

Nové požadavky na stanovení emisních faktorů biopaliv, biokapalin a surovin pro jejich výrobu

Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c., Ing. Zdeňka Šedivá – VÚZT, v.v.i., Praha

New requirements for determining the emission factors of biofuels, bioliquids and raw materials for their production

Abstract:

In accordance with legislatively approved valid procedures, the work provides detailed calculations of actual specific greenhouse gas emission (GHG) soy oil, hydrotreated vegetable oils and liquid, solid and gaseous product obtained by technological process of slow thermic decomposition. On the basis actual and default emission factors, the methods and measures leading to their reduction are specified.

Keywords: biomass, biomass residue, GHG emission, sustainability criteria, allocation factor, feedstock factor

1. Úvod

Emise skleníkových plynů (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, meziprojektu, přeměnu biomasy, meziprojektu po dopravu až ke konečné spotřebě a distribuční činnosti.

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 hydrogenační rafinací bioolejů a biotuků), procesní chemikálie, paliva a energii (teplo a elektřinu). Výstupy zahrnují hlavní produkt (biopalivo, biokapalinu nebo meziprojekt), jakýkoli druhotný produkt, zbytky a odpady, přebytek energie (teplo nebo elektřinu).

Směrnice RED specifikuje tři obecné fáze pro rozložení standardní hodnoty pro biopaliva a biokapaliny:

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

2. 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:

$$E = e_{ec} + e_1 + e_p + e_{td} + e_u - e_{sca} - e_{ccs} - e_{ccr} - e_{ee} \quad (1)$$

[g CO_{2eq}/MJ]

kde:

- e_{ec} = emise původem z těžby nebo pěstování surovin;
- e_1 = aktualizované 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. 1 jsou uvedeny v současnosti platné hodnoty referenčního fosilního paliva E_F podle směrnice RED a také hodnoty v návrhu směrnice RED II.

Tabulka 1: 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 „ $e_p - e_{ec}$ “ a pro přepravu a distribuci „ e_{td} “. Pro způsob výroby biopaliva nebo biokapaliny jsou zde v jednotlivých článcích 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 benzínu 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:

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

Moisture content je obsah vody ve vstupní surovině.

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

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

Alokační faktor meziproduktu (allocation factor intermediate product_a) se stanoví jako podíl energetického obsahu meziproduktu (energy in intermediate product_a) a součtu energetického obsahu meziproduktu 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 meziproduktu. Alokační faktor e_{ec} na biopaliva vyjadřuje rovnice (7):

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

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.

3. Nové hodnoty emisí GHG z pěstování plodin jako vstupní surovina konvenčních biopaliv

Podle výše uvedených požadavků se musely provést přepočty hodnot NUTS 2. 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. 2–4. Od 1. 9. 2017 jsou tyto hodnoty NUTS všemi výrobci bionafty a bioethanolu, pokud tyto produkty využívají, povinné při certifikaci na udržitelnost.

Tabulka 2: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS 2“ z pěstování řepky olejky v ČR

NUTS 2		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 3: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS 2“ z pěstování kukuřice na zrno v ČR

NUTS 2		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 4: Typické hodnoty emisí GHG „NUTS 2“ z pěstování pšenice ozimé v ČR

NUTS 2		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 emisních faktorů vstupních surovin a úspor emisí GHG udržitelných biopaliv

Mezi dostupná zařízení, ve kterých se realizuje technologický proces na komerční bázi, patří také výroba motorové nafty z hydrogenačně rafinovaných rostlinných olejů a tuků, včetně zbytkových a odpadních, esterů a volných mastných kyselin označovaných HVO/HEFA a bioethanolu z lignocelulózy.

4.1 Stanovení emisního faktoru oleje získaného procesem lisování sójových bobů s extruzí

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 nízkolejnatých 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. Příklad výpočtu měrných emisí GHG procesu lisování sójových bobů s extruzí uvádí tab. 5. Výsledná hodnota emisního faktoru sójového oleje jako vstupní suroviny pro další zpracování v kg CO_{2eq}/t dry sójového oleje se uvádí v dílčím prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti jako hodnota produkce emisí GHG vedle další dokumentace při dodávce odběrateli.

