

Vyhodnocení aktuálního vývoje a plnění závazků v oblasti využití OZE v dopravě

Výstup V5

Projekt TK04010099 Modelová podpora čisté a udržitelné mobility v ČR je řešen v programu Théta za podpory Technologické agentury ČR

VŠCHT, COŽP UK, FS ČVUT, VÚZT & ČTP-Bio
Praha, prosinec 2024

Obsah

1. Úvod	4
2. Vývoj v oblasti legislativy	4
2.1. Unijní legislativa	4
2.2. ČR	12
2.3. Podpora alternativních paliv a pohonů ve vybraných členských státech EU	19
3. Aktuální vývoj využití obnovitelných zdrojů v dopravě v ČR	25
3.1. Znalosti o výrobě a využití produkčních kapacit udržitelných biopaliv a bioplynu ve formě biomethanu v EU a ČR	25
3.2. Dostupnost a implementace vstupních surovin a zřízení databáze unie UDB	33
3.3. Intenzita emisí GHG z pohonných hmot v ČR a související emisní faktory OZE v dopravě ..	46
4. Potenciál vstupní suroviny pro alternativní paliva	52
4.1. Nefosilní zdrojová surovina pro výrobu alternativních paliv	52
4.2. Biopaliva 1.G – tzv. první generace	53
4.3. Pokročilá biopaliva	57
4.4. Rekapitulace	77
4.5. Shrnutí	80
4.6. Doporučení	81
5. Modelové vyhodnocení budoucího vývoje	82
5.1. Model energetického systému TIMES-CZ	82
5.2. Input-Output model / model všeobecné rovnováhy – CGE	85

Autorský kolektiv

Milan Pospíšil, Pavel Šimáček, Karel Bouzek, Martin Paidar, Ivan Souček – Vysoká škola chemicko-technologická v Praze

Vojtěch Máca, Lukáš Rečka, Vědunka Kopečná, Iñaki Alberto Veruete Villegas – Univerzita Karlova, Centrum pro otázky životního prostředí

Jan Macek – České vysoké učení technické v Praze, Fakulta strojní

Petr Jevič, Pavla Měkotová – Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Leoš Gál – Česká technologická platforma pro užití biosložek v dopravě a chemickém průmyslu

Seznam zkratk

BAT – nejlepší dostupné techniky

BEV – čistě bateriové vozidlo

bioCNG/bioLNG – stlačený/zkapalněný biometan

BRKO – biologicky rozložitelný komunální odpad

CGE – výpočetní model všeobecné rovnováhy

CNG/LNG – stlačený/zkapalněný zemní plyn (typicky fosilní)

CCS(U) – zachycování a uskladňování (a využití) uhlíku

EC – Evropská komise

EP – Evropský parlament

EU ETS – evropský systém emisního obchodování

FAME/MEŘO – metylestery mastných kyselin / metylester řepkového oleje

FCEV – elektrické vozidlo poháněné (nízкотеплотním) palivovým článkem, vždy v hybridním uspořádání s baterií (kvůli pomalé odezvě palivového článku na změnu zatížení)

HEV – hybridní elektrické vozidlo bez možnosti dobíjení baterie s paralelním, sériovým nebo kombinovaným uspořádáním spalovacího motoru a elektromotoru/generátoru s baterií

HVO/HEFA – hydrogenované rostlinné oleje / hydroprocesované estery a mastné kyseliny

ICE – spalovací motor

ILUC – nepřímá změna ve využívání půdy

KVET – kombinovaná výroba elektřiny a tepla

LCA – analýza životního cyklu

LPG – zkapalněný ropný plyn (propan-butan)

OZE – obnovitelné zdroje energie

PHEV – dobíjecí (zástrčkové) hybridní vozidlo

RCF – recyklovaná paliva s obsahem uhlíku

REDII – směrnice EP a Rady 2001/2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů

REDIII (RED3) - směrnice EP a Rady 2001/2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů ve znění směrnice 2023/2413 ze dne 18. října 2023

RFNBO – obnovitelná paliva nebiologického původu

SAF – udržitelné letecké palivo

UCOME/TME – metylestery použitých kuchyňských olejů / živočišných tuků

UDB – Unijní databáze pro biopaliva

1. Úvod

Cílem tohoto výstupu projektu *Modelová podpora čisté a udržitelné mobility v ČR* je průběžně vyhodnotit vývoj plnění závazků ČR k uplatnění obnovitelných zdrojů energie (dále OZE) v dopravě a možné scénáře dalšího vývoje, včetně výhledu naplnění závazných a indikativních cílů stanovených pro budoucí léta (2025, 2030).

2. Vývoj v oblasti legislativy

2.1. Unijní legislativa

Směrnice (EU) 2024/1788 o společných pravidlech pro vnitřní trh s plynem z obnovitelných zdrojů, se zemním plynem a s vodíkem

Směrnice (EU) 2024/1788 představuje komplexní rámec pro **dekarbonizaci trhu s plynem**, který zahrnuje podporu biometanu a zeleného vodíku. Jejím cílem je **usnadnit přechod k energetickému systému** s nulovými emisemi a posílit energetickou bezpečnost EU.

Směrnice zavádí **systém certifikace pro nízkouhlíková paliva**, včetně nízkouhlíkového vodíku, který má zajistit, aby úspora emisí skleníkových plynů oproti fosilnímu palivu dosahovala alespoň 70 %. Směrnice dále podporuje **integraci energetického systému** a vyžaduje, aby plánování sítí zohledňovalo **vzájemné propojení** mezi plynem, elektřinou, teplem a vodíkem. Směrnice rovněž vytváří rámec pro **podporu inovací** v oblasti obnovitelných a nízkouhlíkových plynů a vodíku.

Ve vztahu k obnovitelným plynným palivům podporuje začleňování zeleného vodíku a biometanu do energetického systému EU.

opatření na podporu biometanu:

- zaručuje producentům biometanu **nediskriminační přístup k plynárenské síti**, pokud je tento přístup kompatibilní s příslušnými technickými pravidly a bezpečnostními normami.
- Členské státy musí zavést regulační rámec pro **zjednodušení připojení** výrobních zařízení na biometan k přenosovým nebo distribučním sítím a zajistit, aby **poplatky za připojení** byly transparentní a nediskriminační.
- Členské státy **mohou** dát výrobním zařízením na biometan **přednost při připojování k síti**.
- Směrnice usnadňuje **přístup biometanu na velkoobchodní trh** definováním systému vstupu a výstupu, který umožňuje zahrnutí distribučních systémů a zajišťuje, aby všechny výrobní zařízení měly přístup na trh bez ohledu na to, zda jsou připojeny k distribučnímu nebo přenosovému systému.

opatření na podporu zeleného vodíku:

- Směrnice zavádí **společná pravidla pro přepravu, dodávky a skladování vodíku** s cílem vytvořit integrovaný, konkurenceschopný a transparentní trh s vodíkem v EU.
- Směrnice podporuje **vytvoření celoevropsky propojeného systému vodíku**, který přispěje k dlouhodobé flexibilitě elektroenergetické soustavy a ke snižování emisí skleníkových plynů v těžko dekarbonizovatelných odvětvích.

- Směrnice vyžaduje **oddělení provozu vodíkových sítí od činností v oblasti výroby a dodávek energie**, aby se zabránilo riziku střetu zájmů ze strany provozovatelů sítí.
- Směrnice vyžaduje, aby **plány rozvoje sítí** pro vodík zohledňovaly **potřeby těžko dekarbonizovatelných odvětví**, čímž se zaměřuje využití obnovitelného a nízkouhlíkového vodíku v těchto odvětvích.

Směrnice zavádí mechanismy pro **financování přeshraniční vodíkové infrastruktury**, které zahrnují sdílení nákladů mezi sousedními provozovateli přenosových sítí vodíku.

2.1.1. Prováděcí legislativa

Směrnice Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1405 ze dne 14. března 2024, kterou se mění příloha IX směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001, pokud jde o doplnění surovin pro výrobu biopaliv a bioplynu

Směrnice RED II v čl. 28 odstavci 6 ve zmocnění Komise vydávat předmětné delegované akty stanoví, že do části A přílohy IX se doplňují suroviny, které mohou být zpracovány pouze pokročilými ("*advanced*") technologiemi, zatímco do části B se zařazují suroviny, které mohou být zpracovány vyspělými ("*mature*") technologiemi. Dále uvedené ustanovení požaduje, aby Komise při doplňování seznamu surovin¹ vycházela z analýzy potenciálu daných surovin pro výrobu biopaliv a bioplynu při zohlednění 6 kritérií/efektů (princip cirkularity, kritéria udržitelnosti, zamezení narušení trhu s vedlejšími produkty/odpady, vyhnutí se negativním dopadům na ŽP a biodiverzitu a dodatečné poptávce po půdě).

Původní návrh byl Komisí k veřejnému připomínkování předložen v prosinci 2022 a jeho připomínkování a vypořádávání trvalo více než rok. Přijaté znění mění přílohu IX směrnice tak, že do části A přílohy (tj. mezi suroviny pro výrobu pokročilých biopaliv a bioplynu) se doplňuje následujících 5 surovin:

- r) přiboudliny z destilace alkoholu;
- s) surový methanol ze sulfátového procesu výroby dřevné buničiny;
- t) dočasné plodiny, jako jsou meziplodiny a krycí plodiny, které jsou pěstovány na plochách, kde je produkce potravinářských a krmných plodin v důsledku krátkého vegetačního období omezena na jednu sklizeň, a za předpokladu, že jejich využití nevyvolává poptávku po další půdě, jakož i za předpokladu, že je zachován obsah organické hmoty v půdě, pokud se používá k výrobě biopaliv pro odvětví letectví
- u) plodiny pěstované na silně degradované půdě, s výjimkou potravinářských a krmných plodin, pokud se používají k výrobě biopaliv pro odvětví letectví;
- v) sinice.

Do části B se pak doplňuje následujících 14 surovin:

- c) poškozené plodiny, které nejsou vhodné pro použití v potravinovém nebo krmivovém řetězci, s výjimkou látek, které byly záměrně modifikovány nebo kontaminovány za účelem splnění této definice;
- d) komunální odpadní vody a jiné deriváty než kal z čistíren odpadních vod;

¹ Uvedené ustanovení přitom výslovně stanoví, že zmocnění Komise se netýká odstraňování surovin z přílohy.

- e) plodiny pěstované na silně degradované půdě, s výjimkou potravinářských a krmných plodin a surovin uvedených v části A této přílohy, pokud se nepoužívají k výrobě biopaliv pro odvětví letectví;
- f) dočasné plodiny, jako jsou meziplodiny a krycí plodiny, a s výjimkou surovin uvedených v části A této přílohy, které jsou pěstovány na plochách, kde je produkce potravinářských a krmných plodin v důsledku krátkého vegetačního období omezena na jednu sklizeň, a za předpokladu, že jejich využití nevyvolává poptávku po další půdě, jakož i za předpokladu, že je zachován obsah organické hmoty v půdě, pokud se nepoužívají k výrobě biopaliv pro odvětví letectví.

Za poměrně kontroverzní je považováno zavedené omezení pokročilého statutu u dočasných plodin a plodin z degradované půdy pouze pro výrobu leteckých biopaliv. Komise zde argumentuje tím, že u „neletecká“ biopaliva jsou zpravidla vyráběna vyspělými (*mature*) technologiemi, nikoli pokročilými, což je klíčová podmínka pro zařazení do části A přílohy IX. Transpoziční lhůta směrnice pro členské státy je stanovena do 14. 9. 2025.²

Prováděcí nařízení Komise (EU) 2024/2493, kterým se mění prováděcí nařízení (EU) 2018/2066, pokud jde o aktualizaci monitorování a vykazování emisí skleníkových plynů podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/87/ES

Novela zavádí specifická pravidla pro monitorování a vykazování emisí z nového systému obchodování s emisemi (ETS) pro budovy, silniční dopravu a další odvětví, aby bylo zajištěno řádné zavedení a sledování emisí v těchto sektorech.

Monitorování a vykazování emisí v rámci nového systému **začíná 1. ledna 2025**. Odevzdávání povolenek v rámci nového systému obchodování s emisemi pro budovy, silniční dopravu a další odvětví začne v roce 2028 za roční emise roku 2027.

Pro účely definice regulovaného subjektu je "konečný spotřebitel" definován s ohledem na článek 3(ae) směrnice 2003/87/EC, což zajišťuje jasnější vymezení pro nový systém.

Novela dále zavádí specifická pravidla pro monitorování a vykazování emisí z obnovitelných paliv nebiologického původu (RFNBO) a recyklovaných uhlíkových paliv (RCF) s cílem zajistit soulad s kritérii udržitelnosti a úspory skleníkových plynů. Zde jsou klíčové body:

- **Monitorování emisí:** Provozovatelé mají povinnost monitorovat a vykazovat emise z neuhlíkové a uhlíkové frakce těchto paliv ve svých emisních zprávách. To zahrnuje určení a vykazování parametrů pro biomasu, RFNBO a RCF pro každý odpovídající zdrojový tok.
- **Výpočetní faktory:** Musí být stanovena specifická pravidla pro určení výpočetních faktorů souvisejících se složením, včetně neuhlíkové a uhlíkové frakce biomasy, RFNBO a RCF, a to jak podle standardní metodiky výpočtu, tak i systému hmotnostní bilance.
- **Nulové hodnoty emisí:**
 - emisní faktor biomasy je nulový, pokud splňuje kritéria udržitelnosti a úspory skleníkových plynů stanovená směrnicí RED III;
 - RFNBO a RCF, které splňují kritéria úspory skleníkových plynů podle směrnice RED III, mají mít nulový emisní faktor;

² K české transpozici viz návrh novely nařízení vlády č. 189/2018 Sb. v kap. 2.2.4.

- syntetická nízkouhlíková paliva musí splňovat kritéria úspory skleníkových plynů a pokud uhlík v nich obsažený již byl zpoplatněn v rámci EU ETS, mají mít nulový emisní faktor;
- Pokud se vyžaduje soulad s kritérii udržitelnosti a úspory skleníkových plynů, musí být doložen důkaz o udržitelnosti v souladu s články 30 a 31 směrnice RED III. Členské státy mohou využívat důkazy z databáze Unie (UDB).
- Provozovatelé používající systém hmotnostní bilance musí poskytovat údaje o podílu uhlíku s nulovým emisním faktorem ve výstupních tocích, aby se zajistilo, že celkové emise nejsou systematicky podhodnocovány.
- pokud jsou RFNBO nebo RCF vyrobeny ze zachyceného CO₂, emise by měly být zahrnuty do činnosti, pod kterou spadá zachycování.

Návrh delegovaného aktu k nízkouhlíkovým palivům

Návrh delegovaného aktu nemá za právní základ směrnici REDIII, ale (přepracovanou) směrnici 2024/1788 o společných pravidlech pro vnitřní trh s plynem z obnovitelných zdrojů, se zemním plynem a s vodíkem (popsanou výše). Metodicky vychází z obdobného přístupu jako delegovaný akt k RFNBO a RCF, kdy základním požadavkem na nízkouhlíkové palivo je dosažení **minimálně 70% úspory emisí** ve srovnání s fosilním palivem.

Do výpočtu je zohledněn **celý životního cyklus**, včetně přímých emisí z výroby, přepravy a použití paliva, nepřímých emisí z odklonu neelastických vstupů od výroby nízkouhlíkových paliv, emisí metanu v předcházejících fázích dodavatelského řetězce a skutečné míry zachycování uhlíku (CCS a CCU).

Výpočet se skládá z několika kroků:

- Nejprve se **vypočítají celkové emise z nízkouhlíkového paliva (E)**. Tento výpočet zohledňuje emise z celého životního cyklu paliva, včetně:
 - Dodávky vstupů (e_i),
 - Zpracování (e_p),
 - Transportu a distribuce (e_{td}),
 - Spalování paliva v konečném použití (e_u),
 - Ukládání uhlíku (e_{ccs} a e_{ccu}).
- Poté se **určí emise z ekvivalentního fosilního paliva (E_F)**. Pro všechna nízkouhlíková paliva se používá stejné fosilní palivo jako pro obnovitelná paliva nebiologického původu, které je stanoveno v nařízení (EU) 2023/1185.
- Nakonec se **vypočítají úspory emisí** pomocí vzorce:

$$U = (E_F - E) / E_F$$

Emise z jednotlivých fází se stanoví následovně:

Emise z dodávek vstupů (e_i):

- **Elastické vstupy:** Emise z elastických vstupů, jejichž dodávky lze navýšit pro uspokojení dodatečné poptávky, se určují na základě **hodnot uvedených v části B přílohy** k nařízení, nebo z jiných ověřených zdrojů.
- **Neelastické vstupy:** U neelastických vstupů, jejichž dodávky nelze navýšit, se počítají emise z **odklonu těchto vstupů od předchozího nebo alternativního použití**.
 - V prvních 20 letech výroby nízkouhlíkových paliv se ztráta výroby elektřiny, tepla a materiálů určuje na základě **průměrného množství elektřiny a tepla**, které bylo z neelastického vstupu vyrobeno za poslední 3 roky před zahájením výroby nízkouhlíkových paliv.
 - Po 20 letech výroby se ztráta výroby určuje na základě **minimálních standardů energetické náročnosti** stanovených v nejlepších dostupných technikách (BAT).
- **Emise z existujícího využití nebo osudu (ex-use):** Tyto emise zahrnují veškeré emise v existujícím využití nebo osudu vstupu, kterým se **zabrání**, když se vstup použije k výrobě paliva.

Emise ze zpracování (e_p):

- Sem spadají **přímé emise** ze samotného zpracování, z **nakládání s odpady** a z **úniků**, i jakýkoli **proud CO₂**, který opouští zpracovatelský závod a je zachycen v zařízení na zachycování uhlíku a započítán pod e_{ccs} nebo e_{ccu} .

Emise z přepravy a distribuce (e_{td}):

- Zahrnují emise ze **skladování a distribuce hotových paliv** i z **přepravy a skladování** vstupů.

Emise ze spalování paliva (e_u):

- Týkají se **celkových emisí** ze spalování paliva v provozu, včetně emisí ze spalování uhlíku biologického původu.

Emise z ukládání uhlíku:

- e_{ccs} : Čisté úspory emisí z **zachycování a geologického ukládání uhlíku**.
- e_{ccu} : Čisté úspory emisí z **uhlíku zachyceného a trvale chemicky vázaného v dlouhotrvajících produktech**.

Ohledně možnosti využití elektřiny z jaderných zdrojů pro výrobu nízkouhlíkových paliv je relevantní druhá ze **tří alternativních metod** pro stanovení emisí skleníkových plynů z elektřiny použité k výrobě nízkouhlíkových paliv a **nesplňující podmínky pro plné započítání jako obnovitelná**:

- na základě části C přílohy;
- v závislosti na počtu hodin plného zatížení, po které zařízení vyrábějící nízkouhlíková paliva pracuje. Pokud je počet hodin plného zatížení roven nebo nižší než počet hodin, v nichž byla mezní cena elektřiny v předchozím kalendářním roce, pro který jsou k dispozici spolehlivé údaje, stanovena zařízeními vyrábějícími elektřinu z obnovitelných zdrojů nebo jadernými elektrárnami, elektřině ze sítě použité ve výrobním procesu nízkouhlíkových paliv se přiřadí hodnota emisí skleníkových plynů 0 g CO₂ekv/MJ. Pokud je tento počet hodin plného zatížení překročen, elektřině ze sítě použité ve výrobním procesu nízkouhlíkových paliv se přiřadí hodnota emisí skleníkových plynů 183 g CO₂ekv/MJ;
- použití hodnoty emisí skleníkových plynů mezní jednotky vyrábějící elektřinu v době výroby nízkouhlíkových paliv v nabídkové zóně, pokud tuto informaci zveřejnil provozovatel přenosové soustavy.

Pokud proces výroby nízkouhlíkových paliv negeneruje výhradně nízkouhlíková paliva, ale i jiné produkty, je nutné stanovit podíl nízkouhlíkových paliv na celkovém energetickém výstupu procesu. Tento podíl se vypočítá **dělením relevantní energie vstupující do procesu celkovou relevantní energií všech vstupů do procesu.**

Pro určení **relevantní energie** se používají různé přístupy v závislosti na typu vstupu:

- **U materiálových vstupů** se relevantní energie určuje jako **výhřevnost** materiálu, která se započítává do molekulární struktury paliva.
- **U elektřiny**, která se používá ke zvýšení výhřevnosti paliva nebo meziproduktů, se relevantní energie rovná **energii elektřiny**.
- **U průmyslových odpadních plynů** je relevantní energie v odpadním plynu na základě jeho **výhřevnosti**.
- **U tepla**, které se používá ke zvýšení výhřevnosti paliva nebo meziproduktu, se relevantní energie rovná **užitečné energii v teple**, které se používá k syntéze paliva. Užitečné teplo je definováno jako celková tepelná energie vynásobená Carnotovou účinností.

Pokud se palivo vyrábí v **několika po sobě jdoucích procesech**, podíl se určí **pro každý proces**, pokud není běžnou průmyslovou praxí integrovat procesy technicky a geograficky.

Při výpočtu podílu nízkouhlíkových paliv se **berou v úvahu pouze vstupy**, které se **přímo podílejí na tvorbě paliva**. Ostatní vstupy, jako například energie potřebná k provozu zařízení, se do výpočtu nezapočítávají.

Návrh delegovaného aktu Komise rozšiřující rozsah dat obsažených v databázi Unie

Návrh delegovaného aktu³ ke směrnici REDIII rozšiřuje rozsah dat zahrnutých do databáze Unie **o relevantní data z bodu produkce nebo sběru suroviny použité pro výrobu paliva**. Účelem tohoto rozšíření je zlepšit sledovatelnost dat v celém dodavatelském řetězci a zajistit tak udržitelnost a sledovatelnost zásilek kapalných a plyných obnovitelných paliv a paliv z recyklovaného uhlíku, a tím přispět k dosažení cílů EU v oblasti obnovitelné energie.

Návrh zavádí několik klíčových změn:

- povinnost registrace v databázi Unie se rozšiřuje na osoby provádějící sběr surovin a obchodníky se surovinami. To zahrnuje:
 - všechny individuálně certifikované body původu
 - první sběrná místa odpadní a ne-odpadní biomasy
 - obchodníky se surovinami z biomasy.
- osoby provádějící sběr surovin a obchodníci se surovinami budou muset do databáze Unie zadávat údaje o transakcích. Tyto údaje musí být zadány do tří pracovních dnů od:
 - data vystavení faktury
 - data vystavení zprávy inspektora
 - data vystavení konosamentu
 - data vystavení referenčního dokumentu interního systému, který zahrnuje více zásilek
 - data vystavení zprávy o kamionu.

- stanovení odpovědnosti a práva zúčastněných stran zodpovědných za poskytování, sběr, zadávání a ověřování dat v celém řetězci sledovatelnosti. To zahrnuje:
 - dobrovolné a národní systémy certifikace
 - certifikační orgány
 - hospodářské subjekty certifikované těmito systémy.
- nově zavádí pojem "počáteční zásoby" surovin, které musí hospodářské subjekty zaregistrovat v databázi Unie před zadáním údajů o transakcích.

Návrh dále vyjasňuje, že dobrovolné a národní systémy certifikace musí do databáze Unie zadat veškerá certifikační data hospodářských subjektů. Tyto údaje musí být aktualizovány do jednoho týdne od vydání certifikátu a v případě recertifikace nebo kontrolních auditů nejpozději do data vypršení platnosti předchozího certifikátu.

V připomínkovém procesu se ozývají výhrady jednak ke zvolené formě nařízení s minimální legisvakancí a rovněž k extenzivnímu výkladu zmocnění daném směrnici Komisi. Dle čl. 31a odst. 2 je Komisi svěřena pravomoc přijímat akty „za účelem doplnění této směrnice dalším rozšířením rozsahu údajů, které mají být zahrnuty do databáze Unie, tak aby zahrnovaly příslušné údaje od okamžiku výroby nebo sběru surovin používaných k výrobě paliv“, kriticky je zde nahlíženo na to, zda toto zmocnění umožňuje i velmi zásadní rozšíření okruhu povinných osob k registraci do UDB, které návrh představuje. Komise původně plánovala přijetí delegovaného aktu do konce roku 2024 (k tomu však nedošlo).

