

Ministerstvo zemědělství (MZe)

POOSLAVÍ Nová Ves, družstvo

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. (VÚZT, v.v.i.)



Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c. a kol.

**Vzorové výpočty emisí skleníkových plynů vstupních
biosurovin, biopaliv a biokapalin z nich vyrobených
a možnosti jejich úspor**

CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Praha, 2018

Metodika je výstupem řešení projektu Ministerstva zemědělství NAZV č. QJ1510385 „Výzkum a testování simultánního využívání standardizovaných plynných a kapalných paliv v traktorech se zaměřením na moderní biopaliva a minimalizaci jejich emisních faktorů“.

Autorský kolektiv:

Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.	VÚZT, v.v.i., Praha
Ing. Lukáš Jurečka	POOSLAVÍ Nová Ves, družstvo
Ing. Zdeňka Šedivá	VÚZT, v.v.i., Praha

Oponenti:

Ing. Karel Trapl, Ph.D.	Ministerstvo zemědělství České republiky, Oddělení OZE a environmentálních strategií, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1 – Nové Město
Doc. Ing. Jan Malat'ák, Ph.D.	Česká zemědělská univerzita v Praze, Technická fakulta Kamýcká 129, 165 21 Praha 6 – Suchbátka

©Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, 2018

Odbor environmentální a ekologického zemědělství sídlem Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1 vydal dne 6. 9. 2018 osvědčení č. 1/2018 - 17230 o uznání certifikované metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

ISBN 978-80-7569-003-6

VZOROVÉ VÝPOČTY EMISÍ SKLENÍKOVÝCH PLYNŮ VSTUPNÍCH BIOSUROVIN, BIOPALIV A BIOKAPALIN Z NICH VYROBENÝCH A MOŽNOSTI JEJICH ÚSPOR

Anotace

V souladu s legislativně schválenými a platnými postupy metodika uvádí podrobné výpočty skutečných měrných emisí skleníkových plynů (GHG) FAME, HVO, biomethanu a rostlinných olejů a úspor emisí GHG, vyvolané při jejich používání jako motorové palivo. Obdobně vyčísluje skutečné měrné emise GHG surových FAME z volných mastných kyselin, polorafinovaného glycerinu a recyklovaného methanolu pro další zpracování. Na základě skutečných a standardních hodnot měrných emisí GHG a souvisejících znalostí pro každou fázi výrobního řetězce od produkce biomasy, pěstované, zbytkové nebo odpadní po dopravu ke konečné spotřebě a distribuční činnosti, jsou specifikovány způsoby a opatření vedoucí k jejich snížení.

Klíčová slova: biomasa, druhotný produkt, meziprodukt, zbytek, emisí faktor, alokační faktor

SAMPLE CALCULATIONS OF THE GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF BIOFEEDSTOCK, BIOFUELS AND BIOLIQUIDS MADE FROM THEM AND POSSIBILITIES OF THEIR SAVINGS

Summary

In accordance with legislatively approved and valid procedures, the methodology provides detailed calculations of actual specific GHG emissions of FAME, HVO, biomethane and vegetable oils, and GHG emissions savings generated by their use as motor fuel. Similarly there are quantifies actual GHG emissions of raw FAME from free fatty acids, semi-refined glycerine and recycled methanol for further processing. On the basis of actual and default values of specific GHG emission and associated knowledge values for each phase of the production chain from biomass production, cultivated, residual or waste to final consumption and distribution activity, the methods and measures leading to their reduction are specified.

Keywords: *biomass, co-product, intermediate product, residue, emission factor, allocation factor*

Obsah

I. CÍL METODIKY	6
II. VLASTNÍ POPIS METODIKY	6
1. Úvod	6
2. Výrobní a dopravní řetězec biopaliv a biokapalin.....	8
3. Výpočet emisí GHG vznikající během celého životního cyklu biopaliv a biokapalin.....	9
4. Příklady výpočtu úspory emisí GHG a emisního faktoru biomethanu získaného úpravou bioplynu	14
4.1 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory stlačeného biomethanu.....	14
4.2 Příklady výpočtu emisního faktoru stlačeného biomethanu získaného anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže z trvalých travních porostů a celé rostliny žita	17
4.3 Příklad výpočtu emisního faktoru biomethanu pro podmínky bioplynové stanice s anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže žita a triticales, kejdy a zbytků ve formě cukrovarnických řízků a melasových splašků s cukrem.....	24
5. Příklady výpočtu emisních faktorů rostlinných olejů získaných různými technologickými postupy zpracování olejnatých zrn a úspor emisí, pokud jsou používány jako biopalivo	30
5.1 Srovnání emisních faktorů a dalších klíčových parametrů rostlinných olejů získaných různými technologickými postupy.....	34
5.2 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory rostlinných olejů používány jako biopalivo	35
6. Příklady výpočtu úspory emisí GHG a emisní faktor bionafty (FAME) z řepkového zrna, řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů	36
6.1 Standardní úspory emisí GHG bionafty, rozložené a souhrnné standardní hodnoty emisních faktorů pro pěstování, zpracování, přepravu a distribuci	36
6.2 Výpočet úspory emisí GHG a emisního faktoru bionafty z řepkového zrna, řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů.....	38
7. Příklad výpočtu emisních faktorů produktu a koproduktu z polorafinace surového glycerinu	43
8. Příklad výpočtu měrných emisí GHG surových methylesterů mastných kyselin z volných mastných kyselin.....	44
9. Příklad výpočtu měrných emisí GHG a emisní faktor obnovitelných parafinických motorových naft typu HVO z hydrogenačního zpracování rostlinných olejů a dalších triglyceridických surovin	46
9.1 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory pro HVO	47
9.2 Příklad skutečného výpočtu emisního faktoru HVO z řepkového oleje	48
10. Závěr a doporučení	51
III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ	53
IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY	53
V. EKONOMICKÉ ASPEKTY	53
VI. DEDIKACE	54
VII. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY	54
VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE.....	56

Příloha 1: Typické hodnoty emisí GHG z pěstování na Slovensku, v Polsku, Maďarsku, Rakousku a Německu

Příloha 2: Koloběh dusíku v přírodě podle IPCC 2006 a z toho vyplývající emise N₂O

I. CÍL METODIKY

Cílem metodiky je ukázat na praktických příkladech způsob výpočtu měrných emisí skleníkových plynů (GHG) vznikajících během celého životního cyklu biopaliv a biokapalin podle platné metodiky, unijní a národní legislativy. Následně stanovit úspory emisí GHG při jejich používání oproti emisím GHG referenčního fosilního paliva, nutné pro splnění kritérií udržitelnosti potvrzené certifikátem. Na základě dílčích měrných emisí GHG pro každou fázi výrobního řetězce, včetně produkce biomasy jako vstupní suroviny, dále specifikovat jejich možné snížení.

II. VLASTNÍ POPIS METODIKY

1. Úvod

Směrnice 2009/28/ES ze dne 23. 4. 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, označovaná jako směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED), zahrnuje zdokonalený závazný režim udržitelnosti pro biopaliva a biokapaliny pro evropský trh. Směrnice RED obsahuje závazná kritéria, týkající se úspory emisí skleníkových plynů (GHG), půdy s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti, půdy s velkou zásobou uhlíku a zemědělsko-environmentální praxe. Kritéria udržitelnosti jsou rovněž závazně stanovena ve směrnici 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty, prostřednictvím změny směrnice 2009/30/ES (pokud jde o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí GHG). Směrnice 2009/30/ES byla přijata téhož dne jako směrnice RED a je uváděna jako směrnice o jakosti paliv (FQD).

Podle směrnice RED každý členský stát zajistí, aby podíl energie z obnovitelných zdrojů ve všech druzích dopravy v roce 2020 činil alespoň 10 % konečné spotřeby energie v dopravě. Tohoto cíle má být dosaženo používáním biopaliv, případně elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Směrnice FQD zavádí také povinnost dodavatelům pohonných hmot snižovat emise GHG vyprodukované v celém životním cyklu z jimi dodaných pohonných hmot minimálně o 6 % do roku 2020 v porovnání se základní hodnotou v roce 2010. I tohoto cíle mohou dodavatelé pohonných hmot dosáhnout právě používáním biopaliv, případně elektrické energie z obnovitelných zdrojů.

Využití biomasy jako zdroje energie je součástí přechodu na trvale udržitelné metody získávání energie.

Z důvodu předchozích kritik využívání biopaliv, které tvrdily, že jejich používáním dochází k narušování biodiverzity a spalováním je produkováno větší množství emisí GHG v porovnání s fosilními palivy, zavedly tyto směrnice zcela novou povinnost pro biopaliva tzv. kritéria udržitelnosti biopaliv. Pouze biopaliva splňující tato kritéria jsou zohledněna do splnění 10% cíle spotřeby energie v dopravě, zohledňují se dodavatelům pohonných hmot do povinných cílů minimálního objemu biopaliv a snížení emisí GHG z dodaných pohonných hmot a dále pouze tato biopaliva jsou způsobilá k finanční podpoře na jejich spotřebu.

Kritéria udržitelnosti biopaliv lze rozdělit na dvě základní povinnosti. První povinností je prokázání původu biopaliva, kdy se musí doložit, že pěstováním biomasy pro výrobu biopaliva nebyla narušena biodiverzita a v případě, že byla biomasa pěstována na území EU, musí být navíc doloženo, že biomasa byla vypěstována v souladu s požadavky a normami podle společných pravidel pro režimy přímých podpor v rámci společné zemědělské politiky EU. Druhou povinností je prokázání určité úspory emisí GHG vyprodukovaných během celého životního cyklu biopaliva v porovnání s referenční fosilní pohonnou hmotou. Úsporu emisí GHG lze určit pomocí standardních hodnot pouze při splnění určitých předpokladů, nebo

výpočtem emisí GHG vyprodukovaných v celém životním cyklu biopaliva a nebo kombinací těchto dvou způsobů.

Články a přílohy týkající se biopaliv a biokapalin ve směrnících RED a FQD uvádí tab. 1.

Tabulka 1: Články a přílohy týkající se biopaliv a biokapalin ve směrnících RED a FQD

Směrnice RED	Směrnice FQD
Článek 2: Definice	Neobsahuje
Článek 5: Výpočet podílu energie z obnovitelných zdrojů vč. konečné spotřeby energie z obnovitelných zdrojů v dopravě	Neobsahuje
Neobsahuje	Článek 7a: Snížení emisí skleníkových plynů
Článek 17: Kritéria udržitelnosti pro biopaliva a biokapaliny	Článek 7b: Kritéria udržitelnosti pro biopaliva
Článek 18: Ověřování souladu s kritérii udržitelnosti pro biopaliva a biokapaliny	Článek 7c: Ověřování souladu s kritérii udržitelnosti pro biopaliva
Článek 19: Výpočet dopadu skleníkových plynů z biopaliv a biokapalin	Článek 7d: Výpočet emisí skleníkových plynů vznikajících během životního cyklu biopaliv
Článek 21: Zvláštní ustanovení týkající se energie z obnovitelných zdrojů v dopravě	Neobsahuje
Článek 24: Platforma pro transparentnost	Neobsahuje
Příloha III: Energetický obsah paliv používaných v odvětví dopravy	Neobsahuje
Příloha V: Pravidla pro výpočet dopadů skleníkových plynů z biopaliv, biokapalin a referenčních fosilních paliv	Příloha IV: Pravidla pro výpočet emisí skleníkových plynů vznikajících během životního cyklu biopaliv

Transpozice uvedených směrnic je v ČR provedena zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší (dále jen „zákon o ochraně ovzduší“) ze dne 2. 5. 2012 a prováděcím Nařízením vlády č. 351/2012 Sb., ze dne 3. 10. 2012 o kritériích udržitelnosti biopaliv. Zákon o ochraně ovzduší zahrnuje povinnost zajištění minimálního obsahu biopaliv (§19) a povinnost snižování emisí CO_{2eq} z pohonných hmot (§20) v jejich úplném životním cyklu tak, aby dosáhla ve srovnání se základní hodnotou produkce emisí CO_{2eq} pro referenční fosilní palivo snížení o 2 % do 31. 12. 2014, o 4 % do 31. 12. 2017 a o 6 % do 31. 12. 2020. V tomto zákoně jsou dále specifikována kritéria udržitelnosti biopaliv. Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv zpracovává směrnice RED a FQD. Toto nařízení stanovilo kritéria udržitelnosti biopaliv a výši úspor emisí CO_{2eq} při jejich používání oproti emisím CO_{2eq} referenčního fosilního paliva. Úspory musí činit nejméně:

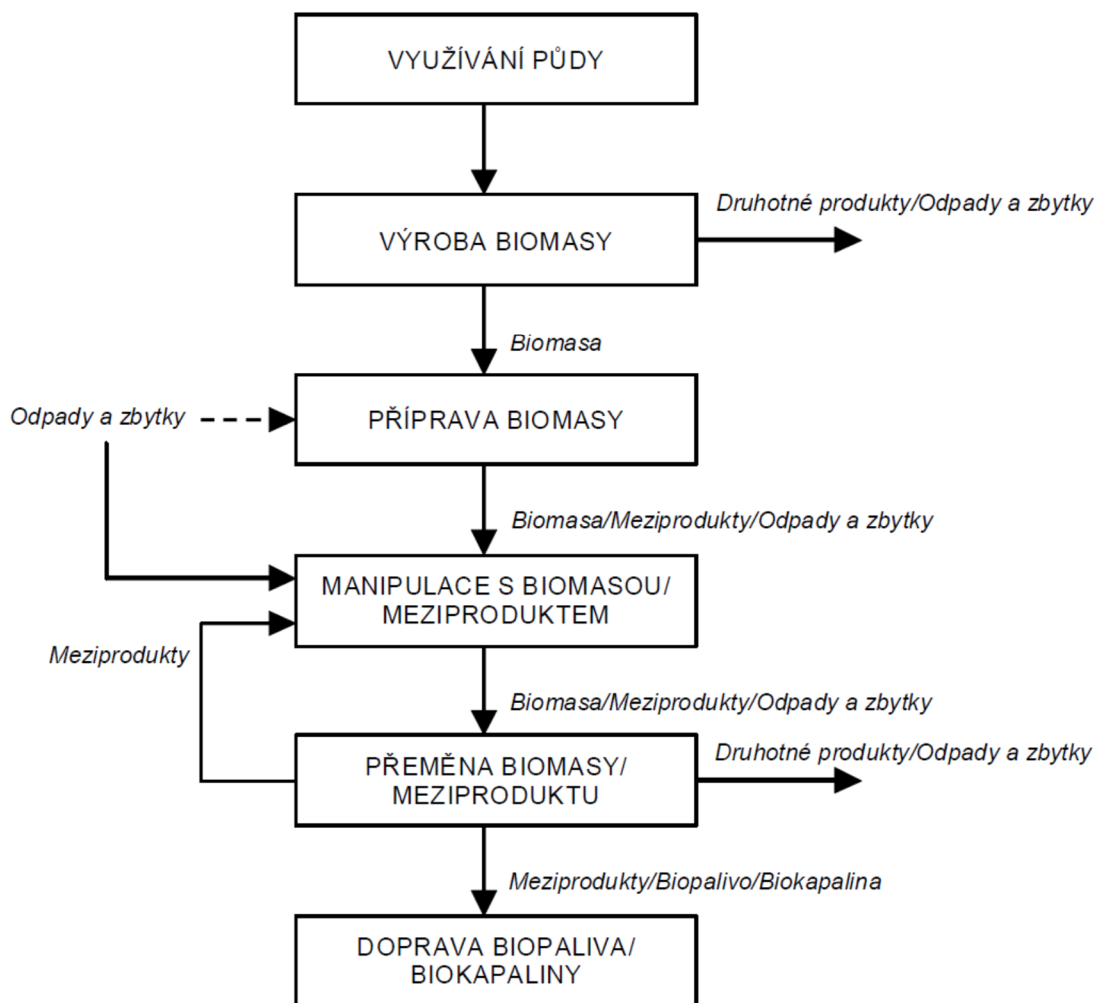
- 35 % do 31. 12. 2016,
- 50 % od 1. 1. 2017,
- 60 % od 1. 1. 2018 v případě biopaliv vyrobených ve stacionárním zdroji, uvedeném do provozu 1. 1. 2017 nebo později.

Dále toho nařízení vlády specifikuje požadavky na systém kvality a systém hmotnostní bilance, náležitosti samostatného prohlášení pěstitele biomasy, náležitosti certifikátu, základní hodnotu produkce emisí CO_{2eq} pro referenční fosilní palivo a obsahové náležitosti zprávy o emisích.

2. Výrobní a dopravní řetězec biopaliv a biokapalin

Podle definic, uvedených ve směrnici RED, je biopalivo kapalně nebo plynné palivo používané pro dopravu vyrobené z biomasy. Biokapalina jako kapalně palivo používané pro energetické účely jiné než dopravu, včetně výroby elektřiny, vytápění a chlazení, je rovněž vyrobené z biomasy.

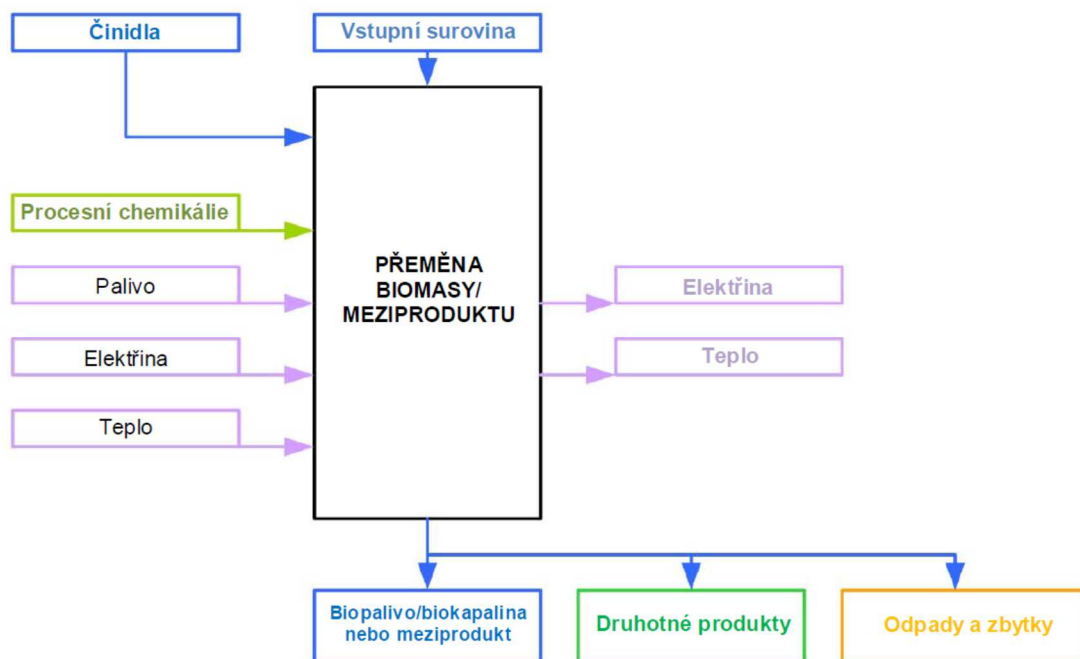
Hlavní fáze obecného výrobního a dopravního řetězce biopaliv a biokapalin zobrazuje obr. 1.



Obr. 1: Obecný výrobní a dopravní řetězec biopaliva a biokapaliny v souladu s ČSN EN 16214-4 (2013)

Emise GHG spojené s výrobním a dopravním řetězcem biopaliva a biokapaliny představují souhrn všech emisí GHG vzniklých v každé fázi řetězce od produkce biomasy, zohledňující využívání půdy, přípravu biomasy, manipulaci a skladování biomasy, meziproduktu, přeměnu biomasy, meziproduktu po dopravu ke konečné spotřebě a distribuční činnosti.

Obr. 2 ukazuje vstupy a výstupy v případě typického konverzního zařízení. Vstupy zahrnují biomasu jako vlastní vstupní surovinu a všechna reagenční činidla nezbytná pro konverzní reakci (např. methanol v případě bionafty, vodík pro výrobu parafinické motorové nafty hydrogenací rafinací bioolejů a biotuků), procesní chemikálie, paliva a energii (teplo a elektřinu). Výstupy zahrnují hlavní produkt (biopalivo, biokapalinu nebo meziprodukt), jakýkoli druhotný produkt, zbytky a odpady, přebytek energie (teplo nebo elektřinu).



Obr. 2: Typické konverzní zařízení v souladu s ČSN EN 16214-4 (2013)

Směrnice RED specifikuje tři obecné fáze pro rozložené standardní hodnoty pro biopaliva biokapaliny a fáze zobrazené na obr. 1 jsou podrobnější:

- „využívání půdy“, „produkce biomasy“ a „příprava biomasy“ jsou zahrnuty do fáze „**pěstování**“,
- „přeměna biomasy, meziproduktu“ je zahrnuta do fáze „**zpracování**“,
- „doprava biopaliva, biokapaliny“ je zahrnuta do fáze „**doprava a distribuce**“,
- pokud jde o „manipulaci a skladování biomasy, meziproduktu“, jakákoliv fáze dopravy by měla být považována za součást „dopravy a distribuce“.

3. Výpočet emisí GHG vznikající během celého životního cyklu biopaliv a biokapalin

Emise GHG z výroby paliv, biopaliv a biokapalin v dopravě se vypočítají podle směrnice RED (příloha V, část C) a ČSN EN 16214-4 takto:

$$E = e_{ec} + e_l + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee} \quad [\text{g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}] \quad (1)$$

kde:

- e_{ec} = emise původem z těžby nebo pěstování surovin;
- e_l = anualizované emise původem ze změn v zásobě uhlíku vyvolaných změnami ve využívání půdy;
- e_p = emise původem ze zpracování;
- e_{td} = emise původem z přepravy a distribuce;
- e_u = emise původem z používání daného paliva, které se považují za nulové, pokud jde o biopaliva a biokapaliny;
- e_{sca} = úspora emisí vyvolaná nahromaděním uhlíku v půdě díky zdokonaleným zemědělským postupům;
- e_{ccs} = úspora emisí vyvolaná zachycením, sekvestrací a geologickým ukládáním uhlíku;
- e_{ccr} = úspora emisí vyvolaná zachycením a náhradou uhlíku;
- e_{ee} = úspora emisí v důsledku přebytečné elektřiny z kombinované výroby tepla a elektřiny.

Metodický pokyn MŽP uvádí tuto rovnici pouze pro biopaliva v souladu s částí B přílohy č. 1 Nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv.

Podle těchto dokumentů se výsledná úspora emisí GHG při používání biopaliv a biokapalin oproti emisím GHG referenční fosilní pohonné hmoty vypočte podle vzorce (2):

$$\text{Úspora} = \frac{E_F - E_B}{E_F} \cdot 100 \quad [\%] \quad (2)$$

kde:

E_F celkové emise GHG vznikající v celém životním cyklu referenční fosilní pohonné hmoty,

E_B celkové emise GHG vznikající v celém životním cyklu biopaliva.

V tab. 2 jsou uvedeny v současnosti platné hodnoty referenčního fosilního paliva E_F podle směrnice RED a také hodnoty v návrhu směrnice RED II.

Tabulka 2: Hodnoty E_F referenčního fosilního paliva v g CO_{2eq}/MJ

		Směrnice RED	Návrh směrnice RED II pro období od 1. 1. 2021
Biopaliva		83,8	94
Biokapaliny	pro výrobu elektřiny	91	183 ¹⁾
	pro výrobu tepla	77	80 ²⁾
	pro kombinovanou výrobu elektřiny a tepla	85	124 ³⁾

¹⁾ Musí být zohledněna elektrická účinnost.

²⁾ Musí být zohledněna tepelná účinnost.

³⁾ Musí být zohledněna elektrická i tepelná účinnost.

Skleníkovými plyny pro účely výpočtu jsou CO₂, N₂O a CH₄. Pro účely výpočtu ekvivalentu CO₂ mají tyto plyny podle směrnice RED následující hodnoty: **CO₂ = 1, N₂O = 296 a CH₄ = 23**. Návrh směrnice RED II, která by po schválení měla platit od roku 2021, uvádí potenciály globálního ohřevu pro N₂O = 298 a CH₄ = 25.