Porovnání dílčích a celkových měrných emisí GHG, faktorů vstupních surovin, hodnot nealokovaných a alokovaných, včetně alokačních faktorů (viz tab. 6) 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.

4.2 Stanovení standardních úspor emisí GHG pokročilých biopaliv podle návrhu směrnice RED II

Návrh směrnice RED II specifikuje v příloze V „Pravidla pro výpočet dopadů emisí GHG z biopaliv, biokapalin a referenčních fosilních paliv“ dílčí standardní hodnoty pro pěstování „*e_{ec}*“, zpracování „*e_p*“

a přepravu a distribuci „*e_{td}*“ pokročilých biopaliv. V tab. 7 jsou tyto standardní hodnoty uvedeny pro ethanol vyrobený v biorafinérii z pšeničné slámy a pro motorovou naftu vyrobenou z odpadního dřeva Fischer-Tropschovou (FT) syntézou v samostatném („standalone“) zařízení.

Úspory emisí GHG plynoucí z použití pokročilých biopaliv podle článku 25 „Všeobecné rozšíření energie z obnovitelných zdrojů v odvětví dopravy“ návrhu směrnice RED II musí ke dni 1. 1. 2021 činit alespoň 70 %.

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

Pro uhlovodíkové produkty hydrogenačního zpracování rostlinných olejů a obdobných triglyceridů, mastných kyselin 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.

Standardní úspory emisí GHG, rozložené standardní hodnoty a souhrnné standardní hodnoty měrných emisí GHG pro HVO podle návrhu směrnice RED II uvádí tab. 8.

Hmotnostní a energetická bilance výroby HVO z řepkového oleje je patrná z tab. 9. Řepkový olej byl získán v průmyslové olejárně a byl dodán s dílčím prohlášením o shodě s kritérii udržitelnosti (Proof of Sustainability, tzv. PoS for biofuels and bioliquids) s emisním faktorem 787,13 kg CO_{2eq}/t dry řepkového oleje.

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. 10.

Výpočet měrných emisí GHG z dvoustupňového procesu hydrogenačního zpracování upraveného řepkového oleje uvádí tab. 11. Pomocí alokačního faktoru se celkové měrné emise GHG rozpočítávají mezi HVO, rafinérský plyn, propan a krakový benzin. V tab. 11 se také specifikuje alokační faktor pouze pro HVO. Hodnoty výhřevnosti, vztažené na bezvodý stav (dry) jsou převzaty ze stejných zdrojů, jež uvádí tab. 10. 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 ve srovnání s referenčním fosilním

palivem $E_F = 83,8 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ podle směrnice RED a $94 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ podle návrhu směrnice RED II. V tab. 12 jsou vyčísleny emisní faktory a úspory emisí GHG pro porovnání methylesterů mastných kyselin (FAME) a HVO vyrobených ze stejného řepkového oleje, který byl získán lisováním a extrakcí z řepky olejky s emisním faktorem $581 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$ (viz tab. 2, NUTS

2 – CZ02). Podíl methanolu (emisní faktor $1,981443 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$) činí v emisním faktoru FAME ze zpracování řepkového oleje před alokací 79 % a podíl vodíku (emisní faktor $2,19 \text{ g CO}_{2\text{eq}}/\text{MJ}$) v emisním faktoru HVO ze zpracování řepkového oleje před alokací 50 %.

Tabulka 5: 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	A
(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	B
(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 meziprojektu a koproduktu				
	Výtěžnost	Výhřevnost (MJ / kg dry)	Alokační faktor (-)	
SO dry (t dry SO/t dry SB)	0,1572	37,0	0,2719	alok.
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		

Tabulka 6: 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

Tabulka 7: Stanovení standardních úspor emisí GHG ze standardních emisních faktorů ethanolu z pšeničné slámy a motorové nafty vyrobené z odpadního dřeva FT syntézou

	Jednotka	Standardní emise GHG pokročilých biopaliv	
		Ethanol z pšeničné slámy	Motorová nafta z odpadního dřeva
Rozložené standardní hodnoty pro pěstování e_{ec} z toho pouze N ₂ O	g CO _{2eq} /MJ	1,8 0	3,3 0
Rozložené standardní hodnoty pro zpracování e_{ep}		6,8	0,1
Rozložené standardní hodnoty pro přepravu a distribuci e_{td} z toho pouze přeprava a distribuce konečného paliva		7,1 1,6	10,3 1,2
Souhrnné hodnoty $E_B = e_{ec} + e_{ep} + e_{td}$		15,7	13,7
Standardní úspora emisí GHG vyvolaná použitím biopaliva podle vzorce (2) $E_F = 94 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$		%	85,3