Nelegislativní akty

Metodická vodítka pro RFNBO cíle

Splnění RFNBO cíle v článku 25

Článek 25 stanoví **závazný dílčí cíl pro RFNBO ve výši 1 % spotřeby energie v dopravě**, který se vypočítává v souladu s pravidly stanovenými v článku 27. RFNBO se dále započítávají do kombinovaného dílčího cíle stanoveného pro RFNBO a pokročilá biopaliva i do celkového cíle v oblasti dopravy. RFNBO jsou způsobilé k započítání do cílů pouze tehdy, pokud dosahují alespoň 70% úspor emisí.

Existují **dvě hlavní cesty ke splnění** tohoto cíle:

i) Dodávky RFNBO pro dopravní prostředky

RFNBO se započítávají do cílů, pokud jsou dodávány pro jakýkoli druh dopravy, včetně mezinárodní námořní dopravy, na území členského státu.

ii) Využití RFNBO jako meziproductů

RFNBO se započítávají do cílů, pokud se používají jako meziproducty pro výrobu konvenčních paliv pro dopravu a biopaliv, za předpokladu, že snížení emisí skleníkových plynů dosažené použitím RFNBO se nezapočítává do výpočtu úspor emisí skleníkových plynů z biopaliv. Použití jako meziproducty zahrnuje případy, kdy se obnovitelný vodík používá v rafinériích, např. k odstraňování nečistot během hydrokrakování, ale i vodík používaný k výrobě HVO a methanolu, který se používá k výrobě bionafty.

doplňující podmínky:

- RFNBO, které se používají jako meziprodukty pro výrobu konvenčních paliv pro dopravu a biopaliv, se započítávají do cíle v zemi, kde se používají, a nepovažují se za výstup zařízení, které vyrábí konvenční paliva pro dopravu nebo biopaliva.
- Pokud se RFNBO, které se používají jako meziprodukty pro výrobu biopaliv, započítávají do cílů, musí se při výpočtu úspor emisí skleníkových plynů z biopaliv považovat za fosilní vstup.
- Směrnice sice jasně stanoví, že RFNBO, které se používají jako meziprodukty pro výrobu konvenčních paliv pro dopravu, se započítávají do cílů, ale nestanoví, jak se podporuje používání RFNBO pro účely cíle v oblasti dopravy. Jedním z perspektivních přístupů je **integrace hospodářských subjektů používajících RFNBO jako meziprodukty** pro výrobu konvenčních paliv pro dopravu a biopaliv do závazku dodávek podle článku 25, a to podobným způsobem jako u subjektů, které dodávají obnovitelnou elektřinu pro elektrická vozidla **v rámci kreditového mechanismu**, upraveného v článku 25 odst. 4 REDIII.

2.1.2. Návrh na přepracování směrnice o harmonizaci zdanění energie

Se zavedením ETS2 je úzce provázán návrh na přepracování směrnice 2003/96/ES harmonizující minimální úrovně zdanění energií. Tento návrh byl jediným z celého balíčku Fit for 55, který pro schválení vyžaduje jednomyslnost. Za maďarského předsednictví ve 2. polovině roku 2024 se intenzivně projednávaly kompromisní úpravy, které se týkají:

- doplnění dalších produktů a úpravy konverzních faktorů (výhřevnosti);
- prodloužení přechodných období u zemního plynu, LPG, KVVET a domácností;
- odkladu zavedení zdanění paliv v sektorech letectví a námořní dopravy až do příštího desetiletí (tj. zachování stávající úpravy s revizní klauzulí k roku 2035).

Zpráva maďarského předsednictví ze začátku prosince upozorňuje, že přes původní snahu zredukovat počet výjimek a snížených sazeb, návrh do značné míry reflektuje různorodé potřeby a preference členských států (ačkoli některé návrhy jako např. úplná výjimka pro zemědělství či snížení sazeb pro komerční užití nebyly zohledněny, neboť s nimi většina členských zemí naopak nesouhlasí). Za nedořešenou otázku je označena indexace sazeb, kde některé ČS navrhuji snížit maximální procentní navýšení.

I přes výše uvedené kompromisy předsednictví zdůrazňuje přínos v podobě vyjasnění přístupu k zdanění nových technologií a produktů, přechodu od objemového zdanění k energetickému (se zohledněním environmentálního profilu), což jednoznačně zvýhodní nízkouhlíková paliva.

2.1.3. Návrh nařízení o výpočtu GHG emisí z dopravních služeb⁴

V dubnu 2024 schválil svůj pozici Evropský parlament, následoval tak schválení obecného přístupu Rady z prosince 2023. Dle dostupných informací dosud probíhá meziinstitucionální vyjednávání, neboť Rada i EP schválili text s řadou doplnění a revizí.

⁴ COM/2023/441 final.

EP mimo jiné navrhuje zaúkolovat Komisi vytvořením společné metodiky pro výpočet emisí GHG pro všechny dopravní módy, a především pak z výroby, údržby a likvidace vozidel, i s případným zahrnutím emisí atmosférických znečišťujících látek, a rovněž řadu reportingových zjednodušení i snazšího přístupu k datům pro malé a střední podniky.

2.2. ČR

2.2.1. Transpozice přepracovaného znění směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (REDIII)

Proces transpozice směrnice REDIII formálně započal nabytím účinnosti přepracovaného znění směrnice dne 20. 11. 2023. Transpoziční lhůta je čl. 5 odst. 1 stanovena do 21. 5. 2025.

2.2.2. Novelizace zákona o ochraně ovzduší

Hlavní část transpozice týkající se kapalných obnovitelných paliv je obsažena v komplexním pozměňovacím návrhu obsaženém v Usnesení výboru pro životní prostředí č. 129 ze dne 4. září 2024 k vládnímu návrhu zákona, kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony (tisk 715/02).

Povinnost zajistit minimální množství pokročilých biopaliv a obnovitelných paliv nebiologického původu je stanovena **dodavatelům vybraných pohonných hmot** pro dopravní účely (§ 19f).

- Vybrané pohonné hmoty nezahrnují stlačený vodík, stlačené obnovitelné palivo nebiologického původu, stlačený zemní plyn, stlačený biometan a stlačené recyklované palivo s obsahem uhlíku.
- Povinnost se vztahuje na **minimální množství pokročilých biopaliv nebo obnovitelných paliv nebiologického původu**.
- Povinné minimální podíly energie z pokročilých biopaliv a obnovitelných paliv nebiologického původu:
 - 1,25 % energetického obsahu od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2026.
 - 1,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2027 do 31. prosince 2027.
 - 2,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2028 do 31. prosince 2028.
 - 3,75 % energetického obsahu od 1. ledna 2029 do 31. prosince 2029.
 - 5,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2030 a v každém následujícím kalendářním roce. **Od 1. ledna 2030 musí podíl obnovitelných paliv nebiologického původu činit minimálně 1 % energetického obsahu.**
- Pro účely splnění této povinnosti lze zohlednit:
 - Obnovitelná paliva nebiologického původu (RFNBO), i pokud bylo použito jako meziprodukt pro výrobu pohonné hmoty. V případě, že bylo použito jako meziprodukt pro výrobu biopaliv, musí být zajištěno, že snížení emisí skleníkových plynů dosažené za použití obnovitelného paliva nebiologického původu nebylo zohledněno do výpočtu úspor emisí skleníkových plynů z biopaliv.

- Množství energie obsažené v dodaných pokročilých biopalivech nebo v obnovitelných palivech nebiologického původu se pro účely splnění této povinnosti násobí multiplikátorem 2.
- **Převod nadměrného množství:** Pokud dodavatel vybraných pohonných hmot překročí stanovené minimální množství v kalendářním roce, může toto nadměrné množství převést do plnění povinnosti v následujícím kalendářním roce, avšak maximálně do výše 0,2 % z celkového množství jím dodaných vybraných pohonných hmot v uplynulém kalendářním roce.
- **Prokazování splnění:**
 - Dodavatel je povinen **písemně sdělit celnímu úřadu**, pokud hodlá uplatnit nadměrné množství v následujícím kalendářním roce. Toto sdělení musí obsahovat informace o dodavateli, množství pokročilých biopaliv a obnovitelných paliv nebiologického původu v uplynulém roce a množství, které má být zahrnuto do plnění v následujícím roce.
 - Splnění povinnosti se vyhodnocuje na základě zprávy o emisích.
 - Dodavatel vybraných pohonných hmot je povinen předložit doklady vydané podle § 21 zákona o ochraně ovzduší.
- **Sankce** – v případě, že dodavatel nesplní povinnost zajistit minimální množství pokročilých biopaliv a obnovitelných paliv nebiologického původu, **uloží se mu pokuta**, jejíž výše se stanoví jako součin množství nedodaného pokročilého biopaliva nebo obnovitelného paliva nebiologického původu v megajoulech a částky 2 Kč.

Povinnost snižování emisí skleníkových plynů z vybraných pohonných hmot je stanovena **dodavatelům vybraných pohonných hmot** pro dopravní účely (§ 20).

- **Vybrané pohonné hmoty** nezahrnují stlačený vodík, stlačená obnovitelná paliva nebiologického původu (RFNBO), stlačený zemní plyn, stlačený biometan a stlačené recyklované palivo s obsahem uhlíku (RCF).
- Dodavatelé jsou povinni zajistit **snížení emisí skleníkových plynů na jednotku energie** obsaženou v jimi dodaných vybraných pohonných hmotách. Toto snížení se porovnává se **základní hodnotou produkce emisí skleníkových plynů pro fosilní pohonné hmoty**.
- Minimální **snížení emisí**:
 - 6,25 % od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2026,
 - 6,75 % od 1. ledna 2027 do 31. prosince 2027,
 - 7,5 % od 1. ledna 2028 do 31. prosince 2028,
 - 8,75 % od 1. ledna 2029 do 31. prosince 2029,
 - 11 % od 1. ledna 2030 a v každém následujícím kalendářním roce.
- Pro účely splnění této povinnosti lze zohlednit:
 - **Obnovitelná paliva nebiologického původu** (RFNBO), včetně použitých jako meziproduktu pro výrobu pohonné hmoty,
 - **Biopaliva**, a to i ve formě zkapalněného ropného plynu,
 - **Biometan**,
 - **Recyklovaná paliva s obsahem uhlíku** (RCF), pokud splňuje kritéria úspor emisí skleníkových plynů.

- **Prokazování splnění:**

- Dodavatel je povinen **každoročně do 30. června** podávat elektronicky **zprávu o emisích MŽP** a celnímu úřadu.
 - Zpráva o emisích musí obsahovat informace o dodaných vybraných pohonných hmotách a dosaženém snížení emisí.
 - Dodavatel je povinen zajistit **ověření informací** ve zprávě o emisích autorizovanou osobou a přiložit kopii protokolu o ověření ke zprávě o emisích.
 - V případě převodu úspory emisí na jiného dodavatele, je nutné předložit **kopii smlouvy o převodu**.
 - Dodavatel musí také podat **oznámení o splnění povinnosti** zajistit minimální snížení emisí skleníkových plynů v průběhu kalendářního roku, a to do 40 dnů po skončení příslušného období.
- Pokud dodavatel v kalendářním roce překročí stanovené snížení emisí, může toto **nadměrné snížení převést do následujícího kalendářního roku**, maximálně však do výše 0,2 % z celkového dosaženého snížení emisí v uplynulém kalendářním roce. Dodavatel je povinen písemně sdělit celnímu úřadu, pokud hodlá uplatnit nadměrné snížení.
 - **Sankce** – pokud dodavatel nesplní povinnost snížit emise skleníkových plynů, uloží se mu pokuta. Pokuta se vypočítá jako **součin množství emisí skleníkových plynů v kilogramech, o které nebylo dosaženo požadovaného snížení, a částky 10 Kč**.

2.2.3. Novelizace zákona o podporovaných zdrojích energie

Hlavní část transpozice týkající se plyných obnovitelných paliv byla inkorporována v komplexním pozměňovacím návrhu obsaženém v usnesení hospodářského výboru ze 46. schůze ze dne 26. září 2024 k vládnímu návrhu zákona, kterým se mění zákon č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích a o změně některých zákonů (energetický zákon), ve znění pozdějších předpisů, a další související zákony (sněmovní tisk 656/03) vč. zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie, kde jsou vkládány klíčové části transpozice RED 3 v oblasti dopravy:

Povinnost zajistit minimální množství pokročilého biometanu a obnovitelných paliv nebiologického původu (§ 47d an.) je stanovena **dodavatelům plyných pohonných hmot** a vztahuje se na plyné pohonné hmoty dodávané pro dopravní účely; je definována jako procentuální podíl z celkového množství dodaných plyných pohonných hmot.

- **Plyné pohonné hmoty** zahrnují **stlačený vodík, stlačené obnovitelné palivo nebiologického původu (RFNBO), stlačený zemní plyn, stlačený biometan a stlačené recyklované palivo s obsahem uhlíku (RCF)**.
- Povinnost se vztahuje na **minimální množství pokročilého biometanu nebo obnovitelného paliva nebiologického původu**.
- Minimální podíl energie z pokročilého biometanu a obnovitelných paliv nebiologického původu:
 - 1,25 % energetického obsahu od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2026.
 - 1,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2027 do 31. prosince 2027.

- 2,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2028 do 31. prosince 2028.
 - 3,75 % energetického obsahu od 1. ledna 2029 do 31. prosince 2029.
 - **5,5 % energetického obsahu od 1. ledna 2030 a v každém následujícím kalendářním roce, přičemž minimální množství obnovitelného paliva nebiologického původu musí činit 1 % energetického obsahu.**
- Pro účely splnění této povinnosti je možné zohlednit:
 - Obnovitelné palivo nebiologického původu, i pokud bylo použito jako meziprodukt pro výrobu plynné pohonné hmoty. Pokud bylo použito pro výrobu biometanu, snížení emisí skleníkových plynů dosažené za použití obnovitelného paliva nebiologického původu nesmí být zohledněno do výpočtu úspor emisí skleníkových plynů z biometanu.
 - Pokročilý biometan a obnovitelné palivo nebiologického původu, které byly spotřebovány na území ČR a nebyly zohledněny pro splnění této povinnosti v jiném členském státě EU.
 - **Převod nadměrného množství:** Pokud dodavatel plynných pohonných hmot překročí stanovené minimální množství v kalendářním roce, může toto nadměrné množství převést do plnění povinnosti v následujícím kalendářním roce, avšak maximálně do výše 0,2 % z celkového množství jím dodaných plynných pohonných hmot v uplynulém kalendářním roce.
 - **Prokazování splnění:**
 - Dodavatel plynných pohonných hmot musí předložit čestné prohlášení vydané osobou, která je oprávněna vydat doklad o splnění kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů.
 - Dodavatel plynných pohonných hmot je povinen podávat každoročně do 30. června elektronicky ministerstvu, Ministerstvu životního prostředí a celnímu úřadu zprávu o emisích podle § 20 odst. 7 zákona o ochraně ovzduší
 - Dodavatel je povinen zajistit ověření informací uvedených ve zprávě o emisích autorizovanou osobou a kopii protokolu o ověření přiložit ke zprávě o emisích
 - **Sankce** – v případě, že dodavatel nesplní povinnost zajistit minimální množství pokročilého biometanu a obnovitelných paliv nebiologického původu, **vzniká mu povinnost uhradit pokutu.**

Obdobně jako z kapalných pohonných hmot je **dodavatelům plynných pohonných hmot** pro dopravní účely stanovena **povinnost snižování emisí skleníkových plynů z plynných pohonných hmot** (§ 47db a násl.).

- **plynné pohonné hmoty** zahrnují stlačený vodík, stlačené obnovitelné palivo nebiologického původu, stlačený zemní plyn, stlačený biometan a stlačené recyklované palivo s obsahem uhlíku.
- Dodavatelé jsou povinni zajistit **snížení emisí skleníkových plynů na jednotku energie** obsaženou v jimi dodaných plynných pohonných hmotách, a to ve srovnání se základní hodnotou produkce emisí skleníkových plynů pro fosilní pohonné hmoty.
- Minimální snížení emisí se postupně **zvyšuje**:

- 6,25 % od 1. ledna 2026 do 31. prosince 2026
 - 6,75 % od 1. ledna 2027 do 31. prosince 2027
 - 7,5 % od 1. ledna 2028 do 31. prosince 2028
 - 8,75 % od 1. ledna 2029 do 31. prosince 2029
 - 11 % od 1. ledna 2030 a v každém následujícím kalendářním roce
- Pro účely splnění této povinnosti lze zohlednit:
 - Biometan vyrobený z potravinářských a krmných plodin, avšak maximálně do výše 5,6 % podílu energie obsažené v dodaných plynných pohonných hmotách,
 - Vyspělý biometan, a to až do výše 1,7 % podílu energie obsažené v dodaných plynných pohonných hmotách,
 - Pokročilý biometan,
 - Obnovitelné palivo nebiologického původu, včetně toho, které bylo použito jako meziprodukt pro výrobu pohonné hmoty.
 - Recyklované palivo s obsahem uhlíku, které splňuje kritéria úspor emisí skleníkových plynů.
 - **K prokázání splnění** je dodavatel povinen předložit **zprávu o emisích a kopii smlouvy o převodu** v případě, že došlo k převodu úspory emisí na jiného dodavatele. Zprávu o emisích (podle § 20 odst. 7 zákona o ochraně ovzduší) je dodavatel plynných pohonných hmot je povinen podávat každoročně do 30. června elektronicky MPO, MŽP a celnímu úřadu.
 - Dodavatel je povinen zajistit ověření informací uvedených ve zprávě o emisích autorizovanou osobou a kopii protokolu o ověření přiložit ke zprávě o emisích.
 - **Převod nadměrného snížení:** Pokud dodavatel v kalendářním roce překročí stanovené snížení emisí, může toto nadměrné snížení převést do následujícího kalendářního roku, maximálně však do výše 0,2 % z celkového dosaženého snížení emisí v uplynulém kalendářním roce.
 - **Sankce** – v případě, že dodavatel nesplní povinnost snížení emisí skleníkových plynů, hradí pokutu. Pokuta se vypočte jako součin množství emisí skleníkových plynů v kilogramech, o které nebylo dosaženo požadovaného snížení, a částky 10 Kč.
 - **Alternativní splnění** – dodavatel může povinnost splnit také uplatněním kreditů.

Cílem této povinnosti je motivovat dodavatele plynných pohonných hmot k využívání paliv s nižšími emisemi skleníkových plynů a přispět tak ke snížení celkových emisí v dopravě.

Kredity

Systém kreditů za elektřinu z obnovitelných zdrojů energie (OZE) je mechanismus, který **podporuje využití elektřiny z OZE v dopravě**. Podstata tohoto systému spočívá ve vydávání kreditů za elektřinu vyrobenou z obnovitelných zdrojů, která je spotřebována pro dobíjení elektrických vozidel. Tyto kredity pak mohou být uplatněny ke splnění povinnosti snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot.

- **Vydávání kreditů:** (§47e a násl.)
 - **Kredity se vydávají za množství elektřiny z OZE**, která byla vyrobena ve výrobně s licenci na výrobu elektřiny z OZE.

- Výrobna elektřiny musí být **připojena v předávacím místě, kde je současně připojena i dobíjecí stanice**, která je zapsaná v evidenci dobíjecích stanic podle zákona o pohonných hmotách.
 - **Kredity se vydávají nejvýše v rozsahu celkového množství elektřiny spotřebované v dané dobíjecí stanici** pro dobíjení elektrických vozidel.
 - Operátor trhu vydává kredity v elektronické podobě na základě žádosti provozovatele dobíjecí stanice.
 - Žádost o vydání kreditů musí být podána **nejpozději do 6 měsíců od konce bilančního období**, kterým je jeden kalendářní měsíc.
 - Pro vydání kreditů je provozovatel dobíjecí stanice povinen **zaregistrovat dobíjecí stanici v systému operátora trhu** a předat informace o množství vyrobené a spotřebované elektřiny.
 - **Měření vyrobené a spotřebované elektřiny** musí být provedeno pomocí podružného měřicího zařízení, které je stanoveným měřidlem dle zákona o metrologii.
 - Operátor trhu **ověřuje a eviduje předané informace**.
 - Kredity se vydávají **za každou 1 kWh elektřiny**.
 - Úsporu emisí skleníkových plynů odpovídající 1 kWh elektřiny z OZE stanoví prováděcí právní předpis.
- **Nakládání s kredity:**
 - Kredity jsou **platné do 30. června roku následujícího po roce, ve kterém byla elektřina vyrobena**.
 - Operátor trhu **eviduje vydané kredity a převádí je** mezi držiteli účtů.
 - Držitelem účtu může být **provozovatel dobíjecí stanice** připojené v předávacím místě, kde je současně připojena výroba elektřiny z OZE, nebo **dodavatel pohonných hmot**.
 - Držitel účtu **uplatní kredity tak, že v evidenci označí kredity k započtení úspory emisí skleníkových plynů** na plnění povinnosti dodavatele pohonných hmot.
 - Držitelé účtů jsou povinni **předat operátorovi trhu úplné a pravdivé informace nezbytné pro převod a uplatnění kreditů**.
- **Využití kreditů:**
 - Kredity lze **uplatnit ke splnění povinnosti snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot**.
 - Tato povinnost je stanovena pro **dodavatele plynů pohonných hmot**.
 - Národní energetický mix nezahrnuje množství elektřiny z OZE, na které byly uplatněny kredity.
- **Evidence a dohled:**
 - **Operátor trhu provozuje elektronickou evidenci plnění využití OZE v dopravě**, která zahrnuje správu kreditového systému, včetně účtů, vydávání, převodů, uplatňování a rušení kreditů.
 - Prováděcí právní předpis stanoví náležitosti kreditů a další podrobnosti o systému.

Podpora biometanu

Návrh novely zákona o podporovaných zdrojích energie přináší několik změn v podmínkách podpory výroby biometanu. Mezi hlavní změny patří zavedení **aukčního bonusu pro nové výroby biometanu**

od roku 2026, úprava požadavků na podíl pokročilého biometanu, a nové povinnosti pro výrobce biometanu.

