Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v. v. i.
Drnovská 507/73, 161 00 Praha 6 – Ruzyně | +420 233 022 480
carc@carc.cz | ID datové schránky: 3tnj7g7 | www.carc.cz

Stanovení typických hodnot emisí skleníkových plynů z vybraných komodit

Výzkumná zpráva z řešení smlouvy o dílo

Listopad, 2025

Zprávu na základě smlouvy o dílo č. 118/2025 uzavřené mezi Ministerstvem zemědělství České republiky a Národním centrem zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i., ve spolupráci se společností Greenometer s.r.o. a společností CI3 s.r.o. zpracoval Ing. Martin Dědina, Ph.D.

Obsah

1 Úvod 3
2 Typické emise skleníkových plynů z pěstování plodin 4
2.1 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnicového semene a vojtěšky 5
2.1.1 Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s 5
2.1.2 Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv e_{hn} 6
2.1.3 Emise skleníkových plynů z použití vápenatých hmot, z použití močoviny a z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv 11
2.1.4 Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe} 11
2.1.5 Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů e_{palPHM} 13
2.1.6 Emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin $e_{palsuš}$ 14
2.1.7 Přímé a nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O} 15
2.1.8 Výnosy pěstovaných plodin m_{sur} 18
2.1.9 Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky v rozdělení dle NUTS 2 19
2.1.10 Vyhodnocení a závěr problematiky zaměřené na pěstování emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky 20
2.2 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR 21
2.2.1 Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv e_{hn} 21
2.2.2 Emise skleníkových plynů z použití vápenatých hmot, z použití močoviny a z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv 22
2.2.3 Přímé a nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O} 23
2.2.4 Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů e_{palPHM} 24
2.2.5 Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe} 26
2.2.6 Výnosy jablek m_{sur} 26
2.2.7 Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR 27
2.2.8 Vyhodnocení a závěr problematiky zaměřené na produkci jablek 29
2.3 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce vepřového masa (v živé váze) v ČR 29
2.4 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce kravského mléka (plnotučného) v ČR 29
2.5. Seznam použitých zdrojů 30

1 Úvod

Předmětem řešené zakázky je stanovení typických hodnot emisí skleníkových plynů z produkce vybraných zemědělských komodit. V rostlinné výrobě se jedná o stanovení typických emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnicového semene, pícnin pěstovaných na orné půdě, konkrétně vojtěšky a z pěstování jablek. V živočišné výrobě se jedná o stanovení hodnot emisí skleníkových plynů z chovů výkrmových prasat, kde jsou stanoveny emise z produkce vepřového masa (v živé váze) a o stanovení emisí z chovů dojnic, konkrétně z produkce plnotučného kravského mléka.

Součástí zakázky je podrobný popis metodiky výpočtů těchto emisí, neboť metodické postupy, použité emisní faktory a další požadované vstupní hodnoty se mohou na základě odlišností metodik lišit, čímž se následně mohou lišit i výsledné hodnoty. Obecně lze říct, že pro výpočty uhlíkové stopy se používají nástroje pro hodnocení životního cyklu produktů (LCA) např. dle ISO norem 14040 [1,2], případně dle postupů uvedených v Greenhouse gas protokolu (GHG protokol) [3]. Stanovení typizovaných hodnot emisí skleníkových plynů zahrnuje popis technologického řetězce tak, aby byly jasně definovány hranice vstupních výpočetních parametrů. Odlišnosti ve výsledných hodnotách při výpočtech emisí skleníkových plynů jsou způsobeny právě i odlišnostmi v tom, co jednotlivé metodiky a výpočetní nástroje do výpočtu zahrnují a co již nezahrnují. Dle OECD [4] při sestavování OECD/ANU database bylo celosvětově identifikováno až 235 výpočetních nástrojů pro kalkulaci emisí skleníkových plynů ze zemědělství. V roce 2023 provedl britský ADAS na vybraných 20 farmách stejný výpočet emisí prostřednictvím 6 vybraných nejrozšířenějších výpočetních nástrojů a např. u obilnin byl mezi nejvyšší a nejnižší hodnotou rozdíl cca 178 % [5].

Účelem zakázky je jednak zajistit podklady pro plnění zákonných a strategických povinností České republiky v oblasti klimatických závazků, umožnit informování odborné veřejnosti a zemědělských subjektů o environmentálním dopadu jejich produkce a přispět ke zvyšování konkurenceschopnosti českých zemědělských komodit prostřednictvím transparentního stanovení jejich uhlíkové stopy. Účelem je rovněž prostřednictvím využívání typických hodnot emisí skleníkových plynů z pěstování plodin v rozdělení dle NUTS 2, předcházení administrativní zátěži zemědělských podniků, spojených s výpočtem skutečných hodnot emisí skleníkových plynů z pěstování plodin prostřednictvím skutečných vstupních dat pocházejících z příslušného zemědělského podniku. Odběratel zemědělské produkce (výrobce biopaliv, exportér komodit) na základě umístění zemědělských ploch odkud produkce plodin pochází v příslušném uzemním členění dle NUTS 2, přiřadí plodině i příslušnou typickou hodnotu emisí skleníkových plynů z jejího pěstování. Tato hodnota emisí z pěstování se následně propíše do dalších výpočtů udržitelnosti biopaliv. O uplatnitelnosti vypěstované produkce zemědělských komodit na trhu tak nerozhoduje pouze jejich cena, ale i právě zmíněná hodnota emisí skleníkových plynů z jejich pěstování. Čím nižší hodnota, tím vyšší uplatnění na trhu.

2 Typické emise skleníkových plynů z pěstování plodin

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských plodin určených pro následnou výrobu biopaliv dle článku 19 „Výpočet dopadu skleníkových plynů z biopaliv a biokapalin“ směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (dále RED), byl poprvé zpracován v roce 2010, s následnou aktualizací hodnot v roce 2018. Vypočtené a EU schválené hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování plodin v rozdělení dle NUTS 2 ve výrobním řetězci produkce biopaliv jsou nedílnou součástí dalších následných výpočtů produkce emisí skleníkových plynů pocházejících z jejich výroby. Bez těchto následných výpočtů, které jsou nezbytné pro celkové hodnocení jejich udržitelnosti (tzv. proof of sustainability) a bez dalšího nezávislého certifikovaného procesu ověření zdrojů dat, použitých metodik výpočtů a samotných vypočtených hodnot vedoucích k získání certifikovaného hodnocení udržitelnosti vyrobeného biopaliva, je jejich výrobce vůbec nemůže uvádět na trh v EU, ale ani nikde jinde na světě.

Výpočty typických emisí skleníkových plynů z pěstování řepky ozimé, pšenice ozimé, cukrové řepy, kukuřice na siláž a na zrno, ječmene jarního a ozimého v rozdělení dle NUTS 2 byly vypočteny v rámci řešení projektu NAZV QL24020280 „Uhlíkové zemědělství a stanovení a úspory emisí skleníkových plynů ze zemědělské výroby“. Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z výše vyjmenovaných plodin, byly formou národních reportů České republiky předloženy Evropské komisi – DG Energy k jejich kontrole a ověření. Výsledkem ověřovacího procesu ze strany EK bylo vyhodnocení zaslaných národních reportů a schválení Prováděcího rozhodnutí Komise (EU) 2024/2624 ze dne 8. října 2024, kterým se podle čl. 31 odst. 2 a 4 směrnice (EU) 2018/2001 uznává, že zpráva obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním řepky olejky v Česku [6], a později i schválení Prováděcího rozhodnutí Komise (EU) 2025/473 ze dne 12. března 2025, kterým se uznává, že zpráva předložená Českem podle čl. 31 odst. 2 směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním ozimé pšenice, řepy cukrovky, kukuřice na zrno, kukuřice na siláž, jarního ječmene a ozimého ječmene v uvedeném členském státě [7]. Výpočet a stanovení typických emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnicového semene a vojtěšky v rozdělení dle NUTS 2 rozšiřuje soubor hodnot o další plodiny, využitelných pro výrobu biopaliv.

Vypočtené typické hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování jablek v České republice jsou určeny pro stanovení referenčních hodnot, sloužících pro případné následné analýzy technických a technologických postupů vedoucích ke snižování produkce emisí skleníkových plynů. Jedná se zejména o produkci emisí skleníkových plynů ze spotřeby pohonných hmot použitých pro pohon zemědělské techniky, při využití prostředků na ochranu rostlin a hnojení pěstovaných jabloní.

2.1 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnicového semene a vojtěšky

Pro výpočet hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnicového semene a vojtěšky pro účely hodnocení udržitelnosti biopaliv byl využit stejně jako pro ostatní plodiny, přesně definovaný metodický postup 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 [8]. Výpočet emisí z pěstování plodin e_{ecm} se provádí dle vzorce:

$$e_{ecm} = \frac{(e_s + e_{hn} + e_{pe} + e_{pal} + e_{N2O})}{m_{sur}} \qquad [\text{kg } CO_{2ekv} \cdot t_{sušiny}^{-1}]$$

kde:

$e_{s\ldots}$emise skleníkových plynů z výroby osiv [kg $CO_{2eq} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
$e_{hn\ldots}$emise skleníkových plynů z výroby minerálních hnojiv [kg $CO_{2eq} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
$e_{pe\ldots}$emise skleníkových plynů z použitých pesticidů [kg $CO_{2eq} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
$e_{pal\ldots}$emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů [kg $CO_{2eq} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
$e_{N2O\ldots}$přímé a nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy [kg $CO_{2eq} \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$],
$m_{sur\ldots}$množství suroviny sklizené z hektaru zemědělské půdy [$kg \cdot ha^{-1} \cdot rok^{-1}$].

Podrobný metodický postup výpočtů emisí skleníkových plynů z pěstování plodin je dostupný v certifikované metodice „Výpočet typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstovaní a zpracování zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů“ [9].

2.1.1 Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s

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 byly použity hodnoty prezentované společností Osev jih, s.r.o. (https://www.osevjih.cz/prehled-vysevku/). V tab. 1 je uvedeno množství osiva používaného pro pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky.

Tab. 1 Přehled výsevků žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky

PLODINA	VÝSEVEK (kg)	VÝSEVEK (MKS·ha^{-1})	HLOUBKA SETÍ (cm)	ŠÍŘKA ŘÁDKŮ (CM)
Žito ozimé	180-220	3-4,5	3-5	10,5-15
Oves setý, nahý	160-220	4-4,5	3-5	7,5-15
Slunečnice na zrno	4-7		4-6	70x25
Vojtěška setá	7 -16		1,5-2	25 i 45

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**
	kg CO_{2eq} ·kg^{-1} spotřebovaného osiva	
Žito ozimé	0,3121	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51
Oves setý, nahý	0, 3121	Přesné hodnoty nejsou k dispozici. Pro účely výpočtu byly použity hodnoty jako pro žito.
Slunečnice na zrno	0,7565	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51
Vojtěška setá	0,2830	Přesné hodnoty nejsou k dispozici. Pro účely výpočtu byly použity hodnoty jako pro pšenici.

Hodnoty emisních faktorů pro výpočet emisí skleníkových plynů z produkce osiv u ovsa a vojtěšky nejsou v prováděcím nařízení Komise (EU) 2022/996 uvedeny. Pro výpočet emisí z produkce osiv – oves, byla zvolena stejná hodnota emisního faktoru jako pro žito. Emisní faktory osiv se u obilovin pohybují v rozmezí 0,2839 – 0,3121 kg CO_{2eq} ·kg^{-1} spotřebovaného osiva. Pro osivo vojtěšky byl zvolen emisní faktor stejný jako pro pšenici ve výši 0,2839 kg CO_{2eq} ·kg^{-1} spotřebovaného osiva. Tento zvolený emisní faktor při následném finálním výpočtu emisí představoval výslednou hodnotu cca 0,6 kg CO_{2eq}·kg^{-1}, která řádově odpovídá hodnotám vypočtených Německem u travních porostů.

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

Aktivitní data

Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv jsou závislé na typech minerálních hnojiv a jejich množství použitého ke hnojení plodin. Vstupní údaje o použitých dávkách jednotlivých typů minerálních hnojiv aplikovaných k jednotlivým plodinám v jednotlivých krajích NUTS 3 pocházela z Jednotného úložiště dat evidence hnojiv a výnosů z roku 2022 (JUDEH).

V tab. 3–6 jsou uvedeny hektarové dávky živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot v jednotlivých krajích České republiky vykázaných při pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky.

Tab. 3 Množství živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot při pěstování žita (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba živin z minerálních hnojiv a spotřeba vápenatých hmot (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování žita	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Spotřeba N z minerálních hnojiv	55,88	73,75	84,45	73,40	56,07	59,32	81,23	95,33	73,29	74,90	93,44	90,00	91,34	94,10
Spotřeba P z minerálních hnojiv	1,82	0,27	1,33	0,85	0,02	5,18	0,10	0,90	2,26	6,33	0,45	1,66	0,00	0,57
Spotřeba K z minerálních hnojiv	0,00	11,45	0,46	0,82	0,01	0,17	0,01	5,80	5,26	1,97	7,83	5,38	18,88	6,93
Spotřeba vápenatých hmot	0,00	35,13	45,44	69,38	65,12	0,07	56,03	6,46	65,65	3,88	9,55	41,27	6,73	23,88

Tab. 4 Množství živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot při pěstování ovsa (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba živin z minerálních hnojiv a spotřeba vápenatých hmot (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování ovsa	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Spotřeba N z minerálních hnojiv	64,60	40,44	53,09	24,90	8,64	24,13	88,09	44,97	50,53	39,53	22,69	26,02	20,14	33,53
Spotřeba P z minerálních hnojiv	0,00	0,09	0,00	1,42	0,00	2,64	0,11	0,20	0,00	0,74	1,96	0,04	0,37	1,57
Spotřeba K z minerálních hnojiv	0,00	3,28	3,97	0,43	0,00	2,49	1,73	2,54	4,60	0,63	2,49	5,98	9,07	4,12
Spotřeba vápenatých hmot	0,00	37,71	0,00	9,62	16,66	0,11	60,76	1,21	44,66	28,56	13,07	14,83	45,36	15,67

Tab. 5 Množství živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot při pěstování slunečnice (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba živin z minerálních hnojiv a spotřeba vápenatých hmot (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování slunečnice	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Spotřeba N z minerálních hnojiv	0,00	63,14	50,12	49,74	0,00	44,88	0,00	61,05	39,53	13,33	66,64	66,01	66,85	78,27
Spotřeba P z minerálních hnojiv	0,00	7,17	0,00	0,83	0,00	12,01	0,00	32,68	2,28	21,73	6,51	0,00	0,02	0,00
Spotřeba K z minerálních hnojiv	0,00	2,88	0,87	5,45	0,00	3,65	0,00	0,65	8,49	0,00	4,66	1,75	5,29	8,72
Spotřeba vápenatých hmot	0,00	18,39	0,00	4,51	0,00	40,52	0,00	0,00	0,00	0,00	6,58	31,90	0,00	0,00

Tab. 6 Množství živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot při pěstování vojtěšky (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba živin z minerálních hnojiv a spotřeba vápenatých hmot (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování vojtěšky	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Spotřeba N z minerálních hnojiv	0,00	0,64	0,54	1,82	0,00	0,03	2,42	1,43	9,60	1,68	0,86	1,99	4,40	2,88
Spotřeba P z minerálních hnojiv	0,33	0,01	0,00	1,03	0,00	0,18	0,00	0,52	0,25	1,26	0,47	0,45	0,34	0,87
Spotřeba K z minerálních hnojiv	0,00	1,22	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,84	0,36	0,06	0,05	0,01	0,02	0,00
Spotřeba vápenatých hmot	0,00	0,00	16,87	22,81	0,00	0,05	6,90	21,61	43,34	11,39	4,38	38,05	0,27	22,69

V tab. 7-10 jsou uvedena množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv, použitých v jednotlivých krajích České republiky při pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky.