Směrnice RED specifikuje v části D a E přílohy V rozložené standardní hodnoty pro biopaliva a biokapaliny: pro pěstování „ e_{ec} “, pro zpracování „ $e_p - e_{ee}$ “ a pro přepravu a distribuci „ e_{td} “. Pro způsob výroby biopaliva nebo biokapaliny jsou zde v jednotlivých člancích uvedeny typické emise GHG a standardní emise GHG. ČSN EN 16214-1 definuje:

- skutečnou hodnotu (*actual value*): emise GHG nebo úspora emisí GHG v některých nebo všech fázích konkrétního procesu výroby biopaliva, biokapaliny vypočtená v souladu s platnými předpisy,
- standardní hodnotu (*default value*): emise GHG nebo úspora emisí GHG odvozená z typické hodnoty použitím předem určených faktorů, která může být použita namísto skutečné hodnoty, jak je uvedeno v platných předpisech.
- rozloženou standardní hodnotu (*disaggregated value*): emise GHG pro stanovenou část dodavatelského řetězce odvozené ze standardní hodnoty,
- typickou hodnotu (*typical value*): odhad reprezentativních emisí GHG nebo úspory emisí GHG u konkrétního způsobu výroby biopaliva, biokapaliny.

Emise GHG v g CO_{2eq}/MJ uvádí až konečný výrobce biopaliva. Hodnoty emisí GHG z pěstování musí být uvedeny v kg CO_{2eq}/t, resp. v g CO_{2eq}/kg výchozí suroviny. To znamená, že produkce emisí GHG na jednotku hmotnosti je vyžadována v dokladech doprovázejících dodávky biomasy. Současně podle sdělení DG Energy (Directorate C – Renewables, Research and Innovations, Energy Efficiency – BK/abd/ener.c.1(2017)2122195) z března 2017, týkající se provádění a ověřování skutečných výpočtů úspor emisí GHG (verze 2), je nutné uvádět od 1. 9. 2017 hodnoty emisí GHG z pěstování na sušinu, tj. v kg CO_{2eq}/t sušiny, resp. v g CO_{2eq}/kg sušiny výchozí suroviny, v tomto případě pěstované plodiny.

Pravidla pro výpočet dopadu GHG z biopaliv vyplývají z přílohy V směrnice RED:

- Do emisí původem z těžby nebo pěstování surovin, e_{ec} , se započtou emise pocházející ze samotného procesu těžby nebo pěstování, emise ze získání surovin, emise z odpadu a úniků a emise původem z výroby chemikálií nebo produktů použitých při těžbě nebo pěstování. Zachycování CO₂ při pěstování surovin je vyloučeno. Prokázané úspory emisí GHG v důsledku spalování odpadního plynu při těžbě ropy kdekoli na světě se odčítají. Jako alternativu skutečných hodnot emisí z pěstování surovin lze použít odhady úrovně těchto emisí, které je možno získat z používaných průměrných hodnot vypočtených pro geografické plochy rozsahu menšího než u ploch používaných pro výpočet standardních hodnot (příloha V, část C, bod 6).
- Emise z přepravy a distribuce, e_{td} , zahrnují emise pocházející z přepravy a skladování surovin a polotovarů i ze skladování a distribuce konečného výrobku. Tento bod se ale nevztahuje na emise GHG z přepravy a distribuce u výše uvedeného bodu e_{ec} , (příloha V, část C, bod 12).
- Emise z výroby strojního a jiného zařízení se neberou v úvahu (příloha V, část C, bod 1).
- Emise pocházející z použití paliva, e_u , se pokládají u biopaliv a biokapalin za rovné nule (příloha V, část C, bod 13).
- Emise GHG z odpadů, zbytků zemědělských plodin včetně slámy, bagasy, plev, kukuřičných klasů a ořechových skořápek a zbytků, které pocházejí ze zpracovatelských řetězců, včetně surového glycerinu (glycerin, který není rafinován), se považují v celém životním cyklu těchto odpadů a zbytků až do doby jejich získání za nulové (příloha V, část C, bod 18).

Směrnice EP a Rady (EU) 2015/1513 ze dne 9. září 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty a směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů, doplňuje definice: „zbytkem ze zpracování“ se rozumí látka, která není konečným produktem, jenž má být přímo vyroben v procesu výroby; nejedná se o primární cíl výrobního procesu a proces nebyl záměrně upraven pro jeho výrobu (článek 2, písmeno t). Dále tato směrnice doplňuje přílohu VIII. V části B se specifikují vstupní suroviny, ze kterých se vyrábějí biopaliva a biokapaliny, u nichž se odhadované emise vyplývající z nepřímé změny ve využívání půdy považují za nulové. Tyto vstupní suroviny se uvádějí v dalším doplnění přílohy IX. Je zde zahrnuta také chlévská mrva a kal z čistíren odpadních vod (příloha IX, část A, písmeno f).

DG Energy v dokumentu z března 2017 také uvádí způsob alokace emisí GHG z pěstování e_{ec} na meziprodukty a biopaliva a dále uvádí faktor vstupní suroviny a biopalivový faktor vstupní suroviny. Přepočet hodnot e_{ec} vstupní suroviny (feedstock) na bezvodý stav, resp. sušinu vyjadřuje následující rovnice:

$$e_{ec} feedstock_a \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{dry}} \right] = \frac{e_{ec} feedstock_a \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{moist}} \right]}{(1 - moisture\ content)} \quad (3)$$

Moisture content je obsah vody ve vstupní surovině.

Přepočet hodnot e_{ec} na meziprodukt (intermediate product_a) je:

$$e_{ec} \text{ intermediate product}_a \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{dry}} \right] = e_{ec} \text{ feedstock}_a \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{dry}} \right] * \text{Feedstock factor}_a * \text{Allocation factor intermediate product}_a \quad (4)$$

Alokační faktor meziprojektu (allocation factor intermediate product_a) se stanoví jako podíl energetického obsahu meziprojektu (energy in intermediate product_a) a součtu energetického obsahu meziprojektu a koproduktu (energy in co-products).

$$\text{Allocation factor intermediate product}_a = \left[\frac{\text{Energy in intermediate product}_a}{\text{Energy in intermediate product and co-products}} \right] \quad (5)$$

$$\text{Feedstock factor}_a = [\text{Ratio of kg dry feedstock required to make 1 kg dry intermediate product}] \quad (6)$$

Faktor vstupní suroviny (feedstock factor_a) je poměr hmotnosti sušiny vstupní suroviny (kg, t) k hmotnosti sušiny meziprojektu. Alokace emisí z pěstování e_{ec} na biopaliva vyjadřuje rovnice (7):

$$e_{ec} \text{ biofuel}_a \left[\frac{gCO_2eq}{MJ \text{ biofuel}} \right]_{ec} = \frac{e_{ec} \text{ feedstock}_a \left[\frac{gCO_2eq}{kg_{dry}} \right]}{LHV_a \left[\frac{MJ \text{ feedstock}}{kg \text{ dry feedstock}} \right]} * \text{Biofuel feedstock factor}_a * \text{Allocation factor biofuel}_a \quad (7)$$

LHV_a je výhřevnost sušiny vstupní suroviny, alokační faktor biopaliva je podíl energetického obsahu biopaliva a součtu energetického obsahu biopaliva a koproduktu.

$$\text{Allocation factor biofuel}_a = \left[\frac{\text{Energy in biofuel}}{\text{Energy biofuel} + \text{Energy in co-products}} \right] \quad (8)$$

$$\text{Biofuel feedstock factor}_a = [\text{Ratio of MJ feedstock required to make 1 MJ biofuel}] \quad (9)$$

Biopalivový faktor vstupní suroviny je poměr energetického obsahu sušiny vstupní suroviny a energetického obsahu biopaliva.

V rámci řešení projektu, jehož výstupem je také tato metodika, se proto musely provést přepočty hodnot NUTS 2 podle výše uvedených požadavků. Způsob výpočtu za rok 2010 vycházel ze zprávy zpracované ve VÚZT, v.v.i., ve které byly provedeny kalkulace emisí GHG v kg CO_{2eq}/ha pěstovaných plodin pro sdružené kraje NUTS 2. Na základě těchto výpočtů, s ohledem na výtěžnost biopaliv, množství druhotných produktů a zbytků podle pravidel alokace, byly stanoveny typické emise GHG pěstovaných plodin v g CO_{2eq}/MJ biopaliva. Tyto hodnoty byly zaslány Evropské komisi, a tím byly splněny požadavky článku 19(2) směrnice RED. Na základě těchto údajů se stanoví měrné emise GHG z pěstovaných plodin v kg CO_{2eq} na jednotku hmotnosti sklizených plodin. Podělením emisí GHG kg CO_{2eq}/ha výnosem v t/ha plodiny se standardizovaným obsahem vody byly získány typické měrné emise v kg CO_{2eq}/t plodiny. Vydělením sušinou pak byly získány měrné typické emise GHG z pěstování

v kg CO_{2eq}/t sušiny sklizené plodiny. Notifikované výsledky výpočtu pro řepkové zrno, ozimou pšenici a kukuřici na zrno uvádí tab. 3 – 5. V příloze 1 jsou uvedeny obdobné hodnoty v sousedních zemích. Od 1. 9. 2017 jsou tyto hodnoty NUTS všemi výrobci bionafty a bioethanolu, pokud tyto produkty využívají, povinné při certifikaci na udržitelnost.

Tabulka 3: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS2“ z pěstování řepky olejky v ČR

NUTS2		g CO _{2eq} /MJ FAME	kg CO _{2eq} /t mokré řepky (zrušeno)	kg CO _{2eq} /t suché řepky schváleno EK
CZ01	Praha	23,10	541,9	578
CZ02	Střední Čechy	23,20	544,2	581
CZ03	Jihozápad	23,20	544,2	581
CZ04	Severozápad	23,00	539,5	576
CZ05	Severovýchod	23,50	551,3	588
CZ06	Jihovýchod	23,00	539,5	576
CZ07	Střední Morava	23,10	541,9	578
CZ08	Moravskoslezsko	23,50	551,3	588
Standardní	ISCC DE	29,00		
Rozložená hodnota	ISCC EU		674,41 ^{*)}	

^{*)} Deklarace: Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování

Tabulka 4: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS2“ z pěstování kukuřice na zrno v ČR

NUTS2		g CO _{2eq} /MJ ethanolu	kg CO _{2eq} /t mokré kukuřice (zrušeno)	kg CO _{2eq} /t suché kukuřice schváleno EK
CZ01	Praha	19,60	288,2	276
CZ02	Střední Čechy	19,50	286,7	275
CZ03	Jihozápad	19,00	279,3	268
CZ04	Severozápad	19,40	285,2	273
CZ05	Severovýchod	19,90	292,6	280
CZ06	Jihovýchod	19,70	289,6	278
CZ07	Střední Morava	19,40	285,2	273
CZ08	Moravskoslezsko	19,70	289,6	275
Standardní	ISCC DE	20,60		
Rozložená hodnota	ISCC EU		295,32 ^{*)}	

^{*)} Deklarace: Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování

Tabulka 5: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS2“ z pěstování pšenice ozimé v ČR

NUTS2		g CO _{2eq} /MJ ethanolu	kg CO _{2eq} /t mokré pšenice (zrušeno)	kg CO _{2eq} /t suché pšenice schváleno EK
CZ01	Praha	21,80	286,2	279
CZ02	Střední Čechy	22,00	288,8	281
CZ03	Jihozápad	22,50	295,4	288

CZ04	Severozápad	22,10	290,1	283
CZ05	Severovýchod	22,60	296,7	289
CZ06	Jihovýchod	27,70	298	290
CZ07	Střední Morava	21,90	287,5	280
CZ08	Moravskoslezsko	22,60	296,7	289
Standardní	ISCC DE	23,00		
Rozložená hodnota	ISCC EU		306,77^{*)}	

^{*)} Deklarace: Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování

Podle bodu 1, článku 19 směrnice RED (biopaliva a biokapaliny) a §3 Nařízení vlády ČR o kritériích udržitelnosti biopaliv lze ke stanovení emisí GHG, resp. emisních faktorů a úspory emisí GHG vyvolané při používání biopaliv a biokapalin zvolit:

- standardní úspory emisí GHG a standardní hodnoty emisí GHG uvedené v příloze V část A, B, D, E směrnice RED nebo v části A přílohy č. 1 nařízení vlády,
- skutečné hodnoty z výpočtů podle vzorce (1) a (2),
- kombinaci dílčích standardních hodnot se skutečnými hodnotami vypočtenými podle vzorce (2).

4. Příklady výpočtu úspory emisí GHG a emisního faktoru biomethanu získaného úpravou bioplynu

Jako bioplyn je nejčastěji míněn plyn, který vzniká při mikrobiologickém rozkladu biomasy v anaerobním prostředí. Jeho hlavní složkou energie je methan a hlavní znečišťující složkou oxid uhličitý CO₂. Biomethan, získaný úpravou bioplynu, při které jsou odstraněny CO₂ a nečistoty, je určen pro využití v dopravě a vtlačení do plynovodů na zemní plyn. Biomethan lze také vyrábět methanizací syntézního bioplynu, což je plyn tvořený převážně oxidem uhelnatým a vodíkem získávaný termolýzou (zplyňování, pyrolýza) biomasy. Biomethan je obdobně jako zemní plyn použitelný jako pohonná hmota pro motorová vozidla a je obvykle stlačený v nádrži vozidla až na tlak 25 MPa v plynném stavu.

4.1 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory stlačeného biomethanu

Směrnice RED specifikuje v části A přílohy V standardní úspory emisí GHG pro bioplyn z biologicky rozložitelného komunálního odpadu (municipal organic waste), bioplyn z vlhké mrvy (wet manure) a bioplyn ze suché mrvy (dry manure) vždy ve formě jako stlačený zemní plyn. Anglický pojem „manure“ v českém překladu „mrva“ je zde poměrně obecný. Je možné jej však zařadit mezi statková hnojiva živočišného původu, kam patří zejména hnůj, močůvka, kejda a drůbeží trus.

V části D přílohy V směrnice RED jsou uvedeny pro plynná biopaliva z těchto vstupních surovin rozložené standardní hodnoty z pěstování, rozložené standardní hodnoty ze zpracování (včetně přebytečné elektřiny), rozložené standardní hodnoty z přepravy a distribuce a jejich souhrnné hodnoty. Z tab. 6 je patrné stanovení úspor emisí GHG vyvolané použitím stlačeného biomethanu jako biopalivo z výše specifikovaných vstupních surovin na základě standardních hodnot uvedených ve směrnici RED.

Tabulka 6: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů stlačeného biomethanu podle směrnice RED (v g CO_{2eq}/MJ)

	Bioplyn z biologicky rozložitelného komunálního odpadu	Bioplyn z vlhké mrvy	Bioplyn ze suché mrvy
	jako stlačený zemní plyn		
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec}	0	0	0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování $e_{ep} - e_{ee}$	20	11	11
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td}	3	5	4
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} - e_{ee} + e_{td}$	23	16	15
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím biopaliva podle vzorce (2) $E_F = 83,8 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	73 %	81 %	82 %

Návrh směrnice RED II (pro období 2021 – 2030) obsahuje v části A přílohy VI, týkající se pravidel pro výpočet dopadů GHG z paliv z biomasy a referenčních fosilních paliv, standardní úsporu emisí GHG vyvolané použitím stlačeného biomethanu. Oproti směrnici RED se zde již neuvádí suchá mrva, doplňuje se celá rostlina kukuřice a tři varianty směsi mrva – kukuřice.

V tab. 7 a 8 jsou uvedeny hodnoty úspor emisí GHG vyvolané použitím stlačeného biomethanu jako biopaliva získaného ze vstupních surovin specifikovaných v návrhu směrnice RED II. **Hodnota E_F** (viz tab. 2) je **94 g CO_{2eq}/MJ**.

Tabulka 7: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů stlačeného biomethanu vyrobeného z vlhké mrvy, celé rostliny kukuřice a biologického odpadu podle návrhu směrnice RED II

	Technologické řešení	Standardní úspory emisí GHG (%) ¹⁾	Standardní emise GHG (g CO _{2eq} /MJ) ²⁾
Vlhká mrva	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů ³⁾	72	26,6 (22 + 4,6)
	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů ⁴⁾	94	5,6 (1 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů ⁵⁾	179	-74,4 (-79 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů ⁶⁾	202	-95,4 (-100 + 4,6)
	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů	17	77,6 (73 + 4,6)

Celá rostlina kukuřice	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů	39	56,6 (52 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů	41	55,6 (51 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů	63	34,6 (30 + 4,6)
Biologický odpad	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů	20	75,6 (71 + 4,6)
	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů	42	54,6 (50 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů	58	39,6 (35 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů	80	18,6 (14 + 4,6)

¹⁾ Úspory u biomethanu se týkají pouze stlačeného biomethanu ve vztahu k referenčnímu fosilnímu paliva (E_F) pro dopravu ve výši $94 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$ $[(94 - 26,6) / 94 \times 100] = 71,7$.

²⁾ Pro stlačený biomethan jako palivo využívané v odvětví dopravy je ke standardním hodnotám připočtena hodnota $4,6 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$.

³⁾ Otevřené skladování digestátu stojí za vznikem dodatečných emisí methanu, které se mění v závislosti na povětrnostních podmínkách, substrátu a účinnosti digesce. Při těchto výpočtech se použijí množství, která se rovnají $0,05 \text{ MJ}_{CH_4}/\text{MJ}_{bioplyn}$ u mrvy, $0,035 \text{ MJ}_{CH_4}/\text{MJ}_{bioplyn}$ u kukuřice a $0,01 \text{ MJ}_{CH_4}/\text{MJ}_{bioplyn}$ u biologického odpadu.

⁴⁾ Uzavřené skladování znamená, že digestát vzniklý procesem digesce je skladován v plynotěsné nádrži a dodatečný bioplyn uvolněný při skladování je považován za získaný pro výrobu dodatečné elektřiny nebo biomethanu.

⁵⁾ Tato kategorie zahrnuje následující kategorie technologií úpravy bioplynu na biomethan: střídací tlaková adsorpce (PSA), tlaková vypírka vodou (PWS), membránové technologie, kryogenní metody a organická fyzikální vypírka (OPS). Zahrnuje emise ve výši $0,03 \text{ g MJ}_{CH_4}/\text{MJ}_{biomethan}$ pro emise methanu v odpadních plynech.

⁶⁾ Tato kategorie zahrnuje následující kategorie technologií úpravy bioplynu na biomethan: tlaková vypírka vodou (PWS), je-li voda recyklována, střídací tlaková adsorpce (PSA), chemická vypírka, organická vypírka (OPS), membránové technologie a kryogenní úprava. Pro tuto kategorii nejsou zvažovány žádné emise methanu (je-li methan v odpadních plynech přítomen, spálí se).

Tabulka 8: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů stlačeného biomethanu vyrobeného ze směsi mrvy a kukuřice podle návrhu směrnice RED II

	Technologické řešení	Standardní úspory emisí GHG (%) ¹⁾	Standardní emise GHG ($\text{g CO}_{2eq}/\text{MJ}$) ²⁾
Mrva – kukuřice 80 – 20 %	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů	35	61,6 (57 + 4,6)
	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů	57	40,6 (36 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů	86	16,6 (9 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů	108	-7,4 (-12 + 4,6)
Mrva	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů	29	66,6 (62 + 4,6)

– kukuřice 70 – 30 %	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů	51	45,6 (41 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů	71	26,6 (22 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů	94	5,6 (1 + 4,6)
Mrva – kukuřice 60 – 40 %	Otevřený digestát, bez spalování odpadních plynů	25	70,6 (66 + 4,6)
	Otevřený digestát, spalování odpadních plynů	48	49,6 (45 + 4,6)
	Uzavřený digestát, bez spalování odpadních plynů	62	35,6 (31 + 4,6)
	Uzavřený digestát, spalování odpadních plynů	84	14,6 (10 + 4,6)

Vysvětlivky uvedené pod tab. 7 jsou platné i pro tuto tabulku.

4.2 Příklady výpočtu emisního faktoru stlačeného biomethanu získaného anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže z trvalých travních porostů a celé rostliny žita

Hlavními vstupními surovinami pro výrobu surového bioplynu bude konzervovaná biomasa ve formě senáže a siláže. Předpokládá se získání senáže primárně pokosem z 340 ha trvalých travních porostů (TTP) a pěstováním kukuřice s výměrou 135 ha pro siláž a žita s výměrou 125 ha pro senáž (GPS) na orné půdě. Získávány budou ze zemědělských ploch nacházejících se ve vzdálenosti do 16 km a průměrná vzdálenost pro dopravu vstupních surovin, minerálních a organických hnojiv nebude vyšší než 8 km. Vyrobený surový bioplyn s obsahem 50 % V/V methanu CH₄ a 48,1 % V/V CO₂ bude z 83 % upraven ve vhodném technologickém zařízení (viz tab. 7 poznámka ^{5, 6}) na kvalitu zemního plynu s obsahem methanu 96 % V/V a vtlačen do místní distribuční sítě plynovodu zemního plynu. Tento biomethan bude „zdánlivě“ odebírán z distribuční plynárenské sítě v místě plnicí stanice stlačeného plynu CNG a komprimován na potřebný tlak až 25 MPa (250 bar) pro jeho dodávku do vozidel na (bio)CNG.

Základní bilance hektarových výnosů vstupních surovin a bioplynu, resp. biomethanu z nich vyrobeného ukazuje tab. 9.

Tabulka 9: Základní bilance hektarových výnosů vstupních surovin a bioplynu z nich vyrobeného

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž TTP	Senáž žita GPS
Plocha	ha	135	340	125
Hektarový výnos čerstvé hmoty	t/ha/rok	40	11	20
Sušina	% m/m	32	35	32
Výnos v sušině	t/ha/rok	12,8	3,85	6,40
Podíl organických látek v sušině	% m/m	94	88	92
Organická sušina (OM)	t/ha/rok	12,03	3,39	5,89
Ztráty organické sušiny při konzervaci	% m/m	10	10	10
Měrná produkce methanu ¹⁾	m ³ _N CH ₄ /kg OM	0,35	0,30	0,31

Měrná hektarová produkce methanu	$\text{m}^3_{\text{NCH}_4}$ /ha/rok	3 789,45	915,30	1 643,31
Celková produkce methanu	$\text{m}^3_{\text{NCH}_4}$ /rok	511 575,75	311 202,00	205 413,75
Měrná produkce energie biomethanu ve formě spalného tepla²⁾	GJ/ha/rok	143,17	34,58	62,09

¹⁾ zdroj: SEVE Energy, 2011. *International.fnr.de*

²⁾ *spalné teplo* methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N a hustota při stejných podmínkách 0,7049 kg/m³_N

Výpočet měrných emisí CNG původem z pěstování e_{ec} je členěn do následujících kroků:

e_{ec1} – spotřeba fosilní energie v podobě motorové nafty a s tím spojené emise GHG pro veškeré agrotechnické postupy potřebné na obdělávání zemědělské půdy, na níž budou pěstovány vstupní suroviny, vč. dopravy do místa bioplynové stanice a vykonávané strojními soupravami,

e_{ec2} – emise GHG z výroby osiv, z použitých hnojiv, CaO, prostředků na ochranu rostlin (pesticidy),

e_{ec3} – přímé a nepřímé emise N₂O vznikající z aplikace minerálních a organických hnojiv a rozkladu posklizňových zbytků na půdu a vyčíslení jejich emisí GHG.

Spotřebu motorové nafty strojními soupravami zajišťující nezbytné operace spojené se získáním vstupních surovin pro výrobu bioplynu/biomethanu uvádí tab. 10.