- Zatímco do konce roku 2025 je podpora biometanu poskytována formou zeleného bonusu, **od 1. ledna 2026** se podpora pro nové výrobní biometanu poskytuje **pouze formou aukčního bonusu**, a to pro výrobní s **energetickým výkonem do hodnoty stanovené v nařízení vlády**, které jsou připojené k plynárenské soustavě a dodávají plyn povinně vykupujícímu. (§27a)
- **Aukce na podporu biometanu (§27ba a násl.):**
 - MPO vyhlašuje aukci na podporu biometanu, přičemž stanoví lhůtu pro podání nabídek, náležitosti nabídky, celkovou hodnotu soutěženého energetického výkonu, výkonové rozmezí výroben biometanu, minimální podíl pokročilého biometanu, maximální výši emisí skleníkových plynů, lhůtu pro uvedení výrobní do provozu, formu a způsob podání nabídky, výši finanční jistoty, pravidla pro hodnocení nabídek a další.
 - Rozhodnutí o udělení práva na podporu z aukce obsahuje identifikaci výrobní, energetický výkon, minimální podíl pokročilého biometanu, maximální produkci emisí skleníkových plynů, referenční aukční cenu, lhůtu pro uvedení do provozu, a způsob úhrady rozdílu mezi měsíční cenou plynu a referenční aukční cenou.
 - Výrobce biometanu, kterému bylo uděleno právo na podporu z aukce, musí uvést výrobní do provozu ve stanovené lhůtě a dodržovat stanovené podmínky.
 - Aukční bonus je stanoven v Kč/MWh spalného tepla a je poskytován v měsíčním režimu. Vyúčtování aukčního bonusu probíhá na základě naměřených hodnot a vykázaných údajů předaných operátorovi trhu. Pokud je dosaženo vyšší měsíční ceny plynu, než je referenční aukční cena, nárok na podporu nevzniká a výrobce je povinen rozdíl uhradit operátorovi trhu.
- **Podíl pokročilého biometanu (§ 27e):**
 - Pro výrobní biometanu, které **vznikly úpravou výroben elektřiny využívajících bioplyn**, je stanoven **minimální podíl 35 % pokročilého biometanu** z celkového vyrobeného biometanu.
 - Pro výrobní biometanu, které **nevznikly úpravou výroben elektřiny využívajících bioplyn**, je stanoven **minimální podíl 45 % pokročilého biometanu** z celkového vyrobeného biometanu.
 - Výrobce biometanu, který uplatňuje právo na podporu formou aukčního bonusu, musí dodržovat minimální podíl pokročilého biometanu a maximální výši emisí skleníkových plynů dle rozhodnutí o udělení práva na podporu z aukce.
- **Povinnosti výrobce biometanu (§27d an.):**
 - Výrobce biometanu je povinen zajistit měření množství, kvality a tlaku vyrobeného biometanu v předávacím místě, a předávat tyto údaje provozovateli plynárenského zařízení a operátorovi trhu.
 - Výrobce je povinen předávat operátorovi trhu elektronicky úplné a pravdivé údaje o výrobě biometanu, surovinách a plnění kritérií udržitelnosti.
 - Výrobce biometanu, který dodává biometan do čerpací stanice, je povinen zajistit měření množství dodaného biometanu a předat údaje operátorovi trhu.
 - Výrobce biometanu je dále povinen udržovat a provozovat měřicí zařízení a zdržet se neoprávněných zásahů.

2.2.4. Prováděcí předpisy

Novela NV č. 189/2018 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot

Hlavním cílem navrhované novely předložené v závěru prosince 2024 do zkráceného vnějšího připomínkového řízení je provedení transpozice směrnice Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1405, kterou se mění příloha IX směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001, pokud jde o doplnění surovin pro výrobu biopaliv a bioplynu (viz výše). Za účelem transpozice dané směrnice Komise se v příloze č. 4 k nařízení vlády č. 189/2018 Sb. doplňuje o nové položky stávající seznam surovin pro výrobu pokročilých biopaliv a nově se do této přílohy doplňuje seznam surovin pro výrobu vyspělých biopaliv. Současně tato novela navazuje na změny navržené v novele zákona o ochraně ovzduší (viz výše), ohledně definice vyspělého paliva a seznamu relevantních surovin.

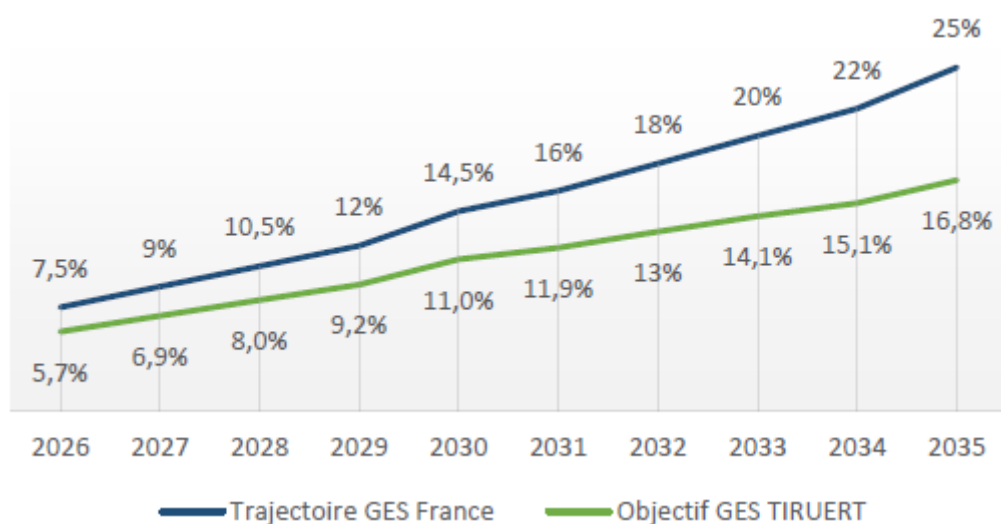
Další část transpozice směrnice 2024/1405 má být obsažena v novele vyhlášky č. 110/2022 Sb., o stanovení druhů a parametrů podporovaných obnovitelných zdrojů a kritérií udržitelnosti a úspory emisí skleníkových plynů pro biokapaliny a paliva z biomasy, v gesci Ministerstva průmyslu a obchodu.

2.3. Podpora alternativních paliv a pohonů ve vybraných členských státech EU

2.3.1. Francie

Aktualizace NECP

Aktualizace národního klimaticko-energetického plánu předpokládá dosažení 14,5% úspory emisí GHG z energie dodané pro dopravu. Jedním z klíčových nástrojů pro dosažení tohoto cíle je daňová pobídka **TIRUERT** (*Taxe incitative relative à l'utilisation d'énergie renouvelable dans les transports*). Ta umožňuje daňovým poplatníkům snížit výši daně, pokud dosáhnou cílové úspory emisí v dopravě.



Nastavení pobídky má být ještě ohledně cíle pro 2030 revidováno (zohlednění životního cyklu a cílů/podcílů čl. 25 RED3). Již v tomto roce zvýšeny cílové podíly biopaliv v naftě a benzínu (9,2 % a 9,9 %) a leteckém palivu (1,5 %), připravuje se další revize.

Francie nadále považuje za důležitý **biometan**, na jehož podporu pokračuje feed-in tarif. Cílem je dosáhnout produkce 50 TWh v roce 2030 a 85 TWh v roce 2035. Pro **vodík** je stanoven cíl 6,5 GW instalovaného výkonu elektrolyzérů do roku 2030, k jejich provozu má být využívána výhradně obnovitelná a jaderná elektřina.

Aktualizace dále popisuje plán na zavedení cílových podílů BEV na nových prodejkách v roce 2030 ve výši 66 % pro osobní automobily (kategorie M1), 51 % pro lehká užitková vozidla (kategorie N1) a 50 % pro těžká nákladní vozidla (N2 a N3). Vedle toho pokračuje – s dalším zpřísněním – systém bonus-malus. Malus se uplatní u osobních automobilů s emisemi od 118 g/km a je zastropován až na astronomické částce 60000 €; další komponentou malusu je platba dle hmotnosti vozidla s prahovou hodnotou 1600 kg. Zelený bonus může dosáhnout až 7000 € (omezeno příjmem domácnosti). Zcela novým programem je podpora leasingu BEV za měsíční nájem 100€, první kolo na jaře 2024 bylo rychle vyčerpáno, chystá se vyhlášení dalšího. Komplementárně pokračuje podpora infrastruktury BEV a FCEV.

V aktualizaci jsou v oblasti mobility nicméně na prvním místě opatření zaměřená na úspory energie – podpora sdílené mobility a nemotorových módů, optimalizace dopravních vazeb a silné zacílení na modální přesun.

Státní podpora SA.108792 (2024/N) TCTF

Podstatou schválené podpory jsou certifikáty produkce biometanu (CPB) jako mechanismus, který má podpořit výrobu biometanu, nad rámec systému garantované výkupní ceny.

V novém systému **mají dodavatelé zemního plynu povinnost získávat CPB vydané výrobcí biometanu, kteří již nedostávají státní podporu**. Tato povinnost může být splněna buď vlastní produkcí biometanu, nebo nákupem certifikátů od jiných výrobců.

CPB a jejich vztah k provozní podpoře biometanu:

- **Certifikáty CPB se tedy týkají biometanu.**
- **Povinnost nákupu CPB:** Dodavatelé zemního plynu jsou povinni nakupovat CPB, což má **vytvořit trh pro biometan**. Tato povinnost se vztahuje na dodavatele, kteří mají roční objem činnosti nad stanovený limit, přičemž tento limit se postupně snižuje.
- **Způsoby plnění povinnosti:** Dodavatelé mohou povinnost plnit buď vlastní produkcí biometanu, nebo nákupem CPB od výrobců.
- **Oddělení prodeje plynu a certifikátů:** Výrobci biometanu mohou **prodávat biometan a certifikáty CPB odděleně**, což vytváří flexibilitu na trhu.
- **Dohled CRE:** Komise pro regulaci energetiky (CRE) dohlíží na trh s CPB a má **pravomoc sankcionovat nekalé praktiky**. CRE také sleduje, zda nabídky výrobců, obchodníků a dodavatelů jsou v souladu s jejich ekonomickými a technickými omezeními.
- **Trh s CPB:** Existuje primární trh, kde dodavatelé nakupují přímo od výrobců, a sekundární trh, kde se certifikáty dále obchodují. **Cílem je vytvořit likvidní trh**, kde se ceny CPB budou odvíjet od nákladů na výrobu biometanu.

- **Cena CPB a sankce:** Pokud dodavatelé nesplní svou povinnost, mohou být sankcionováni pokutou až do výše 100 EUR za chybný certifikát. **Cena CPB na trhu by se měla blížit nákladům výroby**, ale v případě nedostatku může stoupnout až k úrovni sankce.
- **Provozní podpora a CPB:** Systém CPB je **doplňkem k stávajícímu systému provozní podpory biometanu**. Provozní podpora, poskytovaná formou výkupních cen, je určena pro menší a střední projekty a je financována ze státního rozpočtu.
- **Kompatibilita:** CPB jsou určeny **pro projekty, které již nedostávají provozní podporu**, nebo pro nové projekty s roční výrobou nad 25 GWh, které nemají nárok na provozní podporu. Systém CPB má stimulovat investice do biometanu bez přímých státních dotací. **Větší projekty, které nezískají podporu z veřejných soutěží, se mohou zapojit do systému CPB.**
- **Dva systémy podpory biometanu:**
 - **Tarif d'achat:** Menší projekty získávají podporu formou garantované výkupní ceny.
 - **CPB:** Větší projekty, které nemají nárok na podporu formou tarif d'achat, nebo projekty po skončení období podpory, mohou získávat příjmy z prodeje CPB.
- **Doplnění, nikoli překrývání:** Cílem je, aby se tyto mechanismy navzájem doplňovaly a **nedocházelo k překrývání**. Provozní podpora má zajistit finanční jistotu pro menší projekty, zatímco CPB mají motivovat rozvoj trhu s biometanem a zapojení větších projektů.
- **Rizika a výzvy:** CRE upozorňuje na **riziko nedostatečné nabídky CPB v počáteční fázi systému**, což může vést k vysokým cenám a penalizaci dodavatelů. CRE doporučuje **realističtější trajektorii povinnosti nákupu CPB** a monitorování trhu. Existují obavy, že velcí dodavatelé, kteří mají přístup k primárnímu trhu, mohou ovládnout trh s CPB a znevýhodnit menší dodavatele.

CPB a provozní podpora biometanu jsou dva různé mechanismy, které mají společný cíl, a to podporovat produkci biometanu. CPB fungují na tržním principu, kde dodavatelé nakupují certifikáty, zatímco provozní podpora funguje na principu garantovaných výkupních cen, a oba systémy jsou navrženy tak, aby se doplňovaly a nekonkurovaly si.

2.3.2. Německo

Aktualizace národního klimaticko-energetického plánu uvádí v indikativní projekci 38% podíl obnovitelných zdrojů v dopravě (s multiplikátory). Většinu z toho má zajistit obnovitelná elektřina (9,2 p.b.), o zbytek se mají podělit bionafta s 3,5 p.b., biobenzín s 1,7 p.b. a zelený vodík a e-paliva s 1,4 p.b.

	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2040	2045	2050
Transport (RED II)	10.2	12.8	15.8	20.3	26.0	31.8	38.0	44.6	51.6	58.6	65.4	71.8	92.7	101.4	108.5
Transport (national statistics)	6.6	7.6	8.6	10.3	12.2	14.2	16.8	19.8	23.0	26.8	31.1	35.8	57.1	68.6	82.9
Biodiesel (incl. HVO and plant oil)	3.5	3.6	3.6	3.7	3.9	3.4	3.5	3.2	3.0	2.8	2.5	2.3	1.1	1.0	0.8
Biogenic gasoline	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.6	1.4	0.8	1.1	1.3
Biogas	0.1	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
Renewable energy – electricity	1.7	2.3	3.0	4.0	5.2	6.9	9.2	11.7	14.5	17.5	20.6	23.7	39.0	49.1	54.3
Green hydrogen/ e-fuels	0.0	0.1	0.2	0.6	1.0	1.3	1.4	1.4	1.4	2.5	4.0	5.8	12.7	12.8	18.4

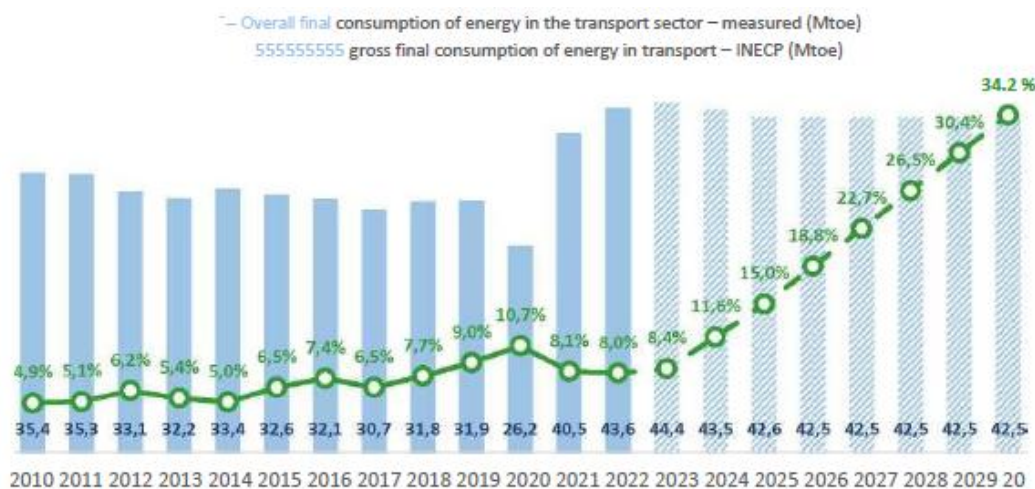
Mezi klíčová opatření v odvětví dopravy patří zákon o obchodování s emisemi z pohonných hmot (BEHG) a diferenciací mýtného pro nákladní automobily podle emisí CO₂, změna a aktualizace norem EU pro emise CO₂ u nových osobních automobilů, lehkých užitkových vozidel a těžkých užitkových vozidel a zvýšení, aktualizace kvót na skleníkové plyny (THG Quota) a nově zavedený kreditový systém pro dodavatele obnovitelné elektřiny pro dopravu.

Spolková vláda plánuje masivně investovat do modernizace a rozšíření železniční sítě (cca 45 miliard eur má být částečně pokryto podílem na příjmech z nově zavedeného příplatku za mýtné pro nákladní automobily na emise CO₂). Specifická podpora je zaměřena na železniční nákladní dopravu s cílem, aby dosáhla do roku 2030 tržního podílu 25 % (mj. dotování poplatků za přístup na dráhu, podpora přepravy jednotlivých vozových zásilek). Pro zajištění mobility obyvatel pak došlo k zavedení celostátní jízdenky na veřejnou dopravu Deutschlandticket.

Pokud jde o vodík, aktualizovaná Národní vodíková strategie předpokládá k roku 2030 užití v těžkých nákladních vozidlech, letectví a lodní dopravě. Navíc se plánuje v rámci GHG kvóty trojnásobný kredit pro zelený vodík v dopravě. Pro rozvoj vodíku a palivových článků jsou poskytovány přímé podpory z Národního inovačního programu (NIP), podpora je poskytována i na e-paliva.

2.3.3. Itálie

Aktualizace národního klimaticko-energetického plánu obsahuje scénář vývoje spotřeby v dopravě s 34% podílem obnovitelných zdrojů v roce 2030, vč. 11% podílu pokročilých biopaliv a 2% podílu RFNBO (s multiplikátory).



Dle aktualizace je zvažováno zvýšení limitu pro vyspělá biopaliva (ze surovin dle přílohy IX/B) na 5 % (s multiplikátorem), toto navýšení však vyžaduje souhlas Evropské komise. Dosažení stanovených cílů je primárně realizováno prostřednictvím povinných podílů v dodávkách pro spotřebu.

Itálie stále klade velký důraz na podporu biometanu – nové provozovny a konvertované ze stávajících bioplynových stanic. Aktuální dotační program běží do roku 2026 a je financován z Nástroje pro odolnost a obnovu (RRF).

Vícekrát je v aktualizaci uváděna podpora elektrifikace dopravy (infrastruktury, zavedení kreditového systému atd.), formulace konkrétních opatření je však vcelku nekonkrétní.

U vodíku se primárně předpokládá využití v rafinériích, v automobilech, autobusech a vlacích na neelektrifikovaných tratích (Sardinie, Kalábrie).

2.3.4. Švédsko

Dle aktualizace národního klimaticko-energetického plánu se má **podíl obnovitelných zdrojů v dopravě** zvýšit ze 29 % v roce 2022 na 46 % v roce 2030 (resp. 43 % v citlivostní variantě; vše s multiplikátory). Tomu by mělo korespondovat snížení emisí z paliv o 24 % v roce 2025, o 36 % v roce 2030, o 43 % v roce 2035 a 54 % v roce 2040.

Vzhledem k tomu, že Švédsko má již vysoký podíl obnovitelné elektřiny, značná část spotřeby elektřiny v dopravním sektoru se stává obnovitelnou; využití **obnovitelné elektřiny** v dopravě tak má dosáhnout 10 TWh v roce 2030, z toho 8 TWh v silničních vozidlech.

Využití **biopaliv** (zejména HVO) se má v období 2022-2030 snížit o 7 TWh. Švédsko si klade za cíl dosáhnout **1 % RFNBO v dopravě** do roku 2030, což představuje použití 0,7-1 TWh. Společně s pokročilými biopalivy by v roce 2030 měl být dosažen podíl 5,6 %.

Státní podpora SA-56908 (2023/C) - prodloužení a modifikace bioplynového schématu pro motorová paliva ve Švédsku

Jedná se o prodloužení, resp. nové schválení podpory, když předchozí schválení tohoto prodloužení bylo zažalováno německou společností Landwärme GmbH u Tribunálu, který předchozí rozhodnutí z procesních důvodů zrušil rozhodnutím T-626/20 - efektivně kvůli nedostatečnému posouzení rizika překompenzace.

Evropská komise napodruhé schválila v říjnu 2024 prodloužení a úpravu švédských režimů daňového osvobození pro bioplyn používaný jako pohonnou hmotu a pro výrobu tepla do konce roku 2030. Výjimka z energetické daně a CO2 daně je napříště limitována na bioplyn z nepotravinářských surovin a nově je zahrnut i biopropan z nepotravinářských surovin, za podmínky splnění kritérií udržitelnosti. Finanční objem státní podpory je pro schéma na motorová paliva odhadován na 43 mil. euro ročně a 477 mil euro kumulativně.

Nové rozhodnutí Komise o schválení těchto režimů zohledňuje obavy týkající se **rizika překompenzace**, které byly vzneseny v předchozím soudním sporu. Komise dospěla k závěru, že riziko překompenzace je v tomto případě **dostatečně řešeno kombinací švédských a dánských kontrolních mechanismů**.

Problém překompenzace je řešen v rámci schválené podpory bioplynu pro dopravu následovně:

- **Monitorování nákladů a cen:** Švédsko zavedlo pravidelné monitorování trhu s pohonnými hmotami a bioplynem. Monitorovací zprávy obsahují **aktuální výpočty nákladů na bioplyn** a srovnání s cenami fosilních paliv. Pokud se objeví riziko nadměrné kompenzace, Švédsko se zavázalo upravit úroveň podpory.
- **Zohlednění všech nákladů a příjmů:** Švédská kontrola bere v úvahu **veškeré náklady na výrobu bioplynu**, včetně případné státní podpory výrobcům. U dováženého bioplynu se vychází z dovozních cen. Dánský kontrolní mechanismus **bere v úvahu veškeré příjmy výrobců bioplynu**, včetně příjmů z prodeje plynu, prodeje záruk původu a premii.

- **Dánský mechanismus zpětné kontroly:** Dánsko provádí **hodnocení překompenzace ex post**, a to za tříleté období. Pokud se zpětně zjistí překompenzace, dánská prémie se snižuje, aby se problém vyřešil.
- **Vzájemné doplňování kontrolních mechanismů:** Komise zdůrazňuje, že dánský a švédský mechanismus kontroly se navzájem doplňují. Dánský test **zohledňuje jak příjmy z prodeje bioplynu, tak i záruk původu, včetně přeshraničního obchodu**. Švédský test zohledňuje **dovozní ceny, které odrážejí i podporu poskytnutou v jiných členských státech**.
- **Odmítnutí argumentu o vyloučení dováženého bioplynu:** Komise a Švédsko odmítají návrh, aby byl z režimu podpory vyloučen dovážený bioplyn, který obdržel podporu ve své zemi původu. Argumentují tím, že takový krok by **diskriminoval dovážený bioplyn** a že je důležité se zaměřit na to, zda dochází k celkové překompenzaci, nikoli na to, z jakého zdroje podpora pochází. Státní podpora není zakázaná, pokud celková výše podpory nevede k překompenzaci. Komise uvádí, že neexistuje preferovaný způsob podpory bioplynu na úrovni EU a že **nemá být upřednostňována pouze podpora výroby**.
- **Zohlednění cenových rozdílů:** Švédsko tvrdí, že daňové osvobození, které je **stejné pro veškerý bioplyn, nezpůsobuje další narušení soutěže** mezi domácími a zahraničními výrobci. Cílem je snížit cenu bioplynu pro spotřebitele, aby se stal konkurenci schopnou alternativou k fosilním palivům.

Ve výsledku je schválená podpora bioplynu pro dopravu ve Švédsku navržena tak, aby zabránila překompenzaci prostřednictvím kombinace monitorovacích mechanismů a vzájemného zohledňování podpory mezi Švédskem a Dánskem. Komise je přesvědčena, že tyto mechanismy dostatečně řeší riziko nadměrné kompenzace, i když je bioplyn dovážen z členských států, které jej rovněž podporují. Komise nicméně také připouští, že se nelze vyloučit, že dánská podpora měla vliv na nárůst dovozu bioplynu z Dánska do Švédska.

V širším kontextu - mj. diskusí okolo dovozů podpořeného dánského biometanu do ČR – jsou v textu rozhodnutí podstatné zmínky o tom, že dánští výrobci podporovaného biometanu mají nárok na vydání záruky původu, s níž mohou libovolně nakládat (a příjem z jejího prodeje je zohledňován při testu překompenzace. Rozhodnutí o podpoře se pak výslovně nezabývá “metodologickou otázkou” započtení dováženého biometanu do cílů OZE dle RED III.

3. Aktuální vývoj využití obnovitelných zdrojů v dopravě v ČR

3.1. Znalosti o výrobě a využití produkčních kapacit udržitelných biopaliv a bioplynu ve formě biomethanu v EU a ČR

Z hlediska perspektivy bude pro odvětví dopravy vhodná a potřebná řada nosičů energie z obnovitelných zdrojů. Jejich potenciál je však omezený a jejich použití jako paliva soutěží s potenciálním využitím v jiných odvětvích (např. v dodávkách elektřiny a tepla nebo v oblasti využívání surovin a nových materiálů, jako je např. chemický průmysl) a mezi různými druhy dopravy v samotném odvětví dopravy, včetně silniční, železniční, vodní, letecké a pozemní nesilniční dopravy. Dokonce i nezbytné vstupní suroviny již soutěží o využití mezi sebou. Optimální rozdělení těchto potenciálů mezi jednotlivé druhy dopravy, pokud jde o poskytování a využívání, je proto klíčovou výzvou pro strategie a opatření které je třeba rozvíjet. Jedna věc je jasná: rozsáhlá elektrifikace dopravy je základním stavebním kamenem klimatické neutrality v tomto odvětví.