Tab. 7 Množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv, použitých v jednotlivých krajích České republiky při pěstování žita (t)

Spotřeba dusíku z jednotlivých druhů minerálních hnojiv při pěstování žita (t)	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Dusičnan amonný	0,0	133,4	76,2	66,4	49,2	32,8	16,7	46,5	24,1	136,5	71,7	38,5	50,6	40,1
Síran amonný, směs síranu amonného s močovinou	0,4	17,3	1,4	3,3	0,1	2,4	0,0	14,1	21,2	20,6	23,0	8,4	11,2	15,4
Dusičnan amonný + síran amonný	0,4	16,0	12,5	46,1	3,9	8,7	2,5	0,1	13,5	4,1	16,3	1,8	4,3	10,6
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	26,5	98,2	107,0	49,6	0,8	13,1	12,6	72,0	86,3	87,8	59,1	56,9	0,7	44,1
Dusičnan amonno-vápenatý	0,0	1,3	0,0	0,2	6,7	1,8	2,1	0,0	2,0	1,3	0,0	1,2	0,0	0,0
Močovina	7,5	27,6	27,9	39,6	1,0	26,1	11,1	7,3	18,8	50,7	68,1	10,9	6,4	15,8
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	12,0	68,2	43,7	72,6	26,0	34,0	22,3	78,5	49,7	86,4	61,9	35,2	9,5	43,0
NPK	7,4	16,0	11,5	4,0	5,0	1,4	3,7	3,5	10,8	14,4	6,9	4,0	2,1	4,2
Další N hnojiva	0,0	0,0	0,0	3,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,7	0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	**54,1**	**378,0**	**280,3**	**285,2**	**92,6**	**120,3**	**71,1**	**221,9**	**226,3**	**403,4**	**307,0**	**156,7**	**84,8**	**173,1**
Poměrný emisní faktor	3,6	3,4	3,5	3,3	3,4	3,3	3,4	3,2	3,4	3,4	3,3	3,4	3,3	3,3

Tab. 8 Množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv, použitých v jednotlivých krajích České republiky při pěstování ovsa (t)

Spotřeba dusíku z jednotlivých druhů minerálních hnojiv při pěstování ovsa (t)	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Dusičnan amonný	0,8	78,0	67,1	97,3	1,7	9,0	8,7	9,8	12,6	58,3	6,8	4,9	1,5	21,6
Síran amonný, směs síranu amonného s močovinou	0,8	3,2	2,4	1,4	0,0	0,0	0,0	4,2	0,0	4,1	3,2	0,8	0,0	0,5
Dusičnan amonný + síran amonný	0,0	5,1	8,0	3,9	0,0	0,8	2,3	0,1	1,6	0,9	1,2	0,0	2,2	2,5
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	0,1	36,2	113,5	34,6	0,3	2,0	9,6	22,5	57,8	35,2	2,0	4,6	16,0	18,7
Dusičnan amonno-vápenatý	0,0	0,0	1,7	0,1	0,0	1,2	0,5	0,0	0,9	0,3	0,0	0,0	0,1	0,0
Močovina	1,6	21,3	110,8	20,7	0,1	1,0	10,5	12,0	4,3	55,0	2,0	6,4	0,7	18,7
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	3,3	65,4	138,5	62,1	11,8	0,7	13,7	19,2	25,2	45,5	10,4	9,8	1,1	11,9
NPK	0,9	29,6	38,2	8,1	1,7	1,2	1,7	5,3	7,9	38,6	2,7	2,9	0,8	5,4
Další N hnojiva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
Celkem	**7,6**	**238,7**	**480,3**	**228,3**	**15,7**	**16,0**	**47,2**	**73,2**	**110,3**	**238,0**	**28,5**	**29,4**	**22,3**	**79,2**
Poměrný emisní faktor	3,3	3,5	3,4	3,3	3,1	3,6	3,3	3,4	3,5	3,6	3,3	3,4	3,6	3,5

Tab. 9 Množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv, použitých v jednotlivých krajích České republiky při pěstování slunečnice (t)

Spotřeba dusíku z jednotlivých druhů minerálních hnojiv při pěstování slunečnice (t)	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Dusičnan amonný	0,0	26,0	2,9	2,4	0,0	5,7	0,0	2,3	0,1	0,4	22,8	0,0	0,8	0,0
Síran amonný, směs síranu amonného s močovinou	0,0	5,7	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3	0,0	132,0	0,0	0,0	0,0
Dusičnan amonný + síran amonný	0,0	0,8	0,0	17,2	0,0	13,8	0,0	0,6	0,0	0,0	38,7	0,0	0,0	0,0
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	0,0	12,3	0,2	2,0	0,0	5,3	0,0	8,9	4,7	0,0	26,6	0,6	6,7	0,3
Dusičnan amonno-vápenatý	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Močovina	0,0	7,7	0,5	10,4	0,0	18,4	0,0	8,3	5,8	0,0	333,0	19,4	36,7	0,9
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	0,0	71,7	0,0	4,8	0,0	3,8	0,0	6,6	11,8	0,2	206,0	1,3	5,0	0,5
NPK	0,0	11,9	4,8	1,2	0,0	4,4	0,0	0,2	2,5	0,0	59,6	0,5	3,2	0,3
Další N hnojiva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0
Celkem	**0,0**	**136,2**	**8,3**	**39,5**	**0,0**	**51,5**	**0,0**	**27,6**	**26,2**	**0,6**	**819,0**	**21,8**	**52,4**	**1,9**
Poměrný emisní faktor	0,0	3,2	4,4	3,3	0,0	3,5	0,0	3,4	3,3	3,2	3,3	3,5	3,5	3,5

Tab. 10 Množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv, použitých v jednotlivých krajích České republiky při pěstování vojtěšky (t)

Spotřeba dusíku z jednotlivých druhů minerálních hnojiv při pěstování vojtěšky (t)	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Dusičnan amonný	0,0	2,8	1,3	7,3	0,0	0,2	0,2	3,3	36,9	2,5	1,4	5,2	22,2	0,0
Síran amonný, směs síranu amonného s močovinou	0,0	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,3	0,0	1,5	0,0	0,1	0,0
Dusičnan amonný + síran amonný	0,0	0,7	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	0,0	1,4	0,1	0,3	0,0	0,0	1,6	2,5	2,8	3,4	0,7	6,5	4,1	2,7
Dusičnan amonno-vápenatý	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,8	0,0	0,0	0,0
Močovina	0,0	0,9	0,0	1,4	0,0	0,0	0,0	0,5	0,0	2,1	0,7	1,4	0,2	0,9
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	0,0	0,7	0,1	5,1	0,0	0,0	0,7	0,0	1,1	0,0	0,0	0,4	3,1	3,2
NPK	0,0	4,6	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	1,2	1,8	0,7	6,8	0,0	0,0	1,2
Další N hnojiva	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Celkem	**0,0**	**11,5**	**1,8**	**14,7**	**0,0**	**0,2**	**2,5**	**8,5**	**42,9**	**8,9**	**11,8**	**13,5**	**29,8**	**8,1**
Poměrný emisní faktor	0,0	4,0	3,6	3,2	0,0	3,4	3,4	3,8	3,5	3,7	4,3	3,6	3,4	3,5

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

Pro výpočet emisí z výroby a dopravy minerálních hnojiv je třeba použít příslušné emisní faktory podle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996, zahrnující emise skleníkových plynů z jejich předchozích fází výroby. Ke množství spotřebovaného dusíku, fosforu a draslíku z jednotlivých typů minerálních hnojiv se přiřadí příslušný emisní faktor. V tab. 11-13 jsou uvedeny standardní emisní faktory skleníkových plynů z výroby a dopravy minerální hnojiv.

Tab. 11 Standardní emisní faktory skleníkových plynů z výroby dusíkatých minerálních hnojiv [kg CO_{2eq} ·kg živin^{-1}]

	Emisní faktor kg CO_{2eq}·kg^{-1} N	Zdroj dat
Dusičnan amonný	3,460	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Síran amonný	2,740	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Směs síranu amonného a dusičnanu amonného	3,162	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Amoniak (čpavek) bezvodý	2,832	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51
Dusičnan amonno-vápenatý	3,67	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Močovina	1,935	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	2,693	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
NPK 15-15-15	5,013	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50

Tab. 12 Standardní emisní faktory skleníkových plynů z výroby fosforečných minerálních hnojiv [kg CO_{2eq} ·kg živin^{-1}]

	Emisní faktor kg CO_{2eq}·kg^{-1} P_2O_5	Zdroj dat
Trojitý superfosfát	0,544	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Fosforit 21 % P2O5, 23 % SO3	0,095	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Superfosfát 11 % N, 52 % P2O5	1,029	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50
Hydrogenfosforečnan amonný (Dvojitý superfosfát, 18 % N, 46 % P_2O_5	1,552	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/51

Tab. 13 Standardní emisní faktory skleníkových plynů z výroby draselných minerálních hnojiv [kg CO_{2eq} ·kg živin^{-1}]

	Emisní faktor kg CO_{2eq}·kg^{-1} K_2O	
Muriat z potaše 60 % K_2O	0,413	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/50

2.1.3 Emise skleníkových plynů z použití vápenatých hmot, z použití močoviny a z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv

Součástí výpočtů emisí skleníkových plynů z využití minerálních hnojiv je i výpočet emisí z použití vápenatých hmot, z použití močoviny a z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv. Emise z použití vápenatých hmot se započítávají do emisí CO_2 z neutralizace kyselosti dusíkatých hnojiv nebo z reakcí vápna v půdě.

Aktivitní data

Jako aktivitní data pro výpočet emisí z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv byly využity hodnoty spotřeby vápenatých hmot a minerálních hnojiv v rozdělení na hnojiva na bázi močoviny a na bázi dusitanů.

Emisní faktory

Na základě celkové spotřeby minerálních a organických dusíkatých hnojiv používaných k hnojení plodin v jednotlivých regionech NUTS 3 bylo provedeno rozdělení na hnojiva na bázi močoviny a hnojiva na bázi dusitanů. K těmto hnojivům byly následně přiřazeny příslušné emisní faktory charakterizující emise z neutralizace okyselení půdy po jejich aplikaci, viz. tab. 14.

Tab. 14 Standardní emisní faktory skleníkových plynů z neutralizace, z aplikace močoviny a aplikace vápenatých hmot [kg $CO_{2eq} \cdot kg^{-1}$]

	Emisní faktor kg $CO_{2eq} \cdot kg^{-1}$	Zdroj dat
Emisní faktor neutralizace hnojiv na bázi dusitanů	0,806	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/35
Emisní faktor neutralizace hnojiv na bázi močoviny	0,783	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/35
Emisní faktor neutralizace organických hnojiv	0,798	Definition of input data to assess GHG default emissions from biofuels in EU legislation Version 1d - 2019 str. 75
Emisní faktor z aplikace močoviny	1,571	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories – CHAPTER 11, str. 11.32
Emisní faktor z aplikace vápenatých hmot, kde pH půdy je vyšší nebo rovna 6,4	0,079	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/35
Emisní faktor z aplikace vápenatých hmot, kde pH půdy je nižší než 6,4	0,440	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/35

2.1.4 Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe}

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat, udávajících spotřebu přípravků na ochranu rostlin je použito každoroční vyhodnocování spotřeby herbicidů, fungicidů, pesticidů a dalších látek, prováděné Ústředním kontrolním a zkušebním ústavem zemědělským (ÚKZÚZ). Data zpracovaná v rozdělení do jednotlivých krajů jsou k dispozici na webových stránkách Ministerstva zemědělství ČR [10]. V tab. 15-18 je uvedena typická spotřeba prostředků na ochranu rostlin

související s pěstováním žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky. U žita a ovsa se jedná o přepočet z celkových hodnot spotřeb těchto přípravků u obilovin, u vojtěšky se jedná o přepočet hodnot sumárně vykazovaných pro pícniny a u slunečnice o přepočet hodnot vykazovaných pro olejniny.

Tab. 15 Množství aplikovaných přípravků na ochranu rostlin při pěstování žita v jednotlivých krajích ČR (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba účinných látek v přípravcích na ochranu rostlin (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování žita	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Glyfosát	0,11	0,17	0,13	0,11	0,25	0,17	0,18	0,18	0,20	0,18	0,16	0,16	0,13	0,19
Ostatní účinné látky	0,65	0,73	0,70	0,56	0,54	0,56	0,74	0,85	0,78	0,66	0,55	0,75	0,66	0,68

Tab. 16 Množství aplikovaných přípravků na ochranu rostlin při pěstování ovsa v jednotlivých krajích ČR (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba účinných látek v přípravcích na ochranu rostlin (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování ovsa	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Glyfosát	0,11	0,17	0,13	0,11	0,25	0,17	0,18	0,18	0,20	0,18	0,16	0,16	0,13	0,19
Ostatní účinné látky	0,53	0,61	0,56	0,43	0,43	0,45	0,59	0,79	0,65	0,51	0,45	0,73	0,55	0,64

Tab. 17 Množství aplikovaných přípravků na ochranu rostlin při pěstování slunečnice v jednotlivých krajích ČR (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba účinných látek v přípravcích na ochranu rostlin (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování slunečnice	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Glyfosát	0,00	0,15	0,10	0,09	0,00	0,15	0,00	0,19	0,21	0,17	0,18	0,18	0,17	0,13
Ostatní účinné látky	0,00	1,56	1,77	1,53	0,00	1,31	0,00	1,53	1,61	1,58	1,45	1,53	1,51	1,27

Tab. 18 Množství aplikovaných přípravků na ochranu rostlin při pěstování vojtěšky v jednotlivých krajích ČR (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba účinných látek v přípravcích na ochranu rostlin (kg · ha^{-1} ·rok^{-1}) při pěstování vojtěšky	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Glyfosát	0,04	0,09	0,03	0,04	0,11	0,05	0,10	0,15	0,18	0,15	0,08	0,08	0,06	0,10
Ostatní účinné látky	0,34	0,10	0,11	0,11	0,04	0,08	0,07	0,14	0,09	0,08	0,07	0,08	0,10	0,26

Emisní faktory pro výpočet emisí skleníkových plynů z použitých pesticidů

Pro pesticidy, kterými se rozumí všechny přípravky na ochranu rostlin včetně herbicidů, insekticidů, fungicidů, jsou v současné době platné standardní emisní faktory uvedené v příručce ISCC viz, tab. 19.

Tab. 19 Emisní faktory prostředků na ochranu rostlin [kg CO_{2eq}·kg^{-1}]

	Emisní faktor	Zdroj dat
	kg CO_{2ekv}·kg účinné látky^{-1}	
Glyfosát	11,552	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51
Ostatní přípravky na ochranu rostlin	10,970	ISCC EU 205 GREENHOUSE GAS EMISSIONS, rok vydání červenec 2021, str.51

2.1.5 Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů e_{palPHM}

Aktivitní data

Zdrojem dat o typické spotřebě pohonných hmot souvisejících s pěstováním jednotlivých plodin je databázový expertní systém Agrotekis „Technologie a ekonomika plodin“ [11]. V tab. 20 je uvedena typická spotřeba pohonných hmot pro pěstováním žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky. Spotřeba pohonných hmot je závislá na způsobu zpracování půdy v různých erozně ohrožených oblastech (erozně neohrožené oblasti – NEO, mírně ohrožené oblasti – MEO a silně ohrožené oblasti – SEO).

Tab. 20 Spotřeba PHM použitých pro pohon zemědělské techniky při pěstování vybraných plodin dle způsobu zpracování půdy [l·ha^{-1}]

Plodina	Způsob zpracování půdy	spotřeba PHM
		l·ha^{-1}
žito	NEO	83,70
	MEO	63,30
	SEO	57,40
oves	NEO	82,70
	MEO	64,80
	SEO	62,70
slunečnice	NEO	97,20
	MEO	66,80
	SEO	-
vojtěška	NEO	47,10
	MEO	-
	SEO	-

Emisní faktory

Pro pohon zemědělské techniky se nejčastěji používá motorová nafta. V tab. 21 je uveden emisní faktor pro motorovou naftu.

Tab. 21 Emisní faktor motorové nafty

	Emisní faktor	Zdroj dat
	kg CO_{2ekv} ·l paliva^{-1}	
Motorová nafta	3,4102	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX

2.1.6 Emise skleníkových plynů z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských plodin $e_{palsuš}$

Aktivitní 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. U zrnin je max. skladovací vlhkost ≤ 15 a u olejnin ≤ 8 % m/m. U vojtěšky nebylo uvažováno se sušením v klasických sušárnách. Vlivem desikace plodin před sklizní dosahovaly obiloviny hodnot vlhkosti nepožadující dodatečné sušení. Ve výpočtech se započítává pouze spotřeba na pohon posklizňových linek využitých na čištění plodin.

Emisní faktory

Pro zohlednění emisí z používání paliv k výrobě tepla a elektřiny používaných k sušení se používají aktuální emisní faktory uvedené v tab. 22.

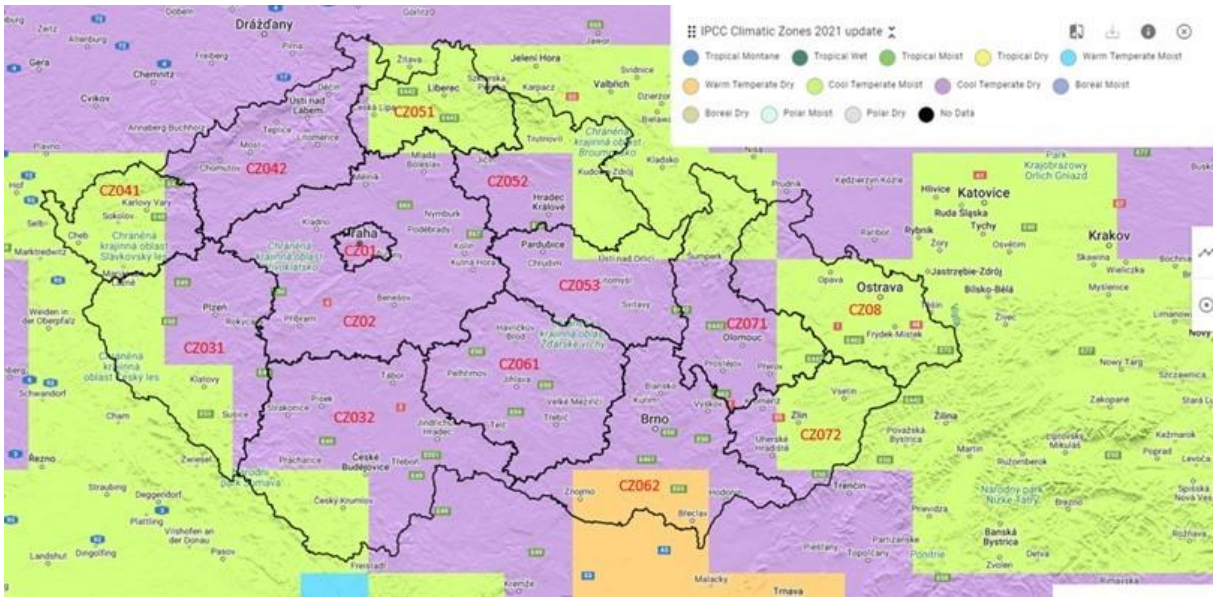
Tab. 22 Standardní emisní faktory energetických nosičů

	Emisní faktor	Zdroj dat
	kg CO_{2ekv}·MJ^{-1}	
Zemní plyn (směs EU)	0,06600	Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996, příloha IX str. L168/52
Elektrická energie ze sítě – elektrický mix	0,413	Emisní faktor CO_2 z výroby elektřiny za léta 2010–2022

2.1.7 Přímé a nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Výpočet přímých a nepřímých emisí N_2O uvolněných z půdy po aplikaci minerálních, organických hnojiv a posklizňových zbytků je vypočteno dle metodických postupů uvedených v mezinárodním dokumentu 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application [12].