Tabulka 10: Spotřeba motorové nafty v l/ha/rok pro agrotechnické postupy a operace spojené se zajištěním vstupních surovin pro výrobu bioplynu/biomethanu

	Kukuřičná siláž	Senáž TTP	Senáž žita GPS
Doprava a aplikace hnojiv ¹⁾	23,7	11	8,1
Orba a úprava půdy na setí	32,7	-	32,7
Setí (u TTP údržba)	9,4	2,5	9,4
Odplevelení	3	0,3	3
Sklizeň	27,5	22	25
Doprava sklizně z pole do bioplynové stanice ²⁾	32	7	16
Silážování/senážování	5,6	4,5	5,6
Dávkování do fermentoru ³⁾	14	3,9	7
Doprava digestátu z bioplynové stanice na pole ⁴⁾	8,8	4,4	2,6
Celkem	156,7	55,6	109,4

¹⁾ Zahrnuje dopravu a zapravování minerálních hnojiv a zapravování organických hnojiv ve formě digestátu.

²⁾ Zahrnuje dopravu sklizené biomasy z pole do silážního/senážního žlabu v areálu bioplynové stanice nákladním vozem o ložném objemu zajišťujícím přepravovanou hmotnost 10 t při měrné spotřebě motorové nafty 0,7 l/km v délce 8 km a 0,3 l/km v délce 8 km zpět.

³⁾ Spotřeba 0,39 l/t vstupní suroviny.

⁴⁾ Zahrnuje dopravu digestátu z bioplynové stanice na pole k aplikaci na pole o užitném objemu 17 m³ a měrné spotřebě motorové nafty jako v bodě ²⁾.

Vážený průměr měrných emisí GHG e_{ec1} ze spotřebované motorové nafty podle procentuálního zastoupení jednotlivých vstupních surovin na celkové výrobě bioplynu/biomethanu je patrný z tab. 11 a činí **4,21 g CO_{2eq}/MJ biomethanu**.

Tabulka 11: Vážený průměr emisí GHG ze spotřebované motorové nafty strojními soupravami pro zajištění jednotlivých vstupních surovin z pěstované biomasy

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž TTP	Senáž žita GPS
Spotřeba motorové nafty	l	156,7	55,6	109,4
Standardní emisní faktor motorové nafty podle „Biograce v4d/2014“	kg CO _{2eq} /l	3,14		
Měrné emise GHG	kg CO _{2eq} /ha/rok	492,04	174,58	343,52
Dílčí emisní faktor vyrobeného biomethanu	g CO _{2eq} /MJ	3,44	5,05	5,53
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec1}	g CO_{2eq}/MJ	4,21		

Každá ze zemědělských ploch využívaných pro pěstování vstupních surovin z osiv vyžaduje určité množství hnojiv, ať již tuhých minerálních, organických, CaO a prostředků na ochranu porostu. Jejich množství sumarizuje tab. 12. V této tabulce je tak proveden výpočet váženého průměru dílčího emisního faktoru GHG biomethanu e_{ec2} z výroby osiv, hnojiv a prostředků na ochranu rostlin. Ten dosáhl hodnoty **4,70 g CO_{2eq}/MJ**.

Tabulka 12: Spotřeba osiv, minerálních a organických hnojiv a prostředků na ochranu rostlin a vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu z jejich výroby

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž TTP	Senáž žita GPS
Spotřeba osiv	kg/ha	25	-	180
Standardní emisní faktor osiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	1,81	-	0,2759
Měrné emise GHG z výroby osiv	kg CO _{2eq} /ha/rok	45,25	0	49,66
Aplikace CaO	Kg/ha	100	100	100
Standardní emisní faktor CaO podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	0,1295		
Měrné emise GHG z výroby CaO	kg CO _{2eq} /kg	12,95		
Spotřeba minerálních hnojiv N	kg/ha/rok	100	-	50
Standardní emisní faktor min. N hnojiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg N	5,881		
Měrné emise GHG z výroby min. N hnojiv	kg CO _{2eq} /ha/rok	588,1	0	294,05
Spotřeba minerálních hnojiv P ₂ O ₅	kg/ha/rok	50	-	-
Standardní emisní faktor min. P ₂ O ₅ hnojiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg P ₂ O ₅	1,011		
Měrné emise GHG z výroby min. P ₂ O ₅ hnojiv	kg CO _{2eq} /ha/rok	50,55	0	0

Spotřeba min. K ₂ O hnojiv	kg/ha/rok	-	-	-
Standardní emisní faktor min. K ₂ O hnojiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg K ₂ O	0,576		
Měrné emise GHG z výroby min. K ₂ O hnojiv	kg CO _{2eq} /ha/rok	0		
Spotřeba organických N hnojiv	kg/ha/rok	100	50	30
Aplikace digestátu	kg/ha/rok	18 868	9 434	5 660
Živiny N z digestátu	kg/ha/rok	100	50	30
Živiny P ₂ O ₅ z digestátu	kg/ha/rok	30,20	15,09	9,06
Živiny K ₂ O z digestátu	kg/ha/rok	66,04	33,02	19,89
Měrné emise GHG z výroby digestátu	kg CO _{2eq} /kg digestátu	0		
Spotřeba prostředků na ochranu rostlin	kg/ha/rok	4,2	0,2	1,2
Standardní emisní faktor prostředků na ochranu rostlin podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	10,97		
Měrné emise GHG z výroby prostředků na ochranu rostlin	kg CO _{2eq} /ha/rok	46,07	2,19	13,16
Celkem měrné emise GHG	kg CO _{2eq} /ha/rok	742,92	15,14	369,82
Dílčí emisní faktor vyrobeného biomethanu	g CO _{2eq} /MJ	5,19	0,44	5,96
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec2}	g CO_{2eq}/MJ	4,70		

V souladu s Metodickými pravidly IPCC (2006) dochází při aplikaci minerálních i organických hnojiv obsahujících dusík na půdu a při rozkladu posklizňových zbytků zůstávajících na poli i v zemi ke vzniku oxidu dusného N₂O. V příloze 2 je znázorněn koloběh dusíku v přírodě a z toho vyplývající emise N₂O podle IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories [Klein et al., 2006]. Při stanovení hmotnosti posklizňových zbytků se zohledňuje fakt, že u kukuřice, žita i TTP bude sklizena téměř veškerá nadzemní část a zůstanou jen kořenové zbytky a krátké strniště.

Jelikož k emisím N₂O by docházelo při jakémkoliv užití půdy, zohledňuje se tato skutečnost ve výpočtu tak, že od výsledných emisí N₂O se odečítá referenční hodnota odpovídající extenzivně obhospodařovaným plochám ve výši 0,32 N₂O-N/ha/rok (SLU, 2009).

Zohledňují se přímé a nepřímé emise N₂O. Jejich odhad je stanoven výpočtem v souladu s IPCC, stupeň TIER 1, definovaný v kapitole 11 IPCC. Emisní faktory uvádí tab. 13.

Pro odhad výše promytí dusíku *Frac leach* je 0,20, pro odhad výše volatilizace dusíku *Frac gasf* je 0,10 a pro přepočet N₂O-N na N₂O je použit koeficient 44/28.

Tabulka 13: Emisní faktory (EF) pro oxidy dusíku N_2O , včetně rozsahu nejistot (IPCC, 2006)

Emisní faktory	Jednotka	Standardní hodnoty	Rozsah nejistot
EF_N pro dodaný dusík (for added nitrogen)	kg N_2O -N/kg N	0,01	0,003 – 0,030
EF_L pro promytí dusíku (for leached nitrogen)	kg N_2O -N/kg N	0,0075	0,0005 – 0,025
EF_D pro volatilizaci a redepozici dusíku (for volatilization and redemption nitrogen)	kg N_2O -N/kg NH_3 -N	0,01	0,002 – 0,050

V tab. 14 je proveden výpočet emisí N_2O a z nich vyplývající emise GHG z aplikace hnojiv a rozkladu posklizňových zbytků na půdě využívané k získání biomasy pro účely výroby biomethanu. Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec3} dosáhl hodnoty **5,78 g CO_{2eq}/MJ** .

Tabulka 14: Výpočet emisí N_2O a z nich vyplývajících emisí GHG z aplikace hnojiv a rozkladu posklizňových zbytků na půdě využívané k získání biomasy pro účely výroby biomethanu

		Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž TTP	Senáž žita GPS
Dodaný dusík z	aplikace mine- rálních hnojiv	kg/ha/rok	100	-	50
	aplikace orga- nických hnojiv - digestátu		100	50	30
	posklizňových zbytků		8	4	7
Přímé emise		kg N_2O -N/ha/rok	(208x0,01) 2,08	(54x0,01) 0,54	(87x0,01) 0,87
Nepřímé emise		kg N_2O -N/ha/rok	(108x0,1x0,0075) +(100x0,2x0,01) 0,281	(54x0,1x0,0075) 0,041	(37x0,1x0,0075) +(50x0,2x0,01) 0,128
Emise N_2O -N		kg N_2O -N/ha/rok	2,361	0,581	0,998
Emise N_2O -N z referenčního užití půdy		kg N_2O -N/ha/rok	0,320		
Emise N_2O -N (N_2O -N x 44/28)		kg N_2O /ha/rok	3,207	0,410	1,065
Skleníkový účinek N_2O (N_2O x 296)		kg CO_{2eq} /ha/rok	949,272	121,360	315,240
Dílčí emisní faktor vyrobeného biomethanu		g CO_{2eq}/MJ	6,63	3,51	5,08
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec3}		g CO_{2eq}/MJ	5,78		

Emise GHG vznikající v souvislosti s výrobou a zpracováním bioplynu/biomethanu budou tvořeny spotřebou elektřiny, tepla pro anaerobní proces konverze vstupní suroviny, únikem methanu z jednotlivých zařízení bioplynové stanice a spotřebou elektřiny z veřejné distribuční sítě při úpravě bioplynu na biomethan, jeho vtlačení do sítě plynovodu, dopravě a finální kompresi (bio)CNG pro dodávku do vozidel.

Pro krytí energetických potřeb procesu výroby bioplynu/biomethanu bude část bioplynu využita jako palivo v kogenerační jednotce na elektřinu a teplo. Na základě empirických dat se

tato hodnota pohybuje mezi 15 – 20 % hrubé spotřeby bioplynu. Průměrně půjde o 17% spotřebu. V tab. 15 se tato skutečnost zohlední navýšením měrných emisí GHG z výroby biomethanu e_{p1} o 17 % z emisí e_{ec} .

Tabulka 15: Dílčí emisní faktor z výroby a zpracování biomethanu způsobený vlastní spotřebou bioplynu v kogenerační jednotce

	Jednotka	Hodnota
Spotřeba části bioplynu v kogenerační jednotce pro krytí vlastní spotřeby elektřiny a tepla výroby biomethanu	%	17
Dílčí emisní faktor biomethanu e_{p1} ($e_{ec1} + e_{ec2} + e_{ec3}$) x 0,17	g CO_{2eq}/MJ	2,50

Při výrobě a zpracování bioplynu/biomethanu dochází k jistým únikům methanu do ovzduší, aniž by předtím byl oxidován na produkty spalování. Ve výpočtu se předpokládá 0,5% ztráta biomethanu v celém procesu, která odpovídá optimalizaci technického řešení [Arnold, 2009, Chalupa, 2014], spočívající v plynotěsném zakrytí skladu digestátu, vybavením stanice havarijním hořákem, tzv. flérou a bezpečným zneškodněním zbytkového methanu, který bude odcházet v odpadním plynu dopalem v kogenerační jednotce nebo v instalovaném hořáku na chudé plyny, jako je FLOX[®] nebo ZETECH[®]. Výsledná hodnota skleníkového dopadu úniku methanu do ovzduší e_{p2} v přepočtu na MJ celkově vyrobeného biomethanu je uvedena v tab. 16.

Tabulka 16: Dílčí emisní faktor ze ztráty methanu při výrobě a zpracování biomethanu e_{p2}

	Jednotka	Hodnota
Výroba a zpracování biomethanu (viz tab. 9)	m ³ _N /rok	1 028 191,5 ¹⁾
	MJ/rok	38 847 131,2 ²⁾
Ztráty biomethanu při výrobě a zpracování (0,5 % V/V)	m ³ _N /rok	5 140,96
	MJ/rok	194 235,66
	kg/rok	3 623,87
Emise GHG ze ztráty methanu při výrobě a zpracování biomethanu (3 623,87 x 23)	kg CO _{2eq} /rok	83 349,01
Dílčí emisní faktor biomethanu ze ztrát methanu při jeho výrobě a zpracování, vztažený na celkově vyrobený biomethan e_{p2} (83 349,01 x 1 000)/(38 847 131,2)	g CO_{2eq}/MJ	2,15

¹⁾ Hustota methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 0,7049 kg/m³_N

²⁾ Spalné teplo methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N

Pro zpracování, úpravu a vtláčení biomethanu se předpokládá spotřeba elektřiny z distribuční sítě. Měrná spotřeba zahrnuje úpravu a kompresi biomethanu z procesu úpravy po dobu 6 měsíců na vysokotlakou úroveň (přetlak 25 bar) a po dobu 6 měsíců na středotlakou úroveň (5 bar přetlak). Emise GHG ze separovaného CO₂ při úpravě bioplynu na biomethan se obdobně jako emise GHG z použití paliva e_u podle směrnice RED pokládají u biopaliv a biokapalin za rovné nule.

V tab. 17 je vyjádřen dílčí emisní faktor biomethanu z úpravy a vtláčení do sítě e_{p3} .

Tabulka 17: Dílčí emisní faktor biomethanu z úpravy a zpracování a vtlačení do sítě zemního plynu

	Jednotka	Hodnota
Měrná spotřeba elektřiny pro úpravu a zpracování bioplynu na biomethan a jeho vtlačení do sítě zemního plynu	kWh/m ³ _N	0,11
Standardní emisní faktor pro elektřinu z rozvodné sítě – elektrická energie EU mix MV(2010) podle EC v 1.0./2015 a Biograce v 4d, 2014	kg CO _{2eq} /MJ	0,12765
Dílčí emisní faktor z úpravy a zpracování a vtlačení biomethanu do sítě e_{p3} (0,11 x 3,6)/37,782 ^{*)} x (0,12765 x 1000)	g CO_{2eq}/MJ	1,34

^{*)} Spalné teplo methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N

Poslední článek výrobního řetězce je přeprava biomethanu v určité části plynové sítě a finální komprese v místě výdeje, tj. bioCNG stanicích, pro distribuci do vozidel na potřebný tlak 250 bar. Elektrická energie bude stejně jako v předešlém článku procesu odebírána z distribuční sítě. Měrná spotřeba elektřiny předpokládá kompresi biomethanu ze středotlaké úrovně na 250 bar. Vyčíslení emisního faktoru biomethanu z přepravy a komprese biomethanu pro výdej do vozidel e_{td} je provedeno v tab. 18. Jeho hodnota činí **8,64 g CO_{2eq}/MJ**.

Tabulka 18: Dílčí emisní faktor biomethanu z přepravy a jeho finální komprese pro výdej do vozidel

	Jednotka	Hodnota
Měrná spotřeba elektřiny na přenos biomethanu a jeho finální kompresi v místě plnicí stanice na stlačený biomethan (bioCNG)	kWh/m ³ _N	0,71
Standardní emisní faktor pro elektřinu z rozvodné sítě – elektrická energie EU mix MV(2010) podle EC v 1.0./2015 a Biograce v 4d, 2014	kg CO _{2eq} /MJ	0,12765
Dílčí emisní faktor z přepravy a komprese biomethanu na tlak 250 bar pro výdej do vozidel e_{td} (0,71 x 3,6)/37,782 ^{*)} x (0,12765 x 1000)	g CO_{2eq}/MJ	8,64

^{*)} Spalné teplo methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N

V tab. 19 jsou sumarizovány výsledky dílčích kroků dodavatelského řetězce biomethanu v míře a rozsahu, jak byl popsán v předešlých kapitolách. Výsledný emisní faktor bioCNG ve výši 29,32 g CO_{2eq}/MJ spalného tepla biomethanu zajistí úsporu 65 %, resp. 68,8 %, což je o cca 8 %, resp. cca 15 % více než požadovaných min. 60 % pro rok 2018 a dále.

Emisní faktor stlačeného zemního plynu je podle směrnice EU 2015/652 pro srovnání 69,3 g CO_{2eq}/MJ.

Tabulka 19: Rekapitulace měrných emisí GHG stlačeného biomethanu (bioCNG) získaného anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže z trvalých travních porostů a celé rostliny žita a úspory emisí GHG vyvolané jeho použitím jako biopalivo

		Jednotka	Hodnota	Podíl (%)
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG z pěstování $e_{ec} = e_{ec1} + e_{ec2} + e_{ec3}$		g CO _{2eq} /MJ	(4,21 + 4,70 + 5,78) 14,69	50,1
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG ze zpracování $e_p = e_{p1} + e_{p2} + e_{p3}$			(2,5 + 2,15 + 1,34) 5,99	20,4
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG pro přepravu a distribuci e_{td}			8,64	29,5
Souhrnné hodnoty měrných emisí GHG $E_B = e_{ec} + e_p + e_{td}$			29,32	100
Úspora emisí GHG vyvolaná použitím bioCNG podle vzorce (2)	Podle směrnice RED $E_F = 83,8$ g CO _{2eq} /MJ	%	65,0	-
	Podle návrhu směrnice RED II $E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ		68,8	-

4.3 Příklad výpočtu emisního faktoru biomethanu pro podmínky bioplynové stanice s anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže žita a tritikale, kejdy a zbytků ve formě cukrovarnických řízků a melasových splašků s cukrem

Východzími podklady jsou podmínky družstva Pooslaví Nová Ves se surovinovou základnou uvedenou v tab. 20. Při těchto zdrojích vstupní suroviny by měl být dodržen elektrický výkon kogenerační jednotky 1 189 kW provozované bioplynové stanice (BS) a cca 210 000 m³_N/rok bioplynu by mělo být zpracováno na 115 500 m³_N/rok biomethanu s obsahem methanu vyšším než 95 % V/V tak, jak požadují technické normy ČSN 65 6514 a ČSN EN 16723-2.

Tabulka 20: Vstupní suroviny pro zvýšení výroby bioplynu v bioplynové stanici s kogenerační jednotkou s elektrickým výkonem 1 189 kW ¹⁾

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž žita GPS	Senáž tritikale	Cukrovarnické řízky	Melasové splašky s cukrem	Kejda skotu	Součet
Plocha	ha	696	61	25	-	-	-	782
Výnos	t/ha	35	25	24	-	-	-	-
Celková produkce	t	24 360	1 525	600	-	-	-	26 485
Použití pro krmné účely	t/rok	3 000	0	0	-	-	-	3 000
Sklizňové a skladovací ztráty	t/rok	2 273	116	43	-	-	-	2 432
Disponibilní množství	t/rok	19 087	1 409	558	3 300	1 270	7 300	32 924
Sušina	% m/m	32	31	32	24	63	8	-
Organická sušina	% m/m	89	88	89	92	85	78	-
Produkce bioplynu ze sušiny	m ³ _N /rok	586	520	490	294	340	273	-

Produkce bioplynu z org. sušiny	m ³ _N /rok	650	590	550	321	400	350	-
Produkce bioplynu ze surové hmoty	m ³ _N /rok	188	161	157	71	214	22	-
Průměrná koncentrace methanu	% V/V	53	54	54	72	72	57	55
Celková produkce bioplynu	m ³ _N /rok	3 579 119	227 055	87 327	232 877	272 034	159 432	4 557 844
Celková produkce biomethanu	m ³ _N /rok	1 896 933	122 610	47 156	167 671	195 864	90 876	2 521 110
Měrná produkce energie biomethanu ve formě spalného tepla ²⁾	GJ/rok	71 669,92	4 632,45	1 781,65	6 334,95	7 400,13	3 433,48	95 252,58

¹⁾ Normativy a bilance VÚZT, v.v.i. & družstvo Pooslaví Nová Ves

²⁾ Spalné teplo methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N

Výpočet měrných emisí GHG původem z pěstování a získávání zbytkové biomasy pro fermentaci (viz obr. 3) je proveden obdobně jako v kap. 4.2. V tab. 21 jsou vypočteny hodnoty váženého průměru dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec1} ze spotřebované motorové nafty při obdělávání půdy, dovozu cukrovarnických řízků a melasových zbytků z 50 km vzdáleného cukrovaru a dávkování vstupní suroviny do fermentoru BS kolovým nakladačem New Holland W170. Pro pohon čerpadel dávkujícím kejdu a melasové zbytky do reaktoru BS je odebírána elektřina z kogenerační jednotky. Standardní emisní faktor této elektřiny je 0,08056 kg CO_{2eq}/MJ (0,29 kg CO_{2eq}/kWh). To je o 37 % nižší hodnota než standardní hodnota elektřiny EU (0,46 kg CO_{2eq}/kWh). Vážený průměr emisního faktoru biomethanu e_{ec1} = **4,11 g CO_{2eq}/MJ**.



Obr. 3: Manipulace s pěstovanou vstupní surovinou pro bioplynovou stanicí v družstvu Pooslaví Nová Ves s kolovým nakladačem New Holland W170

Tabulka 21: Spotřeba motorové nafty, elektrické energie a vážený průměr emisí GHG e_{ec1} s tím spojený v podmínkách BS

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž žita GPS	Senáž triticale	Cukrovar- nické řízky	Melasové splašky s cukrem	Kejda skotu
Spotřeba motorové nafty pro pěstování od dopravy a aplikace hnojiv včetně senážování a silážování (viz tab. 10)	l/ha	129	104	92	-	-	
	l/rok	89 784	6 344	2 300	-	-	-
Dovoz zbytků ¹⁾ melasy 22 t jedna jízda a cukr. řízků 25 t jedna jízda	l/rok	-	-	-	4 884	2 136	-
Dávkování do fermentoru	mot. nafta ²⁾	l/rok	7 444	550	218	1 287	-
	elektřina ³⁾	kWh/rok	-	-	-	3 810	21 900
Doprava digestátu z BS ⁴⁾ na pole pro aplikaci	l/ha	9,4			-	-	-
	l/rok	6 542	573	235	-	-	-
Emisní faktor motorové nafty a elektřiny z kogenerace – palivo bioplyn	kg CO _{2eq} /l	3,14					
	kg CO _{2eq} /MJ	0,08056 ⁵⁾					
Emisní faktor elektřiny (viz tab. 11)	kg CO _{2eq} /MJ	0,12765					
Měrné emise GHG	mot. nafta	kg CO _{2eq}	325 837,80	23 446,38	8 644,42	19 376,94	6 707,04
	elektřina	/rok	-	-	-	-	1 104,96
Měrné emise GHG celkem	kg CO _{2eq} /rok	325 837,80	23 446,38	8 644,42	19 376,94	7 812	6 351,35
Dílčí emisní faktory na jednotku spalného tepla	g CO _{2eq} /MJ	4,55	5,06	4,85	3,05	1,06	1,85
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec1}	g CO_{2eq} /MJ	4,11					

¹⁾ Dovoz zbytků z cukrovaru vzdáleného 50 kg od BS, spotřeba motorové nafty 0,49 l/kg s plným nákladem a 0,25 l/kg bez nákladu.

²⁾ 0,39 l/t vstupní suroviny (siláž, senáž, cukrovarnické řízky)

³⁾ 3 kWh/t vstupní suroviny (melasové splašky, kejda)

⁴⁾ Zahrnuje dopravu digestátu z BS na pole k aplikaci cisternou 17 m³ o měrné spotřebě 0,7 l/kg v délce 8 km a 0,3 l/km v délce 8 km zpět.

⁵⁾ Kombinovaná výroba elektřiny a tepla z bioplynu – standardní emisní faktor elektřiny podle Ecoinvent v 3.1./2014

Tab. 22 obsahuje údaje o spotřebě osiv a aplikaci tuhých minerálních hnojiv, digestátu (viz obr. 4) a prostředků na ochranu rostlin, na základě kterých byly vyčísleny celkové roční měrné emise GHG, dílčí emisní faktory vyrobeného biomethanu a vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu z BS e_{ec2} , vztažený na MJ jeho spalného tepla. Hodnota e_{ec2} činí **3,03 g CO_{2eq}/MJ**. V tab. 23 je dále proveden výpočet emisí N₂O a z nich vyplývající emise GHG z aplikace hnojiv a rozkladu posklizňových zbytků na orné půdě k získání pěstované biomasy, která je ve směsi s nakupovanými zbytky vstupní surovinou výroby biomethanu v BS. Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu e_{ec3} dosáhl hodnoty **8,30 g CO_{2eq}/MJ**.