Politický a právní rámec má významný vliv na všechny jednotlivé aspekty dodavatelského a aplikačního řetězce obnovitelné energie v odvětví dopravy, jakož i na rozvoj jeho trhu a konkurenceschopnost. Lze například podporovat nebo omezovat výrobu paliv z konkrétních surovin, normami pro paliva lze předepisovat chemické a fyzikální vlastnosti a řídit jejich cílenou aplikaci v jednotlivých odvětvích.

Kromě již zmíněné elektřiny z obnovitelných zdrojů patří mezi hlavní technologické "know-how" o výrobě obnovitelných paliv, které jsou dnes k dispozici:

- esterifikace/transesterifikace biomasy s obsahem oleje a tuku a/nebo zbytkových a odpadních materiálů pro výrobu FAME,
- hydorafinace biomasy s obsahem oleje a tuku nebo zbytkových a odpadních materiálů pro výrobu parafinických paliv vznětových motorů (HVO nebo HEFA) a kerosinu petroleje (HEFA)
- alkoholové kvašení biomasy s obsahem cukru a škrobu pro výrobu bioetanolu
- anaerobní fermentace (digesce) zemědělské biomasy, odpadů a zbytků a živočišných exkrementů pro výrobu biometanu ve formě CNG a LNG.

Tyto technologie částečně soutěží o stejné zdroje. Zejména s nárůstem výrobních kapacit paliv HVO/HEFA poroste tlak na závody FAME. Jiné technologie (např. fermentace lignocelulózové biomasy na bioetanol) již mají vysokou technologickou vyspělost a jsou do určité míry již k dispozici na regionálním základě; Na trhu se však ještě plně neprosadily. Vývoj se v současné době zaměřuje na technologie založené čistě na elektřině (power-to-X, e-paliva) a hybridní technologie založené na elektřině a biomase (SynBioPTX). V zásadě jsou zde myslitelné různé přístupy. I když existují podpory biologických způsobů využívajících technologii PTX (například začleněním elektrolyticky vyrobeného vodíku do procesů HEFA a procesů syntézy/rafinace), pozornost je věnována také konceptům využití biogenního uhlíku (např. prostřednictvím biogenního oxidu uhličitého z bioetanolových a biometanových závodů) v procesech PTX. Která z těchto možností se prosadí na trhu, závisí nejen na regionálních podmínkách, ale do značné míry také na obecných podmínkách a vývoji cen obnovitelných zdrojů energie v odvětví dopravy.

3.1.1. Produkce a spotřeba obnovitelných kapalných a plyných paliv z pohledu trhu EU a ČR

Dynamika trhu s udržitelnými biopalivy a biomethanem je ovlivněna zejména legislativou jednotlivých členských států EU transponující cíle, závazky a povinnosti ze směrnic RED II, FQD a dále RED III, schválené EP a Radou (EU) 18.10.2023. Další významné vlivy vycházejí z aktuální hospodářské a politické situace.

Výroba, dovoz, vývoz, hrubá spotřeba FAME, HVO/HEFA & SAF v EU v letech 2019 – 2024 uvádí tab. 1.

Tab. 1: Výroba, dovoz, vývoz, hrubá spotřeba FAME, HVO/HEFA & SAF (bez pohybu zásob) a využitelnost výrobních kapacit pro jejich výrobu v letech 2019 – 2024 v EU

Rok		2019	2020	2021	2022	2023	2024 ^f
Jednotka		mil. l					
Výroba z toho		16325	15629	16023	16110	16580	16790
HVO/HEFA & SAF		2842	3629	4121	3494	3885	4190
FAME import		4286	3539	3175	3120	3078	2800
FAME export		4061	2003	1297	1350	1673	1900
Hrubá spotřeba		16780	17155	17866	17880	17980	17700
Počet Jmenovitá výkonnost výrobních kapacit a jejich využití v %	FAME	173	174	171	162	162	162
		19827	19781	19977	20086	20169	20100
		68,0	60,7	59,6	62,8	62,9	62,7
	HVO/HEFA & SAF	173	174	171	162	162	162
		5326	5454	6049	6178	6200	7568
		68,0	60,7	59,6	62,8	62,9	62,7

Poznámka: HVO: Hydrotreated Vegetable Oils – hydrogenačně upravené rostlinné oleje

HEFA: Hydroprocessed Esters and Fatty Acids – hydrogenované estery a mastné kyseliny

SAF: Sustainable aviation fuel - udržitelné letecké palivo

ZDROJ: EU FAS POSTS, GAIN report, Number E 42024-0024, August 13, 2024; f - prognóza

Tato tab. 1 také přibližuje údaje o výrobních kapacitách FAME a HVO/HEFA a jejich využití. Jednotky na výrobu HVO/HEFA jsou obvykle navrženy tak, aby také produkovaly udržitelné letecké palivo SAF. Vzhledem k nedostatku snadno dostupných a přesných údajů o nabídce a poptávce SAF je tato zpráva zahrnuje do statistiky HVO/HEFA a FAME. V roce 2024 se předpokládá nárůst výroby HVO/HEFA o cca 8 % na úroveň 4,19 miliard l. Další zvýšení se očekává také v letech 2025 a 2026. Výrazný, avšak neznámý podíl této kapacity bude využit k výrobě SAF. Obdobné údaje ukazuje pro bioethanol z potravinářských a krmných plodin a v pokročilé formě tab. 2.

Tab. 2: Výroba, dovoz, vývoz, hrubá spotřeba palivového bioethanolu (bez pohybu zásob) a využitelnost jmenovitých výkonností biorafinérií pro jeho výrobu v EU

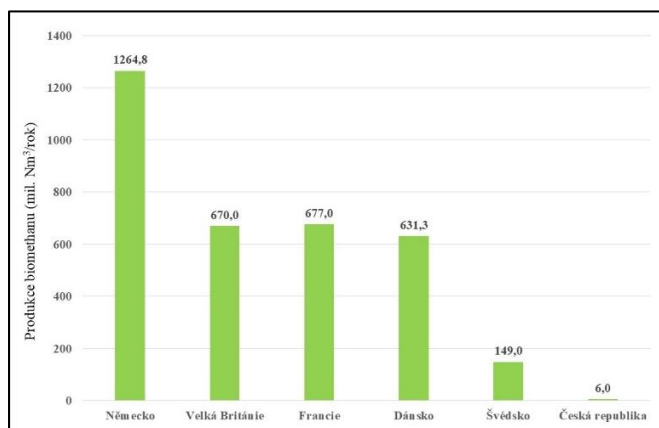
Rok	2019	2020	2021	2022	2023	2024 ^f
Jednotka	mil. l					
Výroba z toho	5000	4947	5128	5300	5253	5380

celulózný (pokročilý)		5	20	50	50	40	40
Import		1100	1490	1125	1979	1938	1700
Export		666	832	478	1262	1244	1392
Hrubá spotřeba		6166	6709	7065	7406	7659	7472
Počet Jmenovitá výkonnost biorafinérií a jejich využití v %	z potravinářských a krmných plodin	52	54	58	52	55	55
		7266	7456	8047	8220	8475	8260
		69	66	63	64	62	65
	pokročilý z celulóznové biomasy	2	2	3	3	2	2
		10	40	100	100	75	75
		50	50	50	50	53	53

ZDROJ: EU FAS POSTS, GAIN report, Number E 42024-0024, August 13, 2024; f - prognóza

Komeracionalizace pokročilých biopaliv typu drop-in se dosud omezovala na HVO/HEFA a nákladově konkurenceschopná celulózná paliva nadále zůstávají cílem. Závod o elektrifikaci mobility již zůžil roli, kterou mohou biopaliva hrát, a v rámci probíhajícího přechodu na obnovitelné zdroje energie budou i nadále představovat rostoucí podíl spotřeby energie v dopravě v EU a členských státech. Vodík a tzv. eFuels (elektropaliva) vyráběná z obnovitelné elektřiny jsou dlouhodobější dakarbonizační řešení, která jsou připravena dále zmenšit tržní příležitosti pro biopaliva, ale větší dopady na trh se v nadcházejícím období neočekávají.

Podle Evropské bioplynové asociace (EBA) jsou největšími výrobci biomethanu v Evropě Německo s celkovou instalovanou kapacitou 147,7 tis. m³_N/h, Velká Británie 107 tis. m³_N/h, Francie 87,7 tis. m³_N/h, Dánsko 70,1 tis. m³_N/h a Švédsko 45,4 tis. m³_N/h. Předpokládanou produkci biomethanu roce 2024 v top 5 zemí Evropy ve srovnání s ČR (viz. dále) ukazuje obr. 1.



ZDROJ: CZ Biom, tisková zpráva 15. 10. 2024

Obr. 1: Předpokládaná produkce biomethanu v top 5 zemí Evropy ve srovnání s ČR v roce 2024

Z aktualizovaného odhadu zakládajícím se na údajích ze studie „Gas for Climate“ z roku 2022 vyplývá, že v roce 2023 by se mohlo v Evropě vyrábět až 44 miliard m³_N biomethanu. Příkladem, že lze již provozně vyrábět biomethan ze vstupních surovin, které byly doposud obtížně v bioplynových stanicích zpracovatelné, je společnost Verbio. Její závod Schwedtu/Oder site má kapacitu 140 GWh biomethanu ročně při zpracování 40 tis. t upravené slámy. Po stlačení i zkapalnění je určen pro použití v dopravě jako pokročilý bioCNG/LNG.

Celkové tuzemské jmenovité kapacity výroby methylesterů mastných kyselin (FAME), zahrnující methylestery řepkových olejů RME (MEŘO), methylestery použitých kuchyňských olejů (UCOME), methylestery živočišných tuků kategorie 1 a 2 (TME) a methylestery roztoků volných mastných kyselin (FFAME), které jsou v současnosti v provozu, jak ukazuje tab. 3, činí 340 tis. t/rok. Dále jsou v provozu, jak je patrné z tab. 4, dvě jednotky na výrobu palivového bioethanolu s roční jmenovitou kapacitou 134 tis. t (1 700 000 hl/rok).

Tab. 3: Současné výrobní kapacity FAME/MEŘO v ČR (využití 330 dní za rok v třísměnném provozu)

Název společnosti	Rok zahájení nebo znovuzahájení výroby *)	Roční produkční kapacita FAME/MEŘO (t)	Rozhodující použitá surovina
Chemoprojekt, a.s. pracoviště Ústí n. L.	2018 *)	70 000 (UCOME)	použité kuchyňské oleje
Preol, a.s. Lovosice	2009	150 000 RME (MEŘO)	řepka olejka
Primagra, a.s. Milín	2007	35 000 (UCOME)	použité kuchyňské oleje
Temperator, s.r.o. Liberec	2009	70 000 (TME)	živočišné tuky z vedlejších produktů kat. 1 a 2
Glycona s.r.o. Otrokovice	květen 2021 *)	15 000 (FFAME)	roztoky volných mastných kyselin ze zpracování a rafinace
CELKEM	-	340 000	-

Zdroj: SVB/VÚZT, v.v.i., 2024

Tab. 4: Bioethanolové lihovary v ČR a jejich roční kapacita

Název společnosti	Rok zahájení výroby nebo zkušebního provozu *)	Roční produkční kapacita		Použitá surovina
		hl	t	
Tereos TTD, a.s. Dobruška	2006	1 000 000	79 000	cukrová řepa a její deriváty, biogenní zbytky
Ethanol Energy, a.s. (lihovar Vrdy)	2007	700 000	55 200	kukuřice, obiloviny, biogenní zbytky
CELKEM		1 700 000	134 200	

Zdroj: Svaz lihovarů ČR, 2024

V roce 2019 bylo dokončeno a kolaudováno první zařízení na výrobu biomethanu v ČR s roční kapacitou 1,6 mil m³_N. Po registraci ERU a vydání licence bylo zařízení uvedeno do provozu v roce 2020. Jak je patrné z tab. 5, tak v současnosti je v provozu 11 výrobních kapacit se jmenovitou výkonností cca 19,3 mil m³_N, tedy cca 13 640 t nebo 189 426 MWh. Z těchto 11 výroben biomethanu bylo 6 investičně podpořeno, jedna výroba je provozována v ostrovním systému. V roce 2024 se také zahájila výstavba další zemědělské biomethanové stanice v Krákořicích u Štenberka s kapacitou 2 mil l m³_N/rok. Tato stanice má zpracovávat chlévskou mrvu, nadožerky a další vlastní zbytkové produkty, což také přispělo k provedení výstavby bez investiční podpory.

Tab. 5: Výrobní kapacity biomethanu v ČR

Název společnosti	Rok vydání licence	Roční produkční kapacita			Rozhodující použité suroviny
		m ³ _N	t	MWh	
EFG Rapotín	2020	1 600 000	1 127,8	15 663,9	Potravinové odpady a zbytky

ORGANIC TECHNOLOGY Horní Suchá	2022	2 890 000	2 037,2	28 294,4	Potravinové odpady a zbytky
ZOCHP Litomyšl	2022	1 716 960	1 210,3	16 809,7	Zemědělské odpady včetně kejdy
COMPAG Mladá Boleslav	2023	1 275 000	898,7	12 481,9	Potravinové odpady a zbytky
GASEA MERÁLEC	2023	1 200 000	845,9	11 748,6	Zemědělské odpady včetně kejdy
ÚČOV Havlíčkův Brod	2023	756 500	533,3	7 406,9	Čistírenské kaly
ÚČOV Praha	2023	1 220 000	860,0	11 944,4	Čistírenské kaly
Agrikomp Rakvice	2024	1 000 000	704,9	9 790,3	Zemědělské odpady včetně kejdy
Kompostárna Jarošovice	2024	3 500 000	2 467,1	34 265,3	Zemědělské odpady včetně kejdy
EFG Vyškov	2024	2 490 000	1 755,2	24 377,8	Potravinové odpady a zbytky
ZS Dobruška	2024	1 700 000	1 198,3	16 643,1	Zemědělské odpady a kejda
Celkem	-	19 348 460	13 638,7	189 426,3	-

Zdroj/Poznámka: CZ Biom 15. 10. 2024; REX Solutions – 29. 11. 2024; obnovitelné.cz
Hustota biomethanu při 15°C, tlaku 101,325 kPa: 0,7049 kg/m³_N; výhřevnost 50 MJ/kg

Tuzemská výroba FAME, dovoz FAME a HVO/HEFA a hrubá spotřeba FAME a HVO/HEFA jako biosložka do motorové nafty v letech 2019 až 2023 je patrné z tab. 6. V ní je také uvedena využitelnost instalovaných výrobních kapacit, tak jak je specifikuje tab. 3. Za období leden až listopad 2024 došlo ke zvýšení výroby FAME o 9 % ve srovnání se stejným obdobím roku 2023.

Tab. 6: Výroba FAME, dovoz FAME a HVO/HEFA a hrubá spotřeba FAME a HVO/HEFA jako biosložka do motorové nafty v ČR v letech 2019 – 2023

	2019	2020	2021	2022	2023	Index
	(t)					2023/2022
Výroba FAME ¹⁾	248 418	258 647	244 794	242 048	260 790	1,08
Dovoz FAME ¹⁾ + HVO ¹⁾	98 852	189 402	198 565	219 594	154 464	0,70
Vývoz FAME ¹⁾	106 943	141 760	144 389	132 655	104 421	0,79
FAME pro přimíchávání ^{3), 4)}	281 014	292 854	287 776	269 978	278 436	1,03
HVO/HEFA pro přimíchávání ^{3) 4)}	1 638	60 737	60 892	45 010	25 508	0,62
MEŘO B100 jako čistá pohonná hmota ²⁾	1 354	20 121	-	-	-	-
SMN B30 (obsahuje pouze MEŘO) ²⁾	15	-	-	-	-	-
SMN HVO/HEFA ^{30) 2)}	-	183 222	-	-	-	-
Využitelnost výrobních kapacit FAME	73,1	76,1	72,0	71,2	76,7	

Poznámka: Pro tuto bilanci se použily hodnoty hustot při 15°C: FAME/MEŘO: 891,9 kg/m³; HVO/HEFA: 777,9 kg/m³; SMN B30: 853,6 kg/m³; SMN HVO/HEFA 30: 823,5 kg/m³; motorová nafta: 837,2 kg/m³

Zdroj:

- 1) MPO - Eng (MPO) 6-12
- 2) Generální ředitelství cel (uvádí množství v l, přepočteno na t)
- 3) při zohlednění počátečních a konečných zásob
- 4) MŽP, Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot uváděné v l, přepočteno na t

Obdobné údaje pro tuzemskou výrobu palivového bioethanolu ukazuje tab. 7. V ní se rovněž uvádí využitelnost tuzemských kapacit bioethanolových rafinérií. Za období leden až listopad 2024 v porovnání se stejným obdobím roku 2023 se výroba zvedla o 10 %.

Tab. 7: Bilance výroby, dovozu, vývozu a hrubé spotřeby palivového bioethanolu, ETBE a ethanolu E85 v ČR v období 2019 – 2023

	2019	2020	2021	2022	2023	Index 2023/2022
	(t)					(-)
Výroba ¹⁾	93 040	85 688	88 545 ⁵⁾	80 538 ⁵⁾	77 462	0,96
Dovoz	22 502	15 886	31 352	41 921 ¹⁾	63 648 ¹⁾	1,52
Vývoz ¹⁾	18 476	13 036	36 591	9 197	14 133	1,54
Hrubá spotřeba pro přimíchávání ^{2), 3)}	91 408	83 532	87 779	91 263	98 046	1,07
ETBE pro přimíchávání ⁴⁾	51 228	55 590	57 840	73 000 ¹⁾	75 000	1,03
Ethanol E85 ²⁾	1 469	357	3	2	2	1
Využitelnost výrobních kapacit palivového bioethanolu	69,3	63,9	66,0	60,1	57,7	

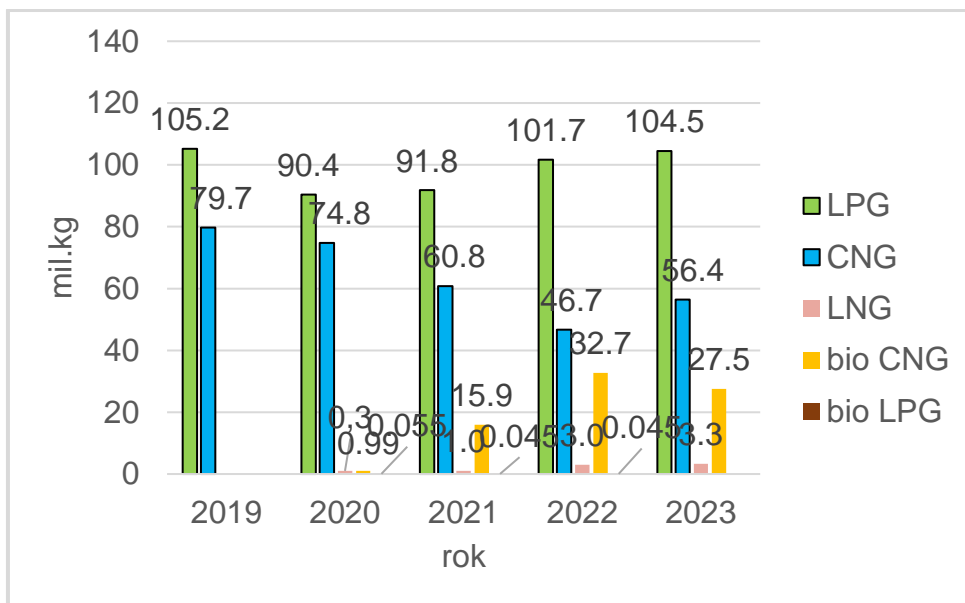
Poznámka: Pro přepočty se použily hodnoty hustot při 15 °C: pro bioethanol 777,8 kg/m³, ETBE 750 kg/m³, ethanol E85 (77,27 % V/V bioethanolu) 770,2 kg/m³, motorový benzin 744,2 kg/m³

Zdroj: ¹⁾ MPO - Eng (MPO) 6-12; ²⁾ Při zohlednění počátečních a konečných zásob

³⁾ MŽP, Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot uváděné v l, přepočteno na t.

⁴⁾ GŘ cel ⁵⁾ Svaz lihovarů

Na obr. 2 je uvedena spotřeba LPG, CNG, LNG, bioCNG a bioLPG na trhu s pohonnými hmotami v ČR v letech 2019 – 2023.



Obr. 2: Spotřeba LPG, CNG, LNG, bioLPG a bioCNG na trhu s pohonnými hmotami v ČR v letech 2019–2023

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot

Jestliže podíl bioCNG na celkové spotřebě CNG činil v roce 2022 41,2 % (v roce 2021: 20,7 %), tak v roce 2023 to bylo 32,8 %. Výrobu biomethanu v ČR, jeho vtlačení do sítě zemního plynu a přímé využití ve formě bioCNG (ostrovní systém) ukazuje tab. 8. Je zde také uvedeno využití tuzemských výrobních kapacit, které v roce 2023 činilo 28,9 % při instalované kapacitě 7 513 t a v roce 2024, kdy instalovaná kapacita se zvýšila na 13 639 t (viz tab. 5).

Tab. 8: *Bilance biomethanu v ČR v roce 2023 a 2024*

	2023 ¹⁾	2024 ^{f, 2)}
Výroba biomethanu z toho využití přímo v dopravě jako	2172,8	4229,4
bioCNG	80,6	
vtlačeno do sítě ZP	2092,2	
Dovoz do ČR	25 330,3	-
Celkem hrubá spotřeba	27503,1	
Využití tuzemských kapacit biomethanu (%)	28,9	31,0

ZDROJ/POZNÁMKA:

1) MPO, Obnovitelné zdroje energie v letech 2022 a 2023, prosinec 2024, www.mpo.cz.

2) CZ BIOM, tisková zpráva 15. 10. 2024.

Pro přepočty použity: hustota biomethanu při 15°C, tlaku 101,325 kPa: 0,7049 kg.m³_N; 1 t biomethanu = 0,072 MWh

Pro doplnění souvisejících údajů je v tab. 9 uvedena spotřeba bioplynu k energetickým účelům v roce 2023.

Tab. 9: Spotřeba bioplynu k energetickým účelům v roce 2023 podle typu bioplynových stanic v ČR

Typ bioplynové stanice	Počet (-)	Spotřeba vyprodukovaného bioplynu (m ³ _N)
Komunální ČOV	94	67 044 648
Průmyslové ČOV	18	16 114 935
Zemědělské	408	1 178 144 532
Skládkové	64	58 477 559
CELKEM	584	1 309 781 674

ZDROJ: MPO, Obnovitelné zdroje energie v letech 2022 a 2023, prosinec 2024, www.mpo.cz

3.1.2. Biosložky v motorové naftě a v automobilových benzinech v EU a ČR.

V tab. 10 je provedeno srovnání využití FAME, HVO/HEFA & SAF a celkové spotřebě – motorové naftě v letech 2019 – 2023 v EU.

Tab. 10: Využití motorové nafty, FAME, HVO/HEFA & SAF v EU v letech 2019 – 2023

Rok	2019	2020	2021	2022	2023
Jednotka	(mil. l)				
FAME + HVO/HEFA v silniční dopravě	15 596	15 811	16 208	16 046	16 000
FAME + HVO/HEFA + SAF celkem	16 780	17 155	17 866	17 880	17 980
Motorová nafta v silniční a mimosilniční dopravě	245 680	219 016	232 749	234 509	227 914
Celkem motorová nafta	311 480	288 351	299 503	300 834	288 907
Celkem letecká paliva a kerosin	61 357	28 407	34 277	51 966	58 148

ZDROJ: GAIN Report Number: E 42024 – 0024, August 13, 2024

Při zohlednění spotřeby automobilových benzinů včetně biosložek, palivového bioethanolu je podíl palivového bioethanolu v EU v letech 2019 – 2023 uveden v tab. 11.