Tabulka 8: 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) $E_F = 94 \text{ g CO}_{2eq}/\text{MJ}$	47 %	54 %	51 %	55 %	87 %	83 %

^{*)} proces se zachycováním methanu ve výrobě

Tabulka 9: 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	m ³	říční	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 poskytl Sdružení pro výrobu bionafty.

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

Tabulka 10: Standardní hodnoty emisních faktorů energetických nosičů a reagentů použitých k výpočtu emisního faktoru HVO

		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
Teplota 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	
Elektřina z kogenerace			0,08056	Ecoinvent v 3.1/2014
Voda procesní	říční	kg CO _{2eq} /kg	0,0004	Ecoinvent v 3.1/2014 ISCC, 205, 3.0/2016
	chladicí			
	aminový roztok			
Voda napájecí (deionizovaná)		0,001		
Voda odpadní		kg CO _{2eq} /m ³	0,33	

Tabulka 11: Výpočet emisního faktoru HVO z řepkového oleje (ŘO) a úspory emisí GHG použitím jako mot. palivo

<i>e_{ec}</i>: emise původem z těžby nebo pěstování řepky olejky			
<i>e_{ec}</i> – alokované na ŘO (kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	714,37		A
<i>e_p</i>: emise původem ze zpracování			
<i>e_p</i> – alokované na ŘO (kg CO _{2eq} /t dry ŘO)	90,53		B
Emisní faktor ŘO (A + B)	787,13		C
Faktor vstupní suroviny (t dry ŘO/t dry HVO)	1,2106		
<i>e_p</i>: emise GHG původem ze zpracování ŘO na HVO			
Emise ze spotřeby energie		dílní měrné emise (kg CO _{2eq} /t dry HVO)	
Teplota z kotle (zemní plyn) (MJ/t dry HVO)	347,71	23,50	D
Pára středotlaká + nízkotlaká, zemní plyn (MJ/t dry HVO)	705,51	47,69	F
Elektřina (MJ/t dry HVO)	124,44	15,88	G
Emise z výroby reagentů a materiálových vstupů			
Vodík (kg/t dry HVO)	44,71	97,91	H
Katalyzátor (kg/t dry HVO)	0,053	0,21	CH
Voda říční (kg/t dry HVO)	3020,91	1,21	I
Voda chladicí (kg/t dry HVO)	29418,83	11,77	J
Voda deionizovaná (kg/t dry HVO)	1196	1,20	K
Aminový roztok (kg/t dry HVO)	1212,36	0,48	L
Emise z odpadů			
Odpadní vody (m ³ /t dry HVO)	0,13404	0,04	M
Elektřina ČOV (MJ/t dry HVO)	1,684	0,21	N
<i>e_p</i> – celkový součet nealokovaný na HVO		200,10	O
Alokace HVO, rafinérského plynu, LPG (propan) a krakového benzínu			
	Produkcce (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			0,9634
Emise alokované na HVO <i>e_{ec}</i> + <i>e_p</i>		(kg CO _{2eq} /t dry HVO)	
(C + O)		1 110,80	
Měrné emise <i>e_{ec}</i> + <i>e_p</i> vztahované na energetický obsah HVO		(g CO _{2eq} /MJ)	
		25,25	
<i>e_{td}</i> přeprava a distribuce HVO	RED		1,0
	Návrh RED II		1,2
Celkem <i>E_B</i> = <i>e_{ec}</i> + <i>e_p</i> + <i>e_{td}</i>	RED		26,25
	Návrh RED II		26,45
Úspora emisí GHG využitím HVO jako motor. palivo (vzorec 2)	RED <i>E_F</i> = 83,8 g CO_{2eq}/MJ		68,70 %
	Návrh směrnice RED II <i>E_F</i> = 94 g CO _{2eq} /MJ		71,90 %