Obr. 4: Dovož a aplikace digestátu samojízdným nosičem výměnných nástaveb TERRA GATOR 3244-SS v družstvu Pooslaví Nová Ves

Tabulka 22: Spotřeba osiv, minerálních a organických hnojiv, prostředků na ochranu rostlin a vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu z BS z jejich výroby ¹⁾ e_{ec2}

	Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž žita GPS	Senáž triticale	Cukrovar- nické řízky	Melasové splašky s cukrem	Kejda skotu	Součet /průměr
Spotřeba osiv	kg/ha	25	180	220	0	0	0	-
	kg/rok	17 400	10 980	5 500				
Standardní emisní faktor osiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	1,81	0,2759	0,2759	0	0	0	-
Měrné emise GHG z výroby osiv	kg CO_{2eq} /rok	31 494	3 029,38	1 517,45	0	0	0	36 040,83
Aplikace CaO	kg/ha	200			0	0	0	-
	kg/rok	139 200	12 200	5 000				
Standardní emisní faktor CaO podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	0,1295			-	-	-	-
Měrné emise GHG z výroby CaO	kg CO_{2eq} /rok	18 026,40	1 579,90	647,50	0	0	0	20 253,80
Spotřeba minerálních hnojiv N	kg/ha	115 močovina	35 dusičnan amonný s fosfátem		0	0	0	-
	kg/rok	80 040	2 135	875				
Standardní emisní faktor min. N hnojiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg N	1,916	1,910	1,910	0	0	0	-
Měrné emise GHG z výroby min. N hnojiv	kg CO_{2eq} /rok	153 356,64	4 077,85	1 671,25	0	0	0	159 105,74
Spotřeba minerálních hnojiv P ₂ O ₅	kg/ha	50	30	30	0	0	0	-
	kg/rok	34 800	1 830	750				
Standardní emisní faktor min. P ₂ O ₅ hnojiv podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg P ₂ O ₅	1,011			-	-	-	-
Měrné emise GHG z výroby min. P₂O₅ hnojiv	kg CO_{2eq} /rok	35 182,80	1 850,13	758,25	0	0	0	37 791,18
Aplikace digestátu ²⁾ z BS	t/ha	20			0	0	0	-
	t/rok	13 920	1 220	500				
Živiny N z digestátu	kg/ha	106			0	0	0	-
	kg/rok	73 776	6 466	2 650				
Živiny P ₂ O ₅ z digestátu	kg/ha	32			0	0	0	-

	kg/rok	22 272	1 952	800				
Živiny K ₂ O z digestátu	kg/ha	70			0	0	0	-
	kg/rok	48 720	4 270	1 750				
Měrné emise GHG z výroby digestátu	kg CO_{2eq} /kg	0			0	0	0	0
Spotřeba prostředků na ochranu rostlin	kg/ha	4,5	1,2	1,35	0	0	0	-
	kg/rok	3 132	73,2	33,75				
Standardní emisní faktor prostředků na ochranu rostlin podle EC v 1.0./2015	kg CO _{2eq} /kg	10,97			0	0	0	-
Měrné emise GHG z výroby prostředků na ochranu rostlin	kg CO_{2eq} /rok	34 358,04	803	370,24	0	0	0	-
Celkem měrné emise GHG	kg CO_{2eq} /rok	272 417,88	11 340,26	4 964,69	0	0	0	288 722,83
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu z BS <i>e_{ec2}</i>	g CO_{2eq} /MJ	3,03 ³⁾						

¹⁾ *Bilance hnojení v družstvu Pooslaví Nová Ves*

²⁾ *Živiny K₂O nutné pro pěstování plně dodává aplikace digestátu.*

³⁾ *288 722,83 g CO_{2eq}/rok / 95 252 GJ/rok = 3,03 g CO_{2eq}/MJ*

Tabulka 23: Výpočet emisí N₂O a z nich vyplývající měrné emise GHG z aplikace hnojiv a rozkladu posklizňových zbytků na půdě z pěstované biomasy a vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu z BS *e_{ec3}*

		Jednotka	Kukuřičná siláž	Senáž žita GPS	Senáž triticales	Cukrovar- nické řízky	Melasové splašky s cukrem	Kejda skotu	Součet
Dodaný dusík z	minerál. hnojiv	kg/ha	115	35	35	0	0	0	-
		kg/rok	80 040	2 135	875				83 050
	digestátu	kg/ha	106						-
		kg/rok	73 776	6 466	2 650				80 507
	posklizň. zbytků	kg/ha	7,2	8,7	9,2				-
		kg/rok	5 011	531	230				5 772
Přímé emise N ₂ O-N		kg N ₂ O-N /ha	2,282 ¹⁾	1,497	1,502	0	0	0	-
		kg N ₂ O-N /rok	1 588,27	91,317	37,55				1 717,139
Nepřímé emise N ₂ O-N		kg N ₂ O-N /ha	0,3149 ²⁾	0,156	0,1564				-
		kg N ₂ O-N /rok	219,17	9,52	3,91				232,60
Celkem N ₂ O-N		kg N ₂ O-N /rok	1 807,44	100,84	41,46	0	0	0	1 949,74
Emise N ₂ O-N z referenčního užití půdy		kg N ₂ O-N /ha	0,320			0	0	0	-
		kg N ₂ O-N /rok	222,72	19,52	8,00				250,24
Emise N ₂ O-N		kg N ₂ O-N /rok	1 584,72	81,32	33,46	0	0	0	1 699,50
Emise N ₂ O (N ₂ O-N x 44/28)		kg N ₂ O /rok	2 490,27	127,79	52,58	0	0	0	2 670,64
Skleníkový účinek N ₂ O (N ₂ O x 296)		kg CO _{2eq} /rok	737 119,92	37 825,84	15 563,68	0	0	0	790 509,44
Vážený průměr dílčího emisního faktoru biomethanu <i>e_{ec3}</i>		g CO _{2eq} /MJ	8,30 ³⁾						

$$^1) (115 + 106 + 7,2) \times 0,01 = 2,282$$

$$^1) (113,2 \times 0,1 \times 0,0075) + (115 \times 0,2 \times 0,01) = 0,3149$$

$$^1) 790\,509,44 \text{ kg CO}_{2eq}/rok / 95\,252 \text{ GJ}/rok = 8,30 \text{ g CO}_{2eq}/MJ$$

Vyrobený bioplyn/biomethan z BS je z 95 % V/V určen jako palivo kogenerační jednotky, a proto se pro deklarovaný odběr k úpravě na kvalitu zemního plynu mírně navýšilo množství vstupní suroviny (viz tab. 20). Určitá část vyrobené elektřiny a tepla z kogenerace přirozeně slouží k zajištění výroby bioplynu/biomethanu v BS. Podstatná část elektřiny ale jde do distribuční sítě jako zelená energie a teplo do areálu družstva a vytápění části přilehlé vesnice. Tím jsou emise GHG, specifikované v předešlém příkladu (tab. 15), jako e_{pl} nulové. Jde o emisní kredit za uspořené ekvivalentní množství fosilních paliv.

Efektivní provoz BS vyžaduje kvalitní utěsnění fermentoru a těch částí BS, kde se hromadí methan. Nutností je bezpečné a trvalé řešení plynotěsných, vodotěsných a tlaku odolných prostupů. Obdobně jako u předešlého příkladu výpočtu se zde stanovuje ztráta ve výši 0,5 % V/V celkově vyrobeného biomethanu. Z roční výroby 2 521 110 m³_N biomethanu (95 252,58 GJ/rok) tak ztráty činí cca 12 605 m³_N (476 GJ/rok). Dílčí emisní faktor ze ztráty methanu při výrobě a zpracování e_{p2} je stejný jako u předešlého příkladu (tab. 16) **2,15 g CO_{2eq}/MJ**.

Pro úpravu bioplynu na kvalitu zemního plynu se předpokládá instalace provozního souboru membránové technologie s výkonností 25 m³_N/h vstupního bioplynu vyčištěného na 13 m³_N/h biomethanu se standardizovanou kvalitou pohonné hmoty spalovacích motorů. Membránová technologie představuje plně automatickou technologii, ve které je bioplyn komprimován a poté je rozdělen na membránových modulech na biomethan a odpadní plyn. Z biomethanu jsou odstraněny zbytky sulfanu na adsorpční koloně a zbytky vody v kondenzačním chladiči. Odpadní plyn bude odváděn zpět do BS a přimícháván k bioplynu vhnáném do kogenerační jednotky BS. Celý provozní soubor bude instalován do kontejneru v blízkosti BS a kompresní plnicí stanice (bio)CNG, kde bude stlačen na cca 22 – 25 MPa. V projektové dokumentaci je stanovena měrná spotřeba energie pro komprimaci před membránovými moduly, dopravu odpadních plynů a biomethanu a pro jeho následné stlačení do zásobních lahví na 1,06 kWh/m³_N biomethanu, což je o cca 28 % více než v předešlém příkladu (viz tab. 17, 18), kde měrná spotřeba elektřiny na obdobné procesy činila 0,82 kWh/m³_N biomethanu. Pro tyto operace se opět využije zelená elektřina z kogenerační jednotky BS. Příslušný výpočet je proveden v tab. 24. Vyčíslený dílčí emisní faktor je zařazen do emisí původem z přepravy a distribuce e_{td} = **8,14 g CO_{2eq}/MJ**.

Tabulka 24: Dílčí emisní faktor z komprese, dopravy a stlačení do zásobních lahví při čištění bioplynu na biomethan e_{td}

	Jednotka	Hodnota
Měrná spotřeba elektřiny pro kompresi, dopravu a stlačení biomethanu do zásobních lahví	kWh/m ³ _N	1,06
Standardní emisní faktor pro elektřinu z kogenerace BS podle Ecoinvent v 3.1./2014	kg CO _{2eq} /MJ	0,08056
Dílčí emisní faktor z komprese, dopravy a stlačení do zásobních lahví e_{td}, vztažený na MJ spalného tepla biomethanu ^{*)}	g CO_{2eq}/MJ	8,14

^{*)} Spalné teplo methanu při 15 °C a tlaku 101,325 kPa = 37,782 MJ/m³_N

V tab. 25 jsou uvedeny souhrnné hodnoty měrných emisí GHG stlačeného biomethanu získaného anaerobní fermentací ze vstupních surovin v BS a z nich vyplývající úspory emisí GHG vyvolané použitím (bio)CNG. Emisní faktor vyrobeného (bio)CNG je 25,73 g CO_{2eq}/MJ spalného tepla a je o cca 12 % nižší než hodnota vypočtená v předešlém příkladu (tab. 19). Vyšší jsou i úspory emisí GHG.

Tabulka 25: Souhrnné měrné emise GHG stlačeného biomethanu (bioCNG) získaného anaerobní fermentací směsi kukuřičné siláže, senáže žita a triticales, kejdy a zbytků ve formě cukrovarnických řízků a melasových zbytků s cukrem

		Jednotka	Hodnota	Podíl (%)
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG z pěstování $e_{ec} = e_{ec1} + e_{ec2} + e_{ec3}$		g CO _{2eq} /MJ	(4,11 + 3,03 + 8,30) 15,44	60,00
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG ze zpracování $e_p = e_{p1} + e_{p2}$			(0 + 2,15) 2,15	8,36
Skutečné hodnoty měrných emisí GHG pro přepravu a distribuci e_{td}			8,14	31,64
Souhrnné hodnoty měrných emisí GHG $E_B = e_{ec} + e_p + e_{td}$			25,73	100
Úspora emisí GHG vyvolaná použitím bioCNG podle vzorce (2)	Podle směrnice RED $E_F = 83,8$ g CO _{2eq} /MJ	%	69,3	-
	Podle návrhu směrnice RED II $E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ		72,63	-

5. Příklady výpočtu emisních faktorů rostlinných olejů získaných různými technologickými postupy zpracování olejnatých zrn a úspor emisí, pokud jsou používány jako biopalivo

Olejnatá zrna se zpracovávají v průmyslových závodech nebo v decentralizovaných provozech. Průmyslové olejárny uplatňují především lisování ohřátého zrna a pokrutiny jsou dále extrahovány nejčastěji hexanem. U nízkoolejnatých zrn se často využívá pouze extrakce. Pro decentralizované provozy je typické použití lisování bez nebo s ohřevem zrn, lisování jedno nebo dvoustupňově. V poslední době se rozvíjí vícestupňové zpracování olejnatých zrn, kdy v prvním stupni probíhá lisování a ve druhém stupni se pokrutiny podrobují mechanickému procesu extruze. Dále se uvádí příklady výpočtu emisních faktorů a souvisejících úspor emisí GHG vyvolaných použitím rostlinného oleje jako paliva. V tab. 26 se tyto údaje vyčísľují pro průmyslové lisování řepkového zrna s ohřevem a extrakcí pokrutin hexanem. Získaný olej se dále upravuje na požadovanou technickou kvalitu pro potřeby výroby biopaliv nebo po další rafinaci k potravinářským účelům. Tab. 27 obsahuje výpočet měrných emisí GHG decentralizovaného lisování řepkového zrna s ohřevem a technickou rafinací oleje deggumingem. Stanovení emisního faktoru studeného lisování řepkového zrna ukazuje tab. 28. Příklad výpočtu měrných emisí GHG procesu lisování sójových bobů s extruzí uvádí tab. 29.

Tabulka 26: Výpočet měrných emisí GHG průmyslového lisování řepkového zrna s ohřevem a extrakcí pokrutin hexanem a technickou rafinací (deggumingem) olejů

e_{ec}: emise původem z těžby nebo pěstování vstupních surovin				
Emise z pěstování řepky olejky				
e_{ec} – bezvodá vstupní surovina (kg CO _{2eq} /t dry řepkového zrna ŘZ)		e_{ec} – alokovaná na řepkový olej (kg CO _{2eq} /t dry řepkového oleje ŘO)		
CZ NUTS – CZ 02 (viz tab. 3) 581		791,25		
e_p: emise původem ze zpracování				
Ohřev, lisování, extrakce a rafinace ŘO				
		Obsah vody (% m/m)	Spotřeba energie a reagentů, odpady	
			spotřeba páry (tepla)	66 880 000 MJ
Spotřeba ŘZ	(t) 120 307	8,0	spotřeba elektřiny	4 664 908 kWh
	(t dry) 110 682,44	0,0	výstup odpadní vody do ČOV	23 919 m ³
Produkce ŘO	(t) 51 195	0,1	spotřeba elektřiny ČOV	81 053 m ³
	(t dry) 51 143,81	0,0	spotřeba hexanu	53 200 kg
Produkce řepk.	(t) 68 534	13,0	spotřeba kyseliny fosforečné H ₃ PO ₄ 85 % m/m	137 132 kg
šrotů (ŘŠ)	(t dry) 59 624,58	0,0	spotřeba hydroxidu sodného NaOH 50 % m/m	444 149 kg
Výtěžnosti				
ŘO	(t ŘO / t ŘZ) 0,4255	(t dry ŘO / t dry ŘZ)	0,4621	
ŘŠ	(t ŘŠ / t ŘZ) 0,5696	(t dry ŘŠ / t dry ŘZ)	0,5387	
Faktor vstupní suroviny				
	(t dry ŘZ / t dry ŘO) 2,1641	(t dry ŘZ / t dry ŘŠ)	1,8563	
Emise ze spotřeby energie				
		emisní faktory	díleční měrné emise	
Pára (zemní plyn) (MJ / t dry ŘO)	1 307,69	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,06759	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 88,39	A
Elektřina (MJ / t dry ŘO)	328,36	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 41,92	B
Emise z výroby reagentů				
Hexan (kg / t dry ŘO)	1,04	(kg CO _{2eq} /kg) 3,63055	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 3,77	C
H ₃ PO ₄ 85 % m/m (kg / t dry ŘO)	2,68	(kg CO _{2eq} /kg) 3,0117	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 6,86	D
NaOH 50 % m/m (kg / t dry ŘO)	8,68	(kg CO _{2eq} /kg) 0,4693	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 2,04	E
Emise z odpadů				
Odpadní voda do ČOV (m ³ / t dry ŘO)	0,468	(kg CO _{2eq} /m ³) 0,33	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 0,15	F
Elektřina ČOV (MJ / t dry ŘO)	5,71	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 0,73	G
Díleční součet měrných emisí GHG				
Nealokované výsledky (A + B + C + D + E + F + G)			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 143,86	H
Alokované výsledky (H x alok.)			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 90,53	I
Alokace ŘO a ŘŠ podle energetického obsahu daného výhřevností				
		Výtěžnost	Výhřevnost (MJ / kg dry)	Alokační faktor (-)
ŘO dry (t dry ŘO / t dry ŘZ) 0,4621			37	0,6293
ŘŠ dry (t dry ŘŠ / t dry ŘZ) 0,5387			18,7	0,3707
Vzorec (5): (0,4621 x 37) / (0,4621 x 37) + (0,5387 x 18,7) = 0,6293				
Alokace měrných emisí GHG z pěstování e_{ec} na ŘO				
Vzorec (4): (2,1641 x 581) x 0,6293 = 791,25 kg CO _{2eq} /t dry ŘO				
Celkové měrné emise alokované na ŘO $e_{ec} + e_p$			(kg CO_{2eq}/t dry ŘO)	
e_{ec}			791,25	
e_p			90,53	
E - Měrné emise GHG ŘO jako meziproduktu			881,78	
			(g CO_{2eq}/MJ)	
E_B - Měrné emise GHG ŘO jako biopalivo ¹⁾ (881,78 / 37)			23,83	
Přeprava a distribuce ŘO jako biopalivo e_{td}		RED	1,0	
		Návrh RED II	1,4	
Celkem $e_{ec} + e_p + e_{td}$ pro ŘO jako biopalivo		RED	24,83	
		Návrh RED II	25,23	
Úspora emisí GHG při využití ŘO jako biopalivo (%)		RED $E_F = 83,8$ g CO_{2eq}/MJ	70,36	
		Návrh směrnice RED II $E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ	73,2	

¹⁾ ŘO splňuje příslušnou technickou normu pro použití jako pohonná hmota spalovacího motoru.

Tabulka 27: Výpočet měrných emisí GHG decentralizovaného lisování řepkového zrna s ohřevem a technickou rafinací (deggumingem) olejů

e_{ec}: emise původem z těžby nebo pěstování vstupních surovin					
Emise z pěstování řepky olejky					
e_{ec} – bezvodá vstupní surovina (kg CO _{2eq} /t dry řepkového zrna ŘZ)			e_{ec} – alokovaná na řepkový olej (kg CO _{2eq} /t dry řepkového oleje ŘO)		
CZ NUTS – CZ 02 (viz tab. 3) 581			854,19		
e_p: emise původem ze zpracování					
Ohřev, lisování, extrakce a rafinace ŘO					
		Obsah vody (% m/m)	Spotřeba energie a reagentů		
			spotřeba páry (tepla)		1 398 720 kWh
Spotřeba ŘZ	(t) 13 454	8,0	spotřeba elektřiny		696 630 kWh
	(t dry) 12 377,68	0,0	spotřeba kyseliny fosforečné		
Produkce ŘO	(t) 4 690	0,089	H ₃ PO ₄ 40 % m/m		137 132 kg
	(t dry) 4 685,83	0,0			
Produkce řepk.	(t) 8 384	12,0			
pokrutin (ŘP)	(t dry) 7 377,92	0,0			
Výtěžnosti					
ŘO	(t ŘO / t ŘZ) 0,3486	(t dry ŘO / t dry ŘZ)	0,3786		
ŘŠ	(t ŘP / t ŘZ) 0,6232	(t dry ŘP / t dry ŘZ)	0,5961		
Faktor vstupní suroviny					
(t dry ŘZ / t dry ŘO) 2,64		(t dry ŘZ / t dry ŘP)		1,6777	
Emise ze spotřeby energie			emisní faktory		dílčí měrné emise
Pára (zemní plyn)	(MJ / t dry ŘO) 1 074,60	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,06759	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	72,63	A
Elektřina	(MJ / t dry ŘO) 535,20	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	68,32	B
Emise z výroby reagentů					
H ₃ PO ₄ 40 % m/m	(kg / t dry ŘO) 1,53	(kg CO _{2eq} /kg) 3,0117	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	1,84	C
Dílčí součet měrných emisí GHG					
Nealokované hodnoty (A + B + C)			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	142,79	D
Alokované hodnoty (D x alok.)			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	79,52	F
Alokace ŘO a ŘP podle energetického obsahu daného výhřevností					
		Výtěžnost	Výhřevnost (MJ / kg dry)	Alokační faktor (-)	
ŘO dry	(t dry ŘO / t dry ŘZ) 0,3786		37	0,5569	alok.
ŘP dry	(t dry ŘP / t dry ŘZ) 0,5961		18,7	0,4431	
Vzorec (5): (0,3786 x 37) / (0,3786 x 37) + (0,5961 x 18,7) = 0,5569					
Alokace měrných emisí GHG z pěstování e_{ec} na ŘO					
Vzorec (4): (2,64 x 581) x 0,5569 = 854,19 kg CO _{2eq} /t dry ŘO					
Celkové měrné emise alokované na ŘO $e_{ec} + e_p$				(kg CO_{2eq}/t dry ŘO)	
e_{ec}				854,19	
e_p				79,52	
E - Měrné emise GHG ŘO jako meziproduktu				933,71	
				(g CO_{2eq}/MJ)	
E_B - Měrné emise GHG ŘO jako biopalivo ¹⁾ (933,71 / 37)				25,24	
Přeprava a distribuce ŘO jako biopalivo e_{td}		RED		1,0	
		Návrh RED II		1,4	
Celkem $e_{ec} + e_p + e_{td}$ pro ŘO jako biopalivo		RED		26,24	
		Návrh RED II		26,64	
Úspora emisí GHG při využití ŘO jako biopalivo (%)		RED $E_F = 83,8$ g CO_{2eq}/MJ		68,7	
		Návrh směrnice RED II $E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ		71,7	

¹⁾ ŘO splňuje příslušnou technickou normu pro použití jako pohonná hmota spalovacího motoru.