Tab. 11: Spotřeba automobilových benzinů včetně biosložek, palivového bioethanolu a jeho podílu na spotřebě v EU v letech 2019 - 2023

	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023
Spotřeba automobilových benzinů vč. biosložek	mil. l	98 291	86 029	93 491	99 103	162 868
Spotřeba palivového bioethanolu	mil. l	5 233	5 181	5 877	6 296	6 582
Podíl palivového bioethanolu na spotřebě automobilového benzínu	% v/v	5,3	6,0	6,3	6,4	6,4

Zdroj: GAIN Report, Number E42024-0024, Biofuels annual; August 14, 2024

Vývoj tuzemské spotřeby motorové nafty bez biosložky, FAME a HVO/HEFA pro srovnání jejich podílu na celkové spotřebě motorové nafty ukazuje tab. 12. po výrazném nárůstu její spotřeby v roce 2021 o **6,7 %** ve srovnání s rokem 2020, byl nárůst 2022/2021 **1,2 %** a 2023/2022 **1,9 %**.

Tab. 12: Spotřeba motorové nafty bez biosložky a průměrné objemové podíly obsahu FAME a HVO/HEFA (biosložky) v letech 2019 – 2023 v ČR

	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023
Spotřeba motorové nafty bez biosložky	mil. l	5 260,4	4 840,6	5 194,7	5 300,8	5 426,7
Spotřeba FAME		315,1	328,3	322,6	302,7	312,2
Spotřeba HVO/HEFA		2,1	78,1	78,3	57,9	32,8
Celkem motorová nafta vč. biosložek	% v/v	5 577,6	5 247,0	5 596,6	5 661,4	5 771,7
Celkem biosložky		317,2	406,4	400,9	360,6	345,0
Podíl biosložek v naftě na celkové spotřebě motorové nafty		5,7	7,7	7,2	6,4	6,0

Zdroj: Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot, Ministerstvo životního prostředí

Tab. 13 nabízí obdobné údaje o vývoji tuzemské spotřeby automobilových benzinů bez biosložky, s biosložkou a podíl biosložek na celkové spotřebě automobilových benzinů v letech 2019 – 2023.

Tabulka 13: Spotřeba automobilových benzinů bez biosložky a průměrný objemový podíl obsahu bioethanolu včetně ETBE v letech 2019 – 2022 v automobilových benzínech v ČR

	Jednotka	2019	2020	2021	2022	2023
Spotřeba automobilových benzinů bez biosložky	mil. l	1 829,4	1 615,6	1 678,5	1 778,9	1887,1
Spotřeba bioethanolu, vč. ETBE		117,5	107,4	112,8	117,3	126,1
Celkem automobilových benzinů vč. biosložek		1 946,9	1 723,0	1 791,3	1 896,2	2013,2
Podíl biosložek na celkové spotřebě automobilových benzinů	% v/v	6,0	6,2	6,3	6,2	6,3

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot

Nárůsty spotřeby automobilových benzinů vč. biosložek činily: 2021/2020 **4 %**, 2022/21 **5,8 %** a 2023/22 **6,2 %**

3.2. Dostupnost a implementace vstupních surovin a zřízení databáze unie UDB

Dostupnost vstupních surovin je prvním článkem dodavatelského řetězce obnovitelné energie v odvětví dopravy (viz. obr. 3). Zbytková biomasa a biogenní odpady vhodné pro výrobu obnovitelných

kapalných a plyných paliv jsou klasifikovány na základě jejich regulačního kontextu a jejich fyzikálně-chemických vlastností. Když se k výrobě těchto paliv používají biogenní vstupní suroviny, otázka potencionálních objemů hraje stále důležitější roli. To zahrnuje nejen využití primárních produktů pocházejících ze zemědělského pěstování a s tím spojeného využívání půdy, ale také využití všech ostatních biogenních vedlejších produktů, zbytků a odpadů. V návaznosti na technický, dostupný, využitelný a ekonomický potenciál můžeme implementační potenciál definovat jako množství ekonomického potenciálu, který může být realizován v daném časovém rámci a za specifických sociálně-politických omezení a politických pobídek. Udržitelný potenciál integruje environmentální, ekonomická a sociální kritéria udržitelnosti.



Obr. 3: Typické schéma dodavatelského řetězce vstupních surovin, jejich skladování, zpracování na kapalná a plyná obnovitelná paliva s příslušnými sklady pro expedici distributory jako povinnými hospodářskými subjekty.

LEGENDA: Farm Plantation – farmář, zemědělec: necertifikovaný subjekt; First gathering point – první sběrné místo, Trader/Storage – obchod, skladování s necertifikovanými subjekty; Processing Unit – zpracovatelské a výrobní jednotky navazující na certifikované subjekty; Quota, obligated party – povinné kvóty a závazky

ZDROJ: ISCC EU 205, Version 4.1, 2004

Směrnice EP a Rady (EU) 2018//2021 (dále RED II) v bodě 2. článku 28 zavazuje Evropskou komisi (EK) k vytvoření UDB umožňující „sledování“ kapalných a plyných paliv používaných v odvětví dopravy, jež jsou způsobilá k započtení pro výpočet minimálních podílů energie z obnovitelných zdrojů. Přitom členské státy vyžadují, aby příslušné hospodářské subjekty zanášely informace o provedených transakcích a parametrech udržitelnosti těchto paliv do UDB, včetně emisí skleníkových plynů (GHG) během jejich životního cyklu od okamžiku jejich výroby k dodavateli paliv, jenž dané palivo umísťuje na trh. Členský stát může zřídit vnitrostátní databázi propojenou s UDB, čímž zajistí, aby byly zadané informace neprodleně předávány mezi těmito databázemi. Prováděcí nařízení Komise (EU) 2022/996 s ohledem na směrnici RED II a UDB v bodě 9) článku 2 definuje parametry udržitelnosti jako soubor informací, popisujících dodávku suroviny nebo paliva, které jsou nezbytné k prokázání souladu této dodávky s kritérii udržitelnosti a úspor emisí GHG pro biopaliva, biokapaliny a paliva z biomasy nebo požadavky na úspory emisí GHG platnými pro obnovitelná kapalná a plyná paliva nebiologického původu používaná v odvětví dopravy (RFNBo) a recyklovaná paliva s obsahem uhlíku (RCF). Směrnice EP a Rady (EU) 2023/2413 (dále RED III) v bodě 1., článku 31a uvádí, že do 21. listopadu 2024 EK zajistí, aby byla zřízena UDB, která umožní sledování kapalných a plyných obnovitelných paliv a RCF. Směrnice RED III dále rozšiřuje povinnosti týkající se UDB. Upravuje povinnosti certifikačních společností v oblasti kontroly dat zadávaných do UDB, stanovuje požadavky na ověřitelnost těchto dat a specifikuje údaje, které musí být v databázi uvedeny. V rámci transpozice do národních legislativ jsou zaváděny sankce za nedodržení požadavků na zadávání dat, což posiluje vymahatelnost využívání UDB jednotlivými subjekty.

Návrh zařízení k rozšíření působnosti UDB byl zveřejněn k veřejným připomínkám na podzim roku 2024 a v listopadu téhož roku projednán Výborem EK k udržitelnosti paliv. Tento návrh rozšiřuje působnost UDB i na první sběrná místa pěstované biomasy, tak jak je znázorňuje obr. 3, dále sběrná místa zbytkové a odpadní biomasy. Tyto hospodářské subjekty budou povinni jako první zadávat informace do UDB, a to bez žádné transpoziční lhůty. Návrh nařízení dále definuje tzv. trigger point, tj. okamžik do kterého musí být daná transakce do UDB zavedena.

Dne 15. listopadu bylo uspořádáno demonstrační zasedání vedené týmem UDB EK. Během tohoto zasedání bylo upřesněno, že 21. listopad je konečným termínem pro zprovoznění UDB. Tato lhůta se nevztahuje na hospodářské subjekty. Provozní lhůta pro hospodářské subjekty bude stanovena v koordinaci s členskými státy, přitom EK se snaží naplnit UDB údaji o surovinách. Proto nebudou pro tyto hospodářské subjekty bezprostředně po 21. 11. 2024 zavedeny žádné okamžité sankce. EK plánuje dohodnout se s členskými státy EU na datu, po kterém bude používání povinné, a po tomto datu by skutečně mohly být uplatněny sankce. EK se schází s výborem RED a jedná o těchto aspektech a jakmile bude dosaženo dohody, datum sdělí EK prostřednictvím uznaných dobrovolných certifikačních systémů.

Z hlediska momentálního importu vstupních surovin a biopaliv do EU je největším problémem nedostatečná kontrola a dohled nad dovozem, nedostatečná kontrola v zemích původu komodit, nedostatečná motivace dodavatelů k dodržování zásad udržitelnosti a také nedostatečná ochrana konkurenčního prostředí uvnitř EU. Z hlediska blízké budoucnosti bude import umožněn pouze při souladu s UDB a za předpokladu kontroly prostřednictvím dobrovolného certifikačního systému, který splňuje standardy EU. Import bude podmíněn zaregistrováním a zanesením do UDB, přičemž dodavatel bude muset vyhovět všem pravidlům spojeným s UDB, např. kontrola, uchování dokumentů, transparentnost a další. Dobrovolné certifikační systémy budou mít zvýšené požadavky, což bude dodavatele zpětně motivovat k dodržování pravidel, pokud budou chtít setrvat na trhu EU. Cenová hladina dodávek do EU bude zvýšena na základě uvedených požadavků, což zajistí konkurenceschopnost trhu EU. Zavedení dalších legislativních aktů (např. NIS 2, EU DR, CS RD) posílí kontrolu nad importem do EU. Současná data o plnění cílů EU jsou fragmentovaná a nejednotná, dostupná pouze přes jednotlivé členské státy. Data dostupná prostřednictvím UDB budou centrálně spravovaná a jednotná v rámci celé EU.

Současná UDB představuje problémy zejména pro první sběrná místa, které nelze v krátké době vyřešit. Společnosti v rámci hodnotového řetězce mají zastávat rozsáhlé datové záznamy. To bude funkční pouze s technicky vyspělou databází a odpovídajícími rozhraními k systémům správy společností podléhajících požadavkům na podávání zpráv.

V této souvislosti se lze domnívat, že povinné používání UDB by mělo být odloženo minimálně do 1. 1. 2026 a zároveň pozastaven legislativní proces *"Commission delegated regulation (EU) on supplementing Directive (EU) 2018/2001 of the European Parliament and of the Council, by further extending the scope of the data to be included in the Union database to cover relevant data from the point of production or collection of the raw material used for the fuel production"*.

Pokud se tak nestane, lze očekávat, že mnoho prvních sběrných míst a prodejců se odhlásí z certifikace udržitelnosti. V tomto případě bude tuzemské zboží pro výrobu biopaliv pravděpodobně vytlačeno dovozem ze třetích zemí.

Aby se zajistilo, že Komise zpřístupní funkční a použitelnou UDB, měla by proto být v blízké budoucnosti zřízena skupina odborníků složená ze zástupců členských států a dotčených společností, která by doporučovala nezbytné úpravy stávající databáze. Takový návrh také nedávno předložilo šestnáct členských států. Aby se omezila další byrokracie, měly by být zadávané informace omezeny na minimum a stávající údaje z vnitrostátních databází by měly být upřednostněny, aby se zabránilo vícenásobnému předkládání ze strany hospodářských subjektů. Vzhledem k tomu, že si to pravděpodobně vyžádá úpravy aktuálně projednávaného návrhu nařízení v přenesené pravomoci o

používání UDB, legislativní proces by neměl být obnoven, dokud nebudou k dispozici odpovídající návrhy navržené pracovní skupiny.⁵

I přes požadované odložení termínu spuštění UDB je potřeba připomenout, že s její funkčností již počítá připravovaná transpozice do legislativy ČR, především novely zákona o ochraně ovzduší (sněmovní tisk 715) a novely energetického zákona (sněmovní tisk 656). nepřímě také i novela zákona o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů (sněmovní tisk 697) či novela zákona o civilním letectví.

Legislativní ukotvení UDB v novele zákona o ochraně ovzduší je následující:

Bod 120. V § 19h odstavec 7 zní: „(7) Dodavatel motorového benzínu nebo motorové nafty a osoby uvedené v odstavci 1 písm. a) až c) a e) až g) jsou povinni ke každé dodávce, pro jejíž sledování je zřízena Evropskou komisí databáze Evropské unie pro sledování paliv používaných v odvětví dopravy, neprodleně do této databáze vkládat údaje stanovené přílohou I prováděcího nařízení Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022 o pravidlech pro ověřování kritérií udržitelnosti a úspor emisí skleníkových plynů a kritérií nízkého rizika nepřímé změny ve využívání půdy“.

Bod 145. § 21a zní: „(1) Výrobce, dovozce a prodejce biopaliva, dovozce a prodejce motorového benzínu nebo motorové nafty s přídavkem biopaliva podle § 21 odst. 1 a výrobce, dovozce a prodejce kapalných nebo plyných produktů určených k výrobě biopaliv podle § 21 odst. 1 jsou povinni ke každé dodávce neprodleně vkládat údaje stanovené přílohou I nařízení Komise (EU) 2022/996 do databáze Evropské unie zřízené Evropskou komisí pro sledování paliv používaných v odvětví dopravy.“

UDB se v novele zákona č. 458/2000 Sb., o podmínkách podnikání a o výkonu státní správy v energetických odvětvích (energetický zákon) zohledňuje následujícím způsobem:

- pro zprovoznění Databáze unie (dále jen „UDB“) pro plyná paliva bude mezinárodní obchod s biomethanem v EU, a tedy všechny přeshraniční transakce s biomethanem, sledován a evidován v UDB. UDB bude zároveň podkladem pro vykazování národních cílů podle čl. 3 směrnice RED III v systému SHARES, proto Česká republika bude po připojení k UDB zohledňovat při započítávání biomethanu výstupy z UDB. Česká republika se k UDB plánuje připojit prostřednictvím vnitrostátní databáze tak, jak to umožňuje směrnice RED III.
- Společnost OTE, a.s. (dále jen „OTE“) je podle zákona č. 458/2000 Sb., zmocněná v ČR vydávat záruky původu energie, zajišťovat jejich evidenci včetně jejich převodů, uplatnění, vyřazení a zrušení a uznávat záruky původu, vydané v zahraničí. OTE je součástí a členem evropské asociace vydavatelů záruk původu AIB (*Association of Issuing Bodies*).

3.2.1. Implementace vstupních surovin pro výrobu FAME, HVO/HEFA a bioethanolu v EU

V tab. 14 jsou uvedeny vstupní suroviny využívané pro výrobu FAME a HVO/HEFA v letech 2020 – 2024.

Tab. 14: Vstupní suroviny využívané v EU pro výrobu FAME a HVO/HEFA v letech 2020 – 2024

Vstupní biosurovina	2020	2021	2022	2023	2024 ^f
	(tis. t / %)				
Řepkový olej	5 800 / 39,7	6 075 / 40,6	6 200 / 41,4	6 375 / 42,5	6 400 / 42,4
Použitý kuchyňský olej UCO	3 500 / 24,8	4 000 / 26,7	3 740 / 25,0	3 530 / 23,5	3 680 / 24,4

⁵ V tomto směru k odložení povinného používání UDB a podrobení revizí na základě doporučení odborné komise vyzvala i German Raiffeisen Association e.V. Berlín (výzva ze 6. listopadu 2024 adresovaná pí Kadri Simson).

Živočišné tuky	1 250 / ^{8,6}	1 300 / ^{8,7}	1 045 / ^{7,0}	1 000 / ^{6,7}	1 020 / ^{6,3}
Sójový olej	900 / ^{6,2}	780 / ^{5,2}	950 / ^{6,3}	1 090 / ^{7,2}	900 / ^{6,0}
Slunečnicový olej	240 / ^{1,6}	225 / ^{1,5}	300 / ^{2,0}	260 / ^{1,7}	270 / ^{1,8}
Palmový olej	1 500 / ^{10,3}	890 / ^{5,9}	380 / ^{2,5}	240 / ^{1,6}	100 / ^{0,6}
Ostatní - tálový olej z výroby celulózy; destiláty palmových olejů PFAD; kaly z výroby palmových olejů POME; volné mastné kyseliny FFA; čistírenské kaly	1 412 / ^{9,6}	1 711 / ^{11,4}	2 363 / ^{15,8}	2 525 / ^{16,3}	2 726 / ^{18,0}

Zdroj/Poznámka: EU FAS post, USDA Foreign Agricultural Service – GAIN report, no E42024-0024, Biofuels annual August 13,2024; f-prognóza

V posledních letech výrobci FAME a HVO/FEFA v EU podstatně diverzifikovali vstupní suroviny od rostlinných olejů k odpadním bioolejům a biotukům. Dvěma hlavními faktory, které za tím stojí jsou i) způsobilost zbytkové a odpadní biomasy ke dvojímu započtení (double counting) při plnění povinnosti min. podílu OZE v dopravě a ii) v poslední době postupné ukončení používání palmového oleje, které bude dokončeno do roku 2030. V důsledku toho se v průběhu deseti let snížil podíl řepkového, sójového, slunečnicového a palmového oleje ve směsi vstupních surovin ze 72 % v roce 2015 na 53 % a předpokládá se, že v roce 2024 klesne pod 51 %.

Řepkový olej je stále dominantní surovinou pro bionaftu, která v roce 2023 představovala 42,5 % celkového využití surovin pro výrobu FAME a HVO/HEFA. Mezinárodní nárůst objemu lze přičíst vyšší dostupnosti v důsledku vyšší sklizně řepky v EU v roce 2022. Pro rok 2024 se předpokládá, že spotřeba řepkového oleje vzroste o 0,4 %, protože postupuje postupné vyřazování palmového oleje. Obliba řepkového oleje je založena na jeho domácí dostupnosti a také na vyšší zimní stabilitě výsledného RME ve srovnání s bionaftou vyrobenou z jiných surovin. To je důležitější v severních členských státech než v těch, které se nacházejí v oblasti Středomoří s teplejšími zimami. Podíl řepkového oleje na mixu surovin se však podstatně snížil od svého vrcholu v roce 2008, kdy činil 72 %. To je částečně způsobeno, jak již bylo uvedeno výše výhodou dvojího započítávání různých zbytkových a odpadních biosurovin.

Použitý kuchyňský olej (UCO) byl v roce 2023 druhou nejdůležitější surovinou a tvořil 23,5 % celkových surovin. Jedná se o snížení 1,5 % jak v podílu, tak v objemu oproti roku 2022. Pokles je také důsledkem toho, že Španělsko a Portugalsko částečně nahradily UCO odpadními vodami z palmového oleje (POME) a hnědým biotukem. Zvýšený dovoz UCOME za konkurenceschopné ceny navíc ponechal méně prostoru pro domácí výrobu FAME. Rozšířené obavy z nesprávného označování výrobků a podvodů s výrobky certifikovanými jako UCOME pocházejícími z Číny vedly k vyšetřování, i když zatím bez přesvědčivých výsledků. Dovoz Číny ukazuje tab. 15 však poklesl z 912 818 t na 335 184 t. Zkušební spuštění UDB v lednu 2024 však vedlo ke snížení dovozu UCO z Číny v prvních čtyřech měsících roku 2024. Za předpokladu, že tento trend bude pokračovat, povede to k částečnému oživení UCO v roce 2024, jak je znázorněno v tab. 14.

Dovoz UCO do EU se v roce 2023 snížil o 22,5 % (viz. tab. 15). To byl přímý důsledek vysokého dovozu UCO a možného vývozu UCO do Spojených států. Zdroje z odvětví uvádějí, že v určitém okamžiku během roku 2023 bylo levnější dovážet hotový produkt UCOME, než surovinu UCO. Čína byla stále dodavatelem číslo jedna, ale její podíl na trhu se snížil z 51 % na 24,2 % dovozu UCO do EU a objem dovozu se ve srovnání s rokem 2022 snížil o 63,3 %. Dalším významným dodavatelem UCO byla Malajsie. Není jasné, zda byl produkt z Asie překládán přes Spojené království, protože dodávky do Spojeného království byly v letech 2023 a 2022 zvýšeny. Sedm největších dodavatelů se na dovozu UCO do EU podílelo 72 %.

V roce 2023 byly největšími producenty UCOME v EU, kteří představují přibližně 90 % produkce UCOME v EU: Německo, Itálie, Nizozemsko, Finsko, Španělsko, Francie, Portugalsko a Rakousko. Menší množství UCOME bylo vyrobeno v Polsku, České republice, Bulharsku, Irsku, Maďarsku a na Slovensku.

Tab. 15: Vývoj dovozu, vlastního sběru a celkového množství UCO v EU v letech 2021, 2022 a 2023 v t

	2021	2022	2023
Čína	618.014	912.818	335.184
Malajsie	166.185	161.596	223.511
Anglie	119.819	191.535	203.703
Saudská Arábie	66.862	81.107	84.889
Ruská federace	82.078	72.720	83.798
Thajsko		6.929	43.928
Indonésie	56.499	37.386	43.357
Argentina	23.701	2.867	37.911
Bělorusko	21.193	20.418	28.427
Jižní Afrika	44	23.413	27.042
Egypt	312	3.130	22.818
Spojené Arabské Emiráty	20.292	13.460	22.034
Hong Kong	2.480	3.256	17.231
Izrael	1.518	6.313	16.824
Vietnam	6.378	49.247	16.524
Irán	3.628	11.709	10.959
Kuvajt	6.757	8.187	10.927
Švýcarsko	11.870	14.145	10.574
Singapur	5.258	2.420	9.008
Japonsko	10.238	3.322	8.450
Libanon	1.757	2.781	7.500
Jordánsko	6.130	1.747	7.253
Čile	61.387	53.577	7.079
Maroko	5.577	7.047	6.006
Peru	9.266	8.597	5.607
Irák	2.761	3.343	5.466
Ukrajina	2.717	3.004	5.386
Srbsko	5.114	3.934	4.826
Litva	1.879	3.289	3.889
Panama	2.791	3.652	2.665
Filipíny	2.053	1.996	2.548
Norsko	3.377	4.131	2.428
Kolumbie	5.372	8.654	2.272
USA	22.233	28.519	1.956
Uruguay	1.338	2.109	1.609
Guatemala		1.413	1.296
Qatar	1.143	1.659	1.210
Mexiko	2.195	2.094	717
Austrálie	3.685	1.594	858
Turecko	918	2.979	273
Kanada	1.614	1.462	147
Dovoz do EU	1.436.151	1.789.966	1.387.835
Sběr v EU	1.992.082	2.613.837	2.248.112
Celkem	3.428.233	4.403.803	3.635.947

Zdroj: EUROSTAT

Sójový olej byl v roce 2023 třetí z hlediska využití surovin, což představovalo 7,2 %. Nárůst spotřeby sójového oleje o 15 % ve srovnání s rokem 2022 byl přímým důsledkem vyššího vývozu FAME do

Spojených států v reakci na rostoucí poptávku po FAME v USA podpořenou hromadnou politickou podporou (míchací kredity, RIN_s a kalifornské kredity pro nízkouhlíkové palivové standardy (LCFS)). Pro domácí trh EU je použití biotuků a bioolejů se středním až vysokým obsahem volných mastných kyselin (FFA), jako je sójový olej, palmový olej a lůj, jako jediné suroviny pro FAME omezeno normou EU pro bionaftu DIN EN 14214 kvůli obavám o výkon v chladnějších povětrnostních podmínkách. Normu však lze splnit použitím směsi surovin z řepkového oleje a biotuků a bioolejů se středním až vysokým obsahem FFA. Methylester sójového oleje (SME) sám o sobě nesplňuje jodové číslo předepsané touto normou (jodové číslo funguje jako měřítko oxidační stability). Většina sójového oleje se používá v Německu, Španělsku, Belgii a Nizozemsku. Pro rok 2024 se očekává pokles spotřeby sójového oleje, protože ustanovení v amerických kreditech pro míchací společnosti se v roce 2025 změní z daňového kreditu pro výrobce v USA na kredit pouze pro amerického výrobce. V důsledku toho se očekává, že vývoz FAME z EU do Spojených států ke konci roku 2024 klesne.