Pro výpočty přímých a nepřímých emisí N_2O uvolněných z půdy je velmi důležité zařazení zemědělských ploch, kde se jednotlivé plodiny pěstují do příslušných klimatických oblastí v rozdělení na suché a vlhké regiony. Podle toho se následně přiřazují i příslušné emisní faktory. Pro výpočty bylo využito členění ČR dle IPCC Climatic Zone 2021 [13]. Na obr. 1 jsou zobrazeny suché klimatické regiony (fialové), velmi suché klimatické regiony (žluté) a vlhké klimatické regiony (zelené) v České republice.



Obr. 1 Zařazení jednotlivých NUTS 3 do vlhkých a suchých regionů

Přímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Jako důsledek hnojení zemědělských plodin nebo změny při využívání a hospodaření na zemědělské půdě, je nadbytek dostupného dusíku v půdě. Ten je pak příčinou nitrifikačních a denitrifikačních procesů vedoucích k produkci emisí N_2O. Hlavními zdroji dusíku, které jsou

uvedeny v metodice IPCC, relevantními pro výpočet přímých emisí N_2O z obhospodařovaných půd 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}),

Aktivitní data

Zdrojem dat pro výpočet přímých emisí je množství aplikovaných minerálních, organických a organominerálních hnojiv, včetně započtení dusíku z posklizňových zbytků. Množství dusíku z posklizňových zbytků je přímo závislé na výnosech jednotlivých plodin. Do výpočtů byly použity výnosy plodin publikované Českým statistickým úřadem (ČSÚ).

Emisní faktory

Pro výpočet přímých emisí z aplikace hnojiv a dalších zdrojů dusíku do půdy byly využity disagregované emisní faktory charakteristické pro suché a vlhké klimatické regiony specifikované v IPPC metodice viz. tab. 23.

Tab. 23 Emisní faktory dusíkatých vstupů pro suché a vlhké klimatické regiony pro výpočet přímých emisí N_2O

EF_1 pro započtení dusíku pocházejícího z minerálních a organických hnojiv, posklizňových zbytků a mineralizovaného dusíku jako důsledek ztráty uhlíku z půdy [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	EF_1 pro vstup dusíku z minerálních hnojiv ve vlhkých klimatických regionech	0,016
	Emisní faktor EF_1 pro vstup dusíku z ostatních zdrojů dusíku ve vlhkých klimatických regionech	0,006
	EF_1 pro vstupy dusíku ze všech zdrojů dusíku v suchých klimatických regionech	0,005

Pro výpočet přímých emisí z posklizňových zbytků z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky byly použity následující parametry uvedené v tab. 24.

Tab. 24 Parametry specifické pro jednotlivé plodiny pro výpočet přísunu N z rostlinných zbytků

Plodina	**Obsah dusíku v nadzemní části posklizňových zbytků – N_{AG}**	**Obsah dusíku v podzemní části posklizňových zbytků – N_{BG}**	**Poměr sušiny nadzemních zbytků ke sklizenému výnosu – R_{AG}**	**Poměr podzemní biomasy k nadzemní biomase – RS**
Žito	0,005	0,011	1,6	0,22
Oves	0,007	0,008	1,3	0,25
Slunečnice	0,007	0,007		0,22
Vojtěška	0,027	0,019		0,4

Nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Nepřímé emise N_2O jsou způsobeny těkáním dusíku v podobě NH_3 a oxidů dusíku (NO_x) do ovzduší a jejich následnou atmosférickou depozicí zpět na povrch půdy ve formě NH_4^+ a NO_3. Atmosférická depozice dusíkatých látek je způsobena nejen hnojením plodin, ale i dusíkatými látkami z pocházejícími ze spalování fosilních paliv, spalování biomasy, dopravou a procesy v chemickém průmyslu. Nepřímé emise N_2O jsou rovněž způsobeny vyplavováním a odtokem dusíku po aplikaci minerálních, statkových a organických hnojiv, dusíku z posklizňových zbytků a dusíku spojeného s mineralizací a ztrátou půdního C v minerálních půdách.

Aktivitní data

Zdrojem dat pro výpočet nepřímých emisí je stejně jako u přímých emisí množství aplikovaných minerálních, organických a organominerálních hnojiv, včetně započtení dusíku z posklizňových zbytků.

Emisní faktory

Pro výpočet nepřímých emisí z aplikace hnojiv a dalších zdrojů dusíku do půdy byly využity disagregované emisní faktory charakteristické pro suché a vlhké klimatické regiony specifikované v IPPC metodice viz. tab. 25.

Tab. 25 Emisní faktory dusíkatých vstupů pro suché a vlhké klimatické regiony pro výpočet nepřímých emisí N_2O

EF_4 pro započtení dusíku pocházejícího z volatilizace a zpětné atmosférické depozice [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	EF_4 pro vlhké klimatické regiony	0,014
	EF_4 pro suché klimatické regiony	0,005
EF_5 pro započtení dusíku pocházejícího z vyplavování a odtoku [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]	EF_5 pro všechny klimatické regiony	0,011

Důležitým faktorem pro výpočet nepřímých emisí je rovněž typ použitého minerálního hnojiva. V tab. 26 jsou uvedeny použité emisní faktory pro volatilizovaný podíl dusíku obsaženého v organických a minerálních hnojivech a emisní faktor pro podíl mineralizovaného dusíku nebo dusíku aplikovaného do půdy v oblastech, kde může docházet k jeho vyplavování nebo odtoku.

Tab. 26 Emisní faktory dusíkatých vstupů pro suché a vlhké klimatické regiony pro výpočet nepřímých emisí N_2O

$Frac_{GASF}$ volatilizovaný podíl dusíku obsažený v minerálních hnojivech [kg NH3–N + NOx–N · kg aplikovaného N^{-1}]	Hnojiva s amidovou formou N	0,15
	Hnojiva s amonnou formou N	0,08
	Hnojiva s nitrátovou formou N	0,01
	Hnojiva s amonno-nitrátovou formou N	0,05
$Frac_{GASM}$ volatilizovaný podíl dusíku obsažený ve statkových a organických hnojivech [kg NH3–N + NOx–N · kg aplikovaného N^{-1}]		0,21
$Frac_{Leach-(H)}$ Ztráty dusíku odtokem nebo vyplavením ve vlhkých klimatických regionech [kg N · kg aplikovaného N^{-1}]		0,24

2.1.8 Výnosy pěstovaných plodin m_{sur}

Výnosy pěstovaných plodin a jejich obsah vlhkosti jsou rozhodující pro přepočet typických emisí skleníkových plynů z pěstování z kg CO_{2eq} · ha^{-1} · rok^{-1} na kg CO_{2eq} · t $_{sušiny\ plodiny}^{-1}$.

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat slouží výnosy plodin sledované Českým statistickým úřadem (ČSÚ). V tab. 27 jsou uvedeny průměrné tříleté výnosy žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky za roky 2020–2022. Dle metodiky ČSÚ jsou výnosy udávané u žita a ovsa při obsahu vlhkosti 14 %, u slunečnice jako olejnaté plodiny při obsahu vlhkosti 9 % a u vojtěšky při obsahu vlhkosti 15 %.

Tab. 27 Průměrné výnosy vybraných pěstovaných plodin dle ČSÚ (t · ha^{-1} ·rok^{-1})

Průměrné výnosy pěstovaných plodin (t · ha^{-1} ·rok^{-1})	Hl. město Praha	Středočeský kraj	Jihočeský kraj	Plzeňský kraj	Karlovarský kraj	Ústecký kraj	Liberecký kraj	Královéhradecký kraj	Pardubický kraj	Kraj Vysočina	Jihomoravský kraj	Olomoucký kraj	Zlínský kraj	Moravskoslezský kraj
Žito	5,75	5,42	5,61	5,47	5,68	5,22	5,54	5,66	5,48	5,65	5,00	5,75	5,12	5,47
Oves	3,61	3,64	3,73	3,70	3,75	3,50	3,70	3,66	3,60	3,73	3,46	3,64	3,58	3,62
Slunečnice	0,00	2,52	2,56	2,53	0,00	2,50	0,00	2,53	2,53	2,57	2,79	2,52	2,66	2,48
Vojtěška	7,94	7,25	7,44	7,29	7,31	7,17	7,16	7,15	7,34	7,35	5,90	7,69	6,82	6,97

2.1.9 Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky v rozdělení dle NUTS 2

V tabulkách 28-31 jsou uvedeny výsledné hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky v rozdělení dle NUTS 2.

Tab. 28 Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování žita v českých regionech úrovně NUTS 2 (t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizeného žita na bázi sušiny)

Region NUTS 2 podle nařízení (ES) č. 1059/2003	N_2O z půdy		Obsažené emise			Použití paliv	Osivo	Celkem
	přímé	nepřímé	hnojiva	neutralizace	pesticidy			
CZ 01 Hl. město Praha	0,054	0,002	0,041	0,004	0,002	0,058	0,012	0,173
CZ 02 Střední Čechy	0,077	0,005	0,055	0,008	0,002	0,059	0,012	0,219
CZ 03 Jihozápad	0,102	0,020	0,058	0,008	0,002	0,056	0,012	0,258
CZ 04 Severozápad	0,074	0,012	0,042	0,006	0,002	0,061	0,012	0,210
CZ 05 Severovýchod	0,102	0,018	0,060	0,009	0,002	0,055	0,012	0,260
CZ 06 Jihovýchod	0,070	0,003	0,060	0,009	0,002	0,057	0,012	0,212
CZ 07 Střední Morava	0,116	0,024	0,064	0,007	0,002	0,055	0,012	0,281
CZ 08 Moravskoslezsko	0,163	0,049	0,067	0,011	0,002	0,053	0,012	0,357

Tab. 29 Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování ovsa v českých regionech úrovně NUTS 2 (t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizeného ovsa na bázi sušiny)

Region NUTS 2 podle nařízení (ES) č. 1059/2003	N_2O z půdy		Obsažené emise			Použití paliv	Osivo	Celkem
	přímé	nepřímé	hnojiva	neutralizace	pesticidy			
CZ 01 Hl. město Praha	0,072	0,004	0,068	0,014	0,002	0,089	0,018	0,267
CZ 02 Střední Čechy	0,060	0,003	0,046	0,006	0,003	0,086	0,018	0,222
CZ 03 Jihozápad	0,084	0,018	0,044	0,009	0,002	0,082	0,018	0,257
CZ 04 Severozápad	0,055	0,014	0,020	0,004	0,002	0,088	0,018	0,201
CZ 05 Severovýchod	0,104	0,019	0,062	0,011	0,003	0,083	0,018	0,302
CZ 06 Jihovýchod	0,058	0,003	0,040	0,008	0,002	0,082	0,018	0,212
CZ 07 Střední Morava	0,065	0,014	0,028	0,006	0,003	0,082	0,018	0,215
CZ 08 Moravskoslezsko	0,105	0,033	0,039	0,007	0,003	0,079	0,018	0,285

Tab. 30 Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování slunečnice v českých regionech úrovně NUTS 2 (t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizené slunečnice na bázi sušiny)

Region NUTS 2 podle nařízení (ES) č. 1059/2003	N_2O z půdy		Obsažené emise			Použití paliv	Osivo	Celkem
	přímé	nepřímé	hnojiva	neutralizace	pesticidy			
CZ 01 Hl. město Praha	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
CZ 02 Střední Čechy	0,086	0,007	0,090	0,016	0,008	0,150	0,002	0,361
CZ 03 Jihozápad	0,155	0,046	0,076	0,015	0,008	0,141	0,002	0,443
CZ 04 Severozápad	0,068	0,005	0,074	0,014	0,007	0,153	0,002	0,323
CZ 05 Severovýchod	0,072	0,006	0,073	0,016	0,009	0,146	0,002	0,323
CZ 06 Jihovýchod	0,084	0,008	0,088	0,024	0,007	0,126	0,002	0,339
CZ 07 Střední Morava	0,103	0,016	0,100	0,039	0,008	0,120	0,002	0,387
CZ 08 Moravskoslezsko	0,259	0,077	0,124	0,032	0,007	0,134	0,002	0,635

Tab. 31 Emise skleníkových plynů pocházející z pěstování vojtěšky v českých regionech úrovně NUTS 2 (t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizené vojtěšky na bázi sušiny)

Region NUTS 2 podle nařízení (ES) č. 1059/2003	N_2O z půdy		Obsažené emise			Použití paliv	Osivo	Celkem
	přímé	nepřímé	hnojiva	neutralizace	pesticidy			
CZ 01 Hl. město Praha	0,051	0,000	0,000	0,000	0,004	0,135	0,003	0,193
CZ 02 Střední Čechy	0,055	0,001	0,003	0,001	0,002	0,146	0,004	0,211
CZ 03 Jihozápad	0,064	0,012	0,006	0,009	0,001	0,141	0,004	0,238
CZ 04 Severozápad	0,059	0,003	0,000	0,003	0,001	0,147	0,004	0,218
CZ 05 Severovýchod	0,079	0,010	0,017	0,014	0,003	0,144	0,004	0,270
CZ 06 Jihovýchod	0,058	0,001	0,006	0,003	0,002	0,157	0,004	0,230
CZ 07 Střední Morava	0,069	0,009	0,012	0,009	0,002	0,129	0,004	0,233
CZ 08 Moravskoslezsko	0,084	0,033	0,012	0,012	0,004	0,142	0,004	0,290

2.1.10 Vyhodnocení a závěr problematiky zaměřené na pěstování emisí skleníkových plynů z pěstování žita, ovsa, slunečnice a vojtěšky

Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování výše uvedených plodin v rozdělení dle NUTS 2 v České republice byly porovnány s hodnotami dosahovanými dalšími členskými státy EU, kterým již tyto hodnoty byly ze strany Evropské komise odsouhlaseny a hodnoty pro porovnání jsou tak již dostupné.

V tab. 32 je provedeno porovnání rozmezí hodnot emisí skleníkových plynů z pěstování slunečnice na semeno a v tabulce 33 porovnání hodnot žita v rozdělení dle NUTS 2 ve vybraných státech EU. U ovsa ani vojtěšky nejsou srovnávací hodnoty k dispozici.

Tab. 32 Hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování slunečnice na semeno

Stát	Hodnota emisí t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizené slunečnice na bázi sušiny	Zdroj dat
Česká republika	323-635	
Francie	328-678	[19]
Maďarsko	299-410	[20]
Rakousko	350-378	[21]

Tab. 33 Hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování žita

Stát	Hodnota emisí t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ sklizeného žita na bázi sušiny	Zdroj dat
Česká republika	173-357	
Rakousko	197-223	[21]
Německo	208-316	[22]
Švédsko	197-328	[23]

Pro Českou republiku je nejvýznamnějších oblastí, kde se pěstuje slunečnice na semeno, Jihomoravský kraj spadající dle regionálního členění dle NUTS 2 – CZ 06 Jihovýchod. Tento region vykazuje hodnotu emisí skleníkových plynů z pěstování slunečnice ve výši 339 t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ $_{sklizené\ slunečnice\ na\ bázi\ sušiny}$, čímž se pohybuje u spodní hranice rozmezí ostatních států. U žita jsou nejvýznamnějšími regiony s největšími osetými plochami regiony CZ 02 Střední Čechy a CZ 03 Jihozápad dosahující hodnoty emisí skleníkových plynů z pěstování ve výši 222, resp. 257 t CO_{2ekv} · $tunu^{-1}$ $_{sklizeného\ žita\ na\ bázi\ sušiny}$. Kromě Rakouska se jedná o hodnoty spadající přibližně do středů intervalů ostatních států.

Hodnoty vypočtené pro Českou republiku vykazují konkurenceschopnost uplatnění těchto plodin pro případnou výrobu biopaliv nebo jejich vývoz za účelem výroby biopaliv.

2.2 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR

Dosud publikované zahraniční výpočty emisí skleníkových plynů z produkce jablek jsou velmi odlišné a úzce závisí na stanovení hranic výpočtů. Při výpočtech byla využívána metodika hodnocení životního cyklu dle ISO 14040:2006 a ISO 14044:2006. Hranice výpočtů byly většinou stanoveny dle „cradle to farm gate“ a dle „cradle to purchase“, kde byly v některých případech hodnoceny emise skleníkových plynů ze skladování jablek, jejich balení a transportu převážně námořní dopravou. Nicméně, např. podle italských zkušeností [14] je hlavním faktorem uhlíkové stopy souvisejícího s pěstováním jabloní zejména spotřeba pohonných hmot použitých v zemědělských strojích, která se výrazně mění v závislosti na vzdálenosti od centra farmy a velikosti sadu. Následuje doprava a balení. Podobně i podle zkušeností z Nového Zélandu u tří nejvýznamnějších pěstitelů jablek [15] hrála právě spotřeba pohonných hmot v zemědělské technice významnou roli při produkci emisí.

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce jablek závisí na odlišnostech ve způsobu a intenzitě jejich pěstování. Pro účely výpočtů emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR byla zvolena technologie pěstování jabloní – hustá výsadba - (spon 3,5 x 1,2 m, pěstitelský tvar – štíhlá vřetena) patřící mezi intenzivní způsob pěstování jabloní v ČR. Hranicemi výpočtů byl postup dle „cradle to farm gate“. Jedná se o produkci emisí skleníkových plynů zejména ze spotřeby pohonných hmot použitých pro pohon zemědělské techniky, při využití prostředků na ochranu rostlin a hnojiv použitých pro hnojení pěstovaných jabloní. Jako metodika výpočtů a použité emisní faktory byly využity stejné hodnoty jako ve výpočtech emisí skleníkových plynů z pěstování zemědělských plodin, uvedené v předchozích kapitolách.

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

Aktivitní data

Vstupní údaje o použitých dávkách minerálních hnojiv aplikovaných do půdy během hnojení jabloní pocházela z Jednotného úložiště dat evidence hnojiv a výnosů z roku 2022 (JUDEH).

V tab. 34 jsou uvedeny hektarové dávky živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot. V tab. 35 jsou uvedena množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv použitých v České republice při pěstování jabloní.