Tabulka 28: Výpočet měrných emisí GHG decentralizovaného procesu studeného lisování řepkového zrna s filtrací oleje

e_{ec}: emise původem z těžby nebo pěstování vstupních surovin					
Emise z pěstování řepky olejky					
e_{ec} – bezvodá vstupní surovina (kg CO _{2eq} /t dry řepkového zrna (ŘZ))		e_{ec} – alokováno na řepkový olej (kg CO _{2eq} /t dry řepkového oleje (ŘO))			
CZ NUTS – CZ 02 (tab. 3)	581	845,3			
e_p: emise původem ze zpracování					
Studené lisování					
Obsah vody (% m/m)					
Spotřeba řepkového zrna (ŘZ)	(t)	36 808	6,00	spotřeba páry (tepla) (MJ)	0
	(t dry)	34 600	0,00		
Produkce řepkového oleje (ŘO)	(t)	14 050	0,10	spotřeba elektřiny (kWh)	3 411 645
	(t dry)	14 036	0,00		
Produkce řepkových pokrutin (ŘP)	(t)	22 053	11,00		
	(t dry)	19 627	0,00		
Výtěžnosti					
ŘO	(t ŘO / t ŘZ)	0,3817	(t dry ŘO / t dry ŘZ)	0,4057	
ŘP	(t ŘO / t ŘZ)	0,5991	(t dry ŘP / t dry ŘZ)	0,5073	
Faktor vstupní suroviny (t dry ŘZ / t dry ŘO)			2,4651 (t dry ŘZ / t dry ŘP) 1,7628		
Emise ze spotřeby energie					
			emisní faktory		dílčí měrné emise
Elektřina	(MJ / t dry ŘO)	875,03	(kg CO _{2eq} /MJ)	0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 111,698
(3 411 645 kWh x 3,6 / 14 036) = 875,03					
Dílčí součet měrných emisí ze zpracování					
Nealokované výsledky (A)			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 111,698		
Alokované výsledky (A) x alok.			(kg CO _{2eq} /t dry ŘO) 65,924		
Alokace ŘO a ŘP podle energetického obsahu daného výhřevností tohoto meziproduktu a koproduktu					
Výtěžnost		Výhřevnost (MJ / kg dry)		Alokační faktor (-)	
ŘO (dry) (t dry ŘO / t ŘZ)	0,4057	37,0		0,5902	
ŘP (dry) (t dry ŘP / t ŘZ)	0,5573	18,7		0,4098	
Vzorec (5): (0,4057 x 37 / (0,4057 x 37) + (0,5573 x 18,7) = 0,5902					
Měrné emise GHG alokované na ŘO					
Vzorec (4): (2,4651 x 581) x 0,5902 = 845,298 kg CO _{2eq} / t dry ŘO					
Celkové měrné emise alokované na řepkový olej $e_{ec} + e_p$					(kg CO _{2eq} / t dry ŘO)
e_{ec}					845,30
e_p					65,92
E - Celkové měrné emise GHG alokované na ŘO					911,22

Tabulka 29: Výpočet měrných emisí GHG decentralizovaného procesu lisování sójových bobů s extruzí a filtrací oleje

e_{ec}: emise původem z těžby nebo pěstování vstupních surovin					
Emise z pěstování sóji					
e_{ec} – bezvodá vstupní surovina (kg CO _{2eq} /t dry sójových bobů (SB))			e_{ec} – alokovaná na sójový olej (kg CO _{2eq} /t dry sójového oleje (SO))		
AT NUTS – AT 12 notifikované* 125			216,19		
* NUTS value per ton of soybean in dry basis approved and published by the EC (NUTZ report value)					
e_p: emise původem ze zpracování					
Lisování a extruze					
Obsah vody (% m/m)					
Spotřeba sójových bobů (SB)	(t)	63 360,00	12,00	spotřeba zem. plynu (m ³ _N)	215 424
	(t dry)	55 756,80	0,00		
Produkce sójového oleje (SO)	(t)	8 771,17	0,06	spotřeba elektřiny (kWh)	5 702 400
	(t dry)	8 765,91	0,00		
Produkce sójových pokrutin (SP)	(t)	51 586,73	10,00		
	(t dry)	46 428,06	0,00		
Výtěžnosti					
SO	(t SO / t SB)	0,1384	(t dry SO / t dry SB)	0,1572	
SP	(t SP / t SB)	0,8142	(t dry SP / t dry SB)	0,8327	
Faktor vstupní suroviny (t dry SB / t dry SO)			6,3610	(t dry SB / t dry SP) 1,2010	
Emise ze spotřeby energie					
emisní faktory				dílčí měrné emise	
Pára (zemní plyn) (MJ / t dry SO)	928,943	(kg CO _{2eq} /MJ)	0,06759	(kg CO _{2eq} /t dry SO)	62,79
(215 424 m ³ _N x 10,5 kWh x 3,6 / 8 765,91) = 928,943					
Elektřina (MJ / t dry SO)	2 341,872	(kg CO _{2eq} /MJ)	0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry SO)	298,94
(5 702 400 kWh x 3,6 / 8 765,91) = 2 341,872					
Dílčí součet měrných emisí GHG ze zpracování					
Nealokované výsledky (A + B)				(kg CO _{2eq} /t dry SO)	361,73
Alokované výsledky (C x alok.)				(kg CO _{2eq} /t dry SO)	98,35
Alokace SO a SP podle energetického obsahu daného výhřevností tohoto meziproduktu a koproduktu					
Výtěžnost		Výhřevnost (MJ / kg dry)		Alokační faktor (-)	
SO dry (t dry SO / t dry SB)	0,1572	37,0		0,2719	
SP dry (t dry SP / t dry SB)	0,8327	18,7		0,7281	
Vzorec (5): (0,1572 x 37) / (0,1572 x 37) + (0,8327 x 18,7) = 0,2719					
Alokace měrných emisí GHG z pěstování e_{ec} na SO					
Vzorec (4): (6,3610 x 125) x 0,2719 = 216,19 kg CO _{2eq} / t dry SO					
Měrné emise GHG alokované na SO				(kg CO_{2eq} / t dry SO)	
e_{ec}				216,19	
e_p				98,35	
E - Celkové měrné emise GHG alokované na SO				314,54	

5.1 Srovnání emisních faktorů a dalších klíčových parametrů rostlinných olejů získaných různými technologickými postupy

Porovnání dílčích a celkových měrných emisí GHG, faktorů vstupních surovin, hodnot nealokovaných a alokovaných, včetně alokačních faktorů (viz tab. 30) může také významně napomoci při rozhodovacím procesu, jakou technologii zpracování olejnatých semen zvolit. Rozhoduje nejen požadované využití olejů buď jako produkt nebo meziprodukt, ale také hodnota koproduktů a odpadů. S tím souvisí i optimalizace hmotnostní a energetické bilance.

Tabulka 30: Porovnání dílčích a celkových měrných emisí GHG rostlinných olejů získaných různými technologiemi zpracování

Průmyslové lisování řepkového zrna s ohřevem, extrakcí pokrutin hexanem a rafinací oleje deggumíngem	Decentralizované lisování řepkového zrna s ohřevem a rafinací oleje deggumíngem	Decentralizované lisování řepkového zrna s filtrací oleje	Decentralizované lisování sójových bobů s extruzí a filtrací oleje
e_{ec} : CZ 02 NUTS 2: 581 kg CO_{2eq}/t dry řepkového zrna			AT 12 NUTS 2: 125 kg CO_{2eq}/t dry sójových bobů
e_{ec}: emise původem z pěstování alokované na bezvodý olej			
kg CO _{2eq} /t dry řepkového oleje			kg CO _{2eq} /t dry sójového oleje
791,25	854,19	845,30	216,19
e_p: emise původem ze zpracování			
Nealokované hodnoty			
143,86	142,79	111,70	361,73
Alokační faktor vztažený na bezvodý olej			
0,6293	0,5569	0,5902	0,2719
Alokované hodnoty na bezvodý olej			
90,53	79,52	65,92	98,35
Celkové emise $e_{ec} + e_p$ vztaženo na bezvodý olej			
881,78	933,71	911,22	314,54

5.2 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory rostlinných olejů používané jako biopalivo

Standardní úspory emisí GHG platné pro biopaliva specifikuje směrnice RED pouze pro řepkový olej (část A, příloha V). Z tab. 31 jsou patrné hodnoty úspor emisí GHG stanovené ze standardních hodnot řepkového oleje podle směrnice RED a z tab. 32 pro širší portfolia rostlinných olejů podle návrhu směrnice RED II.

Tabulka 31: Stanovení standardní úspory emisí GHG z dílčích standardních emisních faktorů řepkového oleje podle směrnice RED

	Čistý rostlinný olej z řepkového zrna
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec}	30 g CO _{2eq} /MJ
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování $e_{ep} - e_{ee}$	5 g CO _{2eq} /MJ
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td}	1 g CO _{2eq} /MJ
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} - e_{ee} + e_{td}$	36 g CO _{2eq} /MJ
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím čistého oleje z řepkového zrna podle vzorce (2) $E_F = 83,8 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	57 %

Tabulka 32: Stanovení standardní úspory emisí GHG z dílčích standardních emisních faktorů čistého rostlinného oleje z řepkového zrna, slunečnice, sójových bobů, palmového oleje a odpadního kuchyňského oleje podle návrhu směrnice RED II v g CO_{2eq}/MJ

	Čistý rostlinný olej z				
	řepkového zrna	slunečnice	sójových bobů	palmového oleje ^{*)}	odpadního kuchyňského oleje
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec} z toho pouze N ₂ O	33,4 17,6	27,2 12,2	22,3 13,4	21,7 16,5	0 0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování e_{ep} z toho pouze pro extrakci	5,2 4,4	5,4 4,2	5,9 4,7	6,5 5,3	0,8 0
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td} z toho pouze přeprava a distribuce konečného paliva	1,4 0,8	1,7 0,8	8,8 0,8	6,7 0,8	1,4 0,8
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} + e_{td}$	40	34,3	37	34,8	2,2
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím čistého rostlinného oleje podle vzorce (2) $E_F = 94 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	57 %	64 %	61 %	63 %	98 %

^{*)} proces se zachycováním methanu ve výrobě

6. Příklady výpočtu úspory emisí GHG a emisní faktor bionafty (FAME) z řepkového zrna, řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů

Směs methylesterů mastných kyselin (FAME) vyráběných z rostlinných olejů, vstupních surovin obdobného typu jako jsou upotřebené kuchyňské oleje nebo živočišné tuky, se také označují jako bionafta.

Dále se uvádějí příklady stanovení úspor emisí GHG a emisních faktorů bionafty pomocí standardních hodnot a skutečným výpočtem.

6.1 Standardní úspory emisí GHG bionafty, rozložené a souhrnné standardní hodnoty emisních faktorů pro pěstování, zpracování, přepravu a distribuci

V tab. 33 jsou uvedeny tyto hodnoty pro bionaftu z různých vstupních surovin podle směrnice RED a v tab. 34 podle návrhu směrnice RED II.

Tabulka 33: Stanovení standardní úspory emisí GHG, dílčích a souhrnných standardních emisních faktorů bionafty z různých vstupních surovin podle směrnice RED v g CO_{2eq}/MJ

	Bionafta z				
	řepkového zrna	slunečnice	sójových bobů	palmového oleje *)	odpadního rostlin. nebo živočišného oleje resp. tuku
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec}	29	18	19	14	0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování $e_{ep} - e_{ee}$	22	22	26	18	13
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td}	1	1	13	5	1
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} - e_{ee} + e_{td}$	52	41	58	37	14
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím bionafty podle vzorce (2) $E_F = 83,8 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	38 %	51 %	31 %	56 %	83 %

*) proces se zachycováním methanu ve výrobě

Tabulka 34: Stanovení standardních hodnot úspory emisí GHG, dílčích a souhrnných standardních hodnot emisních faktorů bionafty z různých vstupních surovin podle návrhu směrnice RED II v g CO_{2eq}/MJ

	Bionafta z					
	řepkového zrna	slunečnice	sójových bobů	palmového oleje *)	odpadního kuchyňského oleje	zpracování živočišných tuků
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec} z toho pouze N ₂ O	32,0 17,6	26,1 12,2	21,4 13,4	20,7 16,5	0	0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování e_{ep} z toho pouze pro extrakci	16,3 4,2	16,5 4,0	16,9 4,4	18,5 5,1	19,7 0	25 0
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td} z toho pouze přeprava a distribuce konečného paliva	1,8 1,3	2,1 1,3	8,9 1,3	6,9 1,3	1,9 1,3	1,7 1,3
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} + e_{td}$	50,1	44,7	47,2	46,1	21,6	26,7
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím bionafty podle vzorce (2) $E_F = 94 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	47 %	52 %	50 %	51 %	77 %	72 %

*) proces se zachycováním methanu ve výrobě

6.2 Výpočet úspory emisí GHG a emisního faktoru bionafty z řepkového zrna, řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů

Stanovení měrných emisí GHG pro bionaftu (FAME) vyrobenou z řepkového zrna, řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů – UCO (viz obr. 5) postupně uvádí tab. 35 – 39. V tab. 35 je uvedena hmotnostní a energetická bilance v reálném podniku. Emisní faktor pro řepkové zrno je 581 kg CO_{2eq}/t dry (CZ 02 NUTS 2 podle tab. 3). V tab. 36 je proveden výpočet dílčích emisí GHG z pěstování e_{ec} a ze zpracování e_p řepkového zrna na olej. Výpočet dílčích a celkových emisí GHG ze zpracování řepkových olejů a UCO je obsažen v tab. 37. Emise GHG z pěstování řepkového zrna e_{ec} alokované na řepkový olej uvádí tab. 38. V tab. 39 je pak provedena rekapitulace emisí GHG a jejich úspora.



Obr. 5: Pohled na část provozního souboru rafinace methylesterů mastných kyselin řepkového oleje

Tabulka 35: Hmotnostní a energetická bilance výroby FAME z řepkového oleje a použitých kuchyňských olejů

		Spotřeba Výroba	Obsah vody Výhřevnost	Emisní faktor	Měrná hodnota
Lisování řepkového zrna a rafinace řepkového oleje					
Řepkové zrno (ŘZ)	Udržitelné	6432 t	8 % m/m	-	
		5917,44 t dry ŘZ	0 % m/m 26,4 MJ/kg dry	CZ02 NUTS 2 581 kg CO_{2eq}/t dry	
	Neudržitelné	295 t	8 % m/m		
		271,4 t dry	0 % m/m		
	Celkem	6727 t	8 % m/m		
		6188,84 t dry	0 % m/m		
Řepkový olej (ŘO)		2345 t	0,089 % m/m		
		2342,913 t dry ŘO	0 % m/m 37 MJ/kg dry	929,57 kg CO _{2eq} /t dry ŘO	
Řepkové pokrutiny (ŘP)		4192 t	11 % m/m		
		3730,88 t dry ŘP	0 % m/m		
Výtěžnost	ŘO	2345 t ŘO	0,089 % m/m		0,3486 t ŘO/t ŘZ
	ŘO dry	2342,913 t dry ŘO	0 % m/m 37 MJ/kg dry		0,3786 t dry ŘO/t dry ŘZ
	ŘP	4192 t ŘP	11 % m/m		0,6232 t ŘP/t ŘZ
	ŘP dry	3730,88 t dry ŘP	0 % m/m 18,7 MJ/kg dry		0,6028 t dry ŘP/t dry ŘZ

	Spotřeba Výroba	Obsah vody Výhřevnost	Emisní faktor	Měrná hodnota
Faktor vstupní suroviny FF pro ŘO – vzorec (6)	6188,84 t dry ŘZ / 2342,913 t dry ŘO			2,6416 t dry ŘZ/t dry ŘO
	6188,84 t dry ŘZ / 3730,88 t dry ŘP			1,6588 t dry ŘZ/t dry ŘP
Kyselina fosforečná H ₃ PO ₄ – 40 % m/m	3580 kg		3,0117 kg CO _{2eq} /kg	1,528 kg/t dry ŘO
Pára (zemní plyn)	699360 kWh		0,06759 kg CO _{2eq} /MJ	1074,60 MJ/kg dry ŘO
Elektrická energie	348315 kWh		0,46 kg CO _{2eq} /kWh	535,20 MJ/kg dry ŘO
Transesterifikace řepkových olejů a použitých kuchyňských olejů (UCO)				
ŘO	Vlastní	1615 t	0,089 % m/m	929,16 kg CO _{2eq} /t dry ŘO
	Nakupovaný 1	0 t		DDV
	Nakupovaný 2	3159 t		787,13 kg CO _{2eq} /t dry ŘO
	Nakupovaný 3	0 t		1000 kg CO _{2eq} /t dry ŘO
Nakupovaný použitý (UCO)	984 t			
Celkem rostlinné oleje	5758 t	0,127 % m/m		
	5750,687 t dry	0 % m/m		
FAME (bionafta)	5652 t	0,021 % m/m		
Glycerolová fáze bezvodá	1054 t	0 % m/m		
Methanol CH ₃ OH (zemní plyn)	819960 kg		1,981443 kg CO _{2eq} /kg	145,10 kg /t dry FAME
Methanolát sodný (30 % CH ₃ ONa)	112830 kg		4,8854 kg CO _{2eq} /kg	19,97 kg /t dry FAME
Kyselina citronová (C ₆ H ₈ O ₇ – 99,8 %)	4650 kg		0,9631 kg CO _{2eq} /kg	0,8229 kg /t dry FAME
Hydroxid draselný (KOH – 50 %)	4240 kg		1,9339132 kg CO _{2eq} /kg	0,75 kg /t dry FAME
Pára (zemní plyn)	766270 kWh		0,6759 kg CO _{2eq} /MJ	488,17 MJ /kg dry FAME
Elektrická energie	160572 kWh		0,46 kg CO _{2eq} /kWh	102,30 MJ /kg dry FAME
Odpadní voda	914 m ³		0,33 kg CO _{2eq} /m ³	0,162 m ³ /t dry FAME
Výtěžnost	FAME	5652 t	0,021 % m/m	0,9816 t FAME/t dry ŘO
	FAME dry	5650,81 t dry	0 % m/m 37,2 MJ/kg dry	0,9826 t dry FAME /t dry ŘO
	G-fáze		0 % m/m	0,1830 t G-fáze/t dry ŘO
	G-fáze dry	1054 t dry	18,96 MJ /kg dry *	0,1833 t dry G-fáze/t dry ŘO
Faktor vstupní suroviny FF pro FAME	2,6416 t dry ŘZ/t dry ŘO / 0,9826 t dry FAME/t dry ŘO			2,6884 t dry ŘZ/t dry FAME **
	2,6884 kg dry ŘZ/kg dry FAME x 26,4 MJ/kg dry ŘZ = 70,9738 / 37,2 MJ/kg dry FAME – vzorec (7)			1,9079 MJ dry ŘZ/MJ dry FAME
	5750,687 t dry ŘO / 5650,81 t dry FAME			1,0177 t dry ŘO/t dry FAME
	1,0177 kg dry ŘO/kg dry FAME x 37 MJ/kg dry ŘO = 37,6540 MJ/kg dry FAME / 37,2 MJ/kg dry FAME			1,0122 MJ dry ŘO/MJ FAME

* Stanoveno v akreditované laboratoři. FARMA glycerol bezvodý má podle ISCC 205 verze 3 výhřevnost 16 MJ/kg.

** resp. kg dry ŘZ/kg dry FAME

Tabulka 36: Výpočet dílčích emisí GHG z pěstování e_{ec} a ze zpracování e_p řepkového zrna (ŘZ) na řepkový olej (ŘO) a řepkové pokrutiny (ŘP) v dodavatelském řetězci bionafty (FAME)

	Výpočet	kg CO _{2eq} /t dry ŘO	kg CO _{2eq} /t dry FAME	g CO _{2eq} /MJ FAME	Ozn.
Emise GHG ze spotřebované páry	1074,60 MJ/t dry ŘO x 0,06759 kg CO _{2eq} /MJ = 72,63 x 1,0177 t dry ŘO/t dry FAME = 73,917 / 37,2 MJ/kg dry FAME	72,63	73,917	1,987	A
Emise GHG ze spotřebované elektřiny	535,20 MJ/t dry ŘO x (0,46 kg CO _{2eq} /kWh / 3,6) = 68,39 x 1,0177 = 69,600 / 37,2	68,39	69,600	1,871	B
Emise GHG z výroby H ₃ PO ₄ a použité v procesu (40 % m/m)	1,528 kg/kg dry ŘO x 0,40 x 3,0117 kg CO _{2eq} /kg = 1,84 x 1,0177 = 1,872 / 37,2	1,84	1,872	0,050	C
Součet alokovaných hodnot	(A + B + C)	142,86	145,389	3,908	D
Alokovaná hodnota	(D) x Alokace 1 (0,5541)	79,16	80,560	2,165	F
Obsah energie v ŘO	2342,913 x 10 ³ kg dry ŘO x 37 MJ/kg dry ŘO = 86687,781 MJ				
Obsah energie v ŘP	3730,88 x 10 ³ kg dry ŘP x 18,7 MJ/kg dry ŘP = 69767,456 x 10 ³ MJ				
Alokační faktor ŘO – vzorec (3)	86687,781 MJ / (86687,781 + 69767,456) = 0,5541				alok. 1
Alokační faktor ŘP	69767,456 / (86687,781 + 69767,456) = 0,4459				
Celkové emise GHG z pěstování ŘZ e_{ec} 581 kg (CZ 02 NUTS 2) alokované na ŘO	581 x faktor vstupní suroviny x alok. 1 = 581 kg CO _{2eq} /t dry ŘZ x 2,6416 x 0,5541	850,41			G
Celkové emise GHG alokované na ŘO	(F + G)	929,57			H

Tabulka 37: Výpočet dílčích a celkových emisí GHG ze zpracování řepkových olejů a UCO v dodavatelském řetězci bionafty (FAME)

	Výpočet	kg CO _{2eq} /t dry FAME	g CO _{2eq} /MJ FAME	Ozn.
Emise GHG ze spotřebované páry	488,17 MJ/t dry FAME x 0,06759 kg CO _{2eq} /MJ	33,00	0,887	I
Emise GHG ze spotřebované elektřiny	102,30 MJ/t dry FAME x (0,46 kg CO _{2eq} /kWh / 3,6)	13,07	0,351	J
Emise GHG z výroby methanolu a použitého v procesu	145,10 kg/kg dry FAME x 1,981443 kg CO _{2eq} /kg	287,51	7,729	K
Emise GHG z výroby methanolátu sodného (30 %) a použitého v procesu	19,97 kg/kg dry FAME x 0,30 x 4,8854 kg CO _{2eq} /kg	29,27	0,787	L
Emise GHG z výroby kyseliny citronové a použité v procesu	0,8229 kg/t dry FAME x 0,9631 kg CO _{2eq} /kg	0,79	0,021	M
Emise GHG z výroby hydroxidu draselného (50 %)	0,75 kg/t dry FAME x 1,9339132 kg CO _{2eq} /kg x 0,50	0,73	0,020	N
Emise z odpadů - odpadní voda	0,162 m ³ /t dry FAME x 0,3300 kg CO _{2eq} /m ³	0,05	0,001	O
Součet nealokovaných hodnot	(I + J + K + L + M + N + O)	364,42	9,796	P
Alokované hodnoty	(P) x Alokace 2 (0,9135)	332,90	8,949	Q
Obsah energie ve FAME	5650,81 x 10 ³ kg dry FAME x 37,20 MJ/kg dry FAME = 210210,132 x 10 ³ MJ			
Obsah energie v G-fázi	1050 x 10 ³ kg dry G-fáze x 18,96 MJ/kg dry G-fáze = 19908 x 10 ³ MJ			
Alokační faktor FAME - vzorec (6)	210210,132 / (210210,132 + 19908) = 0,9135			alok. 2
Alokační faktor G-fáze - vzorec (6)	19908 / (210210,132 + 19908) = 0,0865			
Celkové emise GHG ze zpracování ŘO na FAME	(Q + F z tab. 36) 332,90 + 80,560 8,949 + 2,165	413,46	11,113	<i>e_p</i>

Tabulka 38: Emise GHG z pěstování řepkového zrna (ŘZ) e_{ec} alokované na řepkový olej (ŘO) a FAME v dodavatelském řetězci bionafty (FAME)

	Výpočet, stanovení	Měrné emise GHG
Emise GHG z pěstování ŘZ	(CZ 02 NUTS 2 + viz tab. 3)	581 kg CO _{2eq} /t dry ŘZ g CO _{2eq} /kg dry ŘZ
Emise GHG z pěstování ŘZ alokované na ŘO	(viz vzorec 4, tab. 35, 36 ozn. G)	850,41 kg CO _{2eq} /t dry ŘO g CO _{2eq} /kg dry ŘO
Emise GHG z pěstování ŘZ alokované na bionaftu (FAME)	(viz vzorec 7, tab. 35, 36, alok. 1, tab. 37 – alok. 2) 581 g CO _{2eq} /kg dry ŘZ / 26,4 MJ/kg dry ŘZ x 1,9079 x 0,5541 x 0,9135 = 21,25 x 37,2 MJ/kg dry FAME	21,25 g CO_{2eq}/MJ FAME 790,5 g CO_{2eq}/kg dry FAME
Rozložená standardní hodnota DDV pro pěstování ŘZ v dodavatelském řetězci FAME z ŘO	Směrnice EP a Rady 2009/28/ES tzv. RED, příloha V (29 x 37,2)	29 g CO_{2eq}/MJ FAME 1078,8 g CO_{2eq}/kg dry FAME/ŘO
Rozložená standardní hodnota DDV z pěstování pro bionaftu z odpadního rostlinného oleje nebo živočišného tuku FAME z UCO	Směrnice EP a Rady 2009/28/ES tzv. RED, příloha V	0 g CO_{2eq}/MJ FAME/UCO

Tabulka 39: Rekapitulace emisí GHG a jejich úspory v dodavatelském řetězci bionafty FAME ve srovnání s referenčním fosilním palivem (83,8 g CO_{2eq}/MJ)

		e_{ec}	e_l	e_p	e_{id}	e_u	e_{sca}	e_{eccs}	e_{ccr}	e_{ee}	E_B celkem	Úspora emisí GHG	
Řepk. olej	CZ 02 NUTS 2	(kg CO _{2eq} /t dry ŘO)										E_F = 83,8	E_F = 94
		850,41	0,00	79,16	DDV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	929,57		
	Standard. hodnota	DDV	0,00	79,16	DDV	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	79,16		
FAME	Vlastní ŘO	(g CO _{2eq} /MJ FAME)										(%)	
		21,25	0,00	11,11	1 ^{d)}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,36	60,2	64,5
	Nakupov. ŘZ 1 ^{a)}	29,00	0,00	11,11	1 ^{d)}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	41,11	50,9	56,3
	Nakupov. ŘO 2 ^{b)}	17,85	0,00	11,11	1 ^{d)}	0,00	0,00	0,00	0,00	1,10	29,61	64,7	68,5
	Nakupov. ŘO 3 ^{c)}	24,98	0,00	8,95	1 ^{d)}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	34,93	58,3	62,8
	Nakupov. UCO	0,00	0,00	8,95	1 ^{d)}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	9,95	88,1	89,4

^{a)} Dodávka ŘZ se standardní hodnotou emisí GHG DDV.