Objem živočišných tuků použitých pro výrobu TME byl ve sledovaném období nejvyšší v roce 2021 a činil 1,3 mil. t. Jak ukazuje tab. 14 živočišné tuky tvořily v roce 2023 6,7 % celkových surovin pro výrobu FAME. To je zařadilo na čtvrté místo v mixu vstupních surovin. V Německu se navíc TME vůbec nezapočítává do povinnosti pro biopaliva a veškeré TME vyrobené v Německu se vyváží do jiných členských států. Odhaduje se, že v roce 2023 byly největším spotřebitelem živočišných tuků pro výrobu FAME Itálie, Nizozemsko a Francie, které dohromady tvořily zhruba tři čtvrtiny produkce TME. Německo, Dánsko, Česko, Španělsko, Rakousko, Finsko, Irsko a Maďarsko také používaly živočišné tuky, ale v mnohem menší míře. Část loje se dováží pro výrobu TME, ale přesné dovozní objemy použité v TME nejsou známy, protože lůj má více použití.

Slunečnicový olej tvořil v roce 2023 pouze 1,7 % celkových surovin pro bionaftu a používá se hlavně v Řecku a Bulharsku – dohromady tvoří 59 % výroby bionafty na bázi slunečnicového oleje v EU. Menší množství slunečnicového oleje se používá také ve Francii, Maďarsku, Polsku, Rumunsku a Litvě.

Používání palmového oleje jako suroviny FAME (TME) od roku 2020 prudce a trvale klesá a jeho postupné ukončení je téměř dokončeno. Po letech růstu a odhadovaném rekordním využití 2,6 mil. t bylo v roce 2019 dosaženo. V roce 2023 jeho používání kleslo na 240 000 tun a představovalo pouze 1,6 % celkových použitých surovin. Předpokládá se, že v roce 2024 spotřeba palmového oleje klesne o cca 58 %, což bude přispívat méně než jedním procentem ke skladbě surovin EU. Důvodem je to, že stále více zemí postupně vyřazuje biopaliva pocházející z vysoce rizikových plodin nepřímé změny ve využívání půdy. Postupné vyřazování má vliv pouze na způsobilost k započítání do povinnosti (tj. spotřeba), nikoli na produkci. FAME na bázi palmového oleje PME se proto může stále vyrábět v členských státech, na které se vztahuje zákaz, ale bude muset být vyváženo buď na jiný trh, který dosud nezakázal používání palmového oleje, nebo mimo EU. S tím, jak stále více členských států uplatňovalo postupné ukončování činnosti, se však zbývající trh s PME výrazně snížil. Několik zemí uplatnilo zákazy dříve, než EU předepisuje jejich postupné vyřazování s plnou platností do roku 2030. V čele tohoto hnutí stála Francie, která od ledna 2020 účinně vyloučila biopaliva na bázi palmového oleje. S účinností od července 2021 následovalo Rakousko. Německo zakázalo palmový olej v lednu 2023 poté, co v roce 2022 zavedlo 0,9% strop pro suroviny s vysokým podílem nepřímé změny ve využívání půdy.

"Ostatní" vstupní suroviny uvedené v tabulce představují nejvyšší nárůst spotřebovaného objemu v roce 2023. Tato různorodá skupina těžila z *i*) postupného vyřazování palmového oleje, protože producenti FAME a HVO/HEFA hledali alternativy, a také *ii*) z vyšších požadavků na snižování emisí GHG. Mnoho vstupních surovin zahrnutých do této kategorie jsou odpadní produkty a splňují podmínky pro dvojí započtení. Do této kategorie patří borovicový olej a dřevo (Švédsko); volných mastných kyselin (Německo a Finsko); tálový olej (Finsko); kaly z čistíren odpadních vod (Belgie/Nizozemsko); zbytky z výroby palmového oleje, včetně odpadních vod z lisoven palmového

oleje (POME), destilátů palmových mastných kyselin (PFAD) a bavlníkový olej (Řecko), nevhodný pro potravinářské a krmné účely.

Vstupní suroviny využitě pro výrobu palivového bioethanolu v EU v letech 2019–2024 přibližuje tab. 16.

Tabulka 16: Vstupní suroviny využitě pro výrobu palivového bioethanolu v EU v letech 2019–2024

Druh	2019	2020	2021	2022	2023	2024
Jednotka	tis. t / %					
Pšenice	2 674 / 14,7	3 003 / 18,2	2 552 / 13,7	2 789 / 16,3	3 050 / 19,1	2 942 / 17,5
Kukuřice na zrno	6 912 / 37,9	6 563 / 39,8	6 700 / 35,9	7 257 / 42,3	7 268 / 45,5	7 567 / 45,0
Triticale	814 / 4,5	1 135 / 6,9	1 323 / 7,1	1 612 / 9,4	1 637 / 10,3	1 583 / 9,4
Ječmen	362 / 1,9	465 / 2,8	519 / 2,8	457 / 2,7	444 / 2,8	548 / 3,3
Žito	229 / 1,3	444 / 2,7	583 / 3,1	370 / 2,1	266 / 1,7	337 / 2,0
Cukrovka	7 225 / 39,6	4 790 / 29,1	6 768 / 36,3	4 461 / 26,0	3 132 / 19,6	3 683 / 21,9
Zbytková celulósová biomasa	20 / 0,1	80 / 0,5	200 / 1,1	200 / 1,2	160 / 1,0	160 / 0,9

ZDROJ: EU FAS POST, GAIN report, no E42024-0024, August 13/2024

3.2.2. Implementace a využití vstupních surovin na trhu s FAME, HVO/HEFA, bioethanolu a biomethanu v ČR

Vstupní suroviny pro výrobu pokročilých (advanced technologies) a vyspělých (mature technologies) kapalných a plyných obnovitelných paliv uvedených v příloze IX.A a IX.B směrnice RED II, dále doplňuje a specifikuje Směrnice Komise v přenesené pravomoci (EU) 2024/1405 z 14. 3. 2024, kterou se mění příloha IX směrnice RED II.

V důsledku současné implementace Směrnice RED III se proto na úrovni EU diskutuje přijmout opatření k zásadnímu zpřísnění požadavků a regulačního rámce v zájmu předcházení podvodům a spravedlivé hospodářské soutěže. Jedná se o evidenci a kontrolu náležitě deklarovaných vstupních surovin pro výrobu pokročilých obnovitelných kapalných a plyných paliv. Příslušným orgánem pro zemědělství a výživu BLE (Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung), protože odpovídající doklad o udržitelnosti je registrován v databázi „NABISY“, kterou spravuje BLE. Tento certifikát poskytuje výrobcům, distributorům a příslušným orgánům i v jiných členských státech dostatečný doklad o registraci a tím o úspěšné certifikaci závodu a použitých vstupních surovin.

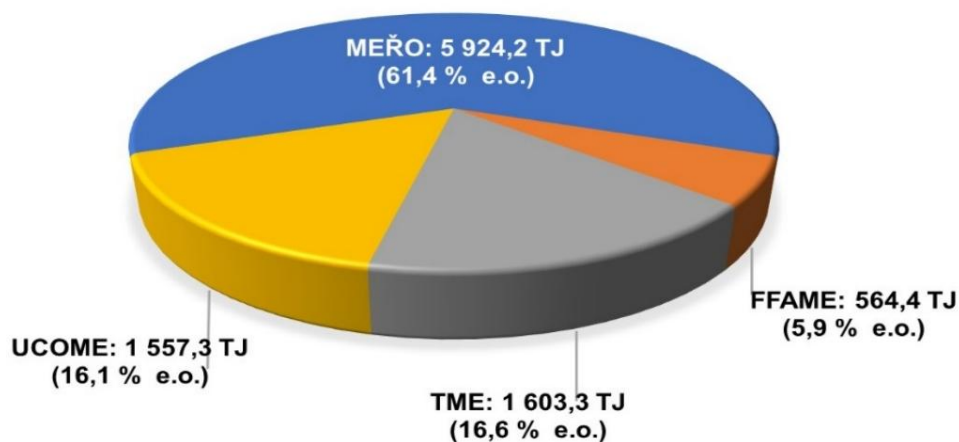
V tab. 17 jsou uvedeny v návaznosti na řešení tohoto projektu další vstupní suroviny vhodné pro výrobu kapalných a plyných obnovitelných paliv. Tyto suroviny rozšiřující národní seznam vstupních surovin pro pokročilá biopaliva, vydané 12. 9. 2023, v souladu s přílohou č. 4 Nařízením vlády č. 189/2018 Sb., o kritériích udržitelných biopaliv a snižování emisí GHG z pohonných hmot v platném znění.

Tab. 17: Rozšíření vstupních surovin pro výrobu pokročilých obnovitelných kapalných a plyných paliv v národním seznamu MŽP: 12. 9. 2023

Název suroviny	Odpady a zbytky biomasy	Část annexu 9A - RED II	Klasifikace dle ISCC	BLE kód finálního paliva z dané suroviny	Znění BLE kódu
Technické volné mastné kyseliny pocházející ze štěpení soapstocků (mýdel), které nejsou vhodné pro food a feed sektor	ANO – Odpady a zbytky z procesingu rostlinného nebo živočišného oleje	Biomass fraction of industrial waste not fit for use in the food or feed chain, Annex 9 part A, point d) of EU RED II	Waste and residues from processing vegetable or animal oil (soapstocks)	BLE: 3826-w070699	BLE: Biodiesel from waste of processing vegetable fats, lubricants and soaps
Technické volné mastné kyseliny z olejů, které nejsou vhodné pro food a feed sektor	ANO – Odpady a zbytky z procesingu rostlinného nebo živočišného oleje	Biomass fraction of industrial waste not fit for use in the food or feed chain, Annex 9 part A, point d) of EU RED II	Waste and residues from processing vegetable or animal oil (rapeseeds, sunflower, soybean, UCO)	BLE: 3826-w070199-11	BLE: Biodiesel from waste in production, preparation, distribution and application of organic chemicals – Free Fatty Acids (FFA), transesterification residues
Volná mastná kyselina získaná z výroby glycerinu	ANO – Odpady a zbytky z výroby glycerinu	Crude glycerine, Annex 9 part A, point i) of EU RED II	Waste and residues from processing vegetable or animal oil (crude glycerine)	BLE: 3826-w070199	BLE: Biodiesel from raw glycerin
Zbytky ze zpracování kukurice	ANO – Zbytky ze zpracování kukurice, charakter kukuřičné mouky, nevyužitelné v potravinářství ani krmivářství	Biomass fraction of industrial waste not fit for use in the food or feed chain, part 9A, d) (viz Směrnice Komise V Přenesené Pravomoci (EU) 2024/1405)	Residues from the processing of corn/maize	BLE: 2710-2207-w020304-11	BLE: Biopetrol from Bioethanol from the preparation and processing of fruit, vegetables, cereals unsuitable for consumption or processing - residues from starch production from potatoes, corn or rice MH SR: Zvyšok vznikajúci pri spracovaní kukurice
Odpad/zbytky ze zpracování alkoholu	ANO – Přibudlina, nečistoty z fermentací a/nebo z destilací a ostatní zbytky nevyužitelné v potravinářství ani krmivářství	Biomass fraction of industrial waste not fit for use in the food or feed chain, part 9A, d) a r) (viz Směrnice Komise V Přenesené Pravomoci (EU) 2024/1405)	Waste/residues from processing of alcohol		MH SR: Technický odpadový lieh, úkvap, dokvap, pribudlina
Dezinfekční prostředek po expiraci	ANO - Etanolový dezinfekční prostředek, který překročil svou dobu použitelnosti a nelze jej dále používat k určenému účelu.	Biomass fraction of industrial waste not fit for use in the food or feed chain, part 9A, d)	Out of shelf-life disinfectant		

Poznámka: BLE – Bundessanstalt für Landwirtschaft und Ernährung – databáze NABISY
ZDROJ: SVB Praha, 19. 6. 2024

Jak ukazuje obr. 4, z celkové tuzemské výroby FAME 61,4 % tvoří RME (MEŘO). 16,6 % e.o. TME, 16,1 % UCOME a 5,9 % FFAME. Tab. 18 specifikuje výrobu FAME v ČR podle charakteru vstupní suroviny.

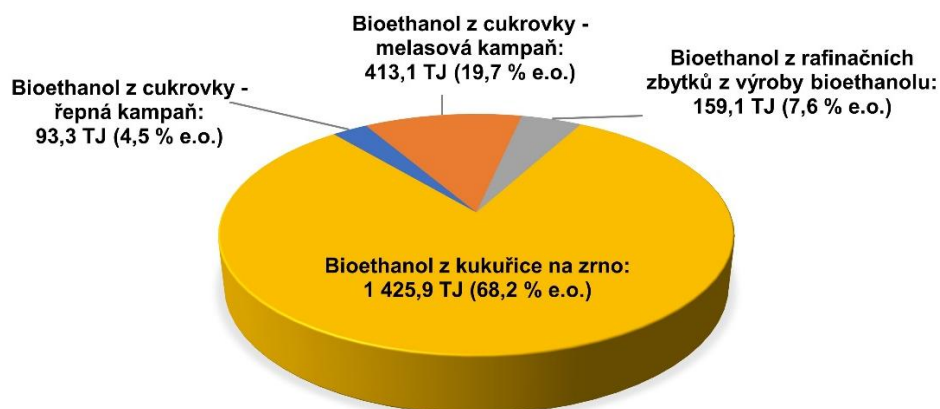


Obrázek 4: Energetické a procentní podíly jednotlivých druhů FAME vyrobených v ČR v roce 2023. Celkem FAME 9 649,2 TJ = 260 790 t

Tab. 18: Výroba FAME v ČR podle charakteru vstupní suroviny v roce 2023

FAME	Vstupní biosurovina	2023		
		(t)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Řepkový olej	160 113	5 924,1	61,4
Pokročilé ze vstupních surovin IX.A RED II	Volné mastné kyseliny FFA jako zbytky z rafinace bionafty a surového glycerinu	10 882	402,6	4,2
Vypělé ze vstupních biosurovin IX.B RED II	Použité kuchyňské oleje UCO a živočišné tuky kat. 1 a 2	85 423	3 160,7	32,7
Ostatní	Volné mastné kyseliny FFA jako koprodukt z rafinace potravinářských olejů a živočišných tuků	4 372	161,8	1,7

Obdobné údaje o tuzemské výrobě bioethanolu jsou patrné z obr. 5 a tab. 19.



Obrázek 5: Podíly palivového bioethanolu vyrobeného v ČR z použitých vstupních biosurovin v roce 2023. Celková produkce 99,59 mil. l = 2 091,4 TJ

Tab. 19: Výroba palivového bioethanolu v ČR podle charakteru vstupní suroviny v roce 2023

Palivový bioethanol	Vstupní biosurovina	2023		
		(I)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Difúzní šťáva, melasa, kukuřice na zrna	92 014 380	1 932,3	92,4
Pokročilý ze vstupních biosurovin IX.A RED II	Rafinační zbytky z výroby bioethanolu	7 576 824	159,1	7,6
Vypělý ze vstupních biosurovin IX.B RED II	-	-	-	-

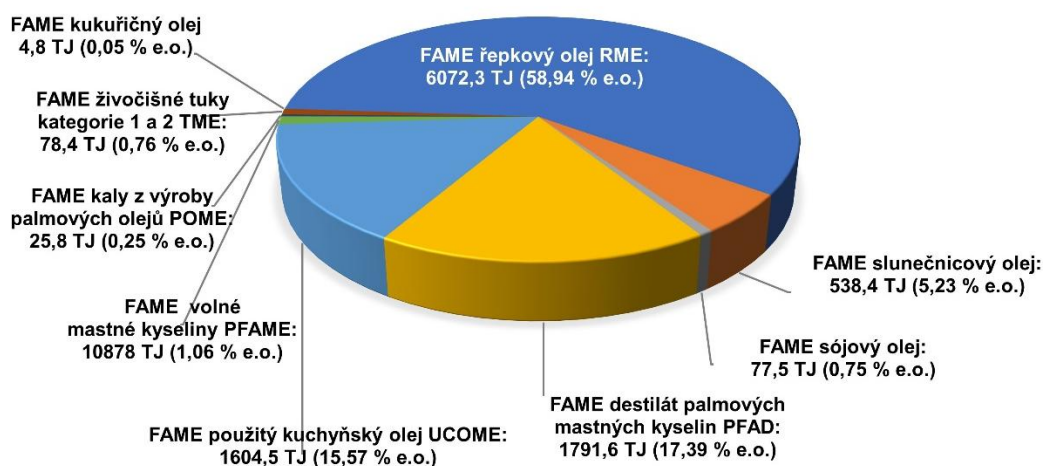
Konvenční palivový bioethanol vyrobený z potravinářských a krmných plodin má podíl na celkové výrobě 92,4 % a pokročilý 7,6 % (viz. tab. 6).

Energetické a procentní podíly FAME vyrobených z použitých vstupních surovin a spotřebovaných na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023 ukazuje obr. 6 v tab. 20. Obsahuje specifikaci vstupních surovin podle druhu FAME.

Tab. 20: FAME na tuzemském trhu s motorovou naftou podle charakteru vstupní suroviny pro jejich výrobu v roce 2023

FAME	Vstupní biosurovina	2023		
		(I)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Řepka; destilát palmových mastných kyselin PFAD; slunečnice, sója	256 964 586	8 479,8	82,3
Pokročilé ze vstupních biosurovin IX.A RED II	Kukuřičný olej; kaly z výroby palmových olejů POME; volné mastné kyseliny FFA	4 221 260	139,3	1,4
Vypělé ze vstupních biosurovin IX.B RED II	Použité kuchyňské oleje UCO a živočišné tuky kat. 1 a 2	50 997 403	1 682,9	16,3

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot

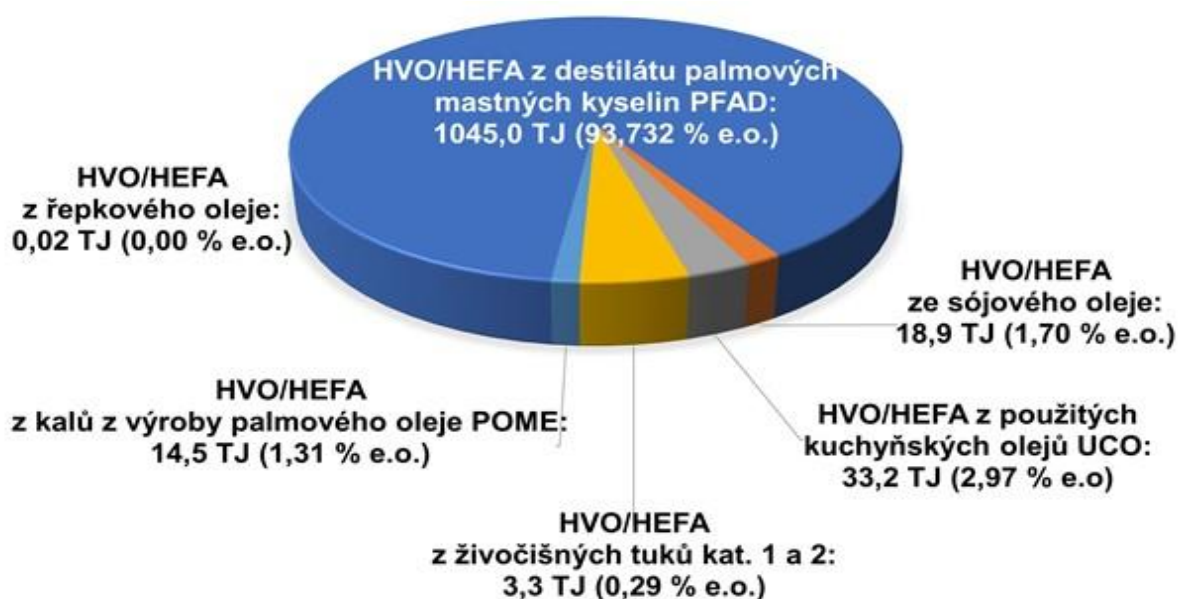


Celkem FAME 10 302,0 TJ (bez multiplikátorů)

Obr. 6: Energetické a procentní podíly FAME vyrobených z použitých vstupních surovin a spotřebovaných na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot za rok 2023

Energetické a procentní podíly HVO/HEFA vyrobených z použitých vstupních surovin a spotřebovaných na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023 obsahuje obr. 7.



Celkem HVO/HEFA 1 114,9 TJ (bez multiplikátorů)

Obr. 7: Energetické a procentní podíly HVO/HEFA vyrobených z použitých vstupních surovin a spotřebovaných na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot za rok 2023

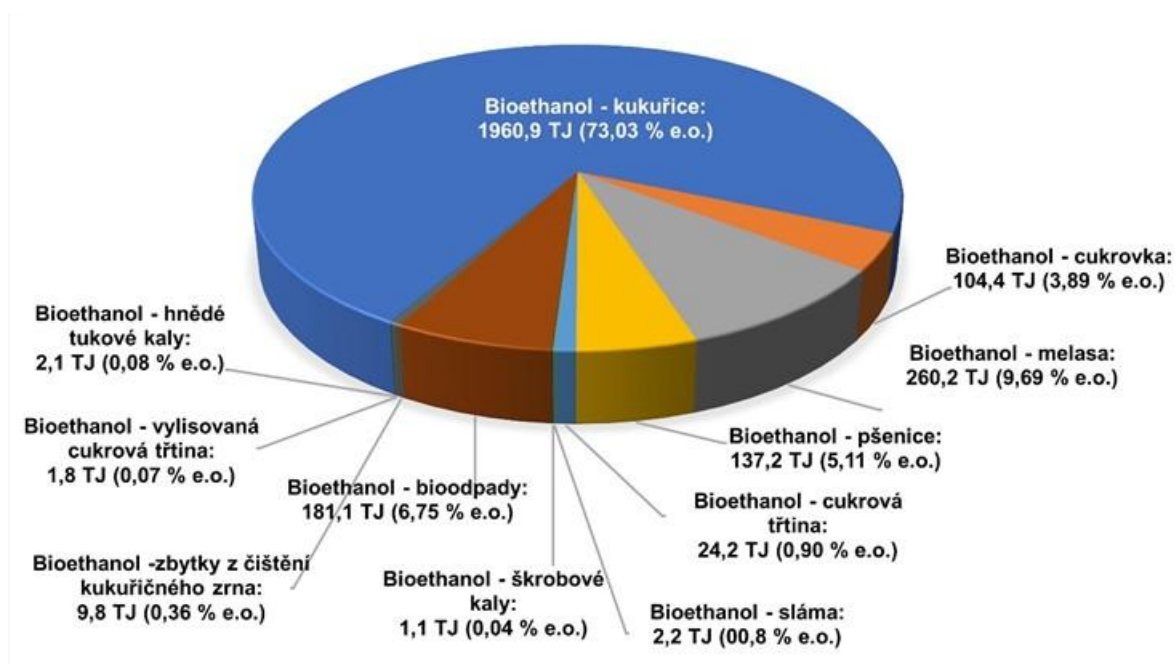
HVO/HEFA na tuzemském trhu s pohonnými hmotami podle charakteru vstupních surovin pro jejich výrobu ukazuje tab. 21.