Tab. 34 Množství živin z aplikovaných minerálních hnojiv a množství aplikovaných vápenatých hmot při pěstování jabloní (kg · ha^{-1} ·rok^{-1})

Spotřeba živin z minerálních hnojiv a spotřeba vápenatých hmot při pěstování jabloní (kg · ha-1 ·rok-1)	ČR
Spotřeba N z minerálních hnojiv	22,54
Spotřeba P z minerálních hnojiv	11,16
Spotřeba K z minerálních hnojiv	10,82
Spotřeba vápenatých hmot	10,73

Tab. 35 Množství aplikovaného dusíku z jednotlivých typů N minerálních hnojiv použitých v České republice při pěstování jabloní (t)

Spotřeba dusíku z jednotlivých druhů N minerálních hnojiv při pěstování jablek (t)	ČR
Dusičnan amonný	21,76
Síran amonný, směs síranu amonného s močovinou	2,18
Dusičnan amonný + síran amonný	0,76
Dusičnan amonný s dolomitem nebo vápencem	32,38
Dusičnan amonno-vápenatý	3,69
Močovina	20,87
Roztok močoviny a dusičnanu amonného	8,11
NPK	40,56
Další N hnojiva	0,05
Celkem	**130,35**
Poměrný emisní faktor	**3,97**

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

Pro výpočet emisí z výroby a dopravy minerálních hnojiv byly použity emisní faktory podle přílohy IX prováděcího nařízení 2022/996, zahrnující emise skleníkových plynů z jejich předchozích fází výroby, viz. tab. 11.

2.2.2 Emise skleníkových plynů z použití vápenatých hmot, z použití močoviny a z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv

Aktivitní data

Jako aktivitní data pro výpočet emisí z neutralizace okyselení půdy po použití minerálních hnojiv byly využity hodnoty spotřeby minerálních hnojiv v rozdělení na hnojiva na bázi močoviny a na bázi dusitanů a hodnoty spotřeby vápenatých hmot, použitých při pěstování jabloní.

Emisní faktory

Použité hodnoty emisních faktorů byly stejné jako u ostatních zemědělských plodin, viz. tab. 14.

2.2.3 Přímé a nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Výpočet přímých a nepřímých emisí N_2O uvolněných z půdy je proveden dle stejného metodického postupu jako u ostatních zemědělských plodin, tj. podle mezinárodního dokumentu 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 11: N_2O Emissions from Managed Soils, and CO_2 Emissions from Lime and Urea Application [12].

Přímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Aktivitní data

Zdrojem dat pro výpočet přímých emisí je množství aplikovaných minerálních hnojiv přímo do půdy, nikoliv při jejich aplikaci formou listových hnojiv. Dusík obsažených v posklizňových zbytcích po sečení trávy v meziřadí, kde nelze přesně určit jejich množství, byly odhadnuty na cca 10 $N \cdot ha^{-1}$.

Emisní faktory

U zemědělských plodin je pro výpočty přímých a nepřímých emisí N_2O uvolněných z půdy důležité jejich zařazení do příslušných klimatických oblastí v rozdělení na suché a vlhké regiony. U pěstování jabloní se v suchých oblastech očekává použití závlah. Z tohoto důvodu není regionální rozčlenění příliš podstatné a lze uvažovat o využití zejména emisních faktorů určených pro vlhké regiony. Pro výpočet přímých emisí z aplikace hnojiv byly využity disagregované emisní faktory charakteristické pro suché a vlhké klimatické regiony specifikované v tab. 23, kde využití emisních faktorů pro suché oblasti je odhadováno na cca 33 %.

Nepřímé emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Aktivitní data

Zdrojem dat pro výpočet nepřímých emisí je stejně jako u přímých emisí množství minerálních hnojiv aplikovaných do půdy.

Emisní faktory

Pro výpočet nepřímých emisí z aplikace hnojiv byly využity disagregované emisní faktory charakteristické pro suché a vlhké klimatické regiony specifikované v IPPC metodice viz. tab. 25.

2.2.4 Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů e_{palPHM}

Aktivitní data

Jak již bylo uvedeno v předchozích kapitolách, emise skleníkových plynů pocházejících ze spotřeby pohonných hmot z provozu zemědělské techniky při pěstování jabloní patří k těm nevýznamnějším. Mnohé metodické postupy hodnocení LCA a výpočty emisí z produkce plodin vycházejí z celkové spotřeby energií (pohonné hmoty, plyn, elektrická energie) doložené na základě faktur celopodnikového účetnictví. Tyto celkové spotřeby se následně alokují na příslušné činnosti podle předem určených parametrů. Spotřeba pohonných hmot spojená přímo s konkrétní technologickou operací se většinou příliš nesleduje a nezaznamenává. Tím mohou být i výsledné hodnoty zkresleny. Pro výpočet emisí skleníkových plynů pocházejících z provozu zemědělské techniky použité pro pěstování jabloní v ČR byl ve spolupráci přímo s producenty jablek nejprve sestaven seznam typických technologických operací, ke kterým byly přiřazeny i typické spotřeby pohonných hmot viz. tab. 36.

Tab. 36 Spotřeba pohonných hmot na jednotlivé operace při produkci jablek (l · ha^{-1} ·rok^{-1})

Měs.	Název operace	Pracnost	PHM	Materiálové vstupy			
		(hod/ha)	(l/ha)	Název	mj	mj/ha	Biol. funkce
I-III	Řez stromů	100	-	-			
I-III	Drcení větví	2,5	35	-			
IV	Postřik (strupovitost)	0,6	5,5	Champion 50 WG	kg	3,8	F
IV	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
IV	Postřik (plevele)	0,6	5,5	Glyfogan Extra	l	5	H
IV	Hnojení	1,2	4	LAD (N)	t	0,093	hn
IV	Postřik + hnojení	0,6	5,5	Delan 700 WDG	kg	0,75	F
				Exirel	l	0,6	I
				YaraVita Frutrel	l	5	hn
IV	Postřik (plevele)	0,6	5,5	-			
V	Postřik (strupovitost)	0,6	5,5	Delan 700 WDG	kg	0,75	F
V	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
V	Postřik (strupovitost) a přihnojení bórem	0,6	5,5	Captan 80 WG	kg	2,1	F
				YaraVita Bortrac	l	1	hn
V	Hnojení	1,2	4	LAD	t	0,093	hn
V	Postřik (strupovitost a padlí)	0,6	5,5	Score 250 EC	l	0,2	F
				Kumulus WG	kg	8	F
VI	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
VI	Postřik (strupovitost a padlí)	0,6	5,5	Delan 700 WDG	kg	0,75	F
				Topas 100 EC	l	0,5	F
				Exirel	l	0,6	I
				YaraVita Frutrel	l	5	hn
VI	Postřik (strupovitost a padlí)	0,6	5,5	Score 250 EC	l	0,2	F
VI	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
VI	Postřik (strupovitost a padlí)	0,6	4,5	Captan 80 WG	kg	2,1	F
				YaraVita Stopit	l	5	hn
				Topas 100 EC	l	0,5	F
VI	Hnojení	1,2	4	LAD	t	0,093	hn

VII	Postřik (strupovitost, padlí, obaleč, pihovitost)	0,6	5,5	Delan 700 WDG	kg	0,75	F
				Carpovirusine Max	l	1	I
				YaraVita Stopit	l	5	hn
VII	Postřik (plevele)	0,6	5,5	Glyfogan Extra	l	5	H
VII	Postřik (strupovitost, padlí, mikroprvky)	0,6	5,5	Bellis	kg	0,8	F
				YaraVita Frutrel	l	5	hn
VII	Postřik (strupovitost, padlí)	0,6	5,5	Captan 80 WG	kg	2,1	F
VII	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
VII	Postřik (strupovitost, padlí, pihovitost)	0,6	5,5	Captan 80 WG	kg	2,1	F
				Topas 100 EC	l	0,5	F
				YaraVita Stopit	l	5	hn
VII	Letní řez	43	-	-			
VII	Drcení větví	2,5	35	-			
VIII	Postřik (strupovitost, padlí, mšice, skládkové choroby)	0,6	5,5	Score 250 EC	l	0,2	F
				Carpovirusine Max	l	1	I
				Kumulus WG	kg	8	F
				YaraVita Stopit	l	5	hn
VIII	Postřik (padlí, sviluška, pihovitost)	0,6	5,5	Bellis	kg	0,8	F
				Sivanto prime	l	0,6	I
				YaraVita Stopit	l	5	hn
VIII	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
VIII	Postřik (skládkové choroby, pihovitost)	0,6	5,5	Bellis	kg	0,8	F
				YaraVita Stopit	l	5	hn
VIII-IX	Mulčování trávy	0,8	8,5	-			
VIII-IX	Naložení, doprava a rozvoz obalů	5,5	21	-			
VIII-IX	Česání ovoce	220	-				
VIII-IX	Svoz, doprava a skládání ovoce	13	26	-			
IX-X	Postřik na list	0,6	5,5	Močovina	kg	15	hn
X-XI	Dosycovací hnojení (rozmetání TMH)		4	Superfosfát trojitý 45% P2O5	t	0,075	hn
				Síran draselný 50 % K2O gran	t	0,195	hn
				Kieserit 24 % MgO	t	0,135	hn
			4	Vápenec granulovaný	t	1	hn
I-XII	Ostatní práce (kontroly	15	-	-			
	Celkem (na 1 ha)	**422,1**	**300**				

Emisní faktory

Pro výpočet emisí skleníkových plynů ze spotřeby pohonných hmot byl použit emisní faktor 3,4102 kg CO_{2ekv} ·l paliva^{-1} uvedený v příloze IX prováděcího nařízení Komise jako u dalších výše uvedených zemědělských plodin.

2.2.5 Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe}

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat, udávajících spotřebu přípravků na ochranu rostlin jsou využity hodnoty z tab. 34, odrážející skutečná použitá množství jednotlivých přípravků. Oproti ostatním zemědělským plodinám jako např. obilovinám, nelze jako aktivitní data použít zdroje z ÚKZÚZ. ÚKZÚZ zveřejňuje celkové spotřeby prostředků na ochranu rostlin pro všechny ovocné dřeviny. Pro jejich následné členění na jednotlivé ovocné stromy nejsou k dispozici další srovnávací parametry.

Emisní faktory

Použité hodnoty emisních faktorů byly stejné jako u ostatních zemědělských plodin, viz. tab. 19.

2.2.6 Výnosy jablek m_{sur}

Výnosy produkovaných jablek se přepočítávají na jednotku produkce, tj. na kg $CO_{2eq} \cdot kg^{-1}$.

Aktivitní data

Jako zdroj aktivitních dat slouží vývoj sklizně a výnosů v produkčních sadech v ČR, sledované Ministerstvem zemědělství ČR, publikovaných v Situační zprávě – Ovoce 2023 [16] viz. tab. 37. Pro výpočty emisí z produkce jablek byl využit tříletý průměr výnosů z let 2020-2022.

Tab. 37 Vývoj sklizně a výnosů v produkčních sadech v ČR

Ovocný druh	Celková sklizeň v t					Průměrný výnos t/ha				
	2019	2020	2021	2022	2023	2019	2020	2021	2022	2023
Jabloně	102 847	117 801	110 006	138 150	100 564[2)]	15,80	19,20	17,82	24,33	19,71[2)]
Hrušně	6 277	5 763	7 404	7 404	9 500[2)]	9,50	8,72	11,24	11,32	14,68[2)]
Broskvoně	448	433	366	336	290[1)]	1,62	1,92	1,75	2,06	2,07[1)]
Meruňky	2 109	471	1 856	1 704	449[1)]	2,81	0,64	2,50	2,50	0,72[1)]
Třešně	2 169	894	1 302	1 484	1 756[1)]	2,81	1,16	1,80	2,15	2,74[1)]
Višně	5 802	5 730	5 011	4 517	3 824[1)]	4,51	4,89	4,30	4,16	3,79[1)]
Slivoně, švestky	9 131	8 963	6 784	10 343	6 466[1)]	5,26	5,09	3,91	6,11	3,88[1)]
Angrešt	1,1	2	1,5	1	1[1)]	0,56	0,67	0,51	0,33	0,50[1)]
Rybíz červ., bílý	810	989	676	663	581[1)]	1,52	2,39	1,61	1,88	2,04[1)]
Rybíz černý	153	234	346	310	337[1)]	0,48	0,77	1,15	1,05	1,21[1)]
Maliník, ostružiník	164	94	115	116	67[1)]	5,13	2,61	3,48	4,00	2,31[1)]
Celkem	**129 911**	**141 375**	**133 867**	**165 028**	**123 835**	-	-	-	-	-

2.2.7 Vypočtené hodnoty emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR

V tabulce 38 jsou uvedeny výsledné hodnoty emisí skleníkových plynů z produkce jablek v ČR.

Tab. 38 Emise skleníkových plynů pocházející z produkce jablek v ČR (kg CO_{2eq} · kg^{-1} jablek)

N_2O z půdy		Obsažené emise			Použití paliv	Celkem
přímé	nepřímé	hnojiva	neutralizace	pesticidy		
0,00734	0,00230	0,00606	0,00035	0,00254	0,05282	0,07140

Výsledná vypočtená hodnota ve výši 0,07140 kg CO_{2eq} · kg^{-1} jablek je cca o 33 % nižší, než hodnota uvedená např. v databázi CarbonCloud [17]. Dle této databáze je pro Českou republiku uvedena hodnota emisí skleníkových plynů z produkce jablek ve výši 0,1058 kg CO_{2eq} · kg^{-1} jablek. Jelikož se jedná o poměrně významný rozdíl, bylo provedeno následné vyhodnocení výsledných hodnot emisí uvedených v CarbonCloud a hodnot vypočtených dle metodického postupu dle RED směrnice viz. tab. 37.

Tab. 38 Rozdíly v hodnotách produkce emisí dle jednotlivých parametrů

	Výpočet dle parametrů CarbonCloud		Výpočet dle parametrů RED	
Parametr	Produkce emisí (kg CO2eq · kg-1	Podíl na produkci emisí	Produkce emisí (kg CO2eq · kg-1	Podíl na produkci
Produkce hnojiv	0,0126	11,88	0,0061	8,66
Přímé emise	0,0101	9,50	0,0073	10,48
Nepřímé emise	0,0015	1,38	0,0023	3,28
Deforestrace	0,0001	0,11	0,0000	0,00
Vápnění a močovina	0,0020	1,86	0,0003	0,50
Pesticidy	0,0170	16,08	0,0025	3,63
Spotřeba PHM	0,0622	58,79	0,0528	75,48
Zavlažování	0,0004	0,40	0,0000	0,00

Klíčovým prvkem pro případné srovnávání produkce emisí skleníkových plynů z pěstování jakýchkoliv plodin je transparentní a ověřitelný zdroj vstupních dat. Např. CarbonCloud uvádí pětiletý průměr produkce jablek v ČR ve výši 17,1 t·ha^{-1} (bez udání zdroje dat). Dle tab. 35 je pětiletý průměrný výnos jablek v ČR na úrovni cca 19,3 t·ha^{-1}. Rozdíly jsou i v hodnotách GWP pro N_2O, kde CarbonCloud pracuje s hodnotou 273 kg CO_{2ekv}·kg^{-1}, zatímco RED směrnice s hodnotou 265 kg CO_{2ekv}·kg^{-1}. Ve výsledku tyto dva rozdíly představují cca 12% odchylku hodnot. Použitím těchto dvou vstupních parametrů dle CarbonCloud do výpočtů dle RED se původní hodnota 0,07140 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek mění na hodnotu 0,08121 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek. Spotřeba pohonných hmot při produkci jablek dle CarbonCloud je na úrovni 11,19 GJ·ha, tzn v případě nafty přibližně 311 l·ha^{-1}, reálným šetřením u pěstitelů v ČR byla zjištěna hodnota na úrovni cca 300 l·ha^{-1}. Emisní faktor motorové nafty ve výši 95,1 kg CO_{2ekv}·GJ^{-1} je stejný pro oba výpočetní nástroje. Zdroj vstupních dat o spotřebě pesticidů dle CarbonCloud ve výši 15,44 kg aktivních látek·ha^{-1} nebyl doložen. Reálným šetřením byly zjištěny pro ČR hodnoty na úrovni cca 4,5 – 5,0 kg aktivních látek·ha^{-1}. Nekompatibilní jsou emisní faktory, kdy CarbonCloud uvádí 198.1 MJ·kg^{-1} aktivních látek, zatímco RED uvádí hodnotu 10,97 kg CO_{2ekv}·kg^{-1} aktivních látek. Dle CarbonCloud je pro ČR

uvažována spotřeba N minerálních hnojiv ve výši 25,09 kg N·ha^{-1} a 27,55 kg vápenatých hmot·ha^{-1}. Rozborem databáze JUDEH byla ovšem zjištěna pro N minerální hnojiva hodnota ve výši 22,54 kg N·ha^{-1}, u vápenatých hmot ve výši 10,7 kg vápenatých hmot·ha^{-1}. U fosforečných a draselných minerálních hnojiv, která se aplikují zejména prostřednictvím listových hnojiv nejsou záznamy v databázi JUDEH k dispozici. Do výpočtů dle RED proto byly vloženy hodnoty přímým dotazem na české pěstitele jabloní. U fosforečných hnojiv se hodnoty pohybují na úrovni cca 25,5 kg P_2O_5·ha^{-1} u draselných hnojiv na úrovni 11,1 kg K_2O·ha^{-1}. Databáze CarbonCloud vykazuje mnohem vyšší hodnoty ve výši 43,15 kg P_2O_5·ha^{-1} a 38,4 kg K_2O·ha^{-1}. Opět dalším započtením vyšší spotřeby nafty, vyšších dávek dusíkatých a fosforečných hnojiv, vyšších dávek vápenatých hmot a prostředků na ochranu rostlin, jež uvádí databáze CarbonCloud se původní hodnota počítaná dle RED směrnice ve výši 0,07140 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek nakonec navyšuje na hodnotu 0,0932 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek a významně se přibližuje hodnotě 0,1058 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek uváděné databází CarbonCloud. Původní cca 32% rozdíl vypočtených hodnot se snižuje již na cca 12% rozdíl.

V tab. 39 jsou uvedeny mimo jiné hektarové výnosy jednotlivých odrůd jabloní [18], což je pro výpočet skutečných hodnot emisí skleníkových plynů z produkce jablek dosahovaných českými sadaři velmi důležitá skutečnost.