^{b)} Dodavatel v dílčím prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti deklaruje: pěstování řepky 714,37 kg CO_{2eq}/t dry ŘO (17,85 g CO_{2eq}/MJ FAME); 116,70 kg CO_{2eq}/t dry ŘO (2,92 g CO_{2eq}/MJ FAME). ze zpracování ŘO; 43,94 kg CO_{2eq}/t dry ŘO (1,10 g CO_{2eq}/MJ FAME) úspory z kogenerace. V součtu je emisní faktor 787,13 g CO_{2eq}/t dry ŘO (19,67 g CO_{2eq}/MJ FAME).

^{c)} Dodavatel 3 deklaruje v dílčím prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti emisní faktor ŘZ 1000 kg CO_{2eq}/t dry ŘZ (24,98 g CO_{2eq}/MJ FAME).

^{d)} Rozložená standardní hodnota pro přepravu a distribuci bionafty u řepkového zrna a odpadního rostlinného oleje nebo živočišného tuku podle směrnice RED, příloha V.

7. Příklad výpočtu emisních faktorů produktu a koproduktu z polorafinace surového glycerinu

Surový glycerin, tj. glycerin, který není rafinován, je jak ve směrnici RED, tak i v návrhu směrnice RED II zařazen mezi zbytky. V další části zpracovatelského řetězce je buď polorafinován nebo rafinován. V tab. 40 jsou vyčísleny emisní faktory 80% glycerinu jako produktu, methanolu RCH₃OH jako koproduktu a zbytkem jsou zde mastné kyseliny. Emisní faktory jsou vyčísleny v kg CO_{2eq}/t sušiny.

Tabulka 40: Výpočet emisí GHG produktu a koproduktu z polorafinace surového glycerinu

<i>e_{ec}</i> : emise původem z těžby nebo pěstování vstupních surovin						
Vstupní surovina: surový glycerin (SG)						
Specifikace: v souladu s bodem 18, část C, Příloha V směrnice EP a Rady 2009/28/ES ze dne 23. 4. 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů má surový glycerin (glycerin, který není rafinován), jako zbytek ze zpracování triglyceridických surovin až do doby jeho získání, nulové emise skleníkových plynů.						
Vstupní surovina <i>e_{ec}</i> :		(kg CO _{2eq} /t SG)	0			
		(kg CO _{2eq} /t dry SG)				
<i>e_p</i> : emise původem ze zpracování						
Zpracování surového glycerinu a rektifikace methanolu						
Obsah vody (% m/m)						
Spotřeba SG	(t)	12 000,0	5,5		spotřeba zem. plynu (m ³ _N)	180 000,0
	(dry)	11 340,0	0			
Produkce RCH ₃ OH	(t)	1 800,0	0,081		spotřeba elektřiny (kWh)	120 000,0
	(t dry)	1 798,542	0			
Produkce G80	(t)	10 200,0	11,6			
	(t dry)	9 016,8	0			
Výtěžnosti						
G80	(t G80 / t SG)	0,8500				
	(t dry G80 / t dry SG)	0,7951				
RCH ₃ OH	(t RCH ₃ OH / t SG)	0,1500				
	(t dry RCH ₃ OH / t dry SG)	0,1586				
		(kg CO _{2eq} /MJ)	(kg CO _{2eq} /t dry RCH ₃ OH)			
Pára (zemní plyn)	(MJ / t dry RCH ₃ OH)	3 783,064	0,06759 ¹⁾	255,6973	A	
(180 000 m ³ _N x 10,5 kWh x 3,6 / 1 798,542)						
Elektřina	(MJ / t dry RCH ₃ OH)	240,195	0,12765 ²⁾	30,6609	B	
120 000 kWh x 3,6 / 1 798,542)						
Součet	Nealokované výsledky (A + B)			286,3582	C	
	Alokované výsledky (C) x alok. 1			56,93	D	
Alokace RCH ₃ OH a G80 podle energetického obsahu daného jejich výhřevností						
		Výtěžnost	Výhřevnost	Alokační faktor		
RCH ₃ OH	(kg dry RCH ₃ OH / kg dry SG)	(MJ / kg dry)	(-)		alok.1	
	0,1586	19,9 ³⁾	0,1988			
G80	0,7951	16,0 ⁴⁾	0,8012		alok.2	
0,1586 x 19,9 / (0,1586 x 19,9) + (0,7951 x 16)						
		(kg CO _{2eq} /MJ)	(kg CO _{2eq} /t dry G80)			
Pára (zemní plyn)	(MJ / t dry G80)	754,591	0,06759	51,003	E	
Elektřina	(MJ / t dry G80)	47,911	0,12765	6,116	F	
Součet	Nealokované výsledky (E + F)			57,119	H	
	Alokované výsledky (H) x alok. 2			45,76	CH	
Celkové měrné emise GHG – emisní faktor <i>E</i> = <i>e_{ec}</i> + <i>e_p</i>						
RCH ₃ OH	(kg dry CO _{2eq} / t dry RCH ₃ OH)		56,93			
G80	(kg dry CO _{2eq} / t dry G80)		45,76			
MK obsah vody 1,6 % m/m – zbytek						
(kg dry CO _{2eq} / t MK), (kg dry CO _{2eq} / t dry MK)			0			

¹⁾ standardní emisní faktor zemního plynu (EK v 1.0, 2015, ISCC 205/2016))

²⁾ standardní emisní faktor elektrické energie pro EU (Biograce v 4d, 2014, ISCC 205/2016)

³⁾ výhřevnost bezvodého methanolu (EK v 1.0, 2015)

⁴⁾ výhřevnost bezvodého glycerinu (Biograce v 4d, 2014, ISCC 205/2016)

Standardní emisní faktor methanolu je podle EK (standardní hodnoty pro emisní faktory v 1.0.2015) vyčíslen na 1,981443 kg CO_{2eq}/kg. Při výhřevnosti bezvodého methanolu 19,9 MJ/kg dry tj. 99,57 kg CO_{2eq}/MJ. Recyklovaný methanol podle tab. 40 vykazuje emisní faktor 0,05693 kg CO_{2eq}/kg. Metodický pokyn MŽP ČR uvádí emisní faktor methanolu rovněž pouze ze spalování ve výši 1,380 kg CO_{2eq}/kg. Do 31. 8. 2017 bylo možné používat emisní faktor methanolu ve výši 0,4200 kg CO_{2eq}/kg podle Ecoinvent ve 3.1.

8. Příklad výpočtu měrných emisí GHG surových methylesterů mastných kyselin z volných mastných kyselin

V návaznosti na kap. 6 a 7 se pro výrobu methylesterů mastných kyselin (FAME) využívají také volné mastné kyseliny (FA). Jde zejména o klasické rafinační a destilační FA ze zušlechťování rostlinných olejů a FA vzniklé při rafinaci surového glycerinu. Tento příklad je zaměřen na výrobu surových FAME (SFAME). Ve zpracovatelské jednotce se uplatňuje kyselá homogenní katalýza FA. Katalyzátorem je kyselina sírová a FA se esterifikuje na SFAME. SFAME není standardizovaných biopalivem, ale surovinou pro jeho výrobu.

Energetická a hmotnostní bilance výroby SFAME z FA je uvedena v tab. 41, včetně výtěžnosti a faktoru vstupní suroviny.

Tabulka 41: Energetická a hmotnostní bilance výroby S FAME z FA

	Jednotka	Spotřeba, výroba	Měrná spotřeba, výroba
FA obsah vody 0,5 % m/m	kg kg dry	2 874 790,000 2 860 416,050	1,030431307 kg FA/kg SFAME Faktor vstupní suroviny 1,0260 kg dry FA/kg dry SFAME
SFAME obsah vody 0,075 % m/m	kg kg dry	2 789 890,000 2 787 779,583	0,970467408 kg SFAME/kg FA Výtěžnost 0,9746 kg dry SFAME/kg dry FA
Pára (hnědé uhlí)	MJ	2239961,000	0,803487675 MJ/kg dry SFAME
Elektrická energie	kWh	146970,700	0,052719286 kWh/kg dry SFAME
Hydroxid draselný KOH	kg	2002,000	0,000718129 kg/kg dry SFAME
Kyselina sírová H ₂ SO ₄	kg	15085,800	0,005411367 kg/kg dry SFAME
Kyselina p-toluen sulfonová	kg	13143,250	0,004714563 kg/kg dry SFAME
Methanol CH ₃ OH z toho	kg	550248,000	0,197377314 kg/kg dry SFAME
Rektifikovaný (R) CH ₃ OH	kg	511908,000	0,183624522 kg/kg dry SFAME
Nakupovaný (N) CH ₃ OH (zemní plyn)	kg	38340,000	0,013752791 kg/kg dry SFAME
Technologická voda	kg (l)	1142000,000	0,409642366 kg/kg dry SFAME
Esterifikační a destilační zbytky	kg	1209380,000	0,433811983 kg/kg dry SFAME

Při zpracování procesu kyselé esterifikace vzniká odpadní methanol jako zbytek, který je společně s nakupovaným odpadním methanolem rektifikován na požadovanou čistotu (viz tab. 40, obsah vody 0,08 % m/m). Hmotnostní a energetickou bilanci výroby rektifikovaného methanolu z odpadního methanolu uvádí tab. 42.

Tabulka 42: Hmotnostní a energetická bilance výroby rektifikovaného methanolu z odpadního methanolu

	Jednotka	Spotřeba, výroba	Měrná spotřeba, výroba
Odpadní methanol (O) CH ₃ OH	kg	912 385,000	1,782322214 kg/kg (R) CH ₃ OH
Rektifikovaný methanol (R) CH ₃ OH	kg	511 908,000	0,561065778 kg/kg (O) CH ₃ OH
Pára (hnědé uhlí)	MJ	1 878 360,000	3,669331208 MJ/kg (R) CH ₃ OH
Elektrická energie	kWh	23 000,300	0,044930534 kWh/kg (R) CH ₃ OH
Destilační zbytky	-		Jsou zahrnuty k esterifikačním zbytkům, jejichž bilance je uvedena v tab. 41.

Hodnoty emisních faktorů včetně zdrojů použitých k výpočtu emisního faktoru rektifikovaného methanolu získaného z odpadního methanolu a emisního faktoru SFAME z FA uvádí tab. 43.

Tabulka 43: Standardní emisní faktory energetických nosičů a reagentů použité k výpočtu emisního faktoru rektifikovaného methanolu získaného z odpadního methanolu a emisního faktoru SFAME z FA

	Hodnota	Jednotka	Zdroj
Elektrická energie EU mix MV (2010)	127,65	g CO _{2eq} /MJ	EC v 1.0./2015 Biograce 4d, 2014
Hnědé uhlí	116,98	g CO _{2eq} /MJ	
Methanol (zemní plyn)	1981,443	g CO _{2eq} /kg	
Kyselina sírová H ₂ SO ₄	207,70	g CO _{2eq} /kg	
Hydroxid draselný KOH	1926,00	g CO _{2eq} /kg	
Kyselina methan sulfonová *)	1082,318067	g CO _{2eq} /kg	Ecoinvent v 3,1
Kyselina naftalen-sulfonová *)	1101,001511	g CO _{2eq} /kg	Ecoinvent v 3,1
Kyselina p-toluen-sulfonová *)	-	-	Není v databázi kyselin Ecoinvent v 3,1

*) S ohledem na zřejmou podobnost s jednodušší kyselinou methan-sulfonovou a naftalen-sulfonovou, bude do výpočtu použita průměrná hodnota obou, tj. 1091,659789 g CO_{2eq}/kg.

Protože se zatím nepodařilo dohledat emisní faktor kyseliny p-toluen-sulfonové, byla pro výpočet zvolena průměrná hodnota emisních faktorů příbuzných kyselin methan-sulfonové a naftalen-sulfonové.

Výpočet emisního faktoru rektifikovaného methanolu vyrobeného z vlastního a nakupovaného odpadního methanolu obsahuje tab. 44.

Tabulka 44: Výpočet emisního faktoru rektifikovaného methanolu vyrobeného z vlastního a jiných zdrojů odpadního methanolu

	Měrné emise GHG (kg CO _{2eq} /kg (R) CH ₃ OH)	Ozn. řádku
Odpadní methanol jako zbytek	0	A ₄
Emise CHG z rektifikace ve výrobní jednotce		
ze spotřebované páry (hnědé uhlí) 3,669331208 MJ/kg (R) CH ₃ OH x 0,11698 kg CO _{2eq} /MJ	0,429238364	B ₄
ze spotřebované elektrické energie 0,044930534 kWh/kg (R) CH ₃ OH x 3,6 x 0,12765 kg CO _{2eq} /MJ	0,020896472	C ₄
A ₄ + B ₄ + C ₄ = Emisní faktor	0,450134836	

Výpočet emisního faktoru ze zpracování FA a výroby SFAME uvádí tab. 45. V souladu s kap. 3 se bilance emisí GHG týká emisí e_{ec} specifikovaných jako emise původem z těžby, extrakce nebo pěstování. Pro FA jsou e_{ec} nulové. Podle certifikačního systému ISCC EU mohou být FA považovány za zbytky, jestliže budou splněny všechny následující požadavky:

- produkce FA v průběhu požadovaného zpracování rostlinných olejů je nutná a nevyhnutelná,
- FA nejsou vyráběny záměrně,
- vyprodukované množství FA se pohybuje obvykle v rozpětí od 1 do 5 % z množství příslušné vstupní suroviny (např. vstup 100 tun surového ŘO, výstup 98 tun rafinovaného ŘO plus 2 tuny FA),
- bez dalšího zpracování nemají v současné době FA žádné alternativní využití nebo aplikaci s výjimkou energetického využití. To lze považovat za splněno (v případě certifikace je tato kontrola součástí souvisejícího auditu).

Tabulka 45: Výpočet emisního faktoru ze zpracování FA a výroby SFAME

	Měrné emise GHG (kg CO _{2eq} /t dry SFAME)	Označ. řádku
e_{ec} – emise GHG z těžby, extrakce nebo pěstování		
FA jako zbytek	0,000	A ₅
e_p – emise GHG ze zpracování ve výrobní jednotce		
ze spotřebované páry (hnědé uhlí) 0,803487675 MJ/kg dry SFAME x 0,11698 kg CO _{2eq} /MJ	93,99198822	B ₅
ze spotřebované elektrické energie 0,052719286 kWh/kg dry SFAME x 3,6 x 0,12765 kg CO _{2eq} /MJ	24,22662069	C ₅
z výroby KOH 0,000718129 kg/kg dry SFAME x 1,926 kg CO _{2eq} /kg	1,383116454	D ₅
z výroby H ₂ SO ₄ 0,005411367 kg/kg dry SFAME x 0,20770 kg CO _{2eq} /kg	1,123940926	E ₅
z výroby kyseliny p-toluen sulfonové (viz tab. 43, pozn. ^{*)} 0,004714563 kg/kg dry SFAME x 1,091659789	5,14669885	F ₅
z výroby methanolu (R) CH ₃ OH a (N) CH ₃ OH 0,183486804 kg (R) CH ₃ OH/kg SFAME x 0,450134836 kg CO _{2eq} /kg (R) CH ₃ OH + 0,013742477 kg (N) CH ₃ OH/kg SFAME x 1,981443 kg CO _{2eq} /kg (N)CH ₃ OH	109,8237373	G ₅
$E = e_{ec} + e_p = A_5 + B_5 + C_5 + D_5 + E_5 + F_5 + G_5$	235,6961024	
E (zaokrouhleno)	235,70	

9. Příklad výpočtu měrných emisí GHG a emisní faktor obnovitelných parafinických motorových naft typu HVO z hydrogenačního zpracování rostlinných olejů a dalších triglyceridických surovin

V roce 2016 byla schválena technická norma EN 15940 „Motorová paliva – Parafinické motorové nafty získané syntézou nebo hydrogenací – Technické požadavky a metody zkoušení“. Pro uhlovodíkové produkty hydrogenačního zpracování rostlinných olejů a obdobných triglyceridů, mastných kyselin (např. také FA, resp. SFAME – viz kap. 8) se ustálilo anglické označení Hydrotreated Vegetable Oil (HVO). Jako HVO se přitom často označují i produkty vyráběné částečně nebo zcela z upotřebených kuchyňských olejů a živočišných tuků, přestože odpadní původ biomasy u tohoto produktu poněkud lépe vystihuje označení

Hydrotreated Esters and Fatty Acids (HEFA). Z hlediska oblasti použití se pak komponenty pro naftová paliva označují spíše termínem HVO, zatímco komponenty pro letecká turbínová paliva vyrobená stejnou technologií častěji zkratkou HEFA.

9.1 Standardní úspory emisí GHG, rozložené a souhrnné emisní faktory pro HVO

Standardní úspory emisí GHG, rozložené standardní hodnoty a souhrnné standardní hodnoty měrných emisí GHG pro HVO podle směrnice RED uvádí tab. 46 a podle návrhu směrnice RED II tab. 47.

Tabulka 46: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů HVO podle směrnice RED v **g CO_{2eq}/MJ**

	HVO z		
	řepkového oleje	slunečnicového oleje	palmového oleje ^{*)}
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec}	30	18	15
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování $e_{ep} - e_{ee}$	13	13	9
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td}	1	1	5
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} - e_{ee} + e_{td}$	44	32	29
Úspora emisí GHG vyvolaná použitím HVO podle vzorce (2) $E_F = 83,8 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	47 %	62 %	65 %

^{*)} proces se zachycováním methanu ve výrobě

Tabulka 47: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů různých druhů HVO podle návrhu směrnice RED II v **g CO_{2eq}/MJ**

	HVO z					
	řepkového zrna	slunečnice	sójových bobů	palmového oleje ^{*)}	odpadního kuchyňského oleje	zpracování živočišných tuků
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec} z toho pouze N ₂ O	33,4 18	26,9 12,5	22,2 13,7	21,7 16,9	0	0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování e_{ep} z toho pouze pro extrakci	15,0 4,4	14,7 4,1	15,2 4,6	13,6 5,4	10,6 0	14,5 6,4
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td} z toho pouze přeprava a distribuce konečného paliva	1,7 1,2	2,0 1,2	9,1 1,2	7,0 1,2	1,8 1,2	1,5 1,2
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} + e_{td}$	50,1	43,6	46,5	42,3	12,4	16,0

Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím HVO podle vzorce (2) $E_F = 94 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$	47 %	54 %	51 %	55 %	87 %	83 %
--	------	------	------	------	------	------

^{*)} proces se zachycováním methanu ve výrobě

9.2 Příklad skutečného výpočtu emisního faktoru HVO z řepkového oleje

Hmotnostní a energetická bilance výroby HVO z řepkového oleje je patrná z tab. 48. Řepkový olej je získán v průmyslové olejárně (viz tab. 26).

Tabulka 48: Hmotnostní a energetická bilance ¹⁾ ve dvoustupňovém procesu hydrogenačního zpracování řepkového oleje na HVO

		Jednotka	Spotřeba, výroba
Hmotnostní bilance – vstup			
Řepkový olej – obsah vody 0,1 % m/m		kg	1 211,8
		kg/dry	1 210,59
Vodík		kg	44,70
Hmotnostní bilance – výstup			
HVO – obsah vody 0,003 % m/m		kg	1 000
		kg/dry	999,97
Rafinérský plyn (vodík, methan)		kg	6,9
LPG (propan)			6,12
Krakový benzin			24,20
CO ₂			48,80
Voda procesní			110
Energetická a materiální bilance			
Teplo z kotle na zemní plyn		MJ	347,7 ²⁾
Pára	středotlaká		319,9 ²⁾
	nízkotlaká		385,4 ²⁾
Elektřina			124,4 ²⁾
Voda procesní	říční	m ³	3,02 ²⁾
	chladicí		29,41 ²⁾
	napájecí (deionizovaná)		1,196 ²⁾
	aminový roztok		1,212 ²⁾
Katalyzátor		kg	0,053 ²⁾
Odpady			
Odpadní voda		m ³	0,134 ²⁾
Spotřeba energie ČOV		MJ	1,683 ²⁾

¹⁾ Bilanci poskytlo Sdružení pro výrobu bionafty.

²⁾ Vztaženo na 1 tunu HVO s obsahem vody 0,003 % m/m.

Standardní hodnoty emisních faktorů vodíku, katalyzátoru, tepla pro zajištění procesu, zemního plynu jako paliva pro jeho výrobu a výrobu páry, elektřiny, různých druhů procesní vody a odpadní vody obsahuje tab. 49.

Tabulka 49: Standardní hodnoty emisních faktorů energetických nosičů a reagentů použitých k výpočtu emisního faktoru HVO z řepkového oleje

		Jednotka	Hodnota	Zdroj
Vodík		kg CO _{2eq} /kg	2,19	Ecoinvent v 3.1/2014 ISCC, 205, 3.0/2016
Katalyzátor (zeolith)			4,00	Biograce v 4d
Teplo z kotle (zemní plyn)		kg CO _{2eq} /MJ _{th}	0,07	Ecoinvent v 3.1/2014 ISCC, 205, 3.0/2016
Zemní plyn (mix EU)		kg CO _{2eq} /MJ	0,06759	EC v 1.0.2015
Elektřina (EU mix MV)			0,12765	EC v 1.0.2015
Voda procesní	říční	kg CO _{2eq} /kg	0,0004	Ecoinvent v 3.1/2014 ISCC, 205, 3.0/2016
	chladící			
	aminový roztok		0,001	
Voda napájecí (deionizovaná)				
Voda odpadní		kg CO _{2eq} /m ³	0,33	

Výpočet měrných emisí GHG z dvoustupňového procesu hydrogenačního zpracování upraveného řepkového oleje uvádí tab. 50. Pomocí alokačního faktoru se celkové měrné emise GHG rozpočítávají mezi HVO, rafinérský plyn, propan a krakový benzin. V tab. 49 se specifikuje alokační faktor pouze pro HVO. Hodnoty výhřevnosti, vztažené na bezvodý stav (dry) jsou převzaty ze stejných zdrojů, jež uvádí tab. 49. Ke skutečně vypočteným měrným emisím GHG $e_{ec} + e_{ep}$ alokovaným na HVO jsou připočtené rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td} ze směrnice RED. Z konečného emisního faktoru HVO v g CO_{2eq}/MJ je pak vypočtena úspora emisí GHG vyvolaná jeho využitím jako pohonná hmota spalovacích motorů.