Tab. 21: HVO/HEFA na tuzemském trhu s motorovou naftou podle charakteru vstupních biosurovin pro jejich výrobu v roce 2023

HVO/HEFA	Vstupní biosurovina	2023		
		(l)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Řepka; destilát palmových mastných kyselin PFAD	31 292 273	1 063,9	92,6
Pokročilé ze vstupních biosurovin IX.A RED II	Kaly z výroby palmových olejů POME	426 987	14,5	1,3
Vyspělé ze vstupních biosurovin IX.B RED II	Použité kuchyňské oleje UCO a živočišné tuky kat. 1 a 2	1 071 238	36,4	3,1

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot

Energetické a procentní podíly palivového bioethanolu vyrobeného z použitých vstupních surovin a spotřebovaném na tuzemském trhu s pohonnými hmotami ukazuje obr. 8. Na trhu s automobilovými benziny se v roce 2023 použilo 92,6 % bioethanolu z potravinářských a krmných plodin a 7,4 % pokročilého bioethanolu (viz. tab. 22).



Celkem: 2 685,0 TJ (bez multiplikátorů)

Obr. 8: Energetické a procentní podíly palivového bioethanolu vyrobeného z použitých vstupních surovin a spotřebovaných na tuzemském trhu v roce 2023

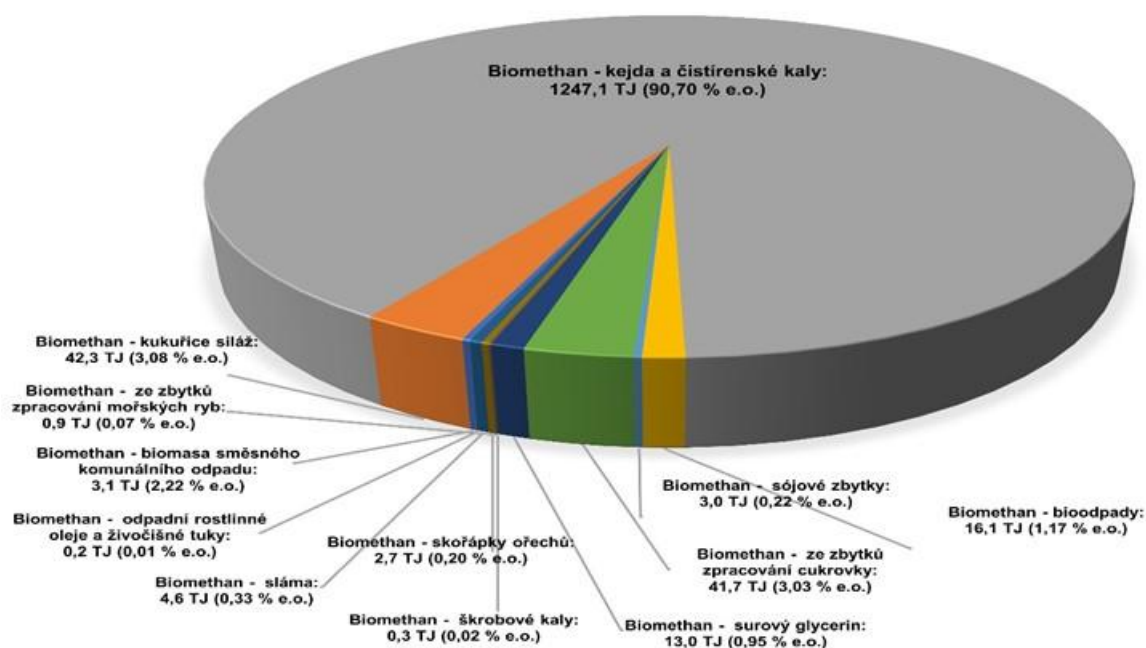
Zdroj: Zpráva o emisích GHG z dodaných pohonných hmot za rok 2023

Tab. 22: Palivový bioethanol na tuzemském trhu s automobilovým benzinem podle charakteru vstupních biosurovin pro jejich výrobu v roce 2023

Palivový bioethanol	Vstupní biosurovina	2023		
		(l)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Cukrovka, cukrová třtina, kukuřice na zrna, melasa, pšenice	116 760 005	2 486,988	92,6
Pokročilý ze vstupních biosurovin IX.A RED II	Hnědé tukové kaly, vylisovaná cukrová třtina (bagasse), zbytky z čištění kukuřičného zrna, bioodpady, škrobové kaly, sláma	9 295 469	197,993	7,4
Vypělý ze vstupních biosurovin IX.B RED II	-	-	-	-

Zdroj. MŽP, Zpráva o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot za rok 2023

Energetické a procentní podíly bioemthanu – bioCNG vyrobeného z použitých vstupních surovin a nakoupený na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023 uvádí obr. 9. Specifikace vstupních surovin podle jejich charakteristiky využitých pro výrobu bioCNG v roce 2023 ukazuje tab. 23.



Celkem: 1 375,2 TJ (bez multiplikátorů)

Obr. 9: Energetické a procentní podíly biomethanu – bioCNG vyrobeného z použitých vstupních surovin a nakoupeného pro snížení emisí GHG z pohonných hmot v roce 2023 v ČR

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot za rok 2023

Tab. 23: BioCNG na tuzemském trhu s pohonnými hmotami v roce 2023 podle charakteru vstupních biosurovin pro jejich výrobu

BioCNG	Vstupní biosurovina	2023		
		(kg)	(TJ)	(% e.o.)
Z potravinářských a krmných plodin	Silážní kukuřice	845 758	42,29	3,08
Pokročilý ze vstupních biosurovin IX.A RED II	Biomasa směsného komunálního odpadu, chlěvská mrvka, kejda, čistírenské kaly, bioodpady, surový glycerin, škrobové kaly, zbytky ze zpracování sóji, ořechové skořápky, sláma, zbytky ze zpracování mořských ryb, zbytky ze zpracování cukrovky, odpadní rostlinné oleje a tuky	26 657 354	1 332,87	96,92
Vyspělý ze vstupních biosurovin IX.B RED II	-	-	-	-

Zdroj: MŽP, Zpráva o emisích skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot za rok 2023

3.3. Intenzita emisí GHG z pohonných hmot v ČR a související emisní faktory OZE v dopravě

Průměrné hodnoty emisních faktorů FAME, HVO/HEFA, bioethanolu, bio CNG, bio LPG a jejich fosilních ekvivalentů obsahuje tab. 24. Snížení intenzity emisí skleníkových plynů z pohonných hmot v letech 2020–2023 je patrné z tab. 25. Pro rok 2030 směrnice RED III stanovuje tento cíl na 14,5 %, což odpovídá 29 % energetickému podílu OZE v dopravě.

Tab. 24: Průměrné hodnoty emisních faktorů bionafty FAME a obnovitelné parafinické nafty z HVO/HEFA v roce 2020, 2021, 2022 a 2023 a emisní faktory fosilních motorových paliv v ČR

	Jednotka	2020	2021	2022	2023	Fosilní motorová paliva
FAME	g CO _{2eq} /MJ	19,3	21,3	20,7	19,7	MOTOROVÁ NAFTA 95,1
HVO/HEFA		6,9	6,9	9,2	11,2	
Bioethanol		14,6	12,0	13,0	9,5	AUTOMOBILOVÝ BENZÍN 93,3
bio CNG		14,4	14,3	- 26,6	-88,7	CNG 69,3 LNG 74,5
bio LPG		15,8	23,9	22,5	-	LPG 73,6

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot

Tab. 25: Snížení intenzity emisí GHG z pohonných hmot v roce 2020, 2021 2022 a 2023 v ČR a cíl podle RED III v roce 2030

	Jednotka	2020	2021	2022	2023	Cíl v 2030 podle RED III
Intenzita emisí GHG z pohonných hmot	g CO _{2eq} /MJ	88,4	88,3	88,4	88,3	80,45
Základní hodnota z roce 2010		94,1				
Snížení intenzity emisí GHG z pohonných hmot	%	6,1	6,2	6,1	6,2	14,5 %

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot

Směrnice Evropského parlamentu a RADY (EU) 2023/2413 o podpoře energie z obnovitelných zdrojů (RED III)

Při zohlednění požadavku na minimální úsporu emisí skleníkových plynů 65 % pro biopaliva a biomethan, a 70 % pro kapalná a plynná paliva z obnovitelných zdrojů nebiologického původu činí max. emisní faktor 32,9 g CO_{2eq}/MJ ($\frac{94-32,9}{94} * 100$) pro udržitelná biopaliva a biomethan a 28,2 g CO_{2eq}/MJ pro udržitelná kapalná a plynná paliva z obnovitelných zdrojů nebiologického původu (RFNBOs).

V tab. 26 jsou uvedeny skutečné hodnoty emisních faktorů FAME, HVO/HEFA, bioethanolu, biomethanu a bioLPG podle použitých vstupních surovin a uplatněných na trhu s pohonnými hmotami v roce 2022, 2023 a v ČR i v roce 2024.

Tab. 26: Průměrné skutečné hodnoty emisních faktorů FAME/HVO/HEFA, Bioethanolu, BioLPG, Biomethanu uplatněných na trhu s pohonnými hmotami v roce 2022 a 2023, v ČR i v roce 2024

Trh s pohonnými hmotami v ČR		2022	2023	Výroba v ČR
Jednotka		(g CO _{2eq} /MJ)		
FAME	RME	28,2	24,7	19-29,74
	UCOME	9,4	9,8	8,23
	TME	12,7	14,4	13,18
	FFAME	9,4	9,6	9,09; 12,88

Trh s pohonnými hmotami v ČR		2022	2023	Výroba v ČR
Jednotka		(g CO _{2eq} /MJ)		
	Destilát palmových mastných kyselin (PFAD)	14,3	15,1	-
	Kukuřičný olej	9,2	14,1	-
	Kaly z výroby palmového oleje (POME)	16,1	21,9	-
	Slunečnicový olej	27,3	9,1	-
	Sójový olej SME	28,3	34,4	-
HVO/HEFA	PFAD	9,2	11,4	--
	Živ. tuky kat. 1 a 2 ¹⁾ a 3 ²⁾	8 ¹⁾ a 9,3 ²⁾	-	--
	UCO	5,5	5,8	--
	ŘEPKOVÝ OLEJ	27,2	24,7	--
	Sójový olej	32,5	11,4	-
	Kaly z výroby palmového oleje (POME)	-	11,5	-
	Živočišné tuky kat. 1 a 2	-	11,1	-
Bioethanol	Cukrovka – řepná kampaň	27,8	25,6	25,61
	Cukrová třtina	14,3	25,4	-
	Hnědé tukové lapoly	3,2	3,2	-
	Ječmen	21,3	-	-
	Kukuřice	10,0	5,8	12,4
	Kukuřičné palice	12,8	12,4	-
	Melasa – melasová kampaň	18,1	17,3	18,6; 16,18
	Pšenice	24,3	25,7	-
	Škrobové kaly	27,1	22,6	-
	Biodpady	4,9	7,1	6,61; 7,6
	Ostatní zrniny	11,1; 19,9	-	-
	Sláma	-	15,7	-
BioCNG - - biomethan	Biomasa ze směsného komunálního odpadu	15,0	14,0	-
	Kukuřičná siláž	14,4	12,9	-
	Chlévská mrva a kejda	-63,3	-99 až -127,32	-29 až -100
	Čistírenské kaly	6,5	6,0	5
	Biodpady	19,9	15,4	5,5 až 13
	Živočišné tuky kat. 1 a 2	15,5	14,0	-
	Živočišné tuky kat. 3	16,6	-	-
	Surový glycerin	17,5	19,3	-
	Škrobové kaly	26,5	30,7	-
	Ostatní zrniny - žito	9,8	30,3	-
	Sláma	20,9	14,1	-
	Odpadní rostlinné oleje a živ. tuky	24,2; 19	18,6	-
	Biomasa z průmyslových odpadů	14,0	21,2	-
	Ořechové skořápky	34	32,1	-
BioLPG	UCO	22,5	-	-

Zdroj: MŽP, Zprávy o emisích GHG z pohonných hmot; Skutečné hodnoty emisních faktorů biomethanu vyrobeného v ČR REX Solutions – 29.11.2024

Prováděcí Nařízení Komise (EU) 2022/996 uvádí v příloze IX vedle standardních hodnot emisních faktorů GWP, hnojiv, paliv a dalších souvisejících údajů uhlíkovou náročnost elektřiny vyrobené a

spotřebované v EU a jejich členských států v roce 2019. Současné emisní faktory zahrnující i výše uvedené emisní faktory elektřiny, které by se měly pro dané účely v ČR používat, jsou obsahem tab. 27.

Tab. 27: Současné emisní faktory elektřiny

	Hodnota emisního faktoru g CO _{2eq} /kWh _{el}	Zdroj, popis
Elektřina z referenčního fosilního paliva	(183 g CO _{2eq} /MJ) 658,8 (183 : (1/3,6))	Směrnice EP a Rady EU 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 (tzv. RED II) bod 19., B. METODIKA; Příloha VI)
Solární elektřina	Standardizovaná hodnota ¹⁾ 73,504	Ecoinvent v. 3.9.1, 2022: Electricity production, photovoltaic, 3 kWp flat-raaf install. multi-si (RoW); ISCC EU 205, version 4.1, 2024
Větrná elektřina	Standardizovaná hodnota ¹⁾ 14,748	Ecoinvent v. 3.9.1, 2022: Electricity production, wind, 1-3 MW turbine, on share (RoW); ISCC EU 205, version 4.1, 2024
Uhlíková náročnost elektřiny vyrobené a spotřebované v roce 2019 – nízké napětí – s emisemi z výroby, bez emisí ze stavby	ČR: 549 ¹⁾ EU: 308	Prováděcí nařízení, Komise (EU) 2022/996 ze dne 14. června 2022, Příloha IX.
Energetický mix hrubé výroby elektřiny v ČR v roce 2023	370 Ve výpočtu jsou OZE uvažovány jako CO_{2eq} neutrální, tedy s nulovými emisemi ²⁾	www.mpo.cz
Z hrubé výroby elektřiny v ČR z fosilních zdrojů	860	
“Zbytkový energetický mix” při spotřebě elektřiny v ČR v roce 2023	659 ³⁾	

1) Využívá se při stanovení měrných emisí GHG ze zpracování a související stacionárních operací.

2) Pro dopravní účely má elektřina z obnovitelných zdrojů emisní faktor 0 g CO_{2eq}/kWh_{el}.

3) Tato hodnota je stanovena na základě metodiky AIB a je publikována OTE. Oproti energetickému mixu hrubé výroby elektřiny se mění podíl OZE a to z 14,5 % na 6,4 % podle metodiky AIB (2023). Tato hodnota se využívá pro přípravu zprávy a udržitelnosti, tzv. nefinanční reporting ESG (environment, social a governance).

AIB uvádí zbytkový Residual Mix ve výši 6,40 % OZE (při jeho neznámé absolutní výši), tomu podle AIB odpovídá **659** g CO₂/kWh. Pokud se provede z dat MPO přepočítání na nižší zastoupení OZE v palivovém mixu, při zachování celkových emisí CO₂ z výroby elektřiny, vychází v metodice MPO **442** g CO₂/kWh.

Směrnice REDIII obsahuje v článku 25 ustanovení, na jehož základě mají členské státy umožnit provozovatelům veřejných dobíjecích stanic, kteří dodávají pro nabíjení elektromobilů elektrickou energii vyrobenou z obnovitelných zdrojů (např. větrné nebo solární) získat kredit reprezentující množství dodané elektrické energie z obnovitelných zdrojů. Provozovatelé dobíjecích stanic mají být oprávněni takto získané kredity prodávat dodavatelům pohonných hmot za účelem snížení emisí skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot. Způsob získání kreditu je řešen zákonem č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie. Na základě znění odst. 5 bude dodavatel pohonných hmot oprávněn takto pořízený kredit zohlednit do snížení emisí skleníkových plynů. Dodavatelé elektřiny, kteří dodávají elektřinu z obnovitelných zdrojů elektrickým vozidlům prostřednictvím veřejných dobíjecích bodů, tak mohou obdržet kredity a tyto kredity mohou prodávat dodavatelům paliv, kteří je

mohou použít ke splnění povinnosti minimálního snížení emisí skleníkových plynů či minimálního podílu OZE. Soukromé dobíjecí stanice mohou být zahrnuty, pouze pokud lze prokázat, že elektřina z obnovitelných zdrojů dodávaná do těchto stanic je poskytována výhradně elektrickým vozidlům.

3.3.1. Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě – energie v sektoru dopravy v ČR podle metodiky SHARES

Sektor dopravy České republiky podle metodiky EUROSTAT – SHARES Směrnice RED II v letech 2019 až 2023 ukazuje tab. 28. **K výpočtu v této tabulce byly použity multiplikátory.** Pro elektřinu z obnovitelných zdrojů v silniční dopravě **4x**, v železniční dopravě **1,5x**, pro pokročilá a vyspělá obnovitelná kapalná a plynná paliva (suroviny IX.A a IX.B) **2x**.

Tab. 28: Vývoj **administrativní** spotřeby energie, spotřeby energie z obnovitelných zdrojů (RES) a jejich energetického podílu v sektoru dopravy v letech 2019–2023 v ČR

Sekce dopravy	Jedn.	2019	2020	2021	2022	2023
Obnov. zdroje energie v silniční dopravě	TJ	34,00	35,50	43,20	55,10	68,00
Obnov. zdroje energie v železniční dopravě		805,40	744,70	792,60	860,80	842,90
Obnov. zdroje v ostatních typech dopravy		29,80	32,20	38,10	41,80	32,10
Biopaliva v souladu s legislativou		14 252,00	15 593,40	14 347,50	13 524,60	12 724,90
Annex IX (A i B)		2 231,90	3 619,20	3 011,10	2 635,40	2 070,80
Z potravinářských a krmných plodin		12 020,10	11 974,20	11 336,40	10 889,10	10 654,20
Ostatní kompatibilní biopaliva		0	0	0	0	0
Biopaliva nekompatibilní s legislativou		0	0	0	0	0
Další obnovitelné zdroje		0	0	0	0	0
Celkem (RES-T denominator with multipliers)		17 857,80	20 503,90	18 758,60	17 713,50	16 364,20
RES: Energetický podíl OZE v dopravě	%	7,84	7,83	6,74	6,24	5,65

ZDROJ: Podíl OZE na hrubé konečné spotřebě energie – metodika EUROSTAT - SHARES, prosinec 2024, www.mpo.cz

Pro srovnání je v tab. 29 uveden fyzický stav celkové energie použité v dopravě, použité OZE v dopravě a konečný podíl OZE v dopravě v roce 2022 a 2023 v ČR.

Tab. 29: Celková energie použitá v dopravě, použitá OZE v dopravě a konečný podíl OZE v dopravě ve roce 2022 a 2023 v ČR bez multiplikátorů – **fyzický stav**

	Jedn.	2022	2023
Energie používaná v dopravě	TJ	271 568,79	278 799,71
OZE v silniční dopravě (elektřina) ¹⁾		55,10 (0,01 % e.o)	68,0
OZE v železniční dopravě (elektřina) ¹⁾		860,80 (0,32 % e.o)	872,90
OZE v ostatních typech dopravy (elektřina) ¹⁾		41,80 (0,01 % e.o)	32,10

Udržitelná kapalná a plynná biopaliva	Celkem: z toho		16 095,0 (5,93 % e.o)	15 477,06
	pokročilá - suroviny IX.A		2 028,7 (0,75 % e.o)	1 684,68
	Vyspělá - suroviny IX.B		1 969,9 (0,73 % e.o)	1 719,34
	Z potravinářských a krmných plodin		12 097,4 (4,45 % e.o)	12 073,04
			-	
Celkem OZE v dopravě		TJ	17 052,7	16 420,06
Podíl OZE v dopravě		%	6,30	5,89

ZDROJ: MŽP, Zprávy o emisích GHG z dodaných pohonných hmot za rok 2022 a 2023

4. Potenciál vstupní suroviny pro alternativní paliva

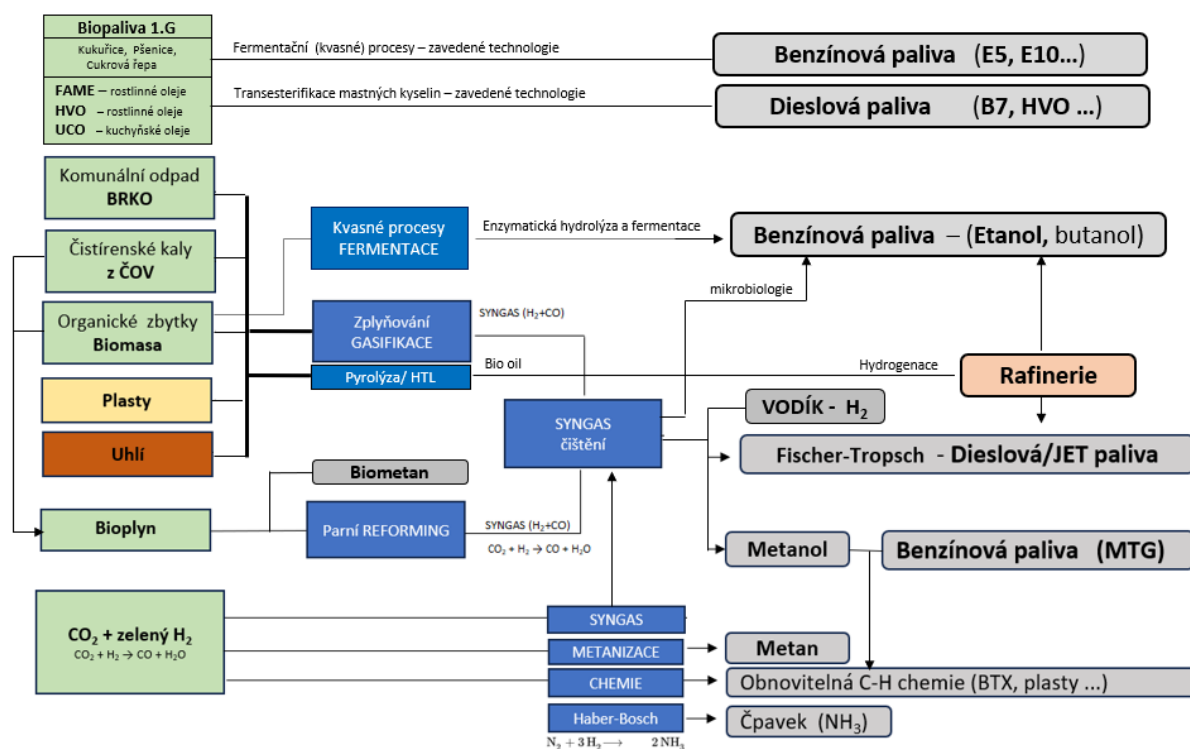
4.1. Nefosilní zdrojová surovina pro výrobu alternativních paliv

Útlumem využití fosilních zdrojů hledá lidstvo alternativní způsoby, jak minimálně zachovat kvalitu dnešní mobility. Kromě rozvíjející se elektromobility se stále zkoumá, jak ekologizovat dopravu především tam, kde je využití elektrické energie příliš neefektivní. Jedná se především o leteckou dopravu, kosmonautiku, námořní a nákladní dopravu, lesní, těžební a zemědělskou techniku a v neposlední řadě o vojenskou techniku.

Problematika náhrady fosilních zdrojů je výzvou jak v oblasti technologií, tak v oblasti identifikace dostupné zdrojové suroviny, která nebude mít vedlejší negativní dopady na jiné oblasti kvality života.

Tato kapitola se zaměřuje právě na identifikaci dostupné zdrojové suroviny vzhledem na dostupné technologie dnes či v blízké budoucnosti.

Základní schéma zdrojové báze a následných možností výroby paliv je uvedena na obrázku:



Obrázek 1 - Základní schéma produkce paliv a RFNBO

4.2. Biopaliva 1.G – tzv. první generace

V současnosti biopaliva tvoří 3–4 % celosvětového transportního energetického mixu. V EU je tento podíl v současnosti 6–7 %, což je stále výrazně méně, než je 14 % vyžadovaných direktivou RED III pro rok 2030. Dá se tedy očekávat, že Evropa má před sebou dramatický vývoj v oblasti biopaliv.