Tabulka 12: Emisní faktory bionafty (FAME) a parafinické bionafty (HVO) z řepkového oleje (ŘO) vyrobeného lisováním a extrakcí řepkového zrna s emisním faktorem 581 kg CO_{2eq}/t dry

Zdroj emisí GHG			MEŘO	HVO
Řepkový olej kg CO _{2eq} /t dry ŘO e_{ec}	pěstování řepky	714,37	1,0022 kg dry ŘO/kg dry MEŘO 788,86 kg CO _{2eq} /t dry MEŘO [A]	1,2106 kg dry ŘO/kg dry HVO 952,90 kg CO _{2eq} /t dry HVO [A]
	zpracování	116,70		
	emise z kogenerace e_{ee}	-43,94		
	celkem	787,13		
Zpracování e_p *)			259,76 kg CO _{2eq} /t dry MEŘO [B]	200,1 kg CO _{2eq} /t dry HVO [B]
Alokační faktor [Alok]			MEŘO + glycerin 0,9481	HVO, rafinérský plyn, propan, benzin 0,9634
Celkem [(A + B) x Alok]			994,197 kg CO _{2eq} /t dry MEŘO	1110,80 kg CO _{2eq} /t dry HVO
Výhřevnost LHV – bezvodý stav			37,2 MJ/kg	44,0 MJ/kg
Emise $e_{ec} + e_p - e_{ee}$			26,73 g CO _{2eq} /MJ	25,25 g CO _{2eq} /MJ
Přeprava + distribuce e_{td}	RED		1 g CO _{2eq} /MJ	1 g CO _{2eq} /MJ
	návrh RED II		1,8 g CO _{2eq} /MJ	1,7 g CO _{2eq} /MJ
Celkem $e_{ec} + e_p - e_{ee} + e_{td}$	RED		27,73 g CO _{2eq} /MJ	24,84 g CO _{2eq} /MJ
	návrh RED II		28,53 g CO _{2eq} /MJ	25,54 g CO _{2eq} /MJ
Úspora emisí GHG	RED		66,9 %	68,7 %
	$E_F = 83,8$ g CO _{2eq} /MJ			
	návrh RED II		69,6 %	71,9 %
	$E_F = 94$ g CO _{2eq} /MJ			

*) Bilanční údaje poskytl Sdružení pro výrobu bionafty.

4.4 Příklad výpočtu měrných emisí GHG produktů termolýzy peletovaného separátu z bioplynových stanic ve zkušební jednotce PTR

Kvazikontinuální technologie PTR, patentovaná společností HEDVIGA GROUP, a.s., kombinuje pomalý termický rozklad vstupní suroviny s rychlým odváděním plynné a parní fáze z reakčního prostoru. Výstupem této technologie jsou kapalné, tuhé a plynné produkty. Optimalizace procesu PTR se rovněž zaměřuje na standardizovanou kvalitu získaných produktů v souladu s postupně zaváděnými souvisejícími technickými normami. Každý samostatný modul technologického zařízení PTR je tvořen třemi zónami: zónou předehřevu, procesní termickou zónou a zónou pasivní kondenzační a zahlazovací, s napojením na tepelný výměnný systém pro využití sekundárního tepla. Vybrané části zkušební jednotky PTR ukazují obr. 1 a 2.

Analýza peletovaného separátu z bioplynových stanic (dále p.s. BPS) je uvedena společně s biouhlem v tab. 13.



Obr. 1: Reaktory – palivové články zkušební jednotky PTR HEDVIGA GROUP, a.s.



Obr. 2: Palivový článek zkušební jednotky PTR se vsázkou peletovaného separátu z bioplynových stanic

Tabulka 13: Analýza vzorku peletovaného separátu z bioplynových stanic (p.s. BPS) a vyrobeného biouhlu ve zkušební jednotce PTR