Tab. 39 Odhady sklizně jablek u vybraných odrůd v roce 2025.

Odhad sklizně jablek k 1. 9. 2025 u vybraných odrůd

Odrůdy	Zjištěná výměra (ha)	Výměra v RS 2024 (ha)	Výměra v RS 2025 (ha)	Sklizeň (t)	Výnos (t/ha)
Letní odrůdy	***33,37***	***67,29***	***63,81***	***1 033,60***	***16,20***
Podzimní odrůdy celkem	***27,78***	***55,17***	***51,09***	***356,49***	***6,98***
Šampion	128,85	198,51	179,38	3 738,54	20,84
Rubín a mutace	147,29	332,69	296,50	3 778,95	12,75
Gala	555,59	601,12	617,53	23 459,96	37,99
skupina Golden Delicious	679,93	933,06	846,81	28 246,18	33,36
skupina Red Delicious	70,77	85,74	87,00	3 478,43	39,98
Jonagold a mutace	423,72	656,31	596,72	18 728,93	31,39
Topaz	131,58	186,81	207,51	3 216,71	15,50
Gloster	28,86	48,03	45,09	416,90	9,25
Idared	369,38	504,41	547,10	8 215,40	15,02
Melodie	14,77	31,67	27,45	332,41	12,11
Rubinola	69,62	147,17	138,45	3 942,94	28,48
Zimní odrůdy celkem	***3 194,31***	***4 585,65***	***4 380,84***	***115 397,15***	***26,34***
Jablka celkem	**3 255,46**	**4 708,11**	**4 495,74**	**116 787,24**	**25,98**

Zatímco výpočty typických emisí skleníkových plynů z produkce jablek byly počítány na základě typických průměrných pětiletých výnosů **„jablek“** ve výši 19,3 t·ha^{-1}, může český sadař produkující nikoliv jablka, ale „**jablka např. odrůdy Gala**“ dosáhnout hektarových výnosů ve výši až cca 38 t·ha^{-1}. Tyto výnosy se následně promítnou ve snížení emisí skleníkových plynů z produkce jablek z typické hodnoty 0,07140 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek na hodnotu **0,03654 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek** (hodnota cca o 50 % nižší).

2.2.8 Vyhodnocení a závěr problematiky zaměřené na produkci jablek

Výše popsané rozdíly ve vstupních datech přináší rozdíly i ve výpočtech typických emisí skleníkových plynů z produkce jablek. Z tohoto důvodu jsou hodnoty uváděné různými mezinárodními databázemi diskutabilní. Výpočet provedený na základě ověřených zdrojů dat a konzultací s českými producenty jablek byl průběžně porovnáván s výpočty provedenými prostřednictvím postupů CarbonCloud, pro které byly veřejně dostupné hodnoty vstupních dat a použitých emisních faktorů. Vypočtená typická hodnota emisí z pěstování jablek pro ČR ve výši 0,07140 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek je reálně dosažitelná. Dle databáze hodnot uvedených v databázi CarbonCloud jsou hodnoty z pěstování jabloní určených pro produkci jablek na srovnatelné úrovni v rozmezí 0,1-0,12 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek i v ostatních státech. Hodnoty 0,1 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek vykazuje např. Slovensko, Španělsko, hodnoty 0,11 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek Česká republika, Maďarsko, Itálie, Jihoafrická republika, hodnoty 0,12 kg CO_{2eq}·kg^{-1} jablek vykazují Bulharsko, Polsko, Austrálie.

2.3 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce vepřového masa (v živé váze) v ČR

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce vepřového masa (v živé váze) v ČR byl zpracován společností CI3, s.r.o. jako subdodávka hodnot na základě smlouvy o dílo č. 150/2025.

Aktuální verze mezinárodní databáze emisních faktorů Ecoinvent uvádí pro Evropu průměrný emisní faktor na kilogram živé váhy jatečného prasete hodnotu 7,988 kg CO_{2ekv}. Analyzované podniky v ČR dosáhly rozmezí hodnot **2,756 - 3,893 kg CO_{2ekv}·kg^{-1} živé váhy**. Podrobnosti výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 1.

2.4 Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce kravského mléka (plnotučného) v ČR

Výpočet typických emisí skleníkových plynů z produkce kravského mléka (plnotučného) v ČR byl zpracován společností Greenometr, s.r.o. jako subdodávka hodnot na základě smlouvy o dílo č. 154/2025.

Výsledná standardizovaná hodnota emisí skleníkových plynů z české produkce plnotučného mléka se dle výpočtové platformy greenometr pohybuje v rozsahu **1,298 – 1,349 kg CO2e/kg FPCM**. Podrobnosti výpočtů jsou uvedeny v příloze č. 2. Podobné rozmezí hodnot dosáhly výpočty provedené i prostřednictvím výpočetního nástroje Cool Farm Tool, které dosahovaly výše **0,96 – 1,35 kg CO2eq/kg FPCM**. V porovnání se zahraničními údaji, např. z Německa, činí uhlíková stopa v průměru **1,53** kg CO2eq na kg FPCM, zatímco hodnoty v Nizozemsku činí **1,04** kg CO2eq na kg FPCM. Předběžně dosažené výsledky z ČR indikují z hlediska uhlíkové stopy výroby mléka konkurenceschopnost českých chovů v porovnání s chovy zahraničními.

2.5. Seznam použitých zdrojů

1) ISO 14040:2006; Environmental Management–Life Cycle Assessment–Principles and Framework. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2006

2) ISO 14044:2006; Environmental Management–Life Cycle Assessment–Requirements and Guidelines. International Organization for Standardization: Geneva, Switzerland, 2006.

3) GHG Protocol. Product Life Cycle Accounting and Reporting Standard, GHG Protocol, 2011. Dostupné z: https://ghgprotocol.org/sites/default/files/standards/Product-Life-Cycle-Accounting-ReportingStandard_041613.pdf .

4) OECD. Measuring Carbon Footprints of Agri-Food Products: Eight Building Blocks, OECD Publishing, Paris, 2025 https://doi.org/10.1787/8eb75706-en

5) RSK Adas. Harmonisation of Carbon Accounting Tools for Agriculture, UK Department for Environment, Food, and Rural Affairs, 2023. Dostupné z https://farmpep.net/sites/default/files/2024-01/16058_Harmonisationevid4v6.0Final%20%281%29.pdf

6) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2024/2624 ze dne 8. října 2024, kterým se podle čl. 31 odst. 2 a 4 směrnice (EU) 2018/2001 uznává, že zpráva obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním řepky olejky v Česku. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402624

7) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2025/473 ze dne 12. března 2025, kterým se uznává, že zpráva předložená Českem podle čl. 31 odst. 2 směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním ozimé pšenice, řepy cukrovky, kukuřice na zrno, kukuřice na siláž, jarního ječmene a ozimého ječmene v uvedeném členském státě. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202500473

8) Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. 6. 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022R0996

9) Dědina, M., Jevič, P., Abrham, Z., Čermák, P., Klír, J., Wollnerová, J., Beranová, J.: (2023) Výpočet typických mě3rných emisí skleníkových plynů z pěstovaní a zpracování zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů. Certifikovaná metodika. 64 s., ISBN: 978-80-7569-015-9. https://agronavigator.cz/sites/default/files/2025-04/cert.%2520metodika%2520vypocet%2520uhlikov%25C3%25A9%2520stopy%2520final_2.pdf

10) Spotřeba přípravků na ochranu rostlin (POR) a pomocných prostředků (PP) a spotřeba účinných látek obsažených v POR a PP v jednotlivých letech. Dostupné z https://ukzuz.gov.cz/public/portal/ukzuz/pripravky-na-or/ucinne-latky-v-por-statistika-spotreba/spotreba-pripravku-na-or/spotreba-v-jednotlivych-letech

11) Expertní systém AGROTEKIS. Dostupné z http://89.187.144.167/cgi-bin/start99.cgi

12) 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Chapter 11: N2O Emissions from Managed Soils, and CO2 Emissions from Lime and Urea Application. Dostupné z https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/4_Volume4/19R_V4_Ch11_Soils_N2O_CO2.pdf

13) Earth map. Členění klimatických regionů dle IPPC 2021. Dostupné 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=false&map=%7B%22center%22%3A%7B%22lat%22%3A49.56556507563539%2C%22lng%22%3A14.04184833912061%7D%2C%22zoom%22%3A8%2C%22mapType%22%3A%22terrain%22%7D&statisticsOpen=true

14) F. Sessa, M. Marino, G. Montanaro, A. Dal Piaz, D. Zanotelli, F. Mazzetto, M. Tagliavini (2014): Life Cycle Assessment of apples at a country level: the case study of Italy. In R. Schenck, D. Huizenga (Eds.), Proceedings of the 9th International Conference on Life Cycle Assessment in the Agri-Food Sector (LCA Food 2014). Dostupné z https://www.researchgate.net/publication/318725325_Life_Cycle_Assessment_of_apples_at_a_country_level_the_case_study_of_Italy

15) L. Milà i Canals, G.M. Burnip, S.J. Cowell (2006): Evaluation of the environmental impacts of apple production using Life Cycle Assessment (LCA): Case study in New Zealand, Agriculture, Ecosystems & Environment, Volume 114, Issues 2–4, Pages 226-238, ISSN 0167-8809, https://doi.org/10.1016/j.agee.2005.10.023

16) Situační a výhledová zpráva – Ovoce 2023. MZe – Odbor rostlinných komodit, Praha 2023, 99 p. ISBN 978-80-7434-744-3. Dostupné z https://mze.gov.cz/public/portal/mze/-a33832---AmGrtXCU/situacni-a-vyhledova-zprava-ovoce-2023?_linka=a540324

17) Databáze CarbonCloud Dostupné z https://apps.carboncloud.com/climatehub/agricultural-reports/benchmarks/9c9fbedb-42af-41ce-a5c2-e34df1fc1b5d

18) Zpráva o trhu ovoce ze dne 10.10.2025. TIS ČR, SZIF 2025 Dostupné z https://szif.gov.cz/cs/CmDocument?rid=%2Fapa_anon%2Fcs%2Fzpravy%2Ftis%2Fzpravy_o_trhu%2F06%2F1760343297957.pdf

19) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2025/658 ze dne 3. dubna 2025, kterým se uznává, že zpráva předložená Francií podle čl. 31 odst. 2 směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním řepy cukrovky, pšenice seté, kukuřice na zrno, řepky olejky a slunečnice v uvedeném členském státě. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500658

20) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2025/18 ze dne 9. ledna 2025, kterým se podle čl. 31 odst. 2 a 4 směrnice (EU) 2018/2001 uznává, že zpráva obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním pšenice, kukuřice, slunečnice, sóji a řepky olejky v Maďarsku. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/HTML/?uri=OJ:L_202500018

21) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2025/387 ze dne 27. února 2025, kterým se podle čl. 31 odst. 2 a 4 směrnice (EU) 2018/2001 uznává, že zpráva obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním pšenice, žita, ozimého ječmene, jarního ječmene, tritikale, řepky olejky, kukuřice na zrno, slunečnice, sóji, řepy cukrovky, brambor a kukuřice na siláž v Rakousku. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202500387

22) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2024/2666 ze dne 14. října 2024, kterým se podle čl. 31 odst. 2 a 4 směrnice (EU) 2018/2001 uznává, že zpráva obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním pšenice, žita, kukuřice, ječmene, tritikale, řepy cukrovky, řepky olejky, travních porostů a sečených travních porostů v Německu. Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202402666

23) Prováděcí rozhodnutí Komise (EU) 2025/1046 ze dne 26. května 2025, kterým se uznává, že zpráva předložená Švédskem podle čl. 31 odst. 2 směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 obsahuje přesné údaje pro účely měření emisí skleníkových plynů spojených s pěstováním ječmene, bobu obecného, řepky olejky, žita, tritikále, pšenice a hrachu setého v uvedeném členském státě Dostupné z https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=OJ:L_202501046

UHLÍKOVÁ STOPA PRODUKTU

Produkt: Prase jatečné v živém

Rok výpočtu: 2025

OBSAH

Kontakty a informace o zpracování ... 3
Informace o zpracovateli – CI3, s. r. o. ... 3
Kontaktní údaje zpracovatele ... 3
Úvodní informace ... 4
Zadání ... 4
Kontaktní informace na zadavatele ... 4
Metodika výpočtu ... 5
Cíl výpočtu ... 5
Vstupní data ... 5
Funkční (referenční) jednotka ... 5
Hranice výpočtu a metoda alokace emisí na prase jatečné v živém ... 5
Časová platnost výpočtu ... 6
Skleníkové plyny ... 6
Emisní faktory ... 7
Výpočet uhlíkové stopy – Podnik 1 ... 8
Popis zemědělského podniku ... 8
Výsledky výpočtu ... 8
Výpočet uhlíkové stopy – Podnik 2 ... 11
Popis zemědělského podniku ... 11
Výsledky výpočtu ... 11
Výpočet uhlíkové stopy – Podnik 3 ... 14
Popis zemědělského podniku ... 14
Výsledky výpočtu ... 14
Závěr ... 16
Porovnání výsledků ... 16
Další kroky ... 16
Přílohy ... 17
Seznam použitých zkratek ... 17

KONTAKTY A INFORMACE O ZPRACOVÁNÍ

Zprávu „Uhlíková stopa produktu – Prase jatečné v živém, rok 2025“ zpracovala společnost s ručením omezením CI3 na základě dodaných vstupních dat od tří českých zemědělských podniků zaměřených na chov a výkrm prasat.

CI3, s.r.o. nenese odpovědnost za správnost dodaných vstupních dat.

Informace o zpracovateli – CI3, s. r. o.

CI3, s.r.o. je sesterskou společností obecně prospěšné společnosti CI2, o. p. s. a zabývá se zejména stanovováním uhlíkové stopy. V této oblasti se zaměřuje na stanovování uhlíkové stopy společnosti (Company Carbon Footprint), stanovování uhlíkové stopy produktu (Product Carbon Footprint) a verifikaci uhlíkové stopy podle technických norem řady ČSN EN ISO 14064 a mezinárodního standardu GHG Protocol.

Kontaktní údaje zpracovatele

CI3, s. r. o.

Jeronýmova 337/6, 252 19 Rudná
IČ: 11667770, DIČ: CZ11667770
https://www.ci3.co.cz

Petr Koňata
zpracovatel

Michal Václavík
kontrolor výpočtu

V Rudné, dne 29. října 2025

Josef Novák
jednatel

ÚVODNÍ INFORMACE

Zadání

Cílem této studie bylo **stanovit uhlíkovou stopu jatečného prasete** ze tří českých zemědělských podniků zaměřených výlučně na chov a výkrm prasat. Identita těchto podniků není v rámci zprávy zveřejněna. Jsou označeny jako Podnik 1, Podnik 2 a Podnik 3. Jejich základní charakteristika je pro kontext krátce popsána v úvodu kapitoly **Výpočet uhlíkové stopy**.

Kontaktní informace na zadavatele

Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu, v.v.i.

Ing. Martin Dědina, Ph.D.
Drnovská 507/73, 161 00 Praha 6 – Ruzyně
tel.: +420 731 615 039
e-mail: martin.dedina@carc.cz

METODIKA VÝPOČTU

Cíl výpočtu

Ve zprávě je použita metoda stanovení **produktové uhlíkové stopy** (Product Carbon Footprint – PCF). Ta je měřítkem celkového množství emisí skleníkových plynů, které se uvolní během životního cyklu určitého výrobku či služby. Zahrnuje několik fází – těžbu či produkci primárních surovin, jejich dopravu, zpracování, prodej, spotřebu a likvidaci odpadů. Výsledná uhlíková stopa produktu zahrnuje součet emisí skleníkových plynů vyprodukované během všech těchto fází.

Pro stanovení uhlíkové stopy jatečného prasete v rámci tří posuzovaných podniků byla zvolena analýza **cradle-to-gate** (od kolébky k bráně výrobního podniku), která v tomto případě zahrnuje čtyři fáze životního cyklu produktu (výrobu surovin – vstupů do živočišné výroby, jejich dopravu do společnosti, chov a reprodukci stáda, produkce odpadů).

Balení a s tím související produkce obalů jako samostatná fáze zde není uvažováno, jelikož jatečné prase se nijak nebalí a je odváženo živé na porážku. Rovněž doprava prasat k odběratelům není zohledněna, neboť je za hranicí výpočtu (brána podniku).

Jednotlivé fáze zvolené procesní analýzy detailněji popisuje tabulka č.2.

Vstupní data

Podkladová data (použité suroviny, způsob jejich dopravy, vzdálenosti jednotlivých dodavatelů od zem.podniku, energie spojená s výrobou, obrat stáda) byla poskytnuta třemi českými zemědělskými podniky zaměřenými na chov a výkrm prasat.

Funkční (referenční) jednotka

Funkční jednotkou definovanou v souladu s normou ČSN EN ISO 14067 je jeden (1) kilogram živé váhy jatečného prasete.

Hranice výpočtu a metoda alokace emisí na prase jatečné v živém

Pro výpočet byla zvolena upravená metoda cradle-to-gate v rozsahu uvedeném na začátku kapitoly „Cíl výpočtu“. Vzhledem k tomu, že částečným produktem chovu prasečího stáda jsou v některých případech i odstavená selata, výsledná uhlíková stopa jatečného prasete byla alokována na základě finančního klíče – podle poměru průměrných výkupních cen jatečných prasat a selat k celkové ceně produkce stáda. Za tímto účelem byly použity průměrné ceny roku 2024 pro *Prasata jatečná v živém* a *Odstavená selata v živém* publikované ČSÚ.

Níže v tabulce jsou uvedena vstupní data pro stanovení uhlíkové stopy stáda jatečného prasete rozdělená dle fází životního cyklu.

