Mapa typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstovaných zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů v regionech soudržnosti NUTS 2 a krajů NUTS 3 České republiky (tzv. uhlíkové stopy)

Specializovaná mapa s odborným obsahem

Listopad, 2023

Název mapy s odborným obsahem:

Mapa typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstovaných zemědělských surovin pro stanovení hodnoty jejich emisních faktorů v regionech soudržnosti NUTS 2 a krajů NUTS 3 České republiky (tzv. uhlíkové stopy)

Autoři:

Martin Dědina[1)], Petr Jevič[1)], Zdeněk Abrham[1)], Jiří Richter[1)], Pavel Čermák[2)], Pavel Val[2)], František Beneš[2)], Jan Klír[3)], Jana Wollnerová[3)]

[1)] Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha Ruzyně
[2)] Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i., Praha Uhříněves
[3)] Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha Ruzyně

Dedikace:

Mapa s odborným obsahem vznikla jako výsledek řešení projektu MZe QK21020121 „Stanovení a bilance měrných emisí skleníkových plynů z pěstování a posklizňové úpravy zemědělských plodin“.

Oponentní posudky vypracovali:

Ing. Karel Trapl, Ph.D., MZe ČR, oddělení OZE a environmentálních strategií, Těšnov 17, Praha 1
Ing. Lukáš Jurečka, POOSLAVÍ Nová Ves, družstvo, Nová Ves 251, 664 91 Ivančice

Publikaci bylo dne 21.12.2023 uděleno Osvědčení č. MZE-72560/2023-13113 o uznání v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výsledků výzkumu a vývoje“

Vydal:

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., 2023
Tisk: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha

ISBN: 978-80-7569-014-2

Obsah

1. Úvod 5
2. Popis novosti map typických výrobních emisí pro určení uhlíkové stopy pěstovaných plodin 6
3. Informace o rozsahu využití map 7
4. Informace o přínosech mapových výstupů pro jejich uživatele 8
5. Vlastní popis mapových výstupů 9
   5.1. Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s 10
   5.2. Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy hnojiv do zemědělského podniku e_{hn} 10
   5.3. Emise skleníkových plynů z použitých pesticidů e_{pe} 10
   5.4. Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů a z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských e_{pal} 10
   5.5. Emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O} 11
   5.6. Výpočet přímých emisí N_2O z aplikace minerálních a organických hnojiv 11
   5.7. Výpočet přímých emisí N_2O z posklizňových zbytků 12
   5.8. Výpočet nepřímých emisí N_2O z vyplavování a odtoku po aplikaci minerálních a organických hnojiv a z posklizňových zbytků 12
   5.9. Výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice 13
   5.10. Stanovení množství suroviny sklizené z hektaru zemědělské půdy 13
6. Závěr 14
7. Seznam odborných podkladů předcházejících tvorbě map 14
8. Přílohy 15
   8.1. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 15
   8.2. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 15
   8.3. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t produktu) 16
   8.4. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 16
   8.5. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 17
   8.6. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 17
   8.7. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 18
   8.8. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 18
   8.9. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 19
   8.10. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t produktu) 19
   8.11. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 20
   8.12. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 20
   8.13. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produkce) 21
   8.14. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu) 21
   8.15. Výnosy vybraných plodin v rozdělení dle NUTS 2 22

Anotace:

Problematika stanovení typických výrobních emisí skleníkových plynů pro určení emisních faktorů „uhlíkové stopy“ pěstovaných plodin v rozdělení dle NUTS 2 vychází z původní Směrnice Evropské komise (EC) 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (tzv. RED směrnice), dle které musely členské státy předložit Komisi zprávu obsahující seznam těch oblastí v klasifikaci dle územních statistických jednotek NUTS 2, u kterých lze očekávat, že typické emise skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin budou nižší nebo stejné než tzv. rozložené standardní hodnoty pro pěstování. Aktualizované výpočty hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování plodin vyjádřené v barevné grafické podobě mají za cíl poskytnout informace o rozdílech v produkci emisí skleníkových plynů produkovaných při pěstování v jednotlivých regionech ČR. Aktualizované výpočty se týkají následujících plodin – pšenice ozimá, řepka ozimá, cukrová řepa, kukuřice na zrno, kuřice na siláž, oves jarní a oves ozimý.

Klíčová slova:

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

Annotation:

The issue of determining typical production emissions of greenhouse gases for the determination of the "carbon footprint" emission factors of cultivated crops in the distribution according to NUTS 2 is based on the original Directive 2009/28/EC of the European parliament and of the Council on the promotion of the use of energy from renewable sources (the so-called RED directive), according to which Member States had to submit a report to the Commission containing a list of those areas classified according to NUTS 2 territorial statistical units, where typical greenhouse gas emissions from the cultivation of agricultural raw materials can be expected to be lower than or equal to the so-called distributed standard values for cultivation. The updated calculations of the values of typical greenhouse gas emissions from crop cultivation, expressed in a colorful graphic form, aim to provide information on the differences in the production of greenhouse gas emissions produced during cultivation in individual regions of the Czech Republic. The updated calculations apply to the following crops - winter wheat, winter canola, sugar beet, corn for grain, corn for silage, spring oats and winter oats.

Key words:

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

1. Úvod

Podle směrnice Evropské komise (EC) 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, známé jako Směrnice o obnovitelné energii, nebo tzv. RED směrnice a podle technické normy ČSN EN 14 214-1 se typickou hodnotou rozumí odhad reprezentativních emisí skleníkových plynů nebo úspory emisí skleníkových plynů u některých nebo všech kroků konkrétního procesu výroby biopaliva nebo biokapaliny. Skutečná hodnota, kterou se rozumí emise skleníkových plynů nebo úspor emisí skleníkových plynů v některých, nebo všech fázích konkrétního procesu výroby, se vypočítává v souladu s metodikou vyhovující platným předpisům. V případě hodnot uvedených v předložených mapových souborech se jedná o metodiku výpočtu podle směrnice RED II a prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy. Standardní (tzv. default) hodnoty představují emise skleníkových plynů nebo úspory emisí skleníkových plynů, odvozené z typické hodnoty použitím předem určených faktorů, které mohou být použity místo skutečných hodnot. Rozložené standardní hodnoty (tzv. disagregated default values) představují emise skleníkových plynů pro stanovenou část dodavatelského řetězce odvozené ze standardní hodnoty (viz. směrnice RED II – část D, přílohy V).

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

Cílem RED směrnice je snížit emise skleníkových plynů (GHG) v Evropské unii a zlepšit její energetickou bezpečnost tím, že dojde ke snížení závislosti států Evropské unie na fosilních palivech. Pro splnění těchto cílů hrají biopaliva a biokapaliny klíčovou roli, zejména v oblasti dopravy. Již od první verze směrnice RED obsahovaly všechny její novelizace přílohu V, která udává dle bodu D tzv. rozložené standardizované hodnoty pro pěstování „eec“ ve smyslu části C této přílohy, včetně emisí N_2O z půdy. Takto obecně standardizované hodnoty emisí skleníkových plynů pro vyjmenovaná biopaliva ovšem nemusí odrážet místně specifické regionální odlišnosti zahrnující klimatické podmínky, půdní podmínky, technologickou a technickou vyspělost producentů zemědělských plodin, případně další specifické odlišnosti v zemědělské výrobě, jako je např. zastoupení chovů hospodářských zvířat v daném regionu a s tím souvisejícím využití statkových a organických hnojiv pro hnojení pěstovaných plodin.

Dle článku 19 bodu 2. původní směrnice RED musely členské státy předložit Komisi zprávu obsahující seznam těch oblastí v klasifikaci dle územních statistických jednotek (dále jen „NUTS 2“), u kterých lze očekávat, že typické emise skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin budou nižší nebo stejné jako emise vykazované v položce „Rozložené standardní hodnoty pro pěstování“ v příloze V části D směrnice, spolu s popisem metody a údajů použitých ke stanovení tohoto seznamu. Tato metoda zohledňuje vlastnosti půdy, klima a předpokládané výnosy surovin.