Tabulka 50: Výpočet emisního faktoru HVO z řepkového oleje a úspory emisí GHG použitím jako motorové palivo

e_{ec}: emise původem z těžby nebo pěstování řepky olejky			
e_{ec} – alokované na řepkový olej (kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	791,25 (viz tab. 26)		A
e_p: emise původem ze zpracování			
e_p – alokované na řepkový olej (kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	90,53 (viz tab. 26)		B
Emisní faktor ŘO (A + B)	881,78		C
Faktor vstupní suroviny (t dry ŘO / t dry HVO)			
(1 210,59 / 999,97)	1,2106		
e_p: emise GHG původem ze zpracování ŘO na HVO			
Emise ze spotřeby energie	emisní faktory	dílčí měrné emise	
Teplo z kotle (MJ / t dry HVO) 347,71 (zemní plyn) (347,7 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,06759	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 23,50	D
Pára středotlaká (MJ / t dry HVO) 705,51 + nízkotlaká, zemní plyn (319,9 + 385,4) / 0,99997	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,06759	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 47,69	F
Elektrina (MJ / t dry HVO) 124,44 (124,4 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 15,88	G
Emise z výroby reagentů a materiálových vstupů			
Vodík (kg / t dry HVO) 44,71 (44,7 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /kg) 2,19	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 97,91	H
Katalyzátor (zeolith) (kg / t dry HVO) 0,053 (0,053 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /kg) 4,00	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 0,21	CH
Voda říční (kg / t dry HVO) 3020,91 (3,02 x 1000 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /kg) 0,0004	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 1,21	I
Voda chladicí (kg / t dry HVO) 29418,83 (29,41 x 1000 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /kg) 0,0004	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 11,77	J
Voda deionizovaná (kg / t dry HVO) 1196 (1,196 x 1000)	(kg CO _{2eq} /kg) 0,001	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 1,20	K
Aminový roztok (kg / t dry HVO) 1212,36 (1,212 x 1000 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /kg) 0,0004	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 0,48	L
Emise z odpadů			
Odpadní vody (m ³ / t dry HVO) 0,13404 (0,134 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /m ³) 0,33	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 0,04	M
Elektrina ČOV (MJ / t dry HVO) 1,684 (1,684 / 0,99997)	(kg CO _{2eq} /MJ) 0,12765	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 0,21	N
e_p – celkový součet nealokovaný na HVO			
(D + F + G + H + CH + I + J + K + L + M + N)	(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 200,1		O
Alokace HVO, rafinérského plynu, LPG (propan) a krakového benzínu			
	Produkce (kg)	Výhřevnost (MJ / kg dry)	Obsah energie (MJ)
HVO	999,97	44	43 998,68
Rafinérský plyn	6,9	50	345,00
LPG (propan)	6,12	46	281,52
Krakový benzin	24,20	43,20	1 045,44
Energie celkem			45 670,64
Alokační faktor pro HVO			(-)
(43998,68 / 45 670,64)		0,9634	alok.
Emise alokované na HVO $e_{ec} + e_p$ [(881,78 x 1,2106) + 200,1 x 0,9634]			(kg CO _{2eq} /t dry HVO) 1 221,19
Měrné emise $e_{ec} + e_p$ vztažené na energetický obsah HVO			(g CO _{2eq} /MJ) 27,75
e_{id} přeprava a distribuce HVO			
	RED		1,0
	Návrh RED II		1,7
Celkem $E_B = e_{ec} + e_p + e_{id}$			
	RED		28,75
	Návrh RED II		29,45
Úspora emisí GHG využitím HVO jako motor. palivo (vzorec 2)			
	RED $E_F = 83,8$ g CO_{2eq}/MJ		65,70 %
	Návrh směrnice RED II $E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ		68,70 %

10. Závěr a doporučení

Udržitelné využívání biomasy, biopaliv a biokapalin zajistí současné potřeby bez omezování možností budoucích generací zabezpečit jejich aktuální potřeby. Unijní a národní legislativa, právní dokumenty a normy proto specifikují kritéria udržitelnosti biopaliv a biokapalin vyrobených z pěstované, zbytkové a odpadní biomasy. Požadavky na udržitelnost jsou realitou. Producenti, výrobci a distributoři je musí splnit.

S požadavkem na toto plnění začala také konkurence mezi vstupními surovinami, biopalivy a biokapalinami z nich vyrobenými v různých výrobních jednotkách s rozdílnou hmotnostní a energetickou bilancí. Pro certifikaci procesu výrobního řetězce udržitelných biopaliv/biokapalin a ověřování zprávy o emisích u dodavatelů pohonných hmot je nutnou podmínkou znalost hodnot měrných emisí GHG vstupních surovin, biopaliv a biokapalin.

Na základě reálných agrotechnických postupů, hmotnostní a energetické bilance se provedly výpočty skutečných měrných emisí GHG bezvodých FAME, rostlinných olejů, HVO a biomethanu v g CO_{2eq}/MJ a surových FAME, rostlinných olejů, mastných kyselin, polorafinovaného glycerinu a recyklovaného methanolu v kg CO_{2eq}/t dry pro další zpracování. Znalosti skutečně vypočtených měrných emisí GHG a jejich srovnání se standardními ekvivalenty specifikovanými ve směrnici RED umožňují doporučit řadu opatření, která mohou prokazatelně vést k jejich redukci.

Je nutné hledat různé možnosti zlepšení a provozní optimalizaci pěstování zemědělských plodin. Dosavadní výsledky potvrzují, že mezi druhy minerálních dusíkatých hnojiv používaných v současnosti jsou značné rozdíly, pokud jde o množství energie potřebné k jejich výrobě (viz tab. 51).

Tabulka 51: Emisní faktor minerálních hnojiv a prostředků na ochranu rostlin (v kg CO_{2eq}/kg)

Druh hnojiva	Emisní faktor	Zdroj
N – hnojivo (fertiliser) (kg N)	5,8806	BIOGRACE 4c *)
Dusičnan amonný (ammonium nitrate)	3,451	BIOGRACE 4d *)
Síran amonný (ammonium sulphate)	2,711	BIOGRACE 4d
Dusičnan amonný se síranem (ammonium nitrate sulphate)	3,141	BIOGRACE 4d
Dusičnan amonný s fosfátem (ammonium nitrate phosphate)	1,910	Ecoinvent v 3.1, 2014
Bezvodý čpavek (anhydrous ammonia)	2,818	BIOGRACE 4d
Dusičnan amonný s vápnem (calcium ammonium nitrate)	3,652	BIOGRACE 4d
Dusičnan vápenatý (calcium nitrate)	4,324	BIOGRACE 4d
Močovina (urea)	1,916	BIOGRACE 4d
Dusičnan amonný s močovinou (urea ammonium nitrate)	2,676	BIOGRACE 4d
P₂O₅ – hnojivo (fertiliser) (kg P₂O₅)	1,0107	BIOGRACE 4c
Triple superphosphate (kg P ₂ O ₅)	0,542	BIOGRACE 4d
Rock phosphate 21 % P ₂ O ₅ , 23 % SO ₃ (kg P ₂ O ₅)	0,095	BIOGRACE 4d
Mono ammonium phosphate 11 % N, 52 % P ₂ O ₅	1,024	BIOGRACE 4d
Di-Ammonium phosphate 18 % N, 46 % P ₂ O ₅	1,545	BIOGRACE 4d
K₂O – hnojivo (fertiliser) (kg K₂O)	0,5761	BIOGRACE 4c
Muriate of potash 60 % K ₂ O	0,413	BIOGRACE 4d
Ostatní hnojiva (other fertiliser)		BIOGRACE 4d

NPK 15-15-15	4,990	BIOGRACE 4d
MgO (kg MgO)	0,769	BIOGRACE 4d
Sodium (Na) fertiliser (kg Na)	1,620	BIOGRACE 4d
CaO (kg CaO)	0,1295	BIOGRACE 4c
Prostředky na ochranu rostlin – pesticidy	10,9713	BIOGRACE 4c

^{*)} V souladu s údaji EK „standardní hodnoty pro emisní faktory v 1.0.2015“

Nejvýznamnější je co největší využití organických hnojiv nejen proto, že jejich emisní faktor z výroby je nulový, zároveň jsou ale hnojivem dodávajícím více živin. Inhibitory ureázy a nitrifikace mají při hnojení zejména močovinou (pro srovnání má standardní hodnotu N-hnojivo využití při předešlých výpočtech 5,8806 kg CO_{2eq}/kg a močovina 1,916 kg CO_{2eq}/kg) významný vliv na omezení ztrát únikem amoniaku, zvyšují využití dusíku rostlinami a zlepšují transport dusíku z povrchu půdy ke kořenům rostlin. To vede v důsledku až k 50% snížení emisí N₂O, které mají v současnosti potenciál GWP 296.

Dále je nutné se zaměřit na energetické vstupy. Je vhodné vedle motorové nafty využívat také vyráběná obnovitelná paliva (bionafta, (bio)CNG) pro pohon strojové techniky sloužící pro zabezpečení vstupních surovin.

K redukci výsledného emisního faktoru přispěje i určité využití obnovitelné elektřiny. Emisní faktor elektřiny E_{Umix} je 0,46 kg CO_{2eq}/kWh_{el}, sluneční energie 0,06 kg CO_{2eq}/kWh_{el}, využití zemědělských zbytků k výrobě elektřiny konverzí přes páru 0,02 kg CO_{2eq}/kWh_{el}. Pro teplo činí standardní hodnota 0,01 kg CO_{2eq}/MJ a elektřinu 0,29 kg CO_{2eq}/kWh_{el} z kombinované výroby využívající jako palivo bioplyn.

Prokazatelným opatřením je i důsledná eliminace difúzních ztrát a odpadů. Při výrobě bioplynu/biomethanu jde o minimalizaci ztrát methanu se současným GWP 23. V provedeném výpočtu se předpokládaly 0,5% V/V ztráty vyrobeného methanu, což má velký dopad na konečný emisní faktor.

Je vhodné přejít na skutečný výpočet měrných emisí GHG, případně v kombinaci s dílčími standardními hodnotami nejen při výrobě biopaliv/biokapalin, ale i některých vstupů do zpracování, jako je např. methanol při výrobě FAME a vodík při výrobě HVO. Obecně je třeba zajistit, aby srovnatelné skutečné hodnoty měrných emisí GHG v závislosti na způsobu pěstování, na plodině, získání zbytkové nebo odpadní biomasy jako vstupních surovin a rozdílné energetické a hmotnostní bilanci srovnatelných technologií produkce biopaliv/biokapalin byly ověřeny certifikačním auditem. Jeho nedílnou součástí je:

- ověřování původu biomasy, vč. požadavků na pěstitele,
- trasovatelnost biomasy a biopaliv/biokapalin v celém produkčním a spotřebitelském řetězci založená na hmotnostní a energetické bilanci,
- stanovení měrných emisí GHG a z nich vyplývajících úspor vyvolaných použitím biopaliv/biokapalin skutečným výpočtem nebo implicitně jako standardní hodnoty specifikované unijní a národní legislativou.

III. SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ

V procesu certifikace výrobního řetězce udržitelných biopaliv, biokapalin a ověřování zprávy o emisích GHG u dodavatelů pohonných hmot je nutné doložit hodnoty měrných emisí GHG. Novost výpočetních postupů uplatňovaných v metodice spočívá v důsledném rozlišování jednotek měrných emisí GHG vstupních surovin, meziproductů a koproduktů a jednotek měrných emisí GHG biopaliv a biokapalin. Měrné emise v g/kg/t CO_{2eq} na jednotku energie uvádí až konečný výrobce biopaliva/biokapaliny ve svém prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti. Ten také ve svém výpočtu zohledňuje a připočítává měrné emise GHG z dopravy a distribuce. Hodnota produkce měrných emisí GHG v g/kg/t CO_{2eq} na jednotku hmotnosti je vyžadována v dokladech doprovázejících dodávku biomasy jako vstupní suroviny a musí být uvedena v dílčím prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti. V souladu se sdělením DG Energy (Directorate C – Renewables, Research and Innovation, Energy Efficiency – BK/abd(energ.e.1(2017)2122195) z března 2017, týkající se provádění a ověřování skutečných výpočtů úspor emisí GHG (verze 2) s platností od 1. 9. 2017, metodika uvádí hodnoty měrných emisí GHG na sušinu vstupních surovin a na bezvodý stav biopaliv a biokapalin při zohlednění jejich výhřevnosti rovněž v bezvodém stavu. Metodika dále specifikuje a ve výpočtech uplatňuje faktor vstupní suroviny a biopalivový faktor vstupní suroviny.

S využitím předloženého podrobného výpočtu skutečných měrných emisí GHG může jakýkoliv hospodářský subjekt podnikající v řetězci biopaliv nebo biokapalin vypočítat standardizovaným a transparentním způsobem skutečné měrné emise spojené s jeho činností a vzít přitom v úvahu podmínky pěstování, zvláštnosti získávání zbytkové a odpadní biomasy a všechna příslušná hmotnostní a energetická hlediska.

IV. POPIS UPLATNĚNÍ METODIKY

Vzorové výpočty skutečných emisí GHG uvedených v metodice najdou využití u hospodářských subjektů spojených s výrobním řetězcem biopaliv a biokapalin. Jde o pěstitele biomasy, organizace vykupující a skladující biomasu, meziproducty nebo produkty, zpracovatele (mlýny, cukrovary, rafinérie, lisovny olejů, lihovary, úpravný zbytkové a odpadní biomasy aj.), dodavatele biopaliv/biokapalin a výrobce paliv s povinným obsahem biosložky.

Postupy a způsoby výpočtu uvedené v metodice jsou také určeny pro výuku studentů a pro expertní činnosti, přednášky a instrukce pro jednotlivé účastníky dodavatelského řetězce biopaliv/biokapalin od produkce biomasy ke konečnému spotřebiteli.

V. EKONOMICKÉ ASPEKTY

Bez doložení emisního faktoru a úspor emisí GHG ve srovnání s referenčním fosilním palivem nelze získat certifikát potvrzující splnění kritérií udržitelnosti biopaliva nebo biokapaliny. V současné době se proto vedle ceny vstupních surovin, biopaliv nebo biokapalin stává také podstatným faktorem ovlivňujícím jejich prodej i hodnota emisních faktorů a úspor emisí GHG potvrzená platným certifikátem. Mezi producenty vstupních surovin začala konkurence. Dodavatelé i distributoři pohonných hmot začali preferovat udržitelná certifikovaná biopaliva s nejvýhodnějším poměrem mezi úsporou emisí GHG a prodejní cenou. Při snížení emisního faktoru certifikovaného biopaliva o 1 g CO_{2eq}/MJ činí nyní jeho minimální zvýšení cen u výrobce o 90 Kč/t (4 USD/t, resp. 3,5 EUR/t). V případě roční výroby FAME v ČR 157 tis. Kč a úspory 1 g CO_{2eq}/MJ se mohou zvýšit tržby producentům o 14 mil. Kč.

VI. DEDIKACE

Metodika je výstupem řešení projektu Národní agentury pro zemědělský výzkum Ministerstva zemědělství České republiky v programu „Komplexní udržitelné systémy v zemědělství 2012 – 2018 (KUS)“ č. QJ1510385 „Výzkum a testování simultánního využívání standardizovaných plyných a kapalných paliv v traktorech se zaměřením na moderní biopaliva a minimalizaci jejich emisních faktorů“.

VII. SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Štrasburk, 23. 4. 2009 (OR. en). 45 s.
- Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/30/ES, kterou se mění směrnice 98/70/ES, pokud jde o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů, a směrnice Rady 1999/32/ES, pokud jde o specifikaci paliva používaného plavidly vnitrozemské plavby, a kterou se ruší směrnice 93/12 EHP. Štrasburk, 23. 4. 2009. 25 s.
- SLU: Greenhouse gas emissions from cultivation of agricultural crop for biofuels and production of biogas from manure. Swedish University of Agricultural Sciences (SLU). Revised version 2009-09-08. 2009.
- SEVEN Energy: Ověření environmentálních přínosů pilotního projektu „Mobil mit Bioerdgas“ v hl. městě Praze, duben 2011. 41 s.
- Zákon č. 201/2012 Sb. ze dne 2. května 2012, o ochraně ovzduší ve znění pozdějších předpisů, Sbírka zákonů ČR, s. 2786 – 2841.
- Nařízení vlády č. 351/2012 Sb. ze dne 3. října 2012, o kritériích udržitelnosti biopaliv. Sbírka zákonů ČR, s. 4698 – 4720.
- Metodický pokyn odboru ochrany ovzduší pro osoby autorizované k certifikaci procesu výrobního řetězce udržitelných biopaliv a ověřování zprávy o emisích u dodavatelů pohonných hmot podle §32 odst. 1 písm. g) zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší. Ministerstvo životního prostředí, aktualizovaná verze, říjen 2014. 70 s.
- Multi-annual program of support for further application of sustainable biofuels in transport for the period 2015 – 2020. The Ministry of Agriculture of the Czech Republic, Prague, 2014. s. 60.
- Směrnice Rady (EU) 2015/652 ze dne 20. dubna 2015, kterou se stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice EP a Rady 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty. Lucemburk, 20. 4. 2015. 33 s.
- Směrnice EP a Rady (EU) 2015/1513 ze dne 9. září 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty a směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Štrasburk, 9. 9. 2015. 29 s.
- EN 16214-4:2013, Sustainability criteria for the production of biofuels and bioliquids for energy applications – Principles, criteria, indicators and verifiers – Part 4: Calculation methods of the greenhouse gas emission balance using a life cycle analysis approach. CEN 2013, 41 s.
- 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Agriculture, Forestry and Other Land Use, accessible at: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

- EN ISO 14040:2006, Environmental management – Life cycle assessment – Principles and framework (ISO 14040:2006).
- EN ISO 14064-1:2012, Greenhouse gases – Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals (ISO 14064-1:2006).
- ISO/DIS 14067, Carbon footprint of products – Requirements and guidelines for quantification and communication.
- Klein, C.D., Nvoa, R.S.A., Ogle, S., Smith, K.A., Rochette, P., Wirth, T.C., McConkey, B.G., Mosier, A., Rypdal, K., Walsh, M., Willians, S.A. N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application. IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. 2006.
- Klír, J. et al. Rámcová metodika výživy rostlin a hnojení. Metodika pro praxi. Výzkumný ústav rostlinné výroby, v.v.i., Praha, 2008, 48 s. ISBN 978-80-87011-61-4.
- Arnold. Treibhausgasbilanz von Biomethan – welche Substrate sind geeignet? Internationale Wissenschaftstagung Biogas Science 2009. ISSN 1611-4159. 2009.
- Chalupa, O. Postupy pro kvalitní utěsnění bioplynové stanice. Energie 21, 3/2014, s. 16-17. ISSN 1803-0394.
- Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha (VÚZT): Interaktivní databázový expertní systém pro podporu rozhodování v oblasti technologie a ekonomiky pěstování plodin (<http://www.vuzt.cz/svt/vuzt/code.htm>).
- User manual for the BIOGRACE excel tool, version 4c, 4d, www.biograce.net
- Europäische Kommission (2014). Anhänge des Vorschlags für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte. Annexes 1 to 6. Europäische Kommission (Hrsg.). Brüssel, 24 Seiten
- Europäische Kommission (2014). Vorschlags für eine Verordnung des Europäischen Parlaments und des Rates über die Anforderungen in Bezug auf die Emissionsgrenzwerte und die Typgenehmigung für Verbrennungsmotoren für nicht für den Straßenverkehr bestimmte mobile Maschinen und Geräte. 2014/0268 (COD). Europäische Kommission (Hrsg.). Brüssel, 62 Seiten
- Skiba, U., McNamara, N., Thorman, R.E., Rees, B., 2015. Overview of N₂O emissions from oilseed rape in the UK. Presentation at the international workshop: „Greenhouse Gas Emission from Oilseed Rape Cropping and Mitigation Options“, 4 – 5 March, 2015, Braunschweig, Germany.
- Majer, S., Gröngroft, A., Drache, Ch. Technische und methodische Grundlagen der THG-Bilanzierung von Biodiesel. DBFZ (Deutsches Biomasseforschungszentrum), Leipzig 2015, 40 s. (ISBN 978-3-98117707-0-4)
- Walter, K., Don, A., Fuss, R., Kern, J., Drewer, J., Flessa, H. Direct nitrous oxide emissions from oilseed rape cropping – a meta-analysis. GCB Bioenergy (2015) 7, s. 1260 – 1271.
- Návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (přepřacované znění). Evropská komise, Brusel, 23. 2. 2017 COM(2016) 767 final, 90 s. – Přílohy 117 s.
- European Commission Directorate-General for Energy: Note on the conducting and verifying actual calculations of GHG emission savings Version 2.0. Brussels, BK/abd/ener.c.1(2017)2122195, 8 s.
- Ruser, R., Fuss, R. Andres, M., Hegewald, H., Kesenheimer, K., Köbke, S., Rübiger, T., Quinones, T., S., Augustin, J., Christen, O., Dittert, K., Kage, H., Lewandowski, I.,

- Prochnow, A., Stichnothe, H., Flessa, H. Nitrous oxide emissions from winter oilseed rape cultivation. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 249 (2017), s. 57 – 69.
- Vinzent, B., Fuss, R., Maidl, F-X., Hülsbergen, K-J. Efficacy of agronomic strategies for mitigation of after-harvest N₂O emissions of winter oilseed rape. *European Journal of Agronomy* 89 (2017), s. 88 – 96.
 - Vinzent, B., Fuss, R., Maidl, F-X., Hülsbergen, K-J. N₂O emissions and nitrogen dynamics of winter rapeseed fertilized with different N forms and a nitrification inhibitor. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 259 (2018), s. 86 – 97.
 - Weiser, Ch., Fuss, R., Kage, H., Flessa, H. Do farmers in Germany exploit the potential yield and nitrogen benefits from preceding oilseed rape in winter wheat cultivation? *Archives of Agronomy and Soil Science*, 2018. Vol. 64, NO. 1, s. 25 – 37

VIII. SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE

- Jevič, P., Šedivá, Z. Typické emise skleníkových plynů z pěstování řepky olejné, ozimé pšenice, kukuřice na zrno a technické cukrovky určených pro výrobu biopaliv a biokapalin v České republice. Výzkumná zpráva č. 6003/2010-18120-A/7/10, VÚZT, v.v.i. Praha, prosinec 2010. 56 s.
- Jevič, P., Šedivá, Z., Štunc, T. Návrh víceletého programu podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020. Výzkumná zpráva pro MZe ČR č. 514-2013-17253-A/8/13, 2013. 57 s.
- Kotlánová, A., Jevič, P., Šedivá, Z. ČSN EN 16214-1 „Kritéria udržitelnosti pro výrobu biopaliv a biokapalin pro energetické využití – Zásady, kritéria, ukazatele a ověřovatelé – Část 1: Terminologie“. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Únor 2013. 36 s.
- Jevič, P. ČSN EN 16214-3 „Kritéria udržitelnosti pro výrobu biopaliv a biokapalin pro energetické využití – Zásady, kritéria, ukazatele a ověřovatelé – Část 3: Biodiverzita a ekologická hlediska související s účely ochrany přírody“. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Únor 2013. 24 s.
- Kotlánová, A., Jevič, P., Šedivá, Z. ČSN EN 16214-4 „Kritéria udržitelnosti pro výrobu biopaliv a biokapalin pro energetické využití – Zásady, kritéria, ukazatele a ověřovatelé – Část 4: Metody výpočtu bilance emisí skleníkových plynů s použitím analýzy životního cyklu“. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Srpen 2013. 36 s.
- Jevič, P., Šedivá, Z. ČSN EN 16214-2 „Kritéria udržitelnosti pro výrobu biopaliv a biokapalin pro energetické využití – Zásady, kritéria, ukazatele a ověřovatelé – Část 2: Posuzování shody včetně řetězce dohledu a hmotnostní bilance“. Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Srpen 2014. 36 s.
- Jevič, P., Šedivá, Z. Povinnost snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot a možnosti jejího splnění využitím biopaliv. In: *Od konvenčních k moderním směsným a biogenním palivům pro dopravu - Stav a perspektivy udržitelného rozvoje se zřetelem na potravinovou soběstačnost*. VÚZT, v.v.i. Praha, 2014, s. 91 – 107 (ISBN 978-80-86884-82-0)
- Jevič, P., Šedivá, Z. Zavedení kvót na emise skleníkových plynů – legislativní požadavky a důsledky pro odvětví biopaliv. In: *Certifikovaná biopaliva – Stav a požadavky na období 2015 - 2020*. VÚZT, v.v.i. Praha, 2015, s. 47 – 56 (ISBN 978-80-86884-92-9)
- Jevič, P., Šedivá, Z. Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a příspěvek udržitelných biopaliv pro jeho splnění. In: *Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a udržitelná*

mobilita s certifikovanými biopalivy. VÚZT, v.v.i. Praha, 2016, s. 112 – 124 (ISBN 978-80-86884-97-4)