SUROVINY

- Krmné směsi
- Krmné plodiny
- Doplňky
- Voda

DOPRAVA SUROVIN

- Doprava krmiv od dodavatelů do zemědělského podniku

ŽIVOČIŠNÁ VÝROBA

- Enterická fermentace
- Nakládání s mrvou
- Nepřímé emise N
- Spotřeba elektřiny
- Spalování paliv
- Spalování pohonných hmot

PRODUKCE ODPADU

- Směsný komunální odpad
- Ostatní odpad

Časová platnost výpočtu

Výpočet je proveden na základě vstupních dat za rok 2024.

Skleníkové plyny

Do inventarizace **byly zahrnuty** emise následujících skleníkových plynů:

CO_2 – oxid uhličitý

CH_4 – metan

N_2O – oxid dusný

Nebyly zahrnuty emise následujících skleníkových plynů:

HFC – částečně fluorované uhlovodíky

NF3 – fluorid dusitý

SF6 – fluorid sírový

PFC – zcela fluorované uhlovodíky

Výpočet nebyl proveden pro každý ze skleníkových plynů zvlášť. Emise byly přepočteny podle svého potenciálu globálního oteplování (GWP) na tzv. ekvivalentní emise oxidu uhličitého (CO_2e). Tento parametr představuje výslednou jednotku uhlíkové stopy produktu.

Tabulka 1: Potenciál globálního oteplování (GWP) pro vybrané skleníkové plyny

Skleníkový plyn	GWP	Reference
CO_2 (oxid uhličitý)	1	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
CH_4 (metan)	27,9	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
N_2O (oxid dusný)	273	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
NF_3 (fluorid dusitý)	17 400	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
SF_6 (fluorid sírový)	25 200	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
HFC (fluorované uhlovodíky)	100-14 800	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)
PFC (perfluorouhlovodíky)	6 000-17 200	IPCC Sixth Assessment Report (AR6 – 100 let)

Emisní faktory

Emisní faktory pro výpočet uhlíkové stopy byly převzaty z národních a mezinárodních zdrojů (GFLi, Ecoinvent, CarbonCloud, DEFRA, ADEME, ČHMÚ a NIR) a odborné literatury.

VÝPOČET UHLÍKOVÉ STOPY – PODNIK 1

Popis zemědělského podniku

Podnik 1 se zabývá pouze výkrmem prasat, nikoliv reprodukcí. Selata do výkrmu jsou dovážena ze Spolkové republiky Německo ve věku 3 měsíců. Obvyklý stav výkrmu je cca 15 tisíc kusů. Podnik disponuje vlastní kremační pecí na pálení kadáverů. Krmiva jsou míchána na místě. Do podniku jsou dováženy základní ingredience, převážně v tekutém stavu, a ječmen, který je mechanicky upravován na místě. Kejda je z části odvážena do bioplynové stanic a z části uchovávána v zakrytých nádržích a následně aplikována na zemědělskou půdu.

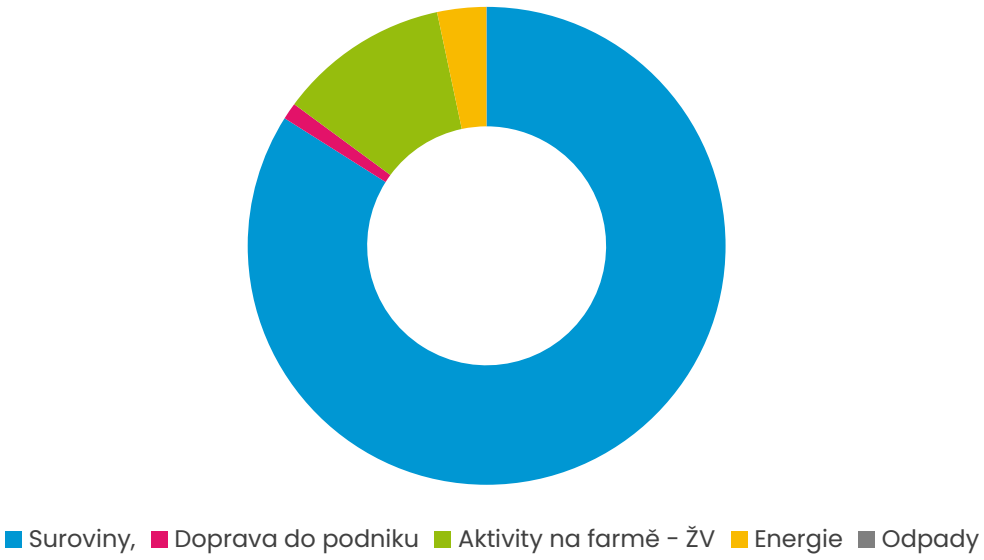
Výsledky výpočtu

Následující tabulka a grafy shrnují výsledky uhlíkové stopy stáda včetně jatečných prasat i selat.

Tabulka 2: Uhlíková stopa prasečího stáda v tunách CO_2e a procentech

Fáze	t CO_2e	podíl (%)
Suroviny	16 579,02	83,96 %
Doprava do podniku	224,06	1,13 %
Živočišná výroba	2 284,69	11,57 %
Energie	654,36	3,31 %
Odpady	3,44	0,02 %
Celkem	**19 745,57**	**100,00 %**

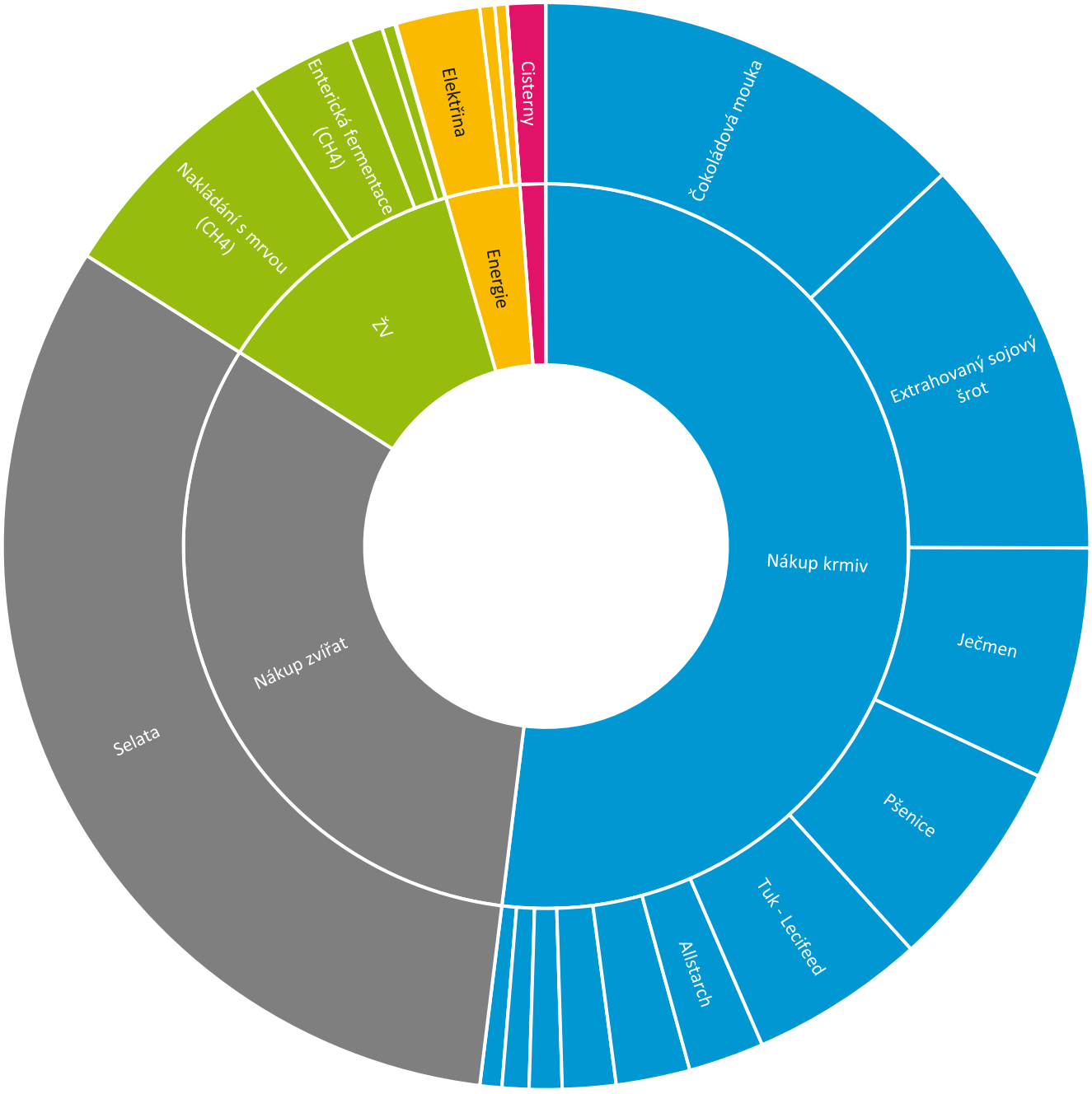
Graf 1: Základní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Největší část uhlíkové stopy stáda tvoří vstupní suroviny, především nakupovaná krmiva (51,93 %) a nakupovaná selata (32,03 %). S velkým odstupem následují přímé emise z chovu prasat, konkrétně nakládání s mrvou (8,43 %) a enterická fermentace (3,14 %). Spotřeba elektrické energie v rámci podniku nepřispívá k uhlíkové stopě stáda nijak výrazně (2,49 %) stejně jako doprava surovin a selat do podniku (1,13 %). Spalování paliv a pohonných hmot a produkce odpadů dohromady netvoří ani jedno procento.

Celková roční uhlíková stopa související s produkcí stáda je **19 745,57 t CO2e**.

Graf 2: Detailní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Na veškerá vyprodukovaná hospodářská zvířata, tedy jatečná prasata, která opustí bránu zemědělského podniku, připadá celková uhlíková stopa **19 745 573 kg CO_2e.** Celková produkce podniku přepočtena na tuny živé váhy je za rok 5 071 560 kg. Po přepočtení na kilogram živé váhy jatečného prasete vychází uhlíková stopa **3,893 kg CO_2e.**

VÝPOČET UHLÍKOVÉ STOPY – PODNIK 2

Popis zemědělského podniku

Podnik 2 sestává ze tří samostatných provozoven a zabývá se jak výkrmem, tak i reprodukcí prasat. Selata se do chovu nenakupují. Z Dánska se importují chovné prasničky. Obvyklý stav chovu je cca 11 tisíc kusů včetně selat a prasnic. Podnik disponuje vlastní bioplynovou stanicí a kremační pecí na pálení kadáverů v jedné z provozoven. Uhynulá zvířata z ostatních provozoven jsou odvážena do kafilérie. Krmiva jsou nakupována ve formě hotových krmných směsí od českých dodavatelů. Kejda je částečně zpracována v bioplynové stanici a z větší části uchovávána v odkrytých pravidelně míchaných nádržích a následně vyvážena na zemědělskou půdu.

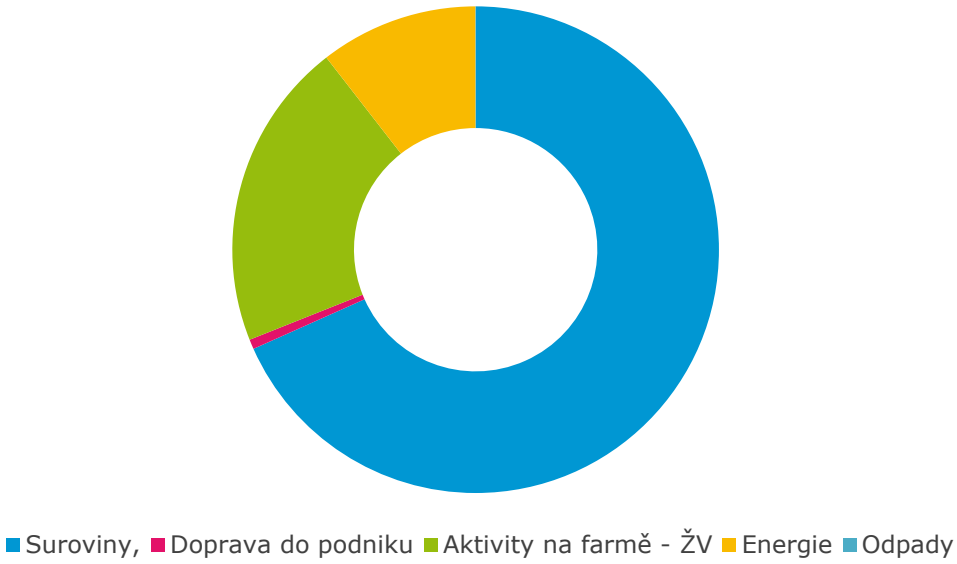
Výsledky výpočtu

Následující tabulka a grafy shrnují výsledky uhlíkové stopy stáda včetně jatečných prasat i selat.

Tabulka 3: Uhlíková stopa prasečího stáda v tunách CO_2e a procentech

Fáze	t CO_2e	podíl (%)
Suroviny	8 685,38	68,32 %
Doprava do podniku	82,23	0,65 %
Živočišná výroba	2 608,72	20,52 %
Energie	1 334,80	10,50 %
Odpady	1,90	0,01 %
Celkem	**12 713,03**	**100,00 %**

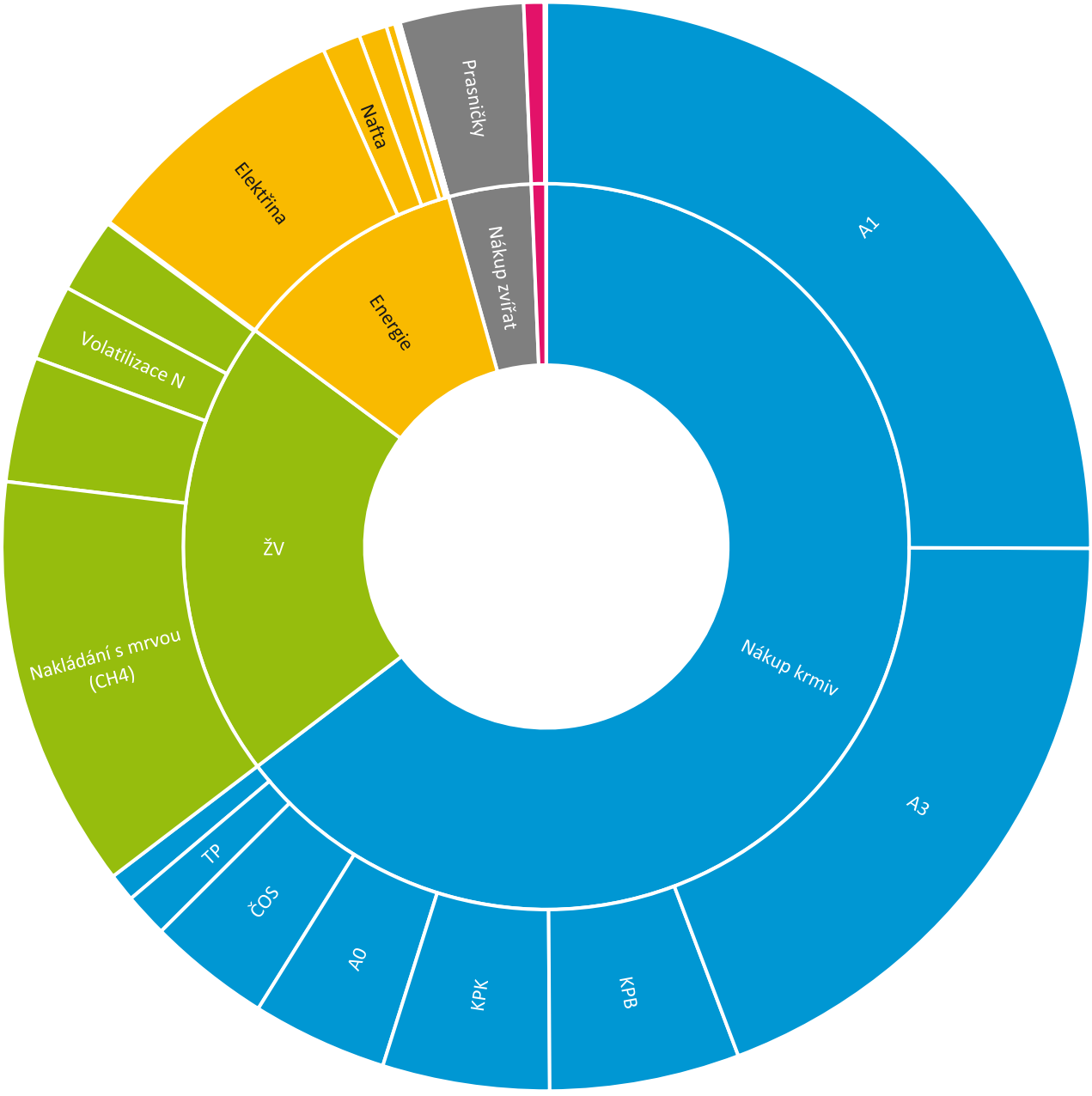
Graf 3: Základní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Největší část uhlíkové stopy stáda tvoří nepřímé emise spojené s výrobou vstupních surovin, především nakupovaných krmiv (64,64 %) a v podstatně menší míře nakupovaných prasniček (3,68 %). S velkým odstupem následují přímé emise z chovu prasat, konkrétně nakládání s mrvou (16,80 %) a enterická fermentace (3,72 %). Spotřeba elektrické energie v rámci podniku přispívá k uhlíkové stopě stáda relativně výrazně (8,12 %). Spalování paliv a pohonných hmot se na uhlíkové stopě chovu podílí jen minimálně (2,12 %). Doprava surovin a prasniček do podniku a produkce odpadů dohromady netvoří ani jedno procento.

Celková roční uhlíková stopa související s produkcí stáda je 12 713,03 t CO2e.