První výpočty hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování vybraných zemědělských surovin (uhlíková stopa pěstovaných plodin) v rozdělení dle NUTS 2 byly pro ČR zpracovány již v roce 2010 s následnou částečnou aktualizací v roce 2017. Současná aktualizace hodnot z roku 2023 obsahuje hodnoty nejen v rozdělení dle NUTS 2, ale zcela nově i rozdělení dle NUTS 3 (krajské členění) z důvodu co nejpřesnějšího započtení místně příslušných klimatických a půdních odlišností jednotlivých krajů. Možnost výpočtů typických emisí skleníkových plynů z pěstování vybraných zemědělských surovin v nižším regionálním členění dle NUTS 3 je zakotvena v článku 31, bodu 2. směrnice RED II ve znění „Členské státy mohou Komisi předložit zprávy obsahující informace o typických emisích skleníkových plynů z pěstování zemědělských surovin u těch oblastí na jejich území, které spadají do úrovně 2 klasifikace územních statistických jednotek (dále jen „NUTS“) nebo do nižší úrovně NUTS v souladu s nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1059/2003. K těmto zprávám se připojí popis metod a zdrojů dat použitých k výpočtu úrovně emisí. Tato metoda zohlední vlastnosti půdy, klima a předpokládané výnosy surovin.

2. Popis novosti map typických výrobních emisí pro určení uhlíkové stopy pěstovaných plodin

Soubor map charakterizujících rozdíly typických výrobních emisí pro určení uhlíkové stopy vybraných pěstovaných plodin mezi jednotlivými územními celky v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 doposud nikdy nebyly k dispozici. V geografickém členění znázorněné rozdíly v produkci emisí skleníkových plynů u vybraných plodin zcela jasně odrážejí odlišnosti jednotlivých regionů při pěstování stejné plodiny. Odlišnosti jednotlivých regionů jsou způsobeny jinými půdními a klimatickými charakteristikami, jinými způsoby pěstování plodin, jinými dávkami použitých hnojiv, jinými dávkami při použití prostředků na ochranu rostlin atd. Zobrazené odlišnosti jednotlivých regionů rovněž indikují tržní uplatnitelnost pěstované plodiny na trhu, kdy plodiny pěstované v regionu s vyššími emisemi skleníkových plynů nemusí být tolik atraktivní, jako stejné plodiny z jiných regionů, u nichž byly výnosy dosaženy s nižšími emisemi.

Celkem je předkládáno 14 základních mapových souborů:

1) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
2) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
3) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
4) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
5) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
6) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
7) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2
8) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3

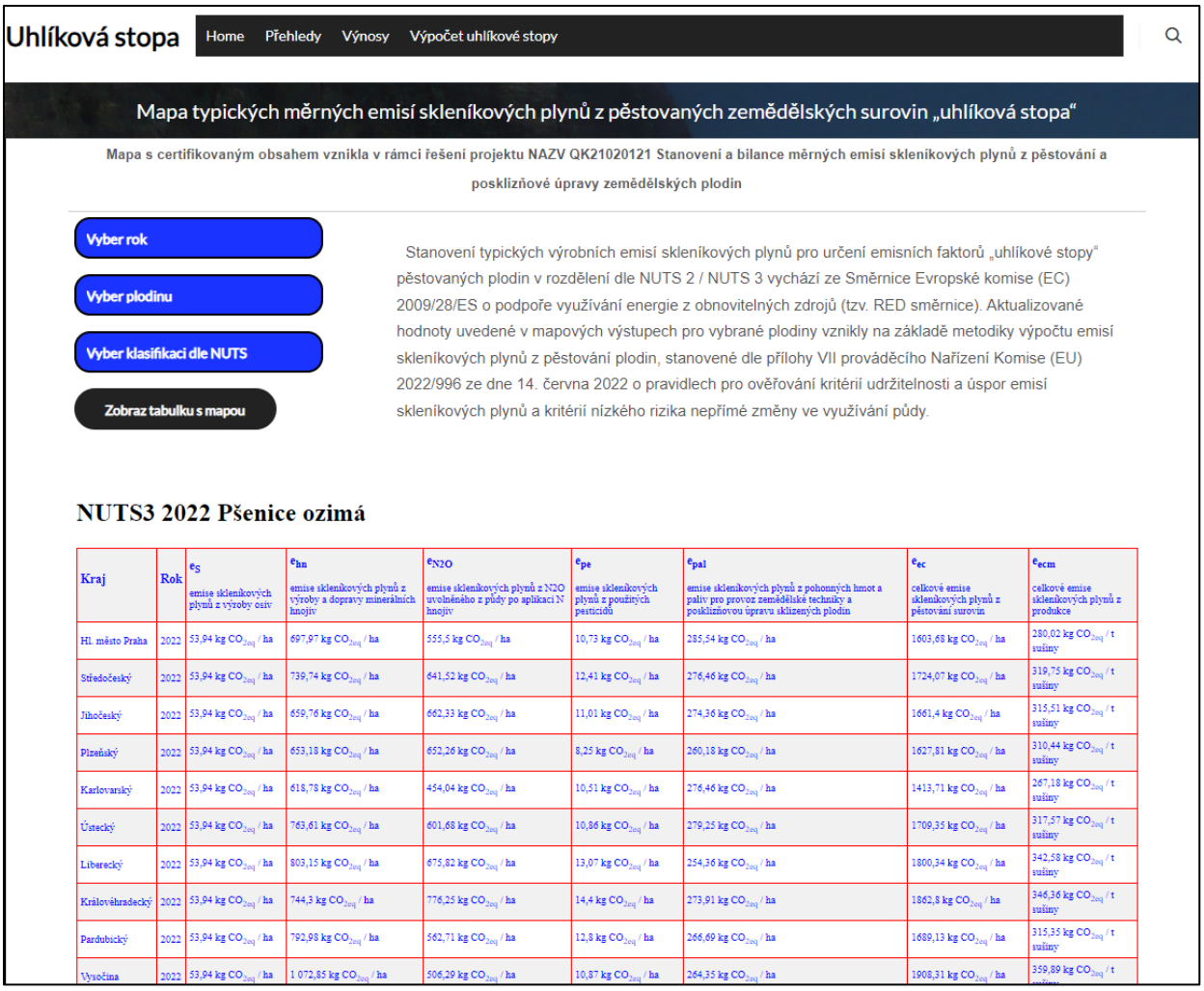
9) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3
10) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3
11) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3
12) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3
13) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3
14) Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3

3. Informace o rozsahu využití map

Soubor map je zpracován do interaktivní podoby webové stránky viz obr. 1 tak, aby sloužil široké škále uživatelů. Na webových stránkách https://uhlik.vuzv.cz/ jsou mapy volně dostupné veřejnosti a rozsah jejich využití je z tohoto pohledu zcela neomezený. Kromě výše uvedených 14 základních mapových souborů lze výběrem příslušných kritérií (výběr roku, výběr plodiny a výběr dle klasifikace NUTS) získat i hodnoty typických emisí skleníkových plynů z pěstování vybraných zemědělských surovin v rozdělení dle NUTS 2 a NUTS 3 v grafickém vyjádření i po jednotlivých letech od roku 2018–2022 (každoročně bude prováděna aktualizace hodnot). Toto následné členění umožnuje provádět meziroční srovnání hodnot vybraného regionu.

Výpočty hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování plodin vyjádřené v barevné grafické podobě mají za cíl poskytnout informace o rozdílech v produkci emisí skleníkových plynů produkovaných při pěstování stejné plodiny v jednotlivých regionech ČR. Ke grafickým výstupům jsou k dispozici i podkladové, podrobnější tabelární výstupy výpočtů dílčích emisí skleníkových plynů pěstovaných plodin. Mapové podklady založené na výpočtech emisí skleníkových plynů dle dostupných normativních hodnot mají za cíl stimulovat zemědělské subjekty k využití tzv. uhlíkové kalkulačky dostupné na webových stránkách VÚZT http://vuzt.cesnet.cz/vuzt0/vuzt/kalk.php a provést porovnání těchto hodnot s hodnotami založenými na reálných podkladech zemědělského podniku hospodařícího v daném regionu. Stanovení skutečných vlastních hodnot bude následně využitelné v certifikačním procesu výroby biopaliv jako hodnota emisí skleníkových plynů vstupní suroviny. Tento postup může u zemědělského subjektu vést i k případné změně dlouhodobě zavedené pěstitelské praxe, vedoucí k následnému snižování emisně náročných vstupů a tím ke snižování měrné emise skleníkových plynů produkovaných plodin a k vyšší konkurenceschopnosti a uplatnitelnosti pěstovaných zemědělských plodin na trhu.