- Jevič, P., Šedivá, Z., Třebický, V. Příspěvek udržitelných biopaliv ke snižování emisí. Energie 21. Ročník IX, 2016, č. 2, s. 42 – 44. Profi Press s.r.o. (ISSN 1803-0394)

PŘÍLOHA 1

Typické hodnoty emisí GHG NUTS 2 z pěstování
řepky, kukuřice a pšenice na Slovensku,
v Polsku, Maďarsku, Rakousku a Německu

Slovensko

NUTS	řepka	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré řepky (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHE řepky - schváleno EK
SK01	Bratislava	23,42	649,4	587
SK02	West Slovakia	24,47	674	613
SK03	Central Slovakia	26,85	629,8	673
SK04	East Slovakia	28,19	661,3	706
STANDARDNÍ	ISCC DE	29,00		
rozložená hodnota	ISCC EU		674,41	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

NUTS	kukuřice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré kuk. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHE kuk. - schváleno EK
SK01	Bratislava	16,24	238,8	257
SK02	West Slovakia	16,11	236,8	265
SK03	Central Slovakia	18,16	267	299
SK04	East Slovakia	18,45	271,2	303
STANDARDNÍ	ISCC DE	20,00		
rozložená hodnota	ISCC EU		295,22	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

Typické hodnoty emisí GHG z pěstování pšenice ozimé na Slovensku

NUTS	pšenice zimní	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré pšen. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHE pšenice - schváleno EK
SK01	Bratislava	23,88	313,5	338
SK02	West Slovakia	23,16	304	328
SK03	Central Slovakia	23,46	308	332
SK04	East Slovakia	23,90	313,7	339
STANDARDNÍ	ISCC DE	23,00		
rozložená hodnota	ISCC EU		306,77	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

Polsko

NUTS	řepka	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré řepky (zruřeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ řepky <i>schodowa 53</i>
PL11	Łódzkie	24,40	672,4	570
PL12	Mazowieckie	24,00	563	563
PL21	Małopolskie	25,43	596,6	594
PL22	Ślaskie	25,54	699,1	596
PL31	Lubelskie	24,65	678,2	576
PL32	Podkarpackie	21,32	600,1	498
PL33	Świętokrzyskie	24,08	664,9	562
PL34	Podlaskie	28,25	662,7	660
PL41	Wielkopolskie	21,79	511,2	509
PL42	Zachodnio-Pomorskie	23,74	666,9	554
PL43	Lubuskie	22,19	620,6	518
PL51	Dolnoślaskie	24,60	677,1	574
PL52	Opolskie	25,97	699,2	602
PL61	Kujawsko-Pomorskie	25,50	688,2	598
PL62	Warmińsko-Mazurskie	24,02	663,6	561
PL63	Pomorskie	26,56	623	620
STANDARDNI	ISCC DE	29,00		
rozłożená hodnota	ISCC EU		674,41	

Uwaga: „Použitá rozložená
standardní hodnota emisí GHG pro
pěstování”

NUTS	kukurice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré kuk. (zruřeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ kuk. <i>schodowa 53</i>
PL11	Łódzkie	19,51	286,6	286
PL12	Mazowieckie	18,59	273,3	272
PL21	Małopolskie	19,13	281,2	280
PL22	Ślaskie	19,87	292,1	291
PL31	Lubelskie	19,36	284,6	284
PL32	Podkarpackie	18,61	273,6	273
PL33	Świętokrzyskie	20,55	302,1	301
PL34	Podlaskie	19,57	287,7	287
PL41	Wielkopolskie	17,94	263,7	263
PL42	Zachodnio-Pomorskie	24,88	366,6	365
PL43	Lubuskie	19,24	282,9	282
PL51	Dolnoślaskie	19,20	282,3	281
PL52	Opolskie	18,65	274,2	288
PL61	Kujawsko-Pomorskie	19,82	291,4	290
PL62	Warmińsko-Mazurskie	27,17	399,4	398
PL63	Pomorskie	25,47	374,6	373
STANDARDNI	ISCC DE	20,00		
rozłożená hodnota	ISCC EU		295,42	

Uwaga: „Použitá rozložená
standardní hodnota emisí GHG pro
pěstování”

Typické hodnoty emisí GHG z pěstování pšenice ozimé v Polsku

NUTS	pšenice zimní - ethanol, plyn	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré pšen. (zruřeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ pšenice <i>schodowa 53</i>
PL11	Łódzkie	20,84	273,6	274
PL12	Mazowieckie	22,77	298,9	299
PL21	Małopolskie	22,51	296,6	296
PL22	Ślaskie	22,75	298,6	299
PL31	Lubelskie	22,47	295	295
PL32	Podkarpackie	19,80	259,9	260
PL33	Świętokrzyskie	21,59	283,4	283
PL34	Podlaskie	22,33	293,1	293
PL41	Wielkopolskie	22,05	289,6	290
PL42	Zachodnio-Pomorskie	22,83	299,7	300
PL43	Lubuskie	22,20	291,4	291
PL51	Dolnoślaskie	22,69	297,9	298
PL52	Opolskie	22,69	297,9	298
PL61	Kujawsko-Pomorskie	22,97	301,6	302
PL62	Warmińsko-Mazurskie	22,84	299,8	300
PL63	Pomorskie	22,80	299,3	299
STANDARDNI	ISCC DE	23,00		
rozłożená hodnota	ISCC EU		306,77	

Deklarace: „Použitá rozložená
standardní hodnota emisí GHG pro
pěstování”

Maďarsko

NUT2	řepka	g CO2 ekv/t MJ FAME	g CO2 ekv/t MJ FAME (NOVÉ)	kg CO2 ekv/t mokré řepky (troušeno)	kg CO2 ekv/t slunečnice řepky - schváleno EK
HU10	Közép-Magyarország	24,00	24,00	672,6	629
HU21	Közép-Dunántúl	20,00	20,00	471,6	518
HU22	Nyugat-Dunántúl	19,00	19,00	461,1	496
HU23	Dél-Dunántúl	19,00	19,00	448,5	491
HU31	Észak-Magyarország	23,00	23,00	648	607
HU32	Észak-Alföld	23,00	23,00	639,8	593
HU33	Dél-Alföld	22,00	22,00	516,1	567
STANDARDNI	ISCC DE	29,00	29,00		
rozložená hodnota	ISCC EU			674,44	

Declarace: „Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování“

Typické hodnoty emisí GHG z pěstování pšenice ozimé v Maďarsku					
NUT2	pšenice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	g CO2 ekv/t MJ biolihu (NOVÉ)	kg CO2 ekv/t mokré pšen. (troušeno)	kg CO2 ekv/t slunečnice pšenice - schváleno EK
HU10	Közép-Magyarország	22,00	22,00	246	331
HU21	Közép-Dunántúl	19,00	19,00	266,1	297
HU22	Nyugat-Dunántúl	20,00	20,00	263,9	307
HU23	Dél-Dunántúl	18,00	18,00	237	276
HU31	Észak-Magyarország	21,00	21,00	281,5	327
HU32	Észak-Alföld	21,00	21,00	279,5	325
HU33	Dél-Alföld	20,00	20,00	257,6	300
STANDARDNI	ISCC DE	23,00	23,00		
rozložená hodnota	ISCC EU			306,77	

Declarace: „Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování“

NUT2	kukuřice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	g CO2 ekv/t MJ biolihu (NOVÉ)	kg CO2 ekv/t mokré kuk. (troušeno)	kg CO2 ekv/t slunečnice kuk. - schváleno EK
HU10	Közép-Magyarország	11,00	11,00	167,4	195
HU21	Közép-Dunántúl	10,00	10,00	149,6	174
HU22	Nyugat-Dunántúl	11,00	11,00	156,1	182
HU23	Dél-Dunántúl	10,00	10,00	143,5	167
HU31	Észak-Magyarország	12,00	12,00	178,1	207
HU32	Észak-Alföld	11,00	11,00	168,9	185
HU33	Dél-Alföld	11,00	11,00	162,1	189
STANDARDNI	ISCC DE	20,00	20,00		
rozložená hodnota	ISCC EU			205,42	

Declarace: „Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování“

Typické hodnoty emisí GHG z pěstování slunečnice v Maďarsku					
NUT2	slunečnice	g CO2 ekv/t MJ FAME	g CO2 ekv/t MJ FAME (NOVÉ)	kg CO2 ekv/t mokré slun. (troušeno)	kg CO2 ekv/t slunečnice slun. - schváleno EK
HU10	Közép-Magyarország	16,00	16,00	374,8	412
HU21	Közép-Dunántúl	14,00	14,00	335,3	369
HU22	Nyugat-Dunántúl	14,00	14,00	340	378
HU23	Dél-Dunántúl	14,00	14,00	323,4	355
HU31	Észak-Magyarország	16,00	16,00	375,2	412
HU32	Észak-Alföld	16,00	16,00	367,4	404
HU33	Dél-Alföld	15,00	15,00	348,1	383
STANDARDNI	ISCC DE	18,00	18,00		
rozložená hodnota	ISCC EU			413,53	

Declarace: „Použita rozložená standardní hodnota emisí GHG pro pěstování“

Rakousko

NUTS2	řepka	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré řepky (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUČHE řepky - schváleno EK
AT11	Burgenland	19,36	454,2	485
AT12	Niederösterreich	19,60	459,8	491
AT13	Wien	19,60	459,8	491
AT21	Kärnten	23,38	548,5	586
AT22	Steiermark	20,71	485,8	519
AT31	Oberösterreich	20,25	475	507
AT32	Salzburg	21,41	502,2	536
AT33	Tirol	X		X
AT34	Vorarlberg	X		X
STANDARDNÍ	ISCC DE	29,00		
rozložená hodnota	ISCC EU		574,41	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

NUTS2	pšenice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré pšen. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUČHE pšenice - schváleno EK
AT11	Burgenland	20,73	272,1	242
AT12	Niederösterreich	19,39	254,5	226
AT13	Wien	20,82	273,3	243
AT21	Kärnten	19,56	255,8	228
AT22	Steiermark	20,02	262,8	233
AT31	Oberösterreich	18,76	245,5	219
AT32	Salzburg	19,87	260,8	232
AT33	Tirol	20,65	271,1	241
AT34	Vorarlberg	20,63	270,8	241
rozložená hodnota	ISCC EU		306,77	

NUTS2	soja (nové)	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré soji (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUČHE soji - schváleno EK
AT11	Burgenland	10,00		119
AT12	Niederösterreich	10,50		125
AT13	Wien	12,10		143
AT21	Kärnten	9,70		115
AT22	Steiermark	10,10		120
AT31	Oberösterreich	9,80		116
AT32	Salzburg	9,90		118
AT33	Tirol	X		X
AT34	Vorarlberg	X		X
rozložená hodnota	ISCC EU			

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

NUTS2	kukuřice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré kuk. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUČHE kuk. - schváleno EK
AT11	Burgenland	11,24	165,2	134
AT12	Niederösterreich	10,17	149,5	121
AT13	Wien	12,54	184,4	150
AT21	Kärnten	10,81	158,9	129
AT22	Steiermark	10,31	151,8	123
AT31	Oberösterreich	9,86	145	118
AT32	Salzburg	11,48	168,8	137
AT33	Tirol	11,74	172,6	140
AT34	Vorarlberg	11,23	165,1	134
STANDARDNÍ	ISCC DE	20,00		
rozložená hodnota	ISCC EU		295,42	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

NUTS2	slunečnice	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré slun. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUČHE slun. - schváleno EK
AT11	Burgenland	12,14	284,8	327
AT12	Niederösterreich	10,76	252,4	289
AT13	Wien	11,67	273,8	314
AT21	Kärnten	13,22	310,1	356
AT22	Steiermark	12,80	300,3	344
AT31	Oberösterreich	13,07	306,6	352
AT32	Salzburg	13,83	324,4	372
AT33	Tirol	X		X
AT34	Vorarlberg	X		355
rozložená hodnota	ISCC EU		412,42	

Deklarace: „Použita rozložená
standardní hodnota emisí GHG
pro pěstování“

Německo

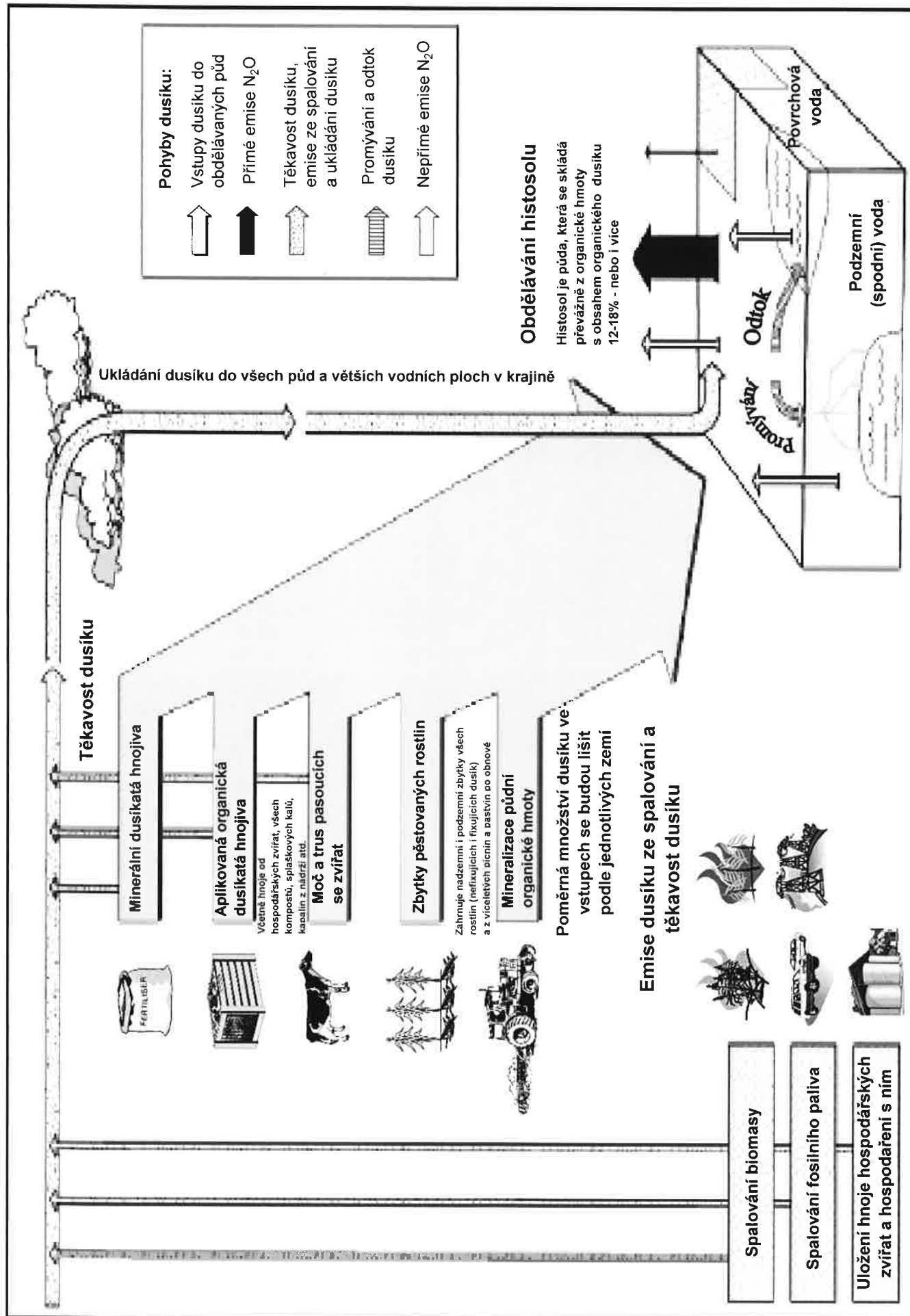
NUT2	řepka	g CO2 ekv/t MJ FAME	kg CO2 ekv/t mokré řepky (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ řepky - ekvivalent EK
DE11	Stuttgart	23,50	561,3	255
DE12	Karlsruhe	23,60	563,6	256
DE13	Freiburg	23,60	563,6	256
DE14	Tübingen	23,50	561,3	255
DE21	Oberbayern	23,60	563,6	257
DE22	Niederbayern	23,50	561,3	254
DE23	Oberpfalz	23,80	566,3	259
DE24	Oberfranken	24,00	569	255
DE25	Mittelfranken	23,90	560,7	257
DE26	Unterfranken	23,80	558,3	255
DE27	Schwaben	23,50	561,3	254
DE30	Berlin	24,40	572,4	269
DE41	Brandenburg-Nordost	23,80	566,3	261
DE42	Brandenburg-Südwest	23,90	568,3	259
DE50	Bremen	24,80	581,8	274
DE60	Hamburg	23,00	563,6	248
DE71	Darmstadt	23,00	563,6	257
DE72	Gießen	23,80	566,3	259
DE73	Kassel	23,90	569,7	259
DE80	Mecklenburg-Vorpommern	23,60	563,6	248
DE91	Braunschweig	23,80	566,3	259
DE92	Hannover	23,80	566,3	259
DE93	Lüneburg	24,00	569	255
DE94	Weser-Ems	23,90	560,7	257
DEA1	Düsseldorf	23,70	566	257
DEA2	Köln	23,70	566	258
DEA3	Münster	23,90	569,7	257
DEA4	Detmold	23,70	566	259
DEA5	Arnsberg	23,90	569,7	257
DEB1	Koblenz	23,60	563,6	248
DEB2	Trier	23,70	566	259
DEB3	Rheinhesen-Pfalz	23,80	566,3	259
DEC0	Saarland	23,90	569,7	262
DED1	Chemnitz	23,80	566,3	260
DED2	Dresden	23,90	569,7	262
DED3	Leipzig	23,70	566	259
DEE0	Sachsen-Anhalt	23,70	566	258
DEF0	Schleswig-Holstein	23,60	563,6	248
DEG0	Thüringen	23,70	566	257
STANDARDNI rozložena hodnota	ISCC DE	29,00		
	ISCC EU		674,41	Deklarace: „Použitá rozložená standardní hodnota emisí GHG pro přísuvání“

NUT2	kukurice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré kuk. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ kukurice - ekvivalent EK
DE11	Stuttgart	14,00	208,6	204
DE12	Karlsruhe	14,00	208,6	204
DE13	Freiburg	14,00	208,6	204
DE14	Tübingen	14,00	208,6	204
DE21	Oberbayern	14,00	208,6	204
DE22	Niederbayern	13,90	204,4	202
DE23	Oberpfalz	14,10	207,3	204
DE24	Oberfranken	14,30	210,2	207
DE25	Mittelfranken	14,20	208,6	206
DE26	Unterfranken	14,20	208,6	206
DE27	Schwaben	14,00	208,6	204
DE30	Berlin	14,40	211,7	208
DE41	Brandenburg-Nordost	14,40	211,7	208
DE42	Brandenburg-Südwest	14,40	211,7	210
DE50	Bremen	14,20	208,6	205
DE60	Hamburg	14,10	207,3	204
DE71	Darmstadt	14,10	207,3	205
DE72	Gießen	14,30	210,2	208
DE73	Kassel	14,50	213,2	210
DE80	Mecklenburg-Vorpommern	14,30	210,2	208
DE91	Braunschweig	14,20	208,6	206
DE92	Hannover	14,10	207,3	205
DE93	Lüneburg	14,20	208,6	206
DE94	Weser-Ems	14,20	208,6	205
DEA1	Düsseldorf	14,00	208,6	204
DEA2	Köln	14,00	208,6	204
DEA3	Münster	14,00	208,6	204
DEA4	Detmold	14,20	208,6	208
DEA5	Arnsberg	14,10	207,3	206
DEB1	Koblenz	14,10	207,3	205
DEB2	Trier	14,10	207,3	205
DEB3	Rheinhesen-Pfalz	14,10	207,3	205
DEC0	Saarland	14,40	211,7	210
DED1	Chemnitz	14,10	207,3	205
DED2	Dresden	14,20	208,6	206
DED3	Leipzig	14,10	207,3	205
DEE0	Sachsen-Anhalt	14,10	207,3	205
DEF0	Schleswig-Holstein	14,10	207,3	204
DEG0	Thüringen	14,10	207,3	204
STANDARDNI rozložena hodnota	ISCC DE	20,00		
	ISCC EU		269,62	Deklarace: „Použitá rozložená standardní hodnota emisí GHG pro přísuvání“

NUT2	pšenice	g CO2 ekv/t MJ biolihu	kg CO2 ekv/t mokré pšen. (zrušeno)	kg CO2 ekv/t SUCHÉ pšenice - ekvivalent EK
DE11	Stuttgart	21,30	279,6	217
DE12	Karlsruhe	21,50	282,2	219
DE13	Freiburg	21,50	282,2	220
DE14	Tübingen	21,30	279,6	217
DE21	Oberbayern	21,40	280,9	218
DE22	Niederbayern	21,30	279,6	216
DE23	Oberpfalz	21,30	279,6	217
DE24	Oberfranken	21,70	284,9	223
DE25	Mittelfranken	21,60	283,5	220
DE26	Unterfranken	21,50	282,2	220
DE27	Schwaben	21,20	278,3	215
DE30	Berlin	22,00	286,6	228
DE41	Brandenburg-Nordost	21,70	284,9	223
DE42	Brandenburg-Südwest	21,80	286,6	225
DE50	Bremen	21,40	280,9	218
DE60	Hamburg	21,30	279,6	217
DE71	Darmstadt	21,20	278,3	215
DE72	Gießen	21,40	280,9	218
DE73	Kassel	21,20	278,3	215
DE80	Mecklenburg-Vorpommern	21,40	280,9	218
DE91	Braunschweig	21,10	277	214
DE92	Hannover	21,10	277	214
DE93	Lüneburg	21,30	279,6	217
DE94	Weser-Ems	21,30	279,6	217
DEA1	Düsseldorf	21,20	278,3	215
DEA2	Köln	21,00	276,7	213
DEA3	Münster	21,30	279,6	216
DEA4	Detmold	21,20	278,3	215
DEA5	Arnsberg	21,10	277	214
DEB1	Koblenz	21,40	280,9	218
DEB2	Trier	21,60	283,5	221
DEB3	Rheinhesen-Pfalz	21,60	283,5	221
DEC0	Saarland	21,50	282,2	220
DED1	Chemnitz	21,40	280,9	218
DED2	Dresden	21,40	280,9	218
DED3	Leipzig	22,20	291,4	228
DEE0	Sachsen-Anhalt	21,30	279,6	217
DEF0	Schleswig-Holstein	21,10	277	213
DEG0	Thüringen	21,40	280,9	218
STANDARDNI rozložena hodnota	ISCC DE	23,00		
	ISCC EU		306,32	Deklarace: „Použitá rozložená standardní hodnota emisí GHG pro přísuvání“

PŘÍLOHA 2

Koloběh dusíku v přírodě podle IPCC 2006
a z toho vyplývající emise N₂O
[Klein et al., 2006]



Název: **Vzorové výpočty emisí skleníkových plynů vstupních biosurovin, biopaliv
a biokapalin z nich vyrobených a možnosti jejich úspor**

Autoři: Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c. a kolektiv

Oponenti: Ing. Karel Trapl, Ph.D.
doc. Ing. Jan Malat'ák, Ph.D.

Metodika je výstupem řešení projektu Ministerstva zemědělství NAZV č. QJ1510385 „Výzkum a testování simultánního využívání standardizovaných plyných a kapalných paliv v traktorech se zaměřením na moderní biopaliva a minimalizaci jejich emisních faktorů“.

Odbor environmentální a ekologického zemědělství sídlem Ministerstvo zemědělství, Těšnov 65/17, 110 00 Praha 1 vydal dne 6. 9. 2018 osvědčení č. 1/2018 - 17230 o uznání certifikované metodiky v souladu s podmínkami Metodiky hodnocení výzkumných organizací a programů účelové podpory výzkumu, vývoje a inovací, schválené usnesením vlády dne 8. února 2017, číslo 107 a její samostatné přílohy č. 4 schválené usnesením vlády dne 29. listopadu 2017 č. 837.

Vydáno bez jazykové úpravy.

ISBN: 978-80-7569-003-6

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Praha, 2018

