ064	2018	4,98	3,32	54,50	5,75	28,77	4,65	5,00
Jihomoravský kraj	2019	5,28	2,97	56,61	8,16	35,77	4,97	5,55
	2020	6,05	3,21	57,81	9,42	41,09	5,15	6,22
	2021	6,41	2,85	65,61	9,87	39,23	5,25	6,13
	2022	5,80	3,28	61,55	7,35	33,38	5,17	6,08
	Ø 2018-2022	5,70	3,12	59,21	8,11	35,65	5,04	5,80
	CZ071	2018	5,62	3,43	58,28	6,31	31,06	5,01
Olomoucký	2019	5,96	3,10	62,68	8,74	38,88	5,22	6,20
	2020	6,27	3,35	62,29	9,90	43,26	5,29	6,19
	2021	6,77	3,12	68,50	9,88	42,24	5,54	6,09
	2022	6,44	3,52	70,45	8,81	37,97	5,53	6,38
	Ø 2018-2022	6,21	3,30	64,44	8,73	38,68	5,32	6,02
	CZ072	2018	5,40	3,37	57,52	6,10	30,38	4,89
Zlínský kraj	2019	5,77	3,03	60,95	8,51	36,47	5,19	6,05
	2020	6,14	3,29	60,82	9,67	40,68	5,23	6,17
	2021	6,60	3,03	67,82	9,82	40,21	5,53	5,96
	2022	6,19	3,41	68,22	8,50	35,95	5,44	6,25
	Ø 2018-2022	6,02	3,22	63,07	8,52	36,74	5,26	5,88
	CZ080	2018	5,45	3,39	58,76	6,36	29,69	4,89
Moravskoslezský kraj	2019	5,80	3,05	62,74	8,37	35,04	5,04	5,90
	2020	6,09	3,35	61,36	9,53	37,86	5,04	6,09
	2021	6,33	2,99	67,27	9,33	38,54	4,95	5,67
	2022	6,09	3,35	70,65	8,28	35,64	5,22	6,02
	Ø 2018-2022	5,95	3,23	64,15	8,37	35,36	5,03	5,71

3. Porovnání vypočtených hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování řepky ozimé s hodnotami dosahovanými v zahraničí

Tabulka 31: Typické hodnoty emisí skleníkových plynů v rozdělení dle NUTS 2 / NUTS 3 v ČR a dalších zemích EU [kg CO_{2eq} · (t suché olejiny)⁻¹]

Slovensko	Řepka olejka – SK01: 587, SK02: 613, SK03: 673, SK04: 706
Maďarsko	Řepka olejka – HU10: 629, HU21: 518, HU22: 496, HU23: 491, HU31: 602, HU32: 593, HU33: 567
Rakousko	Řepka olejka – AT11: 485, AT12: 491, AT13: 491, AT21: 586, AT22: 519, AT31: 507, AT32: 536, AT33: -, AT34: -
Německo	Řepka olejka – DE11: 545, DE12: 546, DE13: 546, DE14: 543, DE21: 547, DE22: 544, DE23: 550, DE24: 555, DE25: 552, DE26: 550, DE27: 544, DE30: 563, DE41: 551, DE42: 553, DE50: 574, DE60: 546, DE71: 547, DE72: 551, DE73: 552, DE80: 546, DE91: 551, DE92: 550, DE93: 555, DE94: 552, DEA1: 547, DEA2: 548, DEA3: 552, DEA4: 549, DEA5: 552, DEB1: 546, DEB2: 549, DEB3: 550, DEC0: 552, DED1: 550, DED2: 552, DED3: 549, DEE0: 548, DEF0: 546, DEG0: 551
Polsko	Řepka olejka – PL11: 570, PL12: 563, PL21: 594, PL22: 596, PL31: 576, PL32: 498, PL33: 562, PL34: 660, PL41: 509, PL42: 554, PL43: 518, PL51: 574, PL52: 602, PL61: 598, PL62: 561, PL63: 620
Francie	Řepka olejka – FR10: 655, FR21: 655, FR22: 626, FR23: 626, FR24: 683, FR25: 598, FR26: 712, FR30: 541, FR41: 683, FR42: 675, FR43: 710, FR51: 541, FR52: 567, FR53: 712, FR61: 744, FR62: 794, FR63: 797, FR71: 797, FR72: 797, FR81: 767, FR82: 937
Estonsko	Řepka olejka – EE001: 894, EE002: 870, EE003: 758, EE004: 802, EE005: 905, EE006: 960, EE007: 829, EE008: 882, EE009: 842, EE010: 854, EE011: 901, EE012: 807, EE013: 1057, EE014: 935, EE015: 910
Litva	Řepka olejka – LV01: 576
Dánsko	Řepka olejka – DK01: 629, DK02: 595, DK03: 657, DK04: 667, DK05: 679
Švédsko	Řepka olejka – SE022: 613, SE023: 524, SE044: 574, SE061: 553, SE093: 476, SE094: 559, SE0A1: 620
Nizozemsko	Řepka olejka – NL11: 658, NL12: 652, NL13: 666, NL21: 679, NL22: 665, NL23: 697, NL31: 685, NL32: 685, NL33: 650, NL34: 626, NL41: 634, NL42: 628
Itálie	Řepka olejka – ITC1: 603, ITC4: 590, ITD3: 694, ITD4: 591, ITD5: 590, ITE1: 861, ITE2: 872, ITE3: 655, ITE4: 480, ITF1: 696, ITF2: 704, ITF3: 651, ITF4: 719, ITF5: 704
Velké Británie	Řepka olejka – UKD3: 781, UKD4: 781, UKD5: 781, UKE1: 761, UKE2: 761, UKE3: 761, UKE4: 761, UKF1: 770, UKF2: 770, UKF3: 770, UKG1: 773, UKG2: 773, UKG3: 773, UKH1: 765, UKH2: 765, UKH3: 765, UKJ1: 776, UKJ2: 776, UKJ3: 776, UKJ4: 776, UKK1: 761, UKK2: 761, UKK3: 761, UKK4: 761, UKL1: 807, UKL2: 807, UKM2: 768, UKM3: 768, UKM5: 768, UKM6: 768
Česká republika	Řepka olejka – CZ01: 618, CZ02: 674, CZ03: 770, CZ04: 692, CZ05: 637, CZ06: 720, CZ07: 684, CZ08: 694