Výpočty hodnot typických emisí skleníkových plynů z pěstování plodin zpracované do mapových souborů v elektronické podobě umožňují rychlou aktualizaci hodnot na základě nově zjištěných skutečností.



Kraj	Rok	e_S emise skleníkových plynů z výroby osiv	e_{hn} emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv	e_{N2O} emise skleníkových plynů z N2O uvolněného z půdy po aplikaci N hnojiv	e_{pe} emise skleníkových plynů z použitých pesticidů	e_{pal} emise skleníkových plynů z pohonných hmot a paliv pro provoz zemědělské techniky a posklizňovou úpravu sklizených plodin	e_{ec} celkové emise skleníkových plynů z pěstování surovin	e_{ecm} celkové emise skleníkových plynů z produkce
Hl. město Praha	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	697,97 kg CO_{2eq} / ha	555,5 kg CO_{2eq} / ha	10,73 kg CO_{2eq} / ha	285,54 kg CO_{2eq} / ha	1603,68 kg CO_{2eq} / ha	280,02 kg CO_{2eq} / t sušiny
Středočeský	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	739,74 kg CO_{2eq} / ha	641,52 kg CO_{2eq} / ha	12,41 kg CO_{2eq} / ha	276,46 kg CO_{2eq} / ha	1724,07 kg CO_{2eq} / ha	319,75 kg CO_{2eq} / t sušiny
Jihočeský	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	659,76 kg CO_{2eq} / ha	662,33 kg CO_{2eq} / ha	11,01 kg CO_{2eq} / ha	274,36 kg CO_{2eq} / ha	1661,4 kg CO_{2eq} / ha	315,51 kg CO_{2eq} / t sušiny
Plzeňský	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	653,18 kg CO_{2eq} / ha	652,26 kg CO_{2eq} / ha	8,25 kg CO_{2eq} / ha	260,18 kg CO_{2eq} / ha	1627,81 kg CO_{2eq} / ha	310,44 kg CO_{2eq} / t sušiny
Karlovarský	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	618,78 kg CO_{2eq} / ha	454,04 kg CO_{2eq} / ha	10,51 kg CO_{2eq} / ha	276,46 kg CO_{2eq} / ha	1413,71 kg CO_{2eq} / ha	267,18 kg CO_{2eq} / t sušiny
Ústecký	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	763,61 kg CO_{2eq} / ha	601,68 kg CO_{2eq} / ha	10,86 kg CO_{2eq} / ha	279,25 kg CO_{2eq} / ha	1709,35 kg CO_{2eq} / ha	317,57 kg CO_{2eq} / t sušiny
Liberecký	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	803,15 kg CO_{2eq} / ha	675,82 kg CO_{2eq} / ha	13,07 kg CO_{2eq} / ha	254,36 kg CO_{2eq} / ha	1800,34 kg CO_{2eq} / ha	342,58 kg CO_{2eq} / t sušiny
Královéhradecký	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	744,3 kg CO_{2eq} / ha	776,25 kg CO_{2eq} / ha	14,4 kg CO_{2eq} / ha	273,91 kg CO_{2eq} / ha	1862,8 kg CO_{2eq} / ha	346,36 kg CO_{2eq} / t sušiny
Pardubický	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	792,98 kg CO_{2eq} / ha	562,71 kg CO_{2eq} / ha	12,8 kg CO_{2eq} / ha	266,69 kg CO_{2eq} / ha	1689,13 kg CO_{2eq} / ha	315,35 kg CO_{2eq} / t sušiny
Vysočina	2022	53,94 kg CO_{2eq} / ha	1 072,85 kg CO_{2eq} / ha	506,29 kg CO_{2eq} / ha	10,87 kg CO_{2eq} / ha	264,35 kg CO_{2eq} / ha	1908,31 kg CO_{2eq} / ha	359,89 kg CO_{2eq} / t sušiny

Obr. 1 Úvodní webová stránka pro výběr mapových podkladů s hodnotami typických měrných emisí skleníkových plynů z pěstování vybraných plodin

4. Informace o přínosech mapových výstupů pro jejich uživatele

Obecně lze říct, že uživateli aktualizovaných hodnot emisí skleníkových plynů pocházejících z produkce pěstovaných plodin mohou být všechny subjekty účastnící se výrobního řetězce produkce biopaliv, které musejí v rámci mezinárodních certifikačních procesů dokládat tzv. udržitelnost vyráběných biopaliv. Primárně se jedná o podniky produkující bioetanol, tzn. cukrovary, podniky zpracovávající řepné semeno na metylester řepkového oleje (MEŘO) a v budoucnu i bioplynové stanice při produkci tzv. zeleného bioplynu. Pro tyto subjekty jsou aktualizované hodnoty uvedené v mapových souborech vhodnou alternativou ke standardizovaným hodnotám pro pěstování plodin, uvedených v příloze V směrnice, neboť i po aktualizaci původních hodnot z roku 2010 a 2017 jsou nové hodnoty stále nižší než hodnoty standardizované.

V rámci celoevropského úsilí při snižování produkce emisí skleníkových plynů jsou výrobci biopaliv dále nuceni snižovat i emise skleníkových plynů na vstupech do výroby, tzn. na vstupních surovinách. Tím se přenáší nutnost snižovat emise skleníkových plynů již i na producenty surovin, tzn. zemědělské subjekty. Zemědělský subjekt produkující např. řepné semeno v určitém regionu má možnost prostřednictvím mapových souborů porovnat tzv. typické výrobní emise skleníkových plynů související

s pěstováním řepky ozimé s emisemi skleníkových plynů produkovaných při pěstování řepky ozimé v konkrétních podmínkách svého zemědělského podniku za využití přesných znalostí o použité zemědělské technice, přesném sledu využitých zemědělských operací, dávkování příslušných statkových, organických a minerálních hnojiv, znalostí o dávkách, četnosti a typu použitých přípravků na ochranu rostlin, přesných výnosech plodin atd.

5. Vlastní popis mapových výstupů

Pro hodnocení udržitelnosti biopaliv je nezbytné provést výpočet emisí skleníkových plynů u pěstovaných plodin použitých pro produkci biopaliv. Hodnoty uvedené v mapových výstupech vznikly na základě metodiky výpočtu emisí skleníkových plynů z pěstování plodin, stanovené dle přílohy VII prováděcího Nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy. Metodika pro stanovení emisí z pěstování zemědělských plodin je v příloze VII uvedena pod bodem 1.1. a zahrnuje emise skleníkových plynů z použitých paliv pro pohon zemědělské techniky, emise z produkce osiva použitého pro pěstování plodin, emise z výroby a použití hnojiv a pesticidů, emise z okyselování hnojiv a vápnění a emisí skleníkových plynů uvolněných z půdy při pěstování plodin. Pro výpočet skutečné hodnoty emisí skleníkových plynů původem z pěstování a sklizně biomasy je určen výpočet podle následujícího základního vzorce:

$$e_{ecm} = \frac{(e_s + e_{hn} + e_{pe} + e_{pal} + e_{N2O})}{m_{sur}} \qquad \text{(kg } CO_{2eq}\text{/t)}$$

kde:

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

Grafické vyjádření výrobních emisí z pěstování plodin v mapových souborech zobrazuje hodnoty e_{ecm} – celkové emise skleníkových plynů z pěstování plodin vyjádřené v kg CO_{2eq} / t sušiny produkce. Mapové soubory jsou doplněny i tabelárními hodnotami, které vyjadřují dílčí emise skleníkových plynů přímo související s pěstováním plodin, jako jsou e_s - emise skleníkových plynů z výroby osiv, e_{hn} - emise skleníkových plynů z výroby a dopravy minerálních hnojiv, e_{N2O} - emise skleníkových plynů z N_2O uvolněného z půdy po aplikaci N hnojiv, e_{pe} - emise skleníkových plynů z použitých pesticidů, e_{pal} - emise skleníkových plynů z pohonných hmot a paliv pro provoz zemědělské techniky a posklizňovou úpravu sklizených plodin a e_{ec} - celkové emise skleníkových plynů z pěstování surovin vyjádřené kg CO_{2eq} / ha produkce.