Graf 4: Detailní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Na veškerá vyprodukovaná hospodářská zvířata připadá celková uhlíková stopa **12 713 029 kg CO_2e.** Na celkem prodaná jatečná prasata vychází uhlíková stopa 10 817 742 kg CO_2e. Po přepočtení na kilogram živé váhy jatečného prasete vychází uhlíková stopa **2,756 kg CO_2e.**

Tabulka 4: Rozdělení uhlíkové stopy stáda na jednotlivé produkty

Produkt	Množství (t)	Uhlíková stopa produkce (kg CO_2e)	Uhlíková stopa produktu (kg CO_2e /kg)
Jatečné prase v živém	3 924,971	10 817 742	2,756
Sele v živém	338,167	1 895 288	5,605
Celkem		**12 713 029**	

VÝPOČET UHLÍKOVÉ STOPY – PODNIK 3

Popis zemědělského podniku

Podnik 3 sestává z osmi samostatných provozoven a zabývá se jak výkrmem, tak i reprodukcí prasat. Selata se do chovu nenakupují. Stádo má uzavřený obrat. Obvyklý stav chovu je cca 18 tisíc kusů včetně selat a prasnic. Podnik disponuje vlastní kremační pecí na pálení kadáverů. Uhynulá zvířata jsou z větší míry kremována, z menší jsou odvážena do kafilérie. Krmiva jsou nakupována ve formě hotových krmných směsí od českých dodavatelů. Kejda je uchovávána v odkrytých nemíchaných nádržích s krustou.

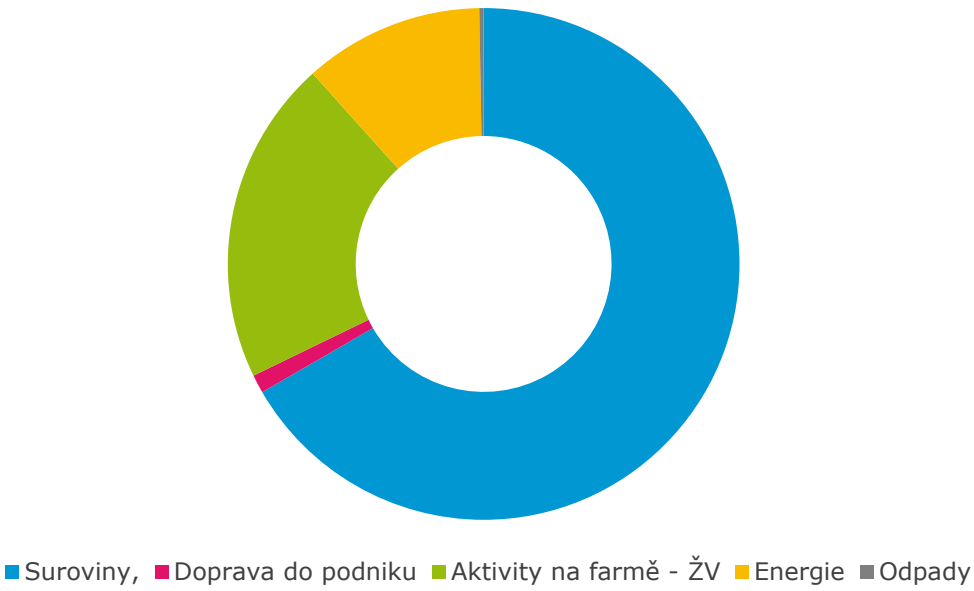
Výsledky výpočtu

Následující tabulka a grafy shrnují výsledky uhlíkové stopy stáda včetně jatečných prasat i selat.

Tabulka 5: Uhlíková stopa prasečího stáda v tunách CO_2e a procentech

Fáze	t CO_2e	podíl (%)
Suroviny	16 019,16	66,65 %
Doprava do podniku	279,75	1,16 %
Živočišná výroba	4 939,00	20,55 %
Energie	2 732,82	11,37 %
Odpady	65,12	0,27 %
Celkem	**24 035,86**	100,00 %

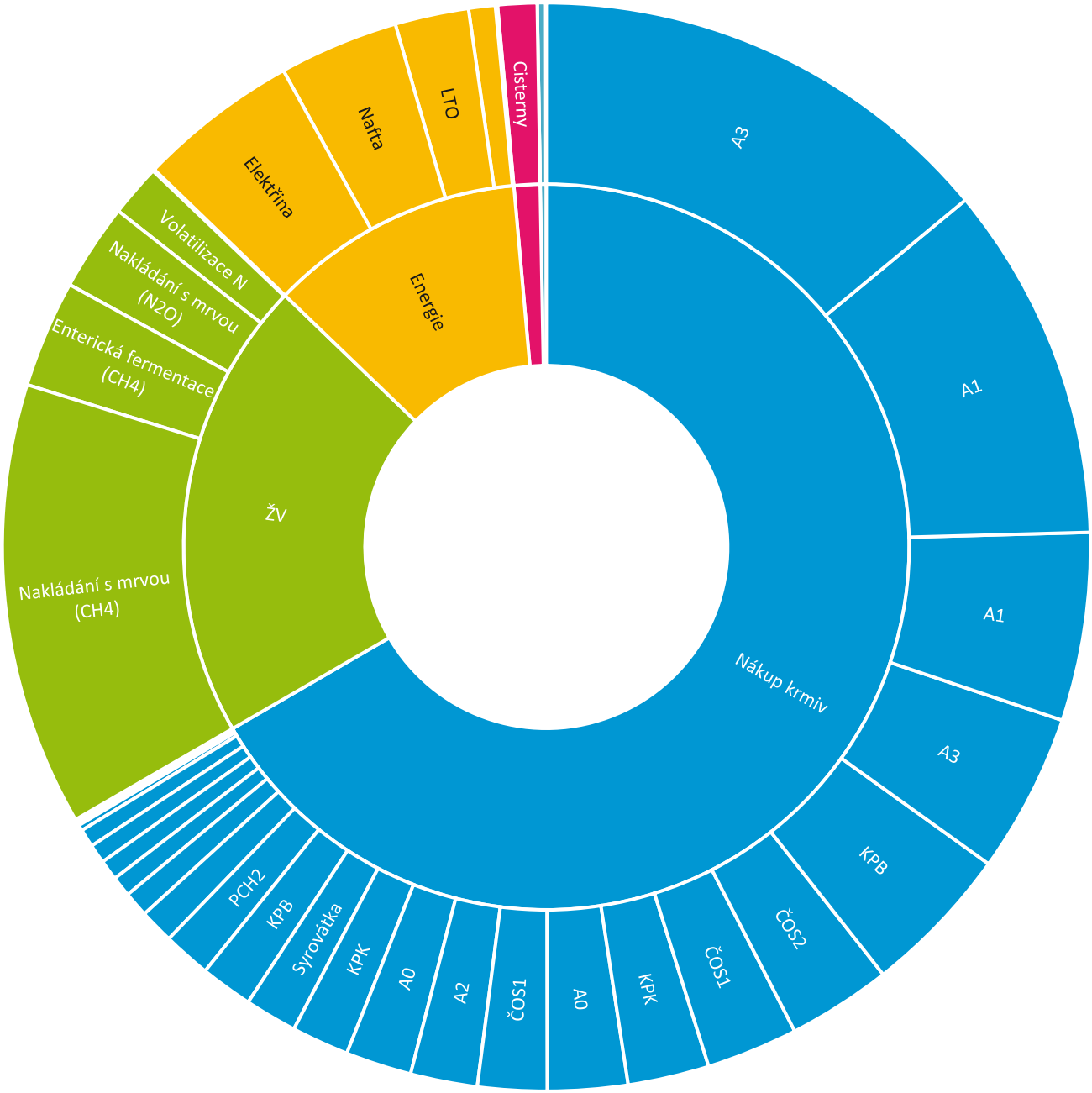
Graf 5: Základní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Největší část uhlíkové stopy stáda tvoří vstupní suroviny, především nakupovaná krmiva (66,65 %). S velkým odstupem následují přímé emise z chovu prasat, konkrétně nakládání s mrvou (17,37 %) a enterická fermentace (3,18 %). Spotřeba elektrické energie v rámci podniku přispívá k uhlíkové stopě stáda menším dílem (4,78 %) podobně jako spotřeba pohonných hmot (3,55 %) a spalování paliv (3,05 %). Doprava krmných směsí do podniku se na celé uhlíkové stopě chovu podílí jen cca procentem a emise spojené s nakládáním s odpadem jsou v kontextu chovu spíš zanedbatelné.

Celková roční uhlíková stopa související s produkcí stáda je **24 035,86 t CO2e**.

Graf 6: Detailní rozdělení uhlíkové stopy produkce stáda



Na veškerá vyprodukovaná hospodářská zvířata připadá celková uhlíková stopa **24 035 856 kg CO_2e.** Na celkem prodaná jatečná prasata vychází uhlíková stopa 22 134 658 kg CO_2e. Po přepočtení na kilogram živé váhy jatečného prasete vychází uhlíková stopa **2,871 kg CO_2e.**

Tabulka 6: Rozdělení uhlíkové stopy stáda na jednotlivé produkty

Produkt	Množství (t)	Uhlíková stopa produkce (kg CO_2e)	Uhlíková stopa produktu (kg CO_2e /kg)
Jatečné prase v živém	7 709	22 134 658	**2,871**
Sele v živém	326	1 901 197	5,839
Celkem		**24 035 856**	

ZÁVĚR

Porovnání výsledků

Aktuální verze mezinárodní databáze emisních faktorů Ecoinvent uvádí pro Evropu průměrný emisní faktor na kilogram živé váhy jatečného prasete 7,988 kg CO_2e. Všechny tři podniky zapojené do této studie dosáhly výrazně lepších výsledků. Toto však není neobvyklý stav v případě použití obecných emisních faktorů, kde se často vychází z konzervativních („horších“) variant. Významnou roli však jistě hraje moderní technické řešení všech tří chovů, jejich velikost, dlouhá tradice chovů a postupně dosažená vysoká efektivita chovů.

Hodnoty pod hranicí tří kilogramů CO_2e na kilo živé váhy bylo dosaženo i v několik dalších podnicích zkoumaných zpracovatelem této zprávy, jež však odmítly účast na této konkrétní studii. Z toho důvodu zde jejich konkrétní výsledky nejsou pro porovnání uvedeny.

Nad hranicí tří kilogramů CO_2e se pohybuje pouze Podnik 1. Ve výpočtu uhlíkové stopy jatečného prasete tohoto konkrétního podniku však figuruje vyšší míra nejistoty související s obecným emisním faktorem použitým pro nákup selat, kde je pravděpodobné, že reálné emise jsou výrazně nižší, podobně jako u Podniku 2 a 3. Podobná míra nejistoty je pravděpodobná u výpočtu emisí souvisejících s výrobou nakupovaných krmiv, především těch, která jsou dodávaná v tekuté formě.

Další kroky

Vzhledem k objemu nakupovaných selat bude Podniku 1 doporučen konkrétní výpočet uhlíkové stopy nakupovaných selat. Opět vzhledem k objemu nákupu bude Podniku 1 doporučeno spočítání uhlíkové stopy některých konkrétních krmných ingrediencí.

Se všemi třemi podniky budou jejich výsledky do detailu probrány buď osobně nebo formou videokonference. Důraz bude obecně kladen na zpřesnění výpočtu pro příští roky, tedy na oslovení dodavatelů nejdůležitějších surovin a vyžádání konkrétních výpočtů uhlíkové stopy, případně výsledků LCA či EPD. U emisí vznikajících přímo v podniku budou zpracovatelem v rámci diskuze doporučeny vhodná dekarbonizační opatření.

PŘÍLOHY

Seznam použitých zkratek

CH_4	Metan
CO_2	Oxid uhličitý
CO_2e	Ekvivalentní emise oxidu uhličitého
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČSN	Česká státní norma
CZ	Česko
DEFRA	Department for Environment, Food & Rural Affairs
DIČ	Daňové identifikační číslo
EF	Emisní faktor
EPD	Environmental Product Declaration
GFLI	Global Feed LCA Institute
GHG	Greenhouse gas
GHGP	Greenhouse Gas Protocol
GWP	Global Warming Potential
HFC	Částečně fluorované uhlovodíky
IČ	Identifikační číslo
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
ISO	International Organization for Standardization
LCA	Life cycle assessment
N_2O	Oxid dusný
NF_3	Fluorid dusitý
NIR	National Inventory Report of Greenhouse Gases
PCF	Product Carbon Footprint
PFC	Zcela fluorované uhlovodíky
SF_6	Fluorid sírový
US	Uhlíková stopa

Dále jsou v textu studie použity názvy konkrétních krmných směsí, a sice **KPB, KPK, PCH1, PCH2, ČOS1, ČOS2, A0, A1, A2, A3** a **TP**.

Příloha č. 2

Stanovení typizovaných hodnot emisí skleníkových plynů – mléko

Objednatel:	Národní centrum zemědělského a potravinářského výzkumu
Zaměření:	Kravské mléko – plnotučné
Datum vydání:	22-10-2025

© Green0meter 2025

1. ÚVOD

Tento dokument představuje odborný výstup zaměřený na stanovení typizovaných hodnot emisí skleníkových plynů pro plnotučné kravské mléko z tuzemské produkce. Cílem je poskytnout vědecky podložené a metodicky ověřené výsledky, které umožní objektivně kvantifikovat uhlíkovou stopu mléka v rámci celého jeho životního cyklu na úrovni produkce „od krmiva po bránu farmy“.

Výstup dokumentu má přispět k srovnatelnému hodnocení environmentální náročnosti mléčné produkce v České republice a v porovnání s evropskými průměry. Stanovené emisní faktory a metodické přístupy budou sloužit jako referenční podklad pro tvorbu politik a opatření v oblasti udržitelného zemědělství a klimatu, zároveň však také jako praktický nástroj pro odbornou veřejnost a zemědělce při hodnocení a snižování emisí spojených s výrobou mléka.

Dokument je koncipován tak, aby výsledky byly v souladu s metodickými rámci pro výpočet environmentálních dopadů zemědělských produktů a emisí skleníkových plynů.

2. ROZSAH A ZAMĚŘENÍ

Posuzování je provedeno v rozsahu produkce farmy („cradle-to-farm gate“). Metodický základ výpočtu vychází z klíčových mezinárodních standardů zaměřených na mlékárenský sektor [1, 2], aktivitní data vycházejí z údajů z více než 50 farem na území ČR, která byla doplněna rešerší relevantních akademických nebo případových studií. Pro porovnatelnost a univerzálnost využití výstupních hodnot byly výsledné hodnoty emisí skleníkových plynů přepočteny na jednotku mléka FPCM (Fat- and Protein-Corrected Milk). FPCM představuje standardizovaný ukazatel produkce mléka, který převádí skutečně vyprodukované množství na referenční obsah tuku a bílkovin (obvykle 4,0 % tuku a 3,3 % bílkovin). Tento přepočet umožňuje srovnatelné a metodicky jednotné hodnocení produkce mléka z hlediska jeho energetické a nutriční hodnoty napříč různými stády, systémy chovu či regiony. Pro přepočet na FPCM byla využita následující rovnice [1]:

$$FPCM\ (kg) = milk\ production\ (kg) \cdot (0{,}1226 \cdot \%tuk + 0.0776 \cdot \%skut.bílkovina + 0{,}2534)$$

2.1 Metodický souhrn IDF

Metodický rámec IDF (International Dairy Federation) představuje specializovaný standard pro výpočet uhlíkové stopy mléka, vycházející z principů posuzování životního cyklu dle ISO 14040 a ISO 14044. Posuzování je vymezeno rozsahem „cradle-to-farm gate“, tedy od získávání surovin a krmiv až po okamžik, kdy syrové mléko opouští farmu. IDF metodika vyžaduje zahrnutí všech

© Green0meter 2025

přímých i nepřímých emisí spojených s chovem skotu – produkci a dopravu krmiv, enterické emise, hospodaření s hnojem, spotřebu energií a pomocných látek, a dále zohlednění změn uhlíku v půdě, pokud jsou relevantní. IDF rovněž doporučuje využívat vyšší možné úrovně přesnosti emisních faktorů dle jejich dostupnosti (Tier 2–3 dle IPCC) a preferuje primární data z farmy před literárními nebo databázovými průměry. Metodicky obdobný je i soubor PEFCR od EDA [2], nicméně výpočet probíhal primárně dle rozsahu a metodiky IDF.

3. VÝPOČETNÍ DATA

Výpočet proběhl ve výpočetní aplikaci Greenometer. Pro chov dobytka a přidružené zemědělské aktivity byly využity specifické emisní faktory pro region ČR vycházející z výpočtu IFER (Ústav pro výzkum lesních ekosystémů). Pro spotřebu materiálů a krmiv byly využity emisní faktory z databáze Ecoinvent v3.11. Pro paliva byly využity faktory z nejaktuálnější verze databáze DESNZ (vydání 06/2025). Pro elektrickou energii byl využit emisní faktor ministerstva průmyslu a obchodu pro rok 2024. V rámci aktivitních dat proběhlo dotazníkové šetření, jež zahrnovalo kvantifikaci spotřeb energií a paliv, vody, krmiv a dalších krmných doplňků, popř. léčiv a čistících prostředků. U energií byl zohledněn podíl z obnovitelných zdrojů. V rámci spotřeby energií byla uvedena data za celou farmu a pro určení podílu souvisejícího s mléčnou produkcí muselo být přistoupeno k alokaci, viz kapitola alokace. Ostatní data byla vztažena k produkci mléka, ke které byl zjištěn celkový objem výroby, k němuž bylo provedeno vztažení emisí a přepočtení na FPCM. Průměrná hodnota koeficientu FPCM byla určena jako 1,0136. Tento parametr vyjadřuje vztah tučnosti a obsahu bílkovin zkoumaného mléka vůči referenčním hodnotám FPCM. Při dotazníkovém šetření neměl zpracovatel dat přímou kontrolu nad doplněnými daty, data byla určena na základě předem stanovených klíčových instrukcí.

Referenční obsah	tuku	bílkovin
FPCM	4 %	3,3 %

4. ALOKAČNÍ POSTUPY

V rámci výše popsaných omezení souvisejících s výpočetními daty bylo přistoupeno k alokačním principům. V rámci alokace bylo přistoupeno k využití koeficientů udávající „intenzitu“ jednotlivých typů produkcí (mléko, živočišná, rostlinná) z hlediska spotřeb. Ve výsledné uhlíkové stopě má elektrická energie zastoupení přibližně 15 %, diesel přibližně 3 % a benzín méně než 0,1 %. Alokační postupy mají tedy přímý vliv maximálně na 15% část celkových výsledků. Vůči

© Green0meter 2025

základnímu scénáři byly zvoleny 3 alternativy uvažující různé alokační postupy, jejich srovnání je uvedeno v odst. 4.1.