III. Srovnání novosti postupů

V září 2010 byly dle článku 19 bodu 2. směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (směrnice RED) stanovujícího „výpočet dopadu skleníkových plynů z biopaliv a biokapalin“ vyčísleny emise skleníkových plynů v $\text{kg CO}_{2\text{eq}} \cdot \text{ha}^{-1}$ z pěstování, sklizně a posklizňového zpracování řepky olejky, ozimé pšenice, kukuřice na zrno a technické cukrovky určené pro výrobu biopaliv a biokapalin v ČR. Emise skleníkových plynů z pěstování vybraných plodin byly stanoveny pro územní statistické jednotky dle NUTS 2 v souladu se směrnicí RED podle průměrného výnosu plodin za období 2005–2009. Z důvodu nedostatku podrobnějších aktivitních údajů, odpovídaly hodnoty pouze členění dle NUTS 1 (celá ČR). Navzdory tomuto nedostatku bylo u výše zmíněných plodin doloženo, že jejich typické emise skleníkových plynů jsou nižší než tzv. rozložené standardní hodnoty pro pěstování, uvedené v příloze V části D směrnice RED.

V roce 2017 provedla DG Energy (Directorate C – Renewables, Research and Innovations, Energy Efficiency) u všech členských států revizi předložených výpočtů. Z této revize vyplynula pro ČR povinnost přehodnotit dosavadní výpočty typických emisí skleníkových plynů pro pěstované plodiny, zahrnující mimo jiné přesnou specifikaci popisu metody výpočtů, uvedení přesné specifikace zdrojů aktivitních údajů, zohlednění vlastností půdy a klima v členění dle NUTS 2. Dle článku 31, bodu 2. směrnice RED II „Členské státy mohou Komisi předložit zprávy obsahující informace o typických emisích skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin u těch oblastí na jejich území, které spadají do úrovně 2 klasifikace územních statistických jednotek (dále jen „NUTS“) nebo do nižší úrovně NUTS v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1059/2003.

Předložená metodika výpočtu typických emisí skleníkových plynů pro vybrané pěstované plodiny obsahuje hodnoty nejen v rozdělení dle NUTS 2, ale zcela nově i dle rozdělení dle NUTS 3 (krajské členění). Metodika zároveň zahrnuje nejnovější aktualizované zdroje dat z důvodu co nejpresnějšího podchycení odlišností v pěstování zemědělských plodin v jednotlivých krajích ČR. Nově je uplatněna synchronizace a harmonizace aktivitních dat s národní emisní bilancí skleníkových plynů ze sektoru zemědělství a Národním modelem dusíkové bilance v zemědělství.