5.1. Emise skleníkových plynů z výroby osiv e_s

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

$$e_s = m_s \times ef_s \qquad \text{(kg } CO_{2eq}\text{/ha/rok)}$$

kde:

m_s = množství osiva aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [kg/ha/rok],

ef_s = emisní faktor produkce osiv [kg CO_{2eq}/kg].

5.2. Emise skleníkových plynů z výroby a dopravy hnojiv do zemědělského podniku e_{hn}

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

$$e_{hn} = \sum m_{hn_i} \times ef_{hn_i} \qquad \text{(kg } CO_{2eq}\text{/ ha/rok)}$$

kde:

m_{hn} = množství i-tého hnojiva vyjádřeného v čistých živinách, aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [kg/ha/rok],

ef_{hn} = emisní faktor z produkce a dopravy i-tého hnojiva [kg CO_{2eq}/kg živin].

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

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

$$e_{pe} = \sum m_{pe_i} \times ef_{pe_i} \qquad \text{(kg } CO_{2eq}\text{/ ha/rok)}$$

kde:

m_{pe} = množství i-tého pesticidu bez rozlišení např. na herbicid, fungicid, insekticid atd., aplikovaného na jeden hektar zemědělské půdy za rok [kg/ha/rok],

ef_{pe} = emisní faktor z produkce i-tého pesticidu [kg CO_{2eq}/kg živin].

5.4. Emise skleníkových plynů z pohonných hmot použitých pro provoz zemědělských strojů a z paliv použitých na posklizňovou úpravu zemědělských e_{pal}

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

$$e_{pal} = \sum s_{pal_i} \times ef_{pal_i} \qquad \text{(kg } CO_{2eq}\text{/ ha/rok)}$$

kde:

s_{pal} = celkové roční množství i-té spotřebované pohonné hmoty (nejčastěji motorové nafty) na obhospodaření jednoho hektaru zemědělské půdy [l/ ha/rok];

ef_{pal} = emisní faktor ze spotřeby i-té pohonné hmoty (nejčastěji motorové nafty) [kg CO_{2eq}/l].

5.5. Emise N_2O uvolněné z půdy e_{N2O}

Výpočet emisí N_2O uvolněných z obhospodařované půdy se provádí podle metodiky IPCC. Pro výpočet emisí N_2O z pěstování plodin se použijí rozčleněné emisní faktory specifické pro jednotlivé plodiny pro různé environmentální podmínky, odpovídající úrovni TIER 2 metodiky IPCC. Jsou zohledněny specifické emisní faktory pro různé environmentální podmínky, půdní podmínky a různé plodiny. V souladu s pokyny IPCC se zohledňují přímé i nepřímé emise N_2O.

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

kde:

$N_2O_{přímé} - N = [(F_{SN} + F_{ON}) \bullet EF_{1ij}] + [F_{CR} \bullet EF_1]$

$N_2O_{nepřímé} - N = [((F_{SN} \bullet F_{racGASF}) + (F_{ON} \bullet E_{racGASM}) \bullet EF_4] + [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) \bullet F_{racLeach-(H)} \bullet EF_5]$

5.6. Výpočet přímých emisí N_2O z aplikace minerálních a organických hnojiv

Výpočet přímých emisí N_2O z aplikace minerálních a organických hnojiv byl proveden dle metodiky IPCC (Tier 2) pomocí doporučeného S&B modelu. Přímé emise jsou počítány dle následujícího vzorce:

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

Po uplatnění všech parametrů je výpočetní vzorec upraven do následující podoby:

$N_2O_{(dir,F)} = \exp(c + 0{,}0038 * (F_{SN} + F_{ON}) + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl}) - \exp(c + ev_{soc} + ev_{ph} + ev_{tex} + ev_{clim} + ev_{veg} + ev_{expl})$ (kg N_2O-N ha^{-1})

kde:

c = konstantní hodnota -1,516 viz. tab. 2 přílohy prováděcího Nařízení Komise (EU) 2022/996 (-)
F_{sn} = roční dávka minerálních hnojiv použitých k příslušné plodině (kg N ha^{-1})
F_{on} = roční dávka statkových a organických hnojiv použitých k příslušné plodině (kg N ha^{-1})
ev_{soc} = hodnota účinku pro parametr obsahu organického uhlíku v půdě viz. tab. 2 přílohy (-)
ev_{pH} = hodnota účinku pro parametr pH půdy viz. tab. 2 přílohy (-)
ev_{tex} = hodnota účinku pro parametr textura půdy viz. tab. 2 přílohy (-)
ev_{clim} = hodnota účinku pro parametr klima viz. tab. 2 přílohy (-)
ev_{veg} = hodnota účinku pro parametr typ vegetace viz. tab. 2 přílohy (-)
ev_{expl} = hodnota účinku pro parametr délka experimentu viz. tab. 2 přílohy (-)

5.7. Výpočet přímých emisí N_2O z posklizňových zbytků

Pro výpočet přímých emisí N_2O z posklizňových zbytků (nadzemní a podzemní části rostlin) pěstované plodiny, např. pšenice ozimé je nutné znát výnosy a sklizňové plochy, na kterých byla plodina pěstována, hodnoty obsahu dusíku v podzemní a nadzemní části rostlin. Pro výpočet obsahu dusíku v posklizňových zbytcích po pěstování pšenice ozimé se dle doporučení přílohy 1 Nařízení použije vzorec č. 11.7a Vol 4, kap. 11, str.11.15, metodiky IPCC v následujícím znění:

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

Pro výpočet přímých emisí v jednotkách kg N_2O-N ha^{-1} a při započtení korekce vlhkosti sklízených plodin (vzorec 11.7) je výpočtový vzorec v následujícím znění:

$$N_2O_{(dir,CR)} = F_{CR} * EF_1 = ((1 - Area_{burnt} * Cf) * AG_{DM} * N_{AG} * (1 - Frac_{Remove}) + (AG_{DM} + Yield * DRY) * R_{BG\text{-}BIO} * N_{BG}) * EF_1 \quad (kg\ N_2O\text{-}N\ ha^{-1})$$

kde:

F_{CR} = roční množství dusíku v posklizňových zbytcích (kg N a^{-1})

$Area_{burnt}$ = plocha ročně vypalovaných posklizňových zbytků dané plodiny (ha a^{-1})

Cf = spalovací faktor (-)

Yield = výnos plodiny při sklizňové vlhkosti (kg čerstvě sklizené plodiny) ha^{-1}))

DRY = podíl sušiny ve sklizené plodině (kg sušiny (kg čerstvě sklizené plodiny)$^{-1}$)

Slope = sklon křivky spojující $AG_{DM(T)}$ s výnosy plodin (-)

Intercept = hodnota $AG_{DM(T)}$ při výnosu plodiny (-)

AG_{DM} = poměr sušiny nadzemních zbytků ke sklizňovému výnosu plodiny ((kg sušiny (kg sušiny)$^{-1}$)

N_{AG} = obsah dusíku v nadzemní části rostlin (kg N (kg sušiny) $^{-1}$)

$Frac_{Remove}$ = podíl nadzemních zbytků, každoročně odvážených z pole pro následné využití jako krmivo, podestýlka apod. (kg N (kg crop-N)$^{-1}$)

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

N_{BG} = obsah dusíku v pozemních částech rostlin (kg N (kg sušiny)$^{-1}$

EF_1 = emisní faktor charakterizující produkci N_2O jako důsledek nárůstu obsahu dusíku po aplikaci minerálních a organických hnojiv, dusíku pocházejícího z rostlinných zbytků a mineralizovaného dusíku v minerálních půdách v důsledku ztráty půdního uhlíku [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]