	Jednotka	Vstupní surovina – p.s. BPS		Biouhel – p.s. BPS	
		původní vzorek	bezvodý vzorek	původní vzorek	bezvodý vzorek
<i>Analýza vzorku peletovaného separátu z bioplynových stanic – základní</i>					
Prchavá hořlavina	% m/m	64,65	73,80	3,82	3,97
Uhlík fixní	% m/m	15,83	18,07	68,14	70,76
Voda	% m/m	12,40	-	3,70	-
Popel při 550 °C	% m/m	7,12	8,13	24,34	25,28
Spalné teplo	MJ/kg	16,27	18,57	23,80	24,71
Výhřevnost	MJ/kg	14,89	17,34	23,48	24,46
<i>Analýza vzorku peletovaného separátu z bioplynových stanic – elementární</i>					
Síra veškerá	% m/m	0,23	0,26	0,24	0,25
Uhlík	% m/m	40,28	45,98	67,17	60,75
Vodík	% m/m	4,97	5,67	1,09	1,13
Dusík	% m/m	1,18	1,35	1,69	1,75
Kyslík	% m/m	33,82	38,61	1,77	1,84
Sypná hmotnost	kg/m ³	676	-	436	-
Polyaromatické uhlovodíky	mg/kg	-	-	4,13	4,40

Tabulka 14: Zastoupení jednotlivých produktů vystupujících ze zkušební jednotky PTR – vstupní surovina peletovaný separát bioplynových stanic (p.s. BPS)

	Biouhel	Biokapalina - bio-olej	T-bioplyn	Kapalná vodní frakce z předsušení, procesu a difuzního odparu
	(% m/m)			
Peletovaný separát (p.s. BPS)	27	28	24	20,5

Tabulka 15: Průměrné hodnoty výhřevnosti a hustoty T-bioplynu vyrobeného z peletovaného separátu bioplynových stanic (p.s. BPS) ve zkušební jednotce PTR

	Průměrná výhřevnost	Průměrná hustota
T-bioplyn z p.s. BPS	14,1 MJ/m ³ _N ¹⁾	1,088 kg/m ³ _N ¹⁾
	12,96 MJ/kg	

¹⁾ při 15 °C a tlaku 101,325 kPa



Obr. 3: Peletovaný separát z bioplynových stanic a z něho vyrobené biouhly a biokapalina – bio-olej ve zkušební jednotce PTR



Obr. 4: Kontejnerové uložení skladovacího vaku vyrobeného T-bioplynu ve zkušební jednotce PTR

Tabulka 16: Analytické výsledky vzorku biokapaliny – bio-oleje z peletovaného separátu z bioplynových stanic v původním a bezvodém stavu

	Jednotka	Původní stav	Bezvodý stav
Popel	% m/m	0,22	0,35
Nečistoty odstředěním – celkové nerozpustné v HEO	% m/m	13,00	-
Teplota tekutosti	°C	13	-
pH		6,8	-
Hustota při 15 °C	kg/m ³	1014,0	-
<i>Alkalické kovy</i>			
Sodík	mg/kg	<0,5	<0,8
Draslík	mg/kg	<0,5	<0,8
Součet (sodík + draslík)	mg/kg	<0,5	<0,8
<i>Kovy alkalických zemin</i>			
Vápník	mg/kg	<0,5	<0,8
Hořčík	mg/kg	<0,5	<0,8
Součet (vápník + hořčík)	mg/kg	<0,5	<0,8
Voda podle Karl Fischera (M)	% m/m	38	-
<i>Elementární složení</i>			
Obsah uhlíku	% m/m	46,8	75,5
Obsah vodíku	% m/m	5,21	8,40
Obsah dusíku	% m/m	1,72	2,77
Obsah kyslíku	% m/m	8,22	13,26
Obsah síry	% m/m	0,29	0,47
Spalné teplo	MJ/kg	17,98	29
Výhřevnost	MJ/kg	15,93	27,18

Tabulka 17: Emisní faktory produktů termolýzy peletovaného separátu bioplynových stanic (p.s. BPS) ve zkušební jednotce PTR (emisní faktory viz tab. 10)