IV. Popis uplatnění metodiky

Metodika výpočtu typických emisí skleníkových plynů pro vybrané pěstované plodiny je v elektronické podobě volně dostupná pro všechny její uživatele. Z pohledu státní správy bude metodika uplatněna jako podklad při jednání s orgány EU - Directorate for Energy, Transport and Climate Energy Efficiency and Renewables Unit v oblasti aktualizace výpočtů emisí v regionálním členění dle NUTS 2 a NUTS 3. Metodika bude dále uplatněna při aktualizaci stávajícího Metodického pokynu odboru ochrany ovzduší pro osoby autorizované k certifikaci procesu výrobního řetězce udržitelných biopaliv a ověřování zprávy o emisích u dodavatelů pohonných hmot podle § 32 odst. 1 písm. f) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, v aktualizované verzi platné od 1. ledna 2020 a Metodického pokynu odboru elektroenergetiky a teplotnictví, kterým se řídí MPO při stanovování podílu energie z obnovitelných zdrojů energie a konečné spotřeby energie.

Z pohledu komerční sféry bude aktualizovaná metodika uplatněna zejména u subjektů účastnících se výrobního řetězce produkce biopaliv, které musejí v rámci mezinárodních certifikačních procesů dokládat tzv. udržitelnost vyráběných biopaliv, kdy se jedná o výrobní podniky produkující bioetanol, tzn. také cukrovary, podniky zpracovávající řepné semeno na metylester řepkového oleje (MEŘO) a provozovatele bioplynových stanic při certifikaci tzv. zeleného bioplynu. Podrobná znalost způsobu výpočtů typických emisí skleníkových plynů pro vybrané pěstované plodiny podle předložené metodiky bude uplatněna i v samotných zemědělských podnicích při stanovení emisí skleníkových plynů souvisejících s pěstováním zemědělských plodin v konkrétních podmínkách zemědělského podniku za využití přesných znalostí o použité zemědělské technice, přesném sledu využitých zemědělských operacích, dávkování příslušných statkových, organických a minerálních hnojiv, znalostí o dávkách, četnosti a typu použitých přípravků na ochranu rostlin, přesných výnosech plodin atd.

Metodika bude uplatněna rovněž jako součást tzv. ESG (environmental, social, governance) hodnocení udržitelnosti a odpovědnosti firem v oblasti hodnocení zemědělských podniků vůči životnímu prostředí. Vzhledem k náročnosti výpočtů je certifikovaná metodika uplatněna při zpracování tzv. uhlíkové kalkulačky pro výpočet typických emisí skleníkových plynů pro vybrané pěstované plodiny, dostupné na webových stránkách VÚZT, v.v.i. <http://vuzt.cesnet.cz/vuzt0/vuzt/kalk.php>.

V. Ekonomické aspekty

U výrobců biopaliv je pro uplatnění jejich produktů na trhu zcela nezbytné získat certifikát dle požadavků směrnice RED II. Součástí hodnocení udržitelnosti produkce je nutné doložit tzv. proof of sustainability (důkaz o udržitelnosti), obsahující výpočet emisí a úspor emisí skleníkových plynů z pěstování plodin použitých při výrobě biopaliva nebo biokapaliny. Bez doložení tohoto emisního faktoru a úspor emisí skleníkových plynů ve srovnání s referenčním fosilním palivem nelze získat certifikát potvrzující splnění kritérií udržitelnosti biopaliva nebo biokapaliny a výrobek nelze dále distribuovat. V případě, že by výrobce biopaliv nevyužil výpočetní model uvedený v certifikované metodice, musel by využít dle článku D. tzv. rozložené standardizované hodnoty pro pěstování: „ e_{ec} “ ve smyslu části C přílohy směrnice RED.