5.8. Výpočet nepřímých emisí N_2O z vyplavování a odtoku po aplikaci minerálních a organických hnojiv a z posklizňových zbytků

Výpočet nepřímých emisí vyplavováním a odtokem po aplikaci minerálních a organických hnojiv se vypočítává v oblastech, kde lze předpokládat, že k tomuto ději dochází. Dle definice z IPPC metodiky (Refinement 2019) se jedná pouze o oblasti s vlhkým klimatem. Pro oblasti se suchým klima se s těmito emisemi nepočítá. Dle definice v IPPC 2019 (str.11.27) vlhké klima se vyskytuje v mírných a boreálních pásmech, kde poměr ročních srážek: potenciální evapotranspirace > 1, a tropické zóny, kde roční srážky > 1000 mm. Suché klima se vyskytuje v mírných a boreálních pásmech, kde je poměr ročních srážek k

potenciální evapotranspiraci < 1, a tropických pásmech kde roční srážky < 1000 mm. Bližší informace o oblastech, ve kterých k těmto jevům může docházet nejsou k dispozici a nelze tuto skutečnost vyloučit.

Nepřímé emise N_2O vyplavováním a odtokem po aplikaci minerálních a organických hnojiv se počítají dle následujícího vzorce:

$$N_2O_{(L,F)} = (F_{SN} + F_{ON} + F_{CR}) * Frac_{Leach-(H)} * EF_5$$

kde:

F_{sn} = roční dávka minerálních hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny [kg N ha^{-1}]
F_{so} = roční dávka statkových a organických hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny [kg N ha^{-1}]
F_{CR} = množství dusíku obsaženého v posklizňových zbytcích [kg N ha^{-1}]
$Frac_{Leach-(H)}$ = podíl mineralizovaného dusíku nebo dusíku aplikovaného do půdy v oblastech, kde může docházet k vyplavování nebo odtoku [kg N (kg dodaného N)$^{-1}$]
EF_5 = emisní faktor charakterizující produkci N_2O jako důsledek nárůstu obsahu dusíku po aplikaci minerálních a organických hnojiv, dusíku pocházejícího z rostlinných zbytků a mineralizovaného dusíku v minerálních půdách v důsledku ztráty půdního uhlíku [kg N_2O–N (kg N)$^{-1}$]

5.9. Výpočet nepřímých emisí N_2O z atmosférické depozice

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

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

kde:

F_{sn} = roční dávka minerálních hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny [kg N a^{-1}]
F_{so} = roční dávka statkových a organických hnojiv použitých k hnojení příslušné plodiny [kg N a^{-1}]
$Frac_{GASM}$ = podíl dusíku obsaženého v minerálních hnojivech volatilizovaný do ovzduší v podobě NH_3 nebo NO_x [kg N (kg dodaného N)$^{-1}$]
$Frac_{GASF}$ = podíl dusíku obsaženého v organických hnojivech volatilizovaný do ovzduší v podobě NH_3 nebo NO_x [kg N (kg dodaného N)$^{-1}$]
EF4 = emisní faktor charakterizující produkci N_2O z atmosférické depozice dusíku na povrch půdy a vodní plochu [kg N_2O–N (kg volatilizovaného NH3+NOx)$^{-1}$]

5.10. Stanovení množství suroviny sklizené z hektaru zemědělské půdy

Stanovení množství sklizené suroviny, resp. výnosů vybraných plodin je velmi důležitou hodnotou při výpočtu emisí skleníkových plynů z pěstování plodin. Čím vyšších výnosů je dosaženo, tím se produkované emise skleníkových plynů na jednotku produkce plodiny snižují. Stanovení výnosů pro regiony NUTS 2 a NUTS 3 bylo provedeno na základě dat, zveřejněných ČSÚ pro roky 2018–2022. V příloze 8 v tab. 1 jsou uvedeny výnosy vybraných plodin v rozdělení dle NUTS 2.

6. Závěr

Soubor mapových podkladů zobrazující typické měrné výrobní emise z pěstování vybraných plodin v rozdělení dle NUTS 2 je v současné době důležitým nástrojem v procesu certifikace biopaliv, jako klíčový podklad k prokázání jejich udržitelnosti. Pro zemědělské podniky, jako dodavatele surovin pro následnou výrobu biopaliv se jedná o nástroj, který sice úplně nemusí odrážet místně specifické charakteristiky daného podniku při pěstování vybrané suroviny, ale na druhou stranu předchází administrativní zátěži při prokazování emisní stopy spojené s produkcí plodiny, včetně úspory nákladů na certifikaci produkce v rámci výrobního řetězce produkce biopaliv.

Mapové podklady poskytují nejen možnost mezikrajského porovnání produkce emisi skleníkových plynů při produkci vybraných plodin, ale mohou sloužit i pro porovnání v mezinárodním měřítku, s možností analýzy příčin vyšší produkce emisí při pěstování plodin v jednotlivých regionech Evropské unie.

7. Seznam odborných podkladů předcházejících tvorbě map

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

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

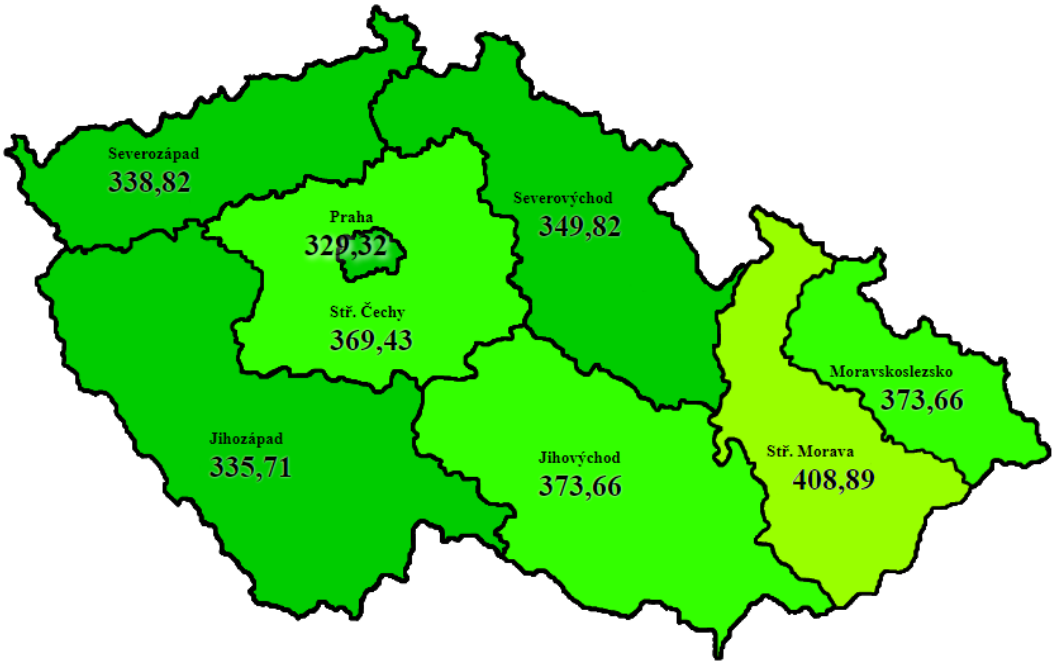
JEVIČ, P., JUREČKA, L., ŠEDIVÁ. Z. (2018). Vzorové výpočty emisí skleníkových plynů vstupních biosurovin, biopaliv a biokapalin z nich vyrobených a možnosti jejich úspor. Certifikovaná metodika, 68 s., ISBN 978-80-7569-003-6.

DĚDINA, M., JEVIČ, P., ABRHAM, Z., ČERMÁK, P., KLÍR, J., WOLLNEROVÁ, J., BERANOVÁ, J. (2023) Výpočet typických měrných 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.