4.1 Porovnání alokačních scénářů

V tabulce níže lze nalézt procentuální porovnání alokačních scénářů vůči základnímu scénáři, který uvažoval 50 % spotřebu v rámci EE a 14,3 % spotřebu v rámci uvedených PHM.

	Hmotnostní alokace	Intenzifikace mléčné produkce	Kombinovaný scénář
Podíl spotřeby elektřiny mléčné produkce oproti ostatním produkcím	33 %	92,3 %	33 %
Podíl spotřeby PHM mléčné produkce oproti ostatním produkcím	33 %	50 %	50 %
Průměrný rozdíl ve výsledku	0,01 %	3,96 %	2,37 %
Medián % rozdílu ve výsledku	*0,23 %*	*2,53 %*	*0,86 %*
Směrodatná odchylka v rámci % změny u jednotlivých farem	1,42 %	8,69 %	8,61 %

Porovnání alternativních alokačních scénářů ukazuje, že změna přístupu k rozdělení spotřeby energií a paliv mezi jednotlivé typy produkce má omezený vliv na výsledné hodnoty uhlíkové stopy. Průměrná odchylka oproti základnímu scénáři činila u scénáře hmotnostní alokace pouze 0,01 %, zatímco scénář uvažující intenzivnější náročnost mléčné produkce vykázal zvýšení výsledků v průměru o 3,96 % a kombinovaný scénář o 2,37 %. Mediánová změna se pohybovala v rozmezí 0,2–2,5 %, což potvrzuje, že i výraznější úpravy alokačních koeficientů nemají zásadní dopad na agregovanou uhlíkovou bilanci.

Větší rozdíly byly nicméně pozorovány mezi jednotlivými farmami u variant s intenzifikací dopadů produkce skrze vyšší váhu alokačních koeficientů, kde směrodatná odchylka přesahovala 8 %. To ukazuje, že vliv volby alokační metody je citlivý na specifické provozní podmínky farem, například podíl vlastní rostlinné produkce, typ využívané technologie nebo úroveň mechanizace. Výsledky tak potvrzují, že i když celkový dopad alokačních předpokladů zůstává v rámci souboru nízký, u jednotlivých případů může hrát roli při interpretaci výsledků nebo při náhledu na specifická data individuálních podniků.

© Green0meter 2025

Celkově lze konstatovat, že zvolený základní scénář představuje konzervativní, ale metodicky vyvážené řešení, které odpovídá reálné struktuře spotřeb energií a paliv v rámci českého zemědělství. Alternativní scénáře pak slouží především jako citlivostní test pro posouzení vlivu zvoleného aproximativního postupu.

5. VÝSLEDKY

Vzhledem k více možným přístupům alokace dle kapitoly 4 se výsledná standardizovaná hodnota emisí skleníkových plynů z české produkce plnotučného mléka pohybuje v rozsahu **1,298 – 1,349 kg CO2e/kg FPCM.**

Kategorie	Podíl na celkových emisích	Poznámka
Enterická fermentace	31,5 %	Přímé emise CH_4
Spotřeby energií a pohonných hmot	29,1 %	Zahrnuje elektřinu, teplo, PHM a jejich upstream (Scope 3)
Krmiva, léky a doplňky stravy	27,1 %	Léky a doplňky zastoupeny pouze minoritně
Logistika dovážených materiálů	7,9 %	Doprava vstupů
Emise N_2O z aplikace na půdu	0,2 %	Z hnojiv a statkových exkrementů
Ostatní	4,2 %	Spotřeba materiálů vyjma krmiva (chemikálie, čistící prostředky apod.)

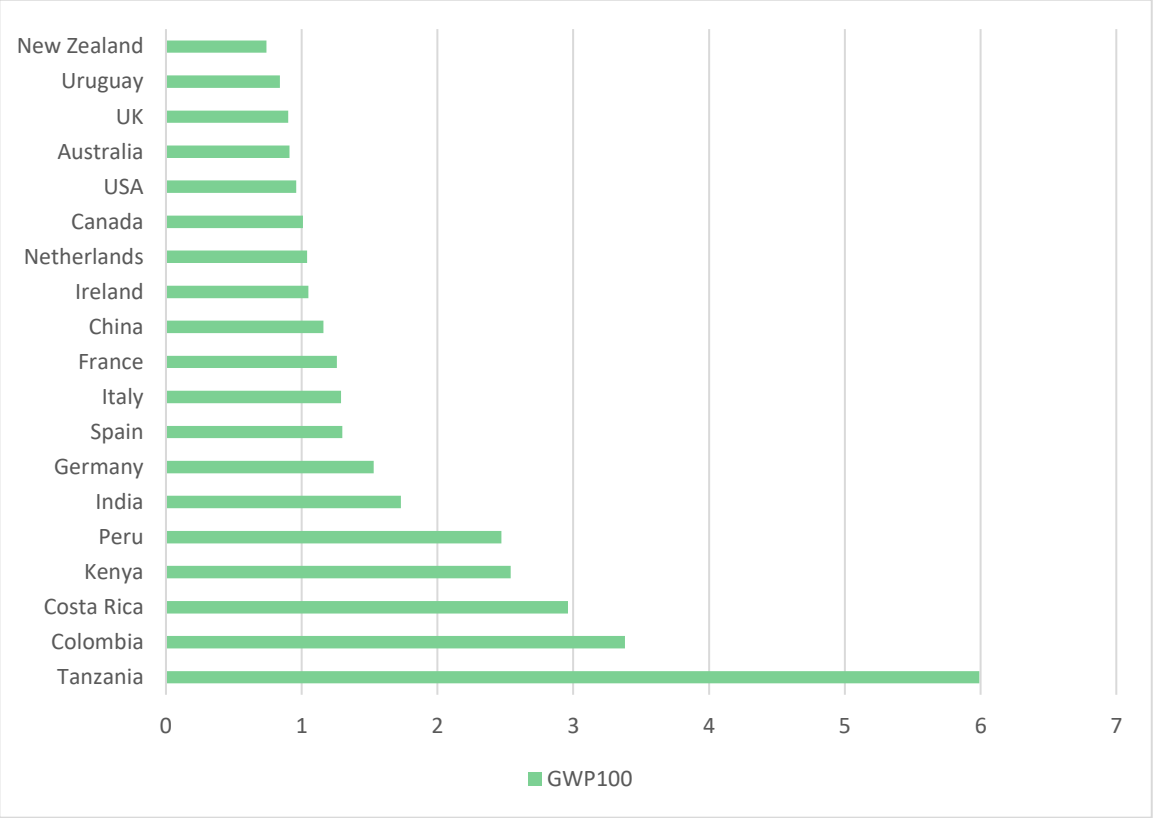
6. KOMPARATIVNÍ ANALÝZA V RÁMCI EVROPY

Vypočtená hodnota je v datech níže porovnána s vypočtenými hodnotami mléka v rámci EU. Jedná se o tabulky a grafy z různých zdrojů popisujících emise skleníkových plynů mléka, všechna data jsou vztažena k FPCM. Vyjma evropských lokalit grafy zobrazují i jiné světové lokality.

© Green0meter 2025

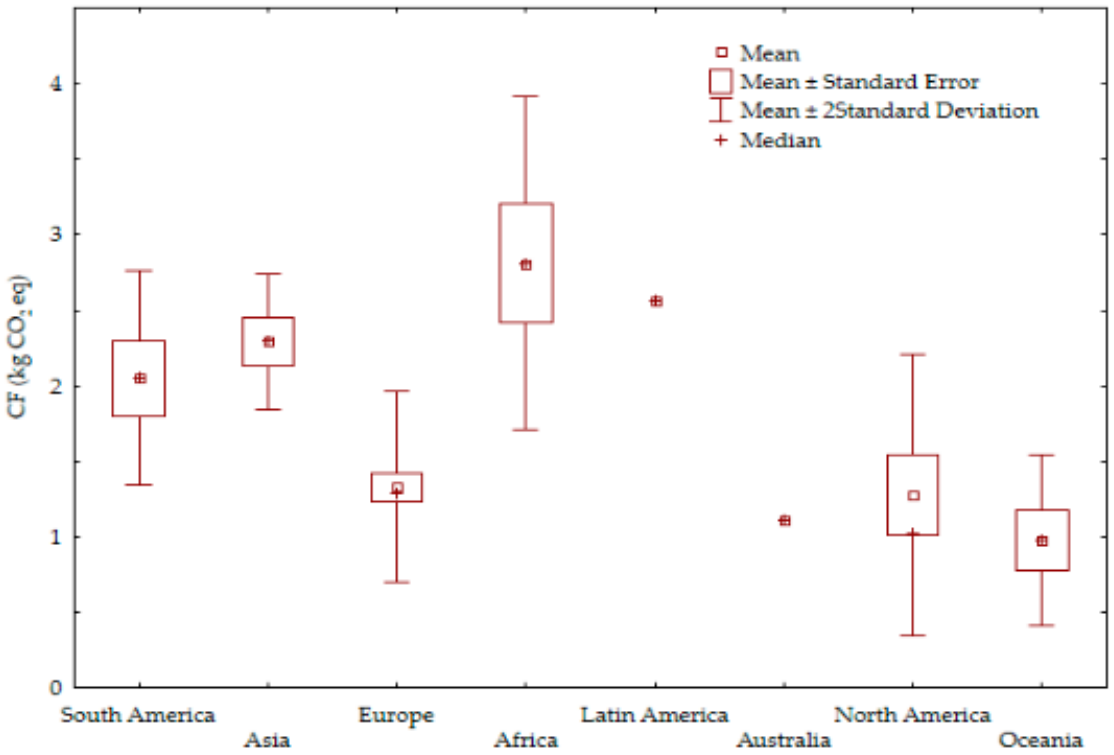
Výsledky uhlíkové stopy v závislosti na způsobu krmení, západní Evropa (ES, PT, FR, GB, IE) [7]:

Způsob krmení	kg CO2e/kg FPCM
Pastva	1,129
Smíšený	1,237
Krmení (Housing)	1,519

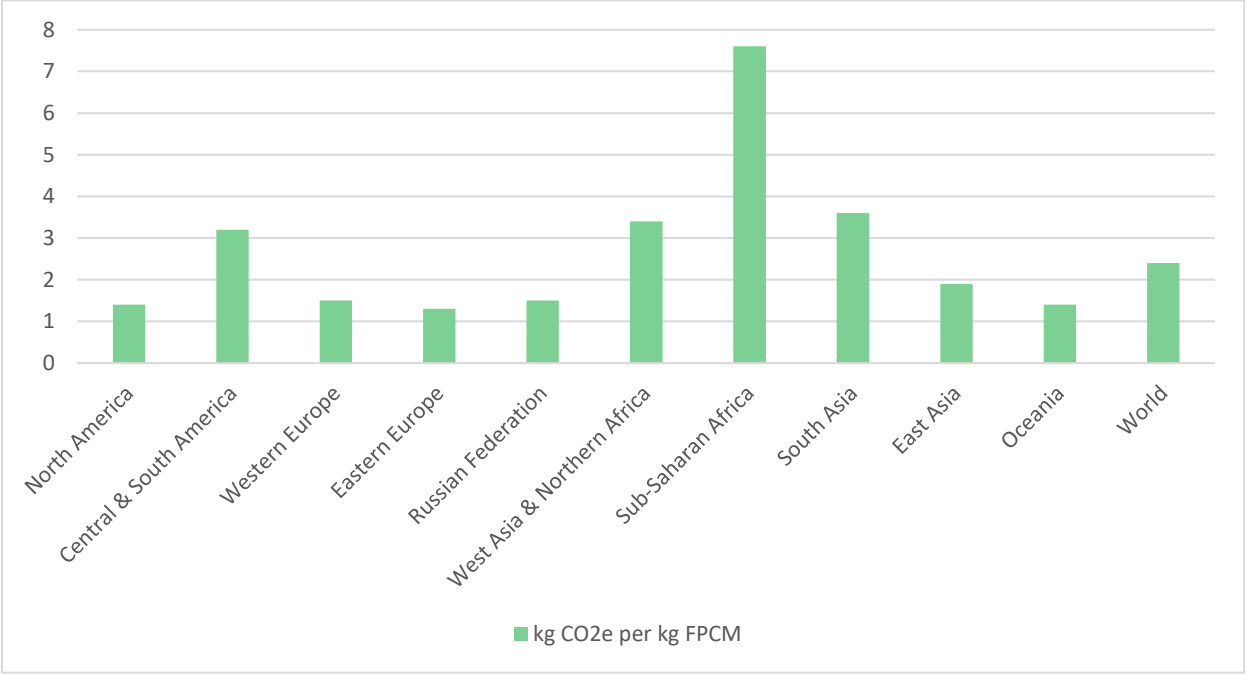


Hodnoty emisních faktorů mléka vztažených na FPCM zahrnující několik evropských zemí [8]

© Green0meter 2025



Boxplot zobrazující rozsahy emisí vč. směrodatné odchylky pro jednotlivé kontinenty [9]



Porovnání emisí spojených s mlékem se zobrazením rozšířeného rozsahu výpočtu o deforestaci a zpracovatelské procesy [10]

Výše zobrazená data zobrazují, že výsledně stanovený emisní faktor mléka z českých farem se pohybuje v rozmezí odpovídajícím evropskému průměru publikovanému v recentních studiích a metodikách. Evropské farmy vykazují podle dostupných LCA analýz hodnoty přibližně 1,0–1,6 kg

© Green0meter 2025

CO_2e/kg FPCM, přičemž nižší hodnoty dosahují systémy s převahou pastvy (např. Irsko, Nizozemsko) a vyšší hodnoty intenzivnější ustájené provozy s vyšším podílem dovážených krmiv či energie. Český výsledek spadá do střední části tohoto rozmezí, což odpovídá kombinovanému charakteru tuzemské produkce, kdy se uplatňuje jak pastevní, tak stájový způsob chovu a většina krmiv pochází z vlastních zdrojů. Z hlediska metodických rámců (IDF, PEFCR) lze tedy konstatovat, že stanovená hodnota je v souladu s typickými emisními faktory pro evropské podmínky a představuje environmentálně realistický a mezinárodně srovnatelný výsledek.

7. REFERENCE

[1] IDF. 2022. The IDF global Carbon Footprint standard for the dairy sector. In: Bulletin of the IDF No. 520/2022. International Dairy Federation (ed.), Brussels. Dostupný z https://fil-idf.org/our-work/environment/life-cycle-assessment-of-the-dairy-sector/

[2] EDA. 2025. Product Environmental Footprint Category Rules for Dairy Products. Final PEFCR. Dostupný z https://eda.euromilk.org/wp-content/uploads/2025/02/PEFCR-DairyProducts_update_final.pdf

[3] Frorip, J. & Kokin, Eugen & Praks, Jaan & Poikalainen, V. & Ruus, Aime & Veermäe, I. & Lepasalu, L. & Schäfer, Winfried & Mikkola, Hannu & Ahoka, J.. (2012). Energy consumption in animal production - Case farm study. Biosystems Engineering. 10. 39-48.

[4] Paris B., F. Vandorou, D. Tyris, A. Balafoutis, K. Vaiopoulos, G. Kyriakarakos, D. Manolakos, G. Papadakis. Energy Use in the EU Livestock Sector: A Review Recommending Energy Efficiency Measures and Renewable Energy Sources Adoption. The 75th EAAP Annual Meeting, 1-5 September 2024, Florence, Italy

[5] Bas Paris, Foteini Vandorou, Athanasios T. Balafoutis, Konstantinos Vaiopoulos, George Kyriakarakos, Dimitris Manolakos, George Papadakis,Energy use in open-field agriculture in the EU: A critical review recommending energy efficiency measures and renewable energy sources adoption, Renewable and Sustainable Energy Reviews, Volume 158, 2022, 112098, ISSN 1364-0321, https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112098.

[6] Gołaszewski, Janusz & Visser, Chris & Brodziński, Zbigniew & Myhan, Ryszard & Olba-Zięty, Ewelina & Stolarski, Mariusz & Buisonjé, F. & Ellen, H.H. & Stanghellini, Cecilia & van der Voort, Marcel & Baptista, F. & Silva, Luis & Murcho, Dina & Meyer-Aurich, Andreas & Ziegler, Thomas & Anokas, J. & Jokiniemi, T. & Mikkola, Hannu & Rajaniemi, Mari & Papadakis, George. (2012).

© Green0meter 2025

State of the art on Energy Efficiency in Agriculture. Country data on energy consumption in different agro-production sectors in the European countries.

[7] Marion Sorley, Imelda Casey, David Styles, Pilar Merino, Henrique Trindade, Martin Mulholland, Cesar Resch Zafra, Ray Keatinge, André Le Gall, Donal O'Brien, James Humphreys, Factors influencing the carbon footprint of milk production on dairy farms with different feeding strategies in western Europe, Journal of Cleaner Production, Volume 435, 2024, 140104, ISSN 0959-6526, https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140104. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652623042622)

[8] Andre M. Mazzetto, Shelley Falconer, Stewart Ledgard, Mapping the carbon footprint of milk production from cattle: A systematic review, Journal of Dairy Science, Volume 105, Issue 12, 2022, Pages 9713-9725, ISSN 0022-0302, https://doi.org/10.3168/jds.2022-22117. (https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030222005859)

[9] Stolarski, Mariusz Jerzy, Kazimierz Warmiński, Michał Krzyżaniak, Ewelina Olba-Zięty, and Paweł Dudziec. 2025. "The Carbon Footprint of Milk Production on a Farm" *Applied Sciences* 15, no. 15: 8446. https://doi.org/10.3390/app15158446

[10] Flysjö, Anna. Greenhouse Gas emissions in milk and dairy product chains improving the carbon footprint of dairy products.

© Green0meter 2025