Např. pro výrobce metylesteru řepkového oleje (zkratka MEŘO, nebo FAME z anglického Fatty acid methyl ester) vyrobeného z řepkového semene, který je povinnou složkou motorové nafty, je v současné době dle prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996 standardizovaná hodnota emisí skleníkových plynů e_{ec} pro bionaftu z řepky na úrovni $32 \text{ g CO}_{2ekv} \cdot \text{MJ}^{-1}$. V tab. 32 je provedeno porovnání typický a standardních hodnot stanovených prováděcím nařízením Komise (EU) 2022/996 s hodnotami typickými a standardními vypočtenými podle postupů uvedených v této certifikované metodice v rozdělení dle jednotlivých NUTS 2 / NUTS 3. Jak je z porovnání patrné, vypočtené typické hodnoty emisí skleníkových plynů jsou přibližně o 20 % nižší než hodnoty stanovené prováděcím nařízením. Využití aktualizovaných hodnot uvedených v certifikované metodice je tak pro výrobce biopaliv velice důležité a výhodné. Hodnota snížení emisního faktoru certifikovaného biopaliva o $1 \text{ g CO}_{2ekv} \cdot \text{MJ}^{-1}$ má v současné době ekonomickou hodnotu ve výši $2 - 3 \text{ USD} \cdot (1 \text{ g CO}_{2ekv})^{-1} \cdot \text{MJ}^{-1}$.

Tab. 32 Typické a standardní hodnoty dle prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996 a dle výpočtů podle postupů uvedených v certifikované metodice [g CO_{2eq} · MJ⁻¹]

Kraj (NUTS 3)	Rok	Emise skleníkových plynů z výroby MEŘO z řepky – hodnoty dle prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996		Emise skleníkových plynů z výroby MEŘO z řepky – hodnoty vypočtené dle certifikované metodiky
		typické hodnoty	standardní hodnoty	typické hodnoty
		g CO _{2eq} · MJ ⁻¹	g CO _{2eq} · MJ ⁻¹	g CO _{2eq} · MJ ⁻¹
Hl. město Praha	Ø za 5 let	32,0	32,0	26,0
Středočeský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	25,9
Jihočeský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,5
Plzeňský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,5
Karlovarský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	29,0
Ústecký kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	25,5
Liberecký kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	29,2
Královéhradecký kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,9
Pardubický kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,4
Kraj Vysočina	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,5
Jihomoravský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	26,4
Olomoucký kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,1
Zlínský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,6
Moravskoslezský kraj	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,8
Kraj (NUTS 2)	Rok	Emise skleníkových plynů z výroby MEŘO z řepky – hodnoty dle prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996		Emise skleníkových plynů z výroby MEŘO z řepky – hodnoty vypočtené dle certifikované metodiky
		typické hodnoty	standardní hodnoty	typické hodnoty
		g CO _{2eq} · MJ ⁻¹	g CO _{2eq} · MJ ⁻¹	g CO _{2eq} · MJ ⁻¹
CZ01 Hl. město Praha	Ø za 5 let	32,0	32,0	26,0
CZ02 Střední Čechy	Ø za 5 let	32,0	32,0	25,9
CZ03 Jihozápad	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,1
CZ04 Severozápad	Ø za 5 let	32,0	32,0	25,9
CZ05 Severovýchod	Ø za 5 let	32,0	32,0	28,9
CZ06 Jihovýchod	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,4
CZ07 Střední Morava	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,5
CZ08 Moravskoslezsko	Ø za 5 let	32,0	32,0	27,8

VI. Seznam použité související literatury

Smatanová, M. (2023): Výsledky agrochemického zkoušení zemědělských půd, závěrečná zpráva za cyklus 2017 - 2022 Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský - sekce zemědělských vstupů. 31 s. Dostupné on-line z: https://eagri.cz/public/portal/-a24432---BkL7px_z/vysledky-agrochemickeho-zkouseni-pud

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (přepřacované znění) (Text s významem pro EHP). Dostupné on-line z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/cs/TXT/?uri=CELEX%3A32018L2001>

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2023/2413 ze dne 18. října 2023, kterou se mění směrnice (EU) 2018/2001, nařízení (EU) 2018/1999 a směrnice 98/70/ES, pokud jde o podporu energie z obnovitelných zdrojů, a zrušuje směrnice Rady (EU) 2015/652. Dostupné on-line z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202302413

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy (Text s významem pro EHP). Dostupné on-line z: <https://esipa.cz/sbirka/sbsrv.dll/sb?DR=SB&CP=32022R0996>

ISCC EU 205 Greenhouse Gas Emissions, version 4.0. 2021 ISCC System GmbH, 61 s. Dostupné on-line z: https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2022/05/ISCC_EU_205_Greenhouse-Gas-Emissions-v4.0.pdf

2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use. Dostupné on-line z: <https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol4.html>