8. Přílohy

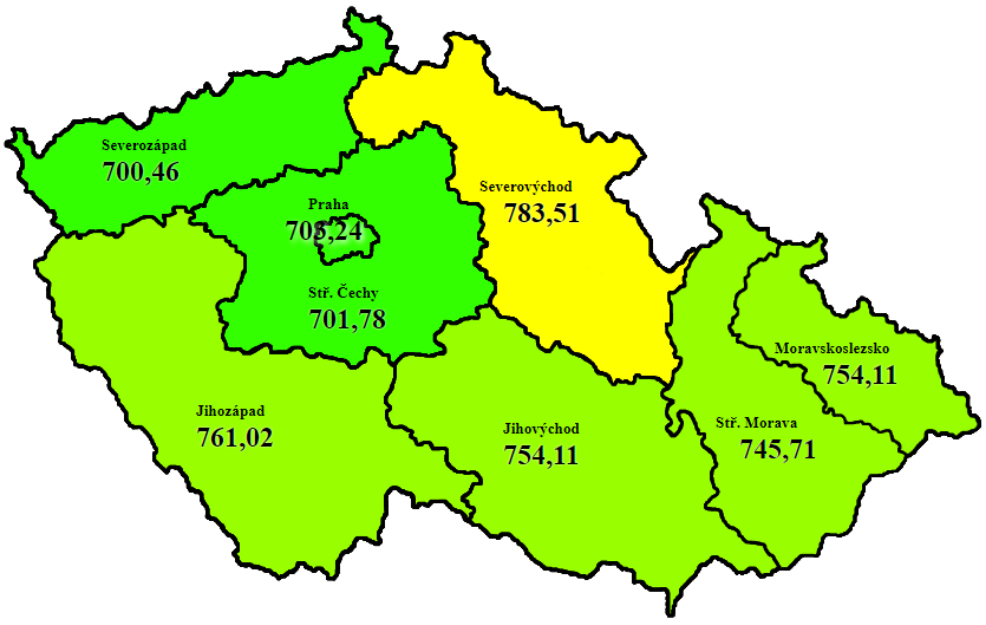
8.1. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



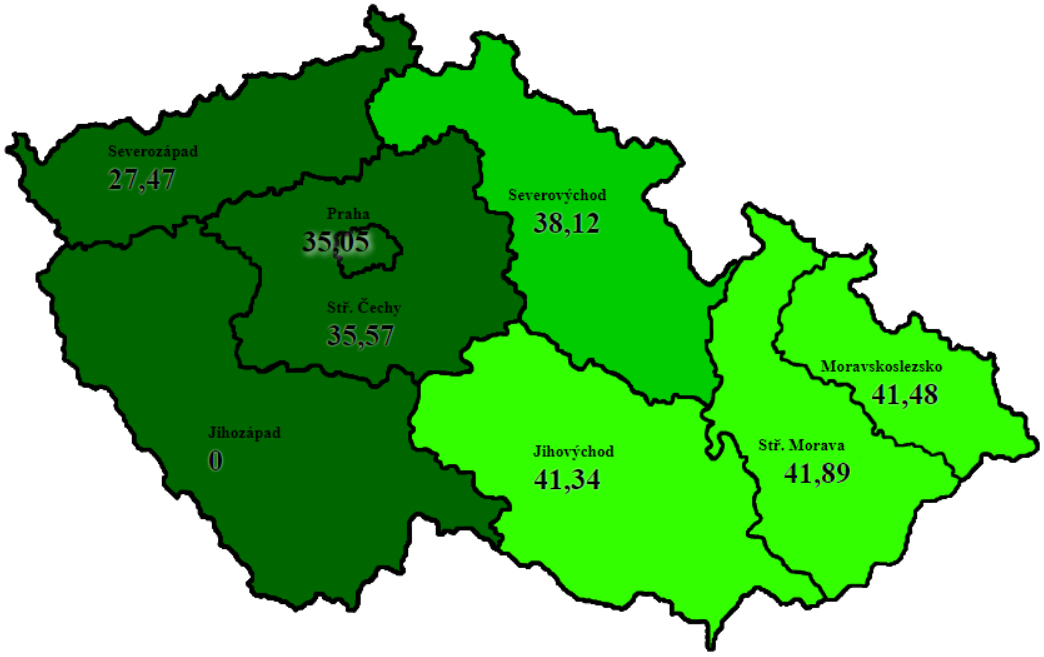
8.2. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



8.3. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t produktu

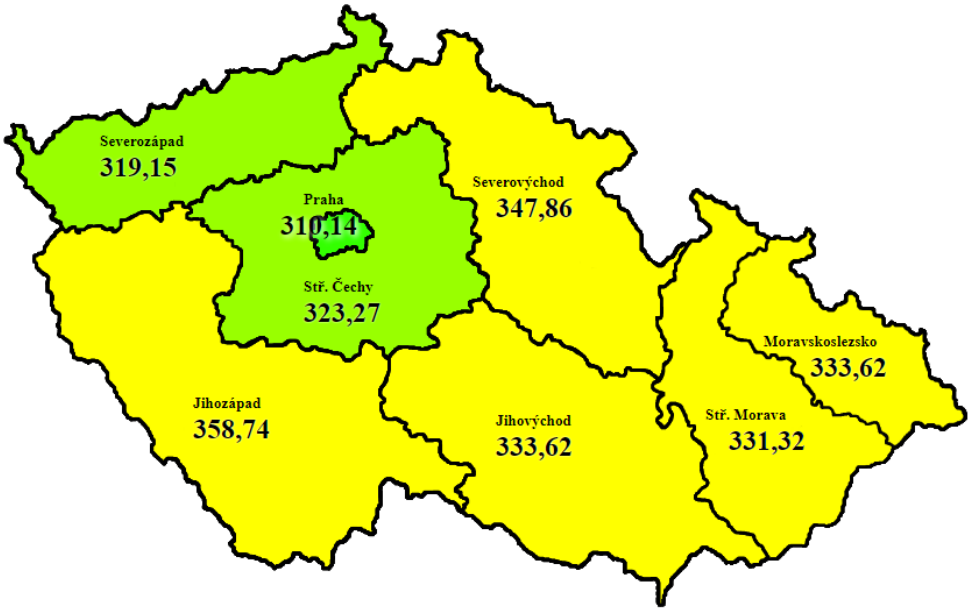


8.4. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu

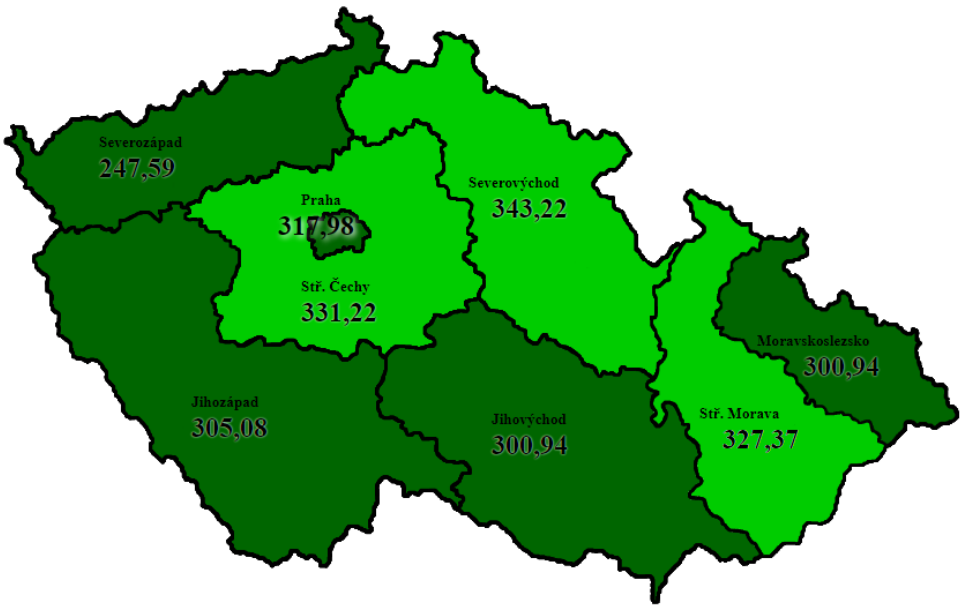
8.5. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