Zdroj emisí GHG	Produkty termolýzy p.z.z.
e_{ec} – emise p.s. BPS = 0 kg CO_{2eq}/t p.s. BPS	
e_p – emise ze zpracování	
Zpracované množství p.s. BPS – obsah vody 12,4 % m/m – bezvodý stav	1 000 kg 876 kg dry
Odvodnění digestátu 1,5 kWh/t separátu BPS – elektrina EU mix	0,69 kg CO _{2eq} /t separátu BPS
Sušení separátu 4 MJ/kg odpařené vody – množství odpařené vody 1833 kg/t separátu BPS – teplo z kogenerace	73,32 kg CO _{2eq} /t separátu BPS
Peletování separátu 60 kWh/t separátu BPS – elektrina EU mix	27,57 kg CO _{2eq} /t separátu BPS
Termolýza separátu 154 kWh/t separátu BPS – elektrina z kogenerace	44,66 kg CO _{2eq} /t separátu BPS
Odpadní voda z termolýzy do čistírny odpadních vod 0,205 m ³ /t separátu BPS	0,07 kg CO _{2eq} /t separátu BPS
Celkem emise GHG ze zpracování – původní stav – obsah vody 12,4 % m/m – bezvodý stav	146,31 kg CO _{2eq} /t p.s. BPS 167,02 kg CO _{2eq} /t dry p.s. BPS
Výtěžnosti	
Biouhel – obsah vody 3,7 % m/m	0,270 t/t p.s. BPS 0,2968 t dry/t dry p.s. BPS
Biokapalina – bio-olej – obsah vody 38 % m/m	0,280 t/t p.s. BPS 0,1986 t dry/t dry p.s. BPS
T-bioplyn – bezvodý	0,240 t dry/t p.s. BPS 0,2740 t dry/t dry p.s. BPS

Faktor vstupní suroviny a výhřevnost (dry)		
Biouhel – 23,48 MJ/kg dry		3,969 t dry p.s. BPS/t dry
Biokapalina – bio-olej – 27,18 MJ/kg dry		5,035 t dry p.s. BPS/t dry
T-bioplýn – 12,96 MJ/kg dry		3,650 t dry p.s. BPS/t dry
Alokace emisí GHG na jednotlivé produkty termolýzy podle výhřevnosti (dry)		
Biouhel: 0,4378	Biokapalina – bio-olej: 0,3391	T-bioplýn: 0,2231
Měrné emise GHG alokované na produkty		
	kg CO _{2eq} /t dry	g CO _{2eq} /MJ
Biouhel – surovina	246,34	-
Biokapalina – bio-olej – surovina	285,16	-
T-bioplýn – palivo *)	136,00	10,49
Úspora emisí GHG při použití T-bioplýnu jako palivo ve spalovacím motoru ($E_F = 83,8$ g CO _{2eq} /MJ)		
podle směrnice RED		87,5 %
podle směrnice RED II		88,8 %

*) Standardní emisní faktor zemního plynu je 67,58 g CO_{2eq}/MJ (viz tab. 10).

5. Doporučení a závěr

Udržitelné využívání biomasy, biopaliv a biokapalin naplňuje potřeby současnosti bez ohrožení schopnosti budoucích generací zabezpečit jejich vlastní 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 hmotností 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. 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 redukcí.

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. 18).

Tabulka 18: 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. 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 redukcí výsledného emisního faktoru přispěje i určité využití obnovitelné elektřiny. Emisní faktor elektřiny EU mix 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.

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:

- ověření 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.

6. Seznam 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.
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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
- 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.

Nové požadavky na stanovení emisních faktorů biopaliv, biokapalin a surovin pro jejich výrobu

Abstrakt:

V souladu s legislativně schválenými a platnými postupy práce uvádí podrobné výpočty skutečných emisí skleníkových plynů (GHG) sójových bobů, hydrogenačně zpracovaných rostlinných olejů (HVO) a kapalných tuhých a plyných produktů získaných technologickým procesem pomalého termického rozkladu. Na základě skutečných a standardních emisních faktorů jsou specifikovány způsoby a opatření vedoucí k jejich snížení.

Klíčová slova: biomasa, zbytek biomasy, emise GHG, kritéria udržitelnosti, alokační faktor, faktor vstupní suroviny

Dedikace

Zpracováno v rámci řešení projektu NAZV č. QK1820175 Zpracování zbytkové biomasy kombinovanou termolýzou na pokročilé energetické nosiče a půdní aditiva.

Kontakt:

Ing. Petr Jevič, CSc., prof. h.c.
Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. – VÚZT, v.v.i.
Drnovská 507
161 01 Praha 6
tel.: +420 233 022 302
mobil: +420 723 517 607
e-mail: petr.jevic@vuzt.cz