EIB Project Carbon Footprint Methodologies. Methodologies for the assessment of project greenhouse gas emissions and emission variations Version 11.3. European Investment Bank, 2023. 66 s. Dostupné on-line z: https://www.eib.org/attachments/lucalli/eib_project_carbon_footprint_methodologies_2023_en.pdf

IPCC Climatic Zones 2021 update. Dostupné on-line z: https://earthmap.org/?aoi=cz&boundary=level0&layers=%7B%22IPCC_CLIMATIC_ZONE%22%3A%7B%22opacity%22%3A1%2C%22date%22%3A2021%7D%7D&mainmenu=true&map=%7B%22center%22%3A%7B%22lat%22%3A48.01021646034295%2C%22lng%22%3A385.381324852027%7D%2C%22zoom%22%3A6%2C%22mapType%22%3A%22terrain%22%7D&statisticsOpen=true

IFA. 2022. Fertilizer use by crop and country for the 2017-2018 period. International Fertilizer Association (IFA), Paris, France; Available at <https://www.ifastat.org/consumption/fertilizeruse-by-crop>
Kapalná biopaliva – statistika. MPO 2022 dostupné on line z: https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/statistika/kapalna-biopaliva/2023/4/P_Kapalna_biopaliva_2022CZ_12Cs.pdf

Wollnerová J., Kozlovská, L., Klír, J. (2022): Hospodaření ve zranitelných oblastech – 5. akční program nitrátové směrnice. Certifikovaná metodika, VÚRV, 72 s. ISBN 978-80-7427-376-6

ÚKZÚZ (2023). Spotřeba účinných látek obsažených v přípravcích na ochranu rostlin v jednotlivých krajích a okresech. Dostupné on line z: <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/pripravky-na-or/ucinne-latky-v-por-statistika-spotreba/spotreba-pripravku-na-or/spotreba-por-kraje-okresy>

Smatanová, M. (2021): Hodnocení vybraných parametrů půdní organické hmoty v zemědělských půdách ČR - průběžná zpráva za roky 2014–2019. ÚKZUZ, 31 s. dostupné online z: <https://eagri.cz/public/portal/ukzuz/pripravky-na-or/ucinne-latky-v-por-statistika-spotreba/spotreba-pripravku-na-or/spotreba-por-kraje-okresy>

FAO/IIASA/ISRIC/ISS-CAS/JRC, (2009): Harmonized World Soil Database (version 1.1). FAO, Rome, Italy and IIASA, Laxenburg, Austria. Dostupné online z: <https://www.fao.org/3/aq361e/aq361e.pdf>

VII. Seznam publikací, které předcházely metodice

JEVIČ, P., JUREČKA, L., ŠEDIVÁ, Z. (2018). Vzorové výpočty emisí skleníkových plynů vstupních biosurovin, biopaliv a biokapalin z nich vyrobených a možnosti jejich úspor. Certifikovaná metodika, 68 s, ISBN 978-80-7569-003-6.

DĚDINA, M., JEVIČ, P., ŠEDIVÁ, Z., ČERMÁK, P. (2021) Využití výpočetního modelu Global Nitrous Oxide Calculator pro revize emisí N₂O uvolněných z půdy vlivem aplikovaných hnojiv při pěstování řepky olejky. [Utilisation of the Global Nitrous Oxide Calculator for revision of nitrous oxide field emission occurring within rape cultivation]. AgritechScience [online], 2021, roč.15, č. 3, s. 1-6. ISSN 1802-8942. Dostupné z: <http://www.agritech.cz/clanky/2021-3-2.pdf>

ČERMÁK, P., KLÍR, J., DĚDINA, M., JEVIČ, P., ŠEDIVÁ, Z., ABRHAM, Z. (2021). Popis NUTS 3 z pohledu měrných výrobních emisí a uhlíkové stopy pěstovaných plodin. Dostupné on-line na www.vuzt.cz

JEVIČ, P., MĚKOTOVÁ, P. (2022). Dopad povinného snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot na trh s bionaftou a dalšími obnovitelnými palivy. In: 39. vyhodnocovací sborník „Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice“, s. 198-212. ISBN 978-80-88410-14-0

JEVIČ, P., MĚKOTOVÁ, P. (2023). Bionafta a obnovitelná parafinická nafta na trhu v ČR se zřetelem na použití vstupních surovin pro jejich výrobu a související intenzitu emisí skleníkových plynů. In: 40. vyhodnocovací sborník „Systém výroby řepky, systém výroby slunečnice“, s. 198-212. ISBN 978-80-88410-22-5