8.6. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu

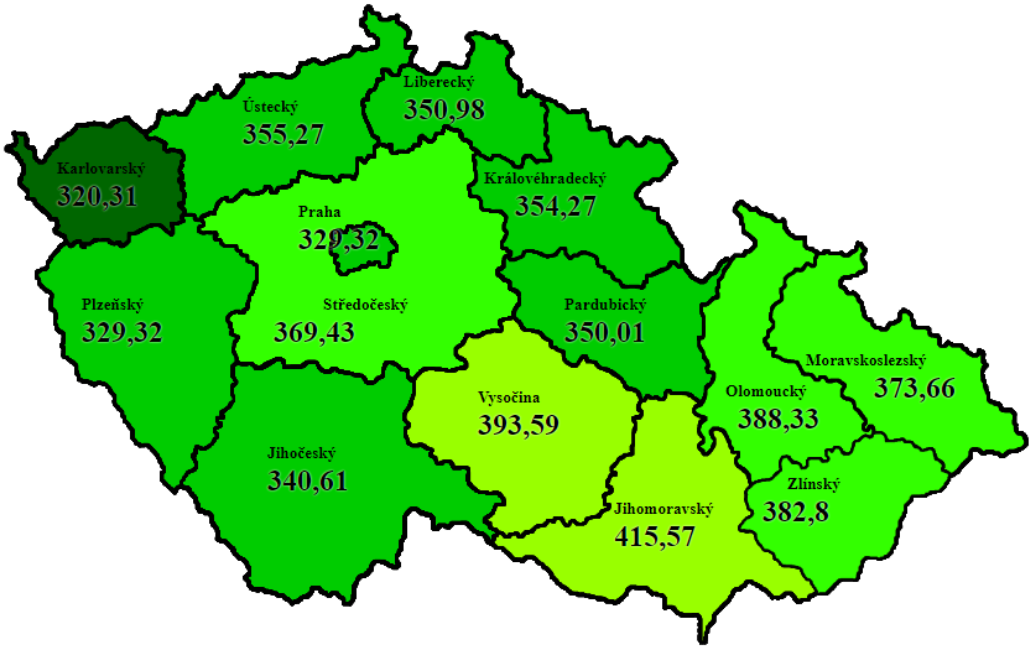


8.7. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 2 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu

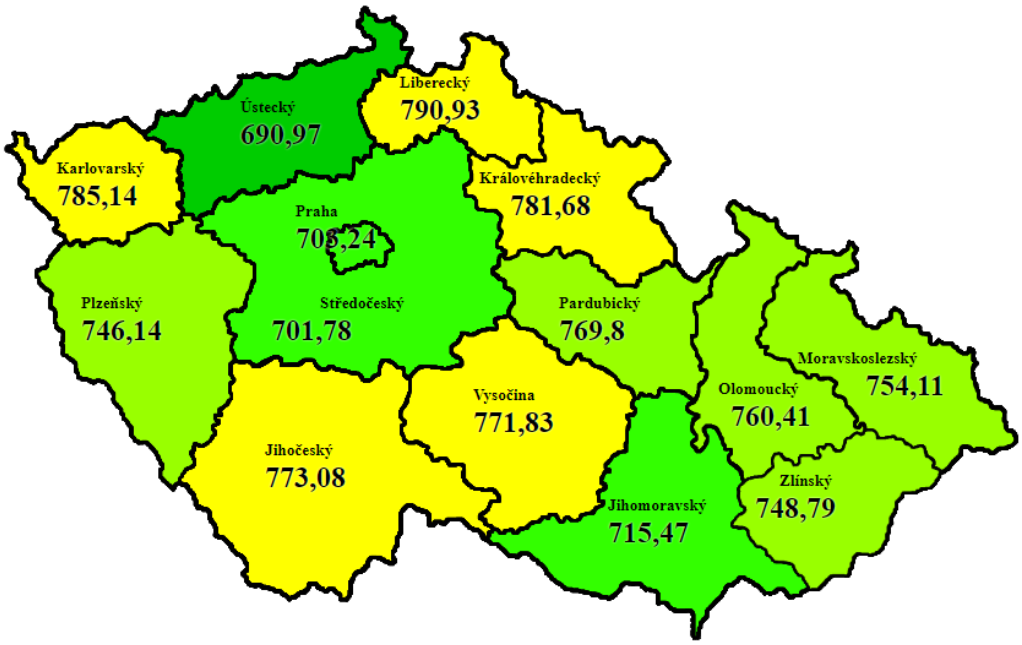
8.8. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování pšenice ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



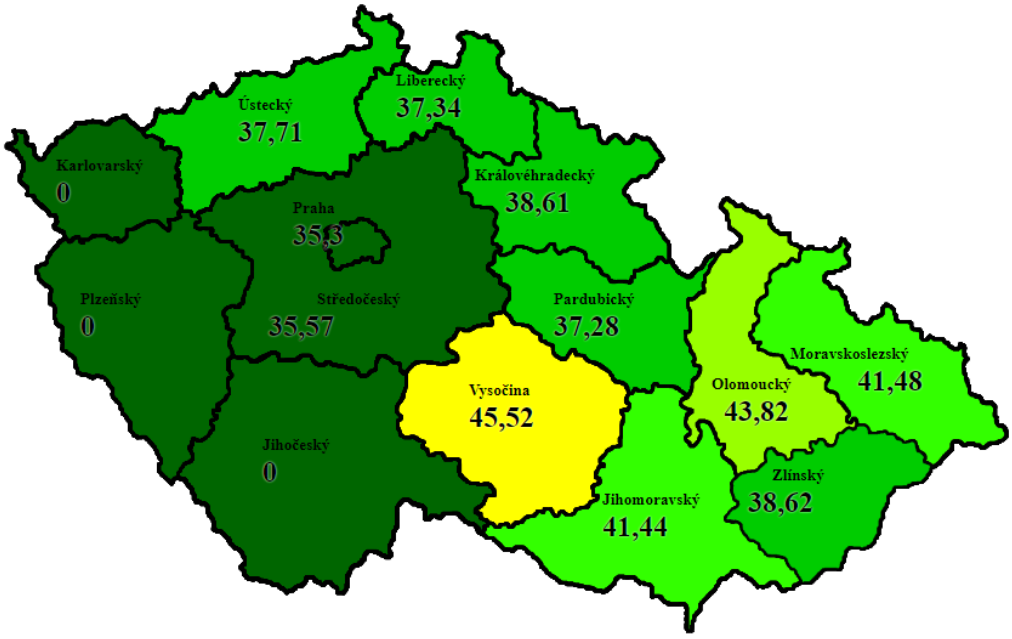
8.9. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování řepky ozimé v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



8.10. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování cukrové řepy v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t produktu

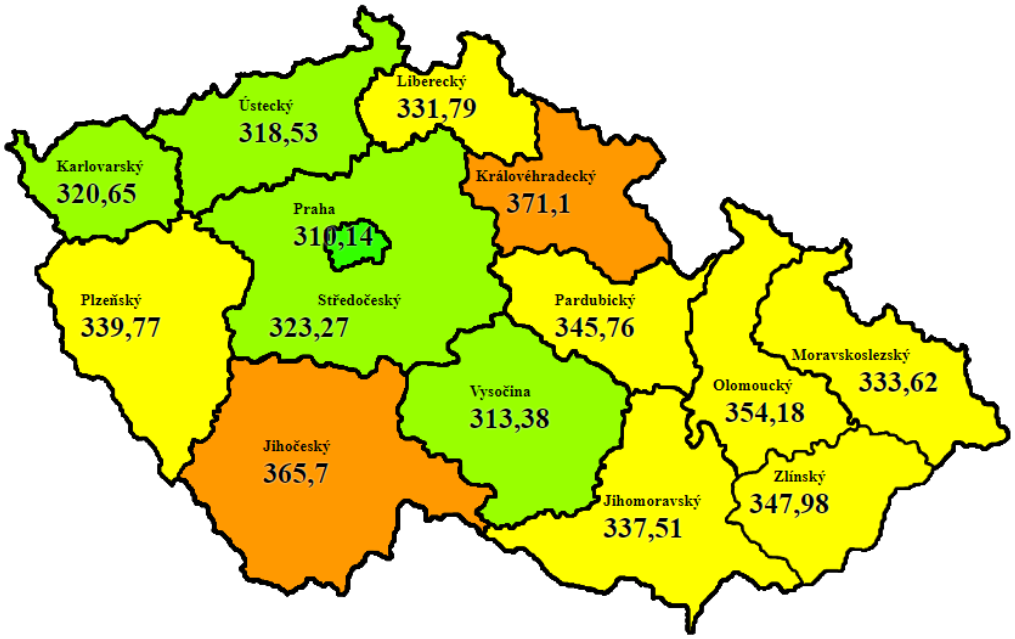


8.11. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na siláž v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu

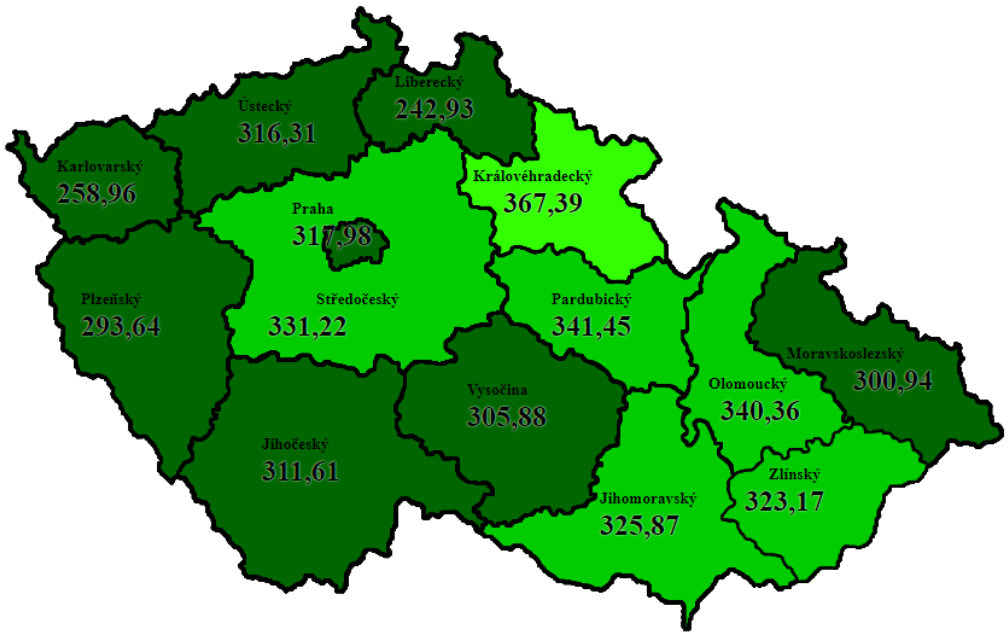
8.12. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování kukuřice na zrno v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



8.13. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene jarního v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produkce)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu



8.14. Soubor typických měrných výrobních emisí z pěstování ječmene ozimého v pětiletém průměru v rozdělení dle NUTS 3 (kg CO_{2eq} / t sušiny produktu)

Hodnoty obsažené v mapách jsou v kgCO_{2eq} / t sušiny produktu

8.15. Výnosy vybraných plodin v rozdělení dle NUTS 2

Tab. 1 Výnosy vybraných plodin v rozdělení dle NUTS 2 (zdroj ČSÚ).

Územní celky (NUTS 2)	Rok	Pšenice ozimá	Řepka ozimá	Cukrová řepa	Kukuřice na zrno	Kukuřice na siláž	Ječmen jarní	Ječmen ozimý
		Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos	Výnos
		t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha	t/ha
Hl. město Praha	2018	5,76	3,48	58,40	6,39	32,25	5,07	5,70
	2019	6,07	3,14	62,68	9,12	40,99	5,32	6,52
	2020	6,37	3,36	62,55	10,21	45,74	5,38	6,30
	2021	7,03	3,21	68,92	10,24	44,23	5,81	6,43
	2022	6,66	3,63	70,56	9,32	38,89	5,65	6,76
	za 5 let	**6,38**	**3,36**	**64,62**	**9,06**	**40,42**	**5,45**	**6,35**
Střední Čechy	2018	5,54	3,42	57,25	6,18	29,82	4,94	4,99
	2019	5,89	3,06	61,88	8,67	35,57	5,17	6,07
	2020	6,21	3,36	61,68	9,69	39,35	5,15	6,12
	2021	6,61	3,04	67,82	9,66	39,43	5,27	5,93
	2022	6,27	3,42	69,87	8,68	36,06	5,34	6,18
	za 5 let	**6,11**	**3,26**	**63,70**	**8,58**	**36,05**	**5,17**	**5,86**
Jihozápad	2018	5,58	3,50	0,00	6,09	29,49	5,01	4,89
	2019	5,86	3,07	0,00	7,20	34,79	4,96	5,94
	2020	6,28	3,50	0,00	8,57	37,99	5,09	6,02
	2021	6,25	2,96	0,00	8,32	37,78	4,60	5,70
	2022	6,11	3,36	0,00	7,93	35,83	5,22	5,99
	za 5 let	**6,02**	**3,28**	**0,00**	**7,62**	**35,18**	**4,97**	**5,71**
Severozápad	2018	5,51	3,38	56,96	6,24	30,01	4,89	5,19
	2019	5,88	3,02	61,81	8,72	35,05	5,12	6,27
	2020	6,18	3,32	61,41	9,65	39,26	5,09	6,21
	2021	6,60	3,02	67,72	9,74	39,28	5,25	6,11
	2022	6,24	3,38	69,79	8,58	35,76	5,29	6,43
	za 5 let	**6,08**	**3,23**	**63,54**	**8,58**	**35,87**	**5,13**	**6,04**
Severovýchod	2018	5,54	3,41	57,76	6,04	30,15	4,97	5,15
	2019	5,88	3,04	62,24	8,22	35,36	5,07	6,20
	2020	6,20	3,36	61,89	9,42	38,69	5,10	6,16
	2021	6,54	3,01	67,60	9,35	38,98	4,96	6,04
	2022	6,23	3,40	70,39	8,19	36,06	5,30	6,32
	za 5 let	**6,08**	**3,25**	**63,98**	**8,24**	**35,85**	**5,08**	**5,97**
Jihovýchod	2018	5,22	3,41	54,56	5,78	29,55	4,85	4,92
	2019	5,50	3,00	56,87	8,15	35,26	4,92	5,69
	2020	6,13	3,37	57,96	9,39	39,03	5,12	6,05
	2021	6,33	2,90	65,67	9,80	38,37	4,89	5,85
	2022	5,95	3,34	61,82	7,36	35,47	5,22	6,00
	za 5 let	**5,83**	**3,21**	**59,38**	**8,09**	**35,54**	**5,00**	**5,70**
Střední Morava	2018	5,54	3,41	58,18	6,21	30,82	4,99	5,10
	2019	5,88	3,07	62,47	8,63	38,04	5,22	6,12
	2020	6,22	3,33	62,11	9,79	42,43	5,28	6,18
	2021	6,71	3,09	68,40	9,85	41,54	5,54	6,03
	2022	6,35	3,48	70,12	8,70	37,25	5,51	6,32
	za 5 let	**6,14**	**3,28**	**64,26**	**8,64**	**38,02**	**5,31**	**5,95**
Moravskoslezsko	2018	5,45	3,39	58,76	6,36	29,69	29,69	3,53
	2019	5,80	3,05	62,74	8,37	35,04	35,04	4,32
	2020	6,09	3,35	61,36	9,53	37,86	37,86	4,89
	2021	6,33	2,99	67,27	9,33	38,54	38,54	4,55
	2022	6,09	3,35	70,65	8,28	35,64	35,64	5,30
	za 5 let	**5,95**	**3,23**	**64,15**	**8,37**	**35,36**	**35,36**	**4,52**