Co se týče druhů biopaliv, v současnosti trhu dominují tři hlavní zástupci. **Bioethanol**, který slouží jako aditivum do benzínu a **bionafta, resp. FAME** (Fatty Acids Methyl Esters), nebo v českých podmínkách MEŘO (methylester řepkového oleje), případně methylestery odpadních tuků. Posledním takovým zástupcem, který slouží jako substitut motorové nafty jsou **hydrogenované rostlinné oleje (HVO)**. resp. **hydrogenované odpadní kuchyňské oleje (UCO)**. Dále existuje široké spektrum méně běžných biopaliv jako jsou například biomethanol, buthanol, biomethan, Fischer-Tropsch diesel, bioethery – primárně ethyltercbutylether (ETBE) a v neposlední řadě i alternativní paliva jako je RFNBO (renewable fuels of non-biological origin) mezi které patří například vodík vyrobený z obnovitelných zdrojů a jeho deriváty (vyrobené zejména z odpadního CO₂).

Bioethanol

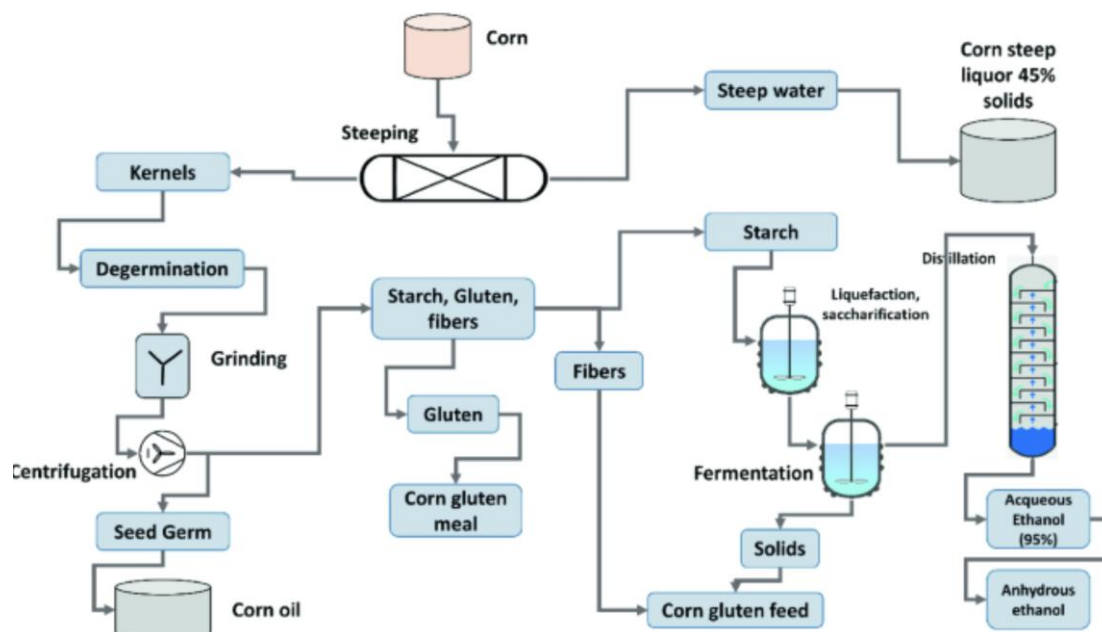
Bioethanol se typicky používá jako aditivum do benzínových směsí (blendů). V EU se typicky objevuje v nízkých objemových poměrech do 10 % (E10). V současnosti jsou nejběžnější nízkoprocentní směsi jako je E5, ale existují i vysokoprocentní směsi jako je třeba E85, které jsou k dispozici na vybraných čerpacích stanicích, a který obsahuje 85 objemových procent ethanolu, případně čistý bioethanol pod značkou E100. V současnosti připadá zhruba 40 % světové produkce palivářského bioethanolu USA, kolem 30 % Brazílii a po 7 % EU a Číně.

Bioethanol na rozdíl od biodieselu není rovnocenná alternativa benzínu. Má typicky menší energetickou hustotu, a tudíž i menší výhřevnost na litr. Konkrétně typický energetický obsah čistého benzínu je 32,54 MJ/l, oproti tomu ethanol má energetický obsah 21,17 MJ/l. Energetický obsah ethanolu činí tedy zhruba 65 % energetického obsahu benzínu. Zde je vhodné dodat, že hustota ethanolu je 0,79 kg/m³, což je o 0,03 kg/m³ více než u běžného benzínu. Oproti tomu má samotný ethanol vyšší oktanové číslo než čistý benzín, což může zlepšovat vlastnosti paliva. Ethanol se přidává do paliv jako bezvodý, to ovšem není jeho stabilní forma a při dlouhodobém skladování může docházet k pohlcování vzdušné vlhkosti, což snižuje kvalitu a životnost paliva. Ovšem ethanol má i další problematické vlastnosti. Vysoký obsah kyslíku ve vysokoprocentních směsích má za následky oxidační stres na jednotlivé součástky motoru, u kterého může docházet k rychlejšímu opotřebení. Max. obsah kyslíku v benzínovém palivu je regulován ČSN EN 228 a je pro 5% směsi regulován na 2,8 % hm., zatímco pro 10% směsi ve výši 3,8 % hm.

Nejběžnějšími surovinami pro výrobu bioethanolu jsou kukuřice, pšenice, cukrová třtina a cukrová řepa. Zhruba 40 % světové produkce bioethanolu pochází z cukrové třtiny a řepy, zbylých 60 % pochází primárně z plodin obsahujících škrob. Existuje i malé množství bioethanolu, který je produkován z odpadních látek, ovšem v kontextu globálního trhu jde o zanedbatelné množství.

Postup při výrobě bioethanolu ze škrobových surovin je ve zkratce následující. Prvním krokem je mechanické mletí/ drcení suroviny s cílem rozvolnění co největšího množství škrobu. Další krokem je oddělení škrobu slupek. Následuje enzymatický rozklad škrobu na menší jednotky, k tomu se typicky používají enzymy, nejčastější je α -amylasa. Dále dochází k enzymatickému rozkladu na zkvasitelné cukry, typicky *amylglukosidasou*, po níž následuje samotné kvašení. Po kvašení dochází k několikastupňové destilaci alkoholu, tak aby výsledný produkt obsahoval co nejmenší množství vody. Následovat může ještě dehydratace v případě, že produkt nebyl dokonale separován. Posledním krokem je rafinace výsledného produktu podle palivářských standardů a vzorkování. Tento proces

popisuje primárně výrobu bioethanolu z kukuřičných zrn. Celý proces společně s cestami vedlejších produktů je vidět níže, kde se jedná o škrobovou větev výroby.



Obrázek 2 - Výroba bioethanolu z kukuřičných zrn

Ovšem i zbytek kukuřičné biomasy lze použít k výrobě biopaliv. Jelikož se jedná o v potravinářství nevyužitelné suroviny, případně zbytky od výroby nazývají se tato biopaliva pokročilými biopalivy, nebo po staru biopaliva 2. generace. Výstupem ze zpracování zbylé kukuřičné biomasy bývá typicky také bioethanol použitelný pro stejné účely. Je ale nutné dodat, že vzhledem k tomu, že se jedná o palivo vyrobené z odpadu, jeho dopady na životní prostředí jsou, nebo by přinejmenším měly být, řádově menší, než u biopaliv 1. generace. Ovšem efektivita zpracování takových odpadních surovin je typicky nižší než efektivita zpracování klasických vstupů.

Současně lze bioethanol využít pro výrobu vysokooktanové složky benzínu: ETBE (ethyl-terc. butyl ether).

Biodiesel – FAME/ MEŘO/ HVO

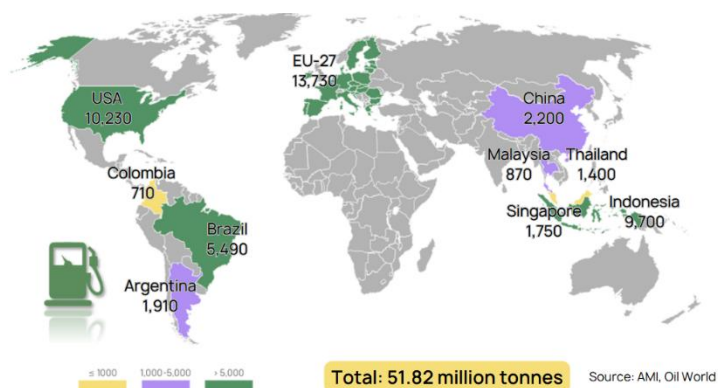
Biodiesel se primárně využívá jako příměs k naftě v různých směsích. V Evropské unii se běžně vyskytuje v nízkých koncentracích, obvykle do 7 % (označeno jako B7). V současnosti jsou nejčastěji využívány právě nízkoprocentní směsi, ale existují i vyšší koncentrace, jako B30, které obsahují 30 % FAME. Tyto směsi se dokonce v ČR až do roku 2016 používaly, k jejich ústupu došlo po omezení dotační podpory a uvalení spotřební daně. K dispozici je také čistý biodiesel, označovaný jako B100, který je občas dostupný na speciálních čerpacích stanicích.

V rámci světové produkce biodieslu v roce 2022 bylo celkově vyrobeno cca 52 milionů tun ⁶ přičemž v EU to bylo cca 25%. V USA cca 20% a Brazílii cca 10%.

FAME má o něco nižší energetickou hustotu a nižší výhřevnost na litr než klasická nafta, ale na rozdíl od bioethanolu se jedná vesměs o rovnocennou alternativu. Zatímco fosilní nafta má energetický obsah přibližně 35,8 MJ/l, FAME nabízí kolem 33 MJ/l, což je zhruba 92 % energetické hodnoty nafty. FAME má však vyšší hustotu (přibližně 0,88 kg/l), což částečně kompenzuje jeho nižší energetickou

⁶ https://ebb-eu.org/wp-content/uploads/2024/03/EBB_Statistical_Report2023-Final.pdf

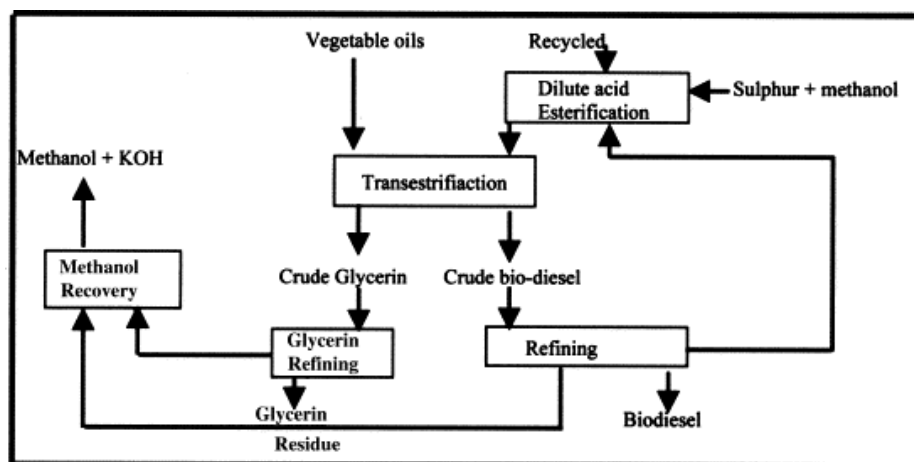
hustotu. Kromě toho má FAME lepší mazací vlastnosti, což může prodloužit životnost motorových součástek, resp. snížit aditivaci motorové nafty mazivostními přísadami. Hlavním omezením vyššího využívání FAME ve směsi s motorovou naftou jsou jeho nízkoteplotní vlastnosti.



Obrázek 3 - Výroba biodieselu ve světě

Proces výroby FAME spočívá v transesterifikaci tuků, při které dochází k přeměně rostlinných olejů nebo živočišných tuků na methylestery mastných kyselin a glycerol. Nejběžnější suroviny zahrnují řepkový olej, sójový olej a palmový olej, přičemž řepkový olej dominuje v evropské produkci. Asi 60 % celkové produkce biodieselu pochází z těchto olejů, zatímco zbývající část se získává z různých živočišných tuků a odpadních olejů. Použití odpadních tuků a olejů je považováno za druhou generaci biopaliv, která mají nižší dopad na životní prostředí (20).

Výroba FAME je také v principu relativně jednoduchou záležitostí. Prvním krokem je lisování tuků, tento krok má obvykle zhruba 50 % efektivitu, proto je typicky následován protiproudou extrakcí nepolárním organickým rozpouštědlem (typicky hexanem), jejímž účelem je ze surovin uvolnit zbylé oleje. Následuje přečištění olejů získaných mechanickým lisováním a sušení od vody, případně zbytků rozpouštědel. Následuje samotná transesterifikace, která probíhá za přítomnosti bazického katalyzátoru (nejčastěji hydroxidu sodného nebo draselného), kde triacylglyceridy reagují s methanolem a vzniká methylester rostlinného oleje a glycerol. Na základě hustoty se dvě frakce oddělí na glycerol a FAME. Ten se následně čistí a upravuje podle palivových standardů. Vzniklý glycerol se používá v mnoha průmyslových aplikacích, od kosmetiky a farmacie až po krmiva (23). Flow diagram výrobního procesu je k vidění níže.



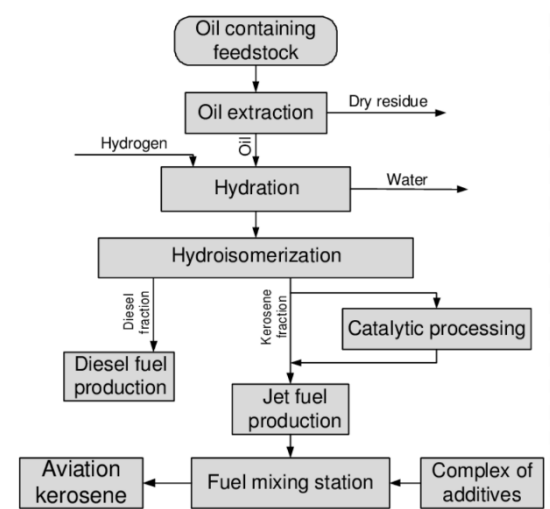
Obrázek 4 – Schéma výroby FAME (MEŘO)

Co se týče HVO, vstupními surovinami pro výrobu typicky bývají oleje s omezeným potravinářským využitím (jako je např. palmový olej), v regionu Evropy lze pochopitelně vyrábět HVO z místně

dostupných surovin (řepkový, sójový nebo slunečnicový olej, ale jejich potravinářské využití možnost uplatnění v palivech je legislativně omezováno, resp. je nákladově efektivnější pro výrobu FAME), dále to jsou použité kuchyňské oleje, použité industriální oleje, a zbytky z výroby klasických potravinářských olejů. Na rozdíl od FAME, mají HVO srovnatelnou energetickou hustotu s konvenčním dieselem, tj. okolo 44 MJ/kg. Na rozdíl od běžného dieselu má ovšem typicky výrazně vyšší cetanové číslo (typický diesel má cetanové číslo mezi 40 a 55, oproti tomu hodnoty u HVO se liší v závislosti na zdrojích a zpracování ale pohybují se mezi 70-90). Typická hustota HVO se pohybuje v rozmezí 770–790 kg/m³, což je zhruba o 50 kg/m³ méně než o klasického dieselu.

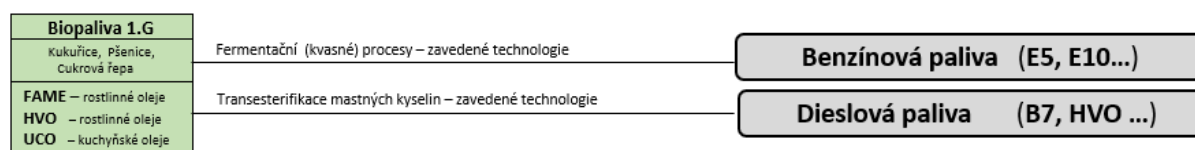
Jednou z hlavních výhod HVO oproti FAME je nulový obsah kyslíkatých, dusíkatých látek. Z důvodu vlastností FAME má tato složka omezené přimíchávání FAME do dieselu, oproti tomu v případě HVO takové omezení neexistuje.

Co se týče výroby HVO, ta je o něco komplexnější než výroba FAME, primárně protože musí obsahovat velké množství předčišťovacích kroků. Tyto kroky se liší v závislosti na vstupních surovinách, ale typicky se jedná o odfiltrování pevných částic, sušení od vody a odstranění koloidních částic kovů, které se v olejích občas nachází. Následuje hydrogenace olejů, kdy se vysokotlaký vodík použít přímo do roztoku. V něm dochází k redukci vazeb a vznikají tak dlouhé nasycené uhlovodíky se strukturou podobnou struktuře uhlovodíků získaných z klasických minerálních zdrojů. Tento proces zároveň odstraní všechny kyslíkové atomy společně se všemi dalšími redukovatelnými složkami. Po hydrogenaci dochází k destilaci, při které se vzniklé uhlovodíky oddělí na základě teploty varu, stejným způsobem jako je tomu při zpracovávání klasických minerálních paliv. Následovat musí izomerace (s ohledem na lineární parafinový obsah surového HVO), případně katalytické krakování na menší jednotky (typicky pro produkci leteckého paliva). Posledním krokem je míchání s minerálními palivy a následná distribuce.



Obrázek 5 Schéma produkce HVO

Biopaliva 1.G jsou EU mandatorně zavedena a běžně přimíchávána a aplikována v osobní i nákladní mobilitě.



4.3.1. Komunální odpad – BRKO

Hypotetický kvantitativní potenciál

V ČR existují 2 paralelní datové zdroje, které ovšem vykazují výrazně odlišné údaje.

1.Zdroj - ÚDAJE ČSÚ⁷: Průměrná produkce odpadů v Česku za rok 2022 byla 39 mil tun, tedy 3 643 kg na obyvatele. Komunálního odpadu vyprodukoval každý občan 362 kg. Nejběžnějším příkladem komunálních odpadů je směsný komunální odpad (zbytkový, nevytříděný odpad z domácností), vytříditelné složky komunálního odpadu (sklo, papír, plasty), ale také objemný odpad (např. nábytek apod.), nebezpečné odpady (např. odevzdané ve sběrných dvorech) a odpad z udržování zeleně. Kromě těchto základních komunálních odpadů tvoří významnou a dosud ne zcela řešenou skupinu biologicky rozložitelné komunální odpady (BRKO). **BRKO tvoří přibližně 30-40 %** směsného komunálního odpadu v České republice. Tento odpad zahrnuje organické materiály, které mohou být rozloženy aerobními nebo anaerobními procesy.

Celkový objem směsného komunálního odpadu ČR.....cca 40 milionů tun/rok

BRKO – biologicky rozložitelná část KO.....30-40%cca 12-16 milionů tun/rok

Gasifikace (1 tuna BRKO = 300 - 600 m³ SYNGASU) **cca 3,6 až 9,6 miliard m³ syngasu**

Hustota syngasu = cca 0,8 kg/m³ 3,6 miliard m³ × 0,8 kg/m³ =2,88 milionů tun syngasu

..... 9,6 miliard m³ × 0,8 kg/m³ =7,68 milionů tun syngasu

Pro uhlovodíkové syntézy na syntetická paliva:

Hypoteticky disponibilní je cca 14 milionů tun BRKO a tedy 2,88 až 7,68 milionu tun syngasu

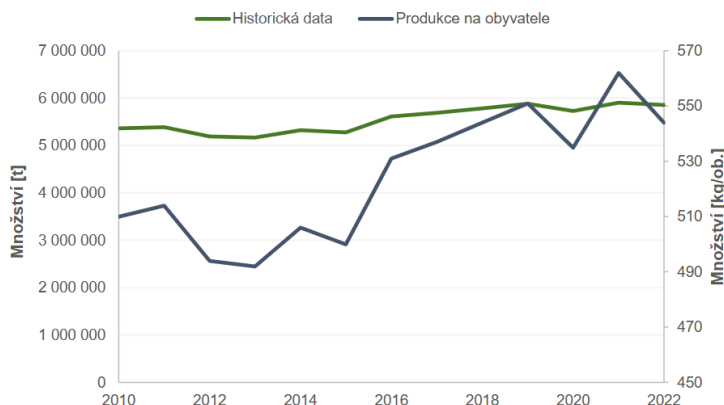
Syngas je možné využít na výrobu biopaliv:

- Katalytickys účinností cca40%5,6 mil tun paliva
- Mikrobiologicky.....s účinností cca 30%.....4,2 mil tun paliva
- FT-syntézous účinností cca 60%.....8,4 mil tun paliva
- Separací vodíku (Syngas cca 40-60 % H₂ a 20-30 % CO)cca 2,6 mil tun H₂

2.Zdroj - ÚDAJE v POH ČR 2025-2035:

Komunální odpady tvořily v roce 2022 asi 15 % všech vyprodukovaných odpadů, tedy významnou část. V roce 2022 byla jejich produkce 5 854 385 tun. Trend produkce je mírně rostoucí, přičemž v roce 2022 došlo k mírnému poklesu. Je zřejmé, že měrná produkce trvale roste v průměru o cca 2 %/rok. V roce 2022 bylo vyprodukováno 544 kg komunálních odpadů na obyvatele.

⁷ <https://csu.gov.cz/produkty/cesko-v-roce-2022-vyprodukovalo-39-mil-tun-odpadu>



Obrázek 7 – Vývoj produkce odpadů celkem a v přepočtu na obyvatele

Biologicky rozložitelný komunální odpad (BRKO)

BRKO dle metodiky MŽP zahrnuje 11 vybraných druhů biologicky rozložitelných odpadů ze skupiny 20 (papír a lepenka, biologicky rozložitelný odpad z kuchyně a stravoven, oděvy, textilní materiály, jedlý olej a tuk, dřevo, biologicky rozložitelný odpad, směsný komunální odpad, odpad z tržišť, uliční smetky, objemný odpad). Vedle odpadů zastoupených v toku Biologický odpad se do biologicky rozložitelného komunálního odpadu započítává také biologicky rozložitelná část směsného komunálního odpadu (kat. č. 20 03 01) a objemného odpadu (kat. č. 20 03 07). Podíl biologicky rozložitelné složky v těchto odpadech je průběžně revidován na základě expertízy a rozborů odpadu. Produkce biologicky rozložitelného komunálního odpadu od roku 2014 roste, od roku 2018 pak dochází k poklesu. V roce 2022 dosáhla produkce **2 424 tis. tun**. Na jednoho obyvatele se jedná o hodnotu **225 kg/osb.** K produkci toku nejvíce přispívají odpady: kat. č. 20 02 01 Bioodpad ze zahrad a parků, kat. č. 20 03 01 Směsný komunální odpad, dále pak kat. č. 20 01 01 Papír a lepenka z odděleného soustředování a kat. č. 20 03 07 Objemný odpad.

BRKO – biologicky rozložitelná část KO.....20222,424 milionů tun/rok
 Gasifikace (1 tuna BRKO = 300 - 600 m³ SYNGASU) **cca 0,73 až 1,45 miliard m³ syngasu**
 Hustota syngasu = cca 0,8 kg/m³ 0,73 miliard m³ × 0,8 kg/m³ = 0,584 milionů tun syngasu
 1,45 miliard m³ × 0,8 kg/m³ = 1,16milionů tun syngasu

Pro uhlovodíkové syntézy na syntetická paliva:

Hypoteticky disponibilní je cca 2,424 milionů tun BRKO a tedy 0,73 až 1,45 milion tun syngasu.

Reálná je střední hodnota tedy cca 1 milion tun syngasu.

Syngas je možné využít na výrobu biopaliv:

- Katalytickys účinností cca40%0,4 mil tun paliva
- Mikrobiologicky.....s účinností cca 30%.....0,3 mil tun paliva
- FT-syntézous účinností cca 60%.....0,6 mil tun paliva
- Separací vodíku (Syngas cca 40-60 % H₂ a 20-30 % CO)cca 97 tun H₂

Srovnáním těchto zdrojů se zdá, že ČSÚ jsou výrazně nadhodnocené (BRKO cca 14x).

Údaje v POH ČR 2025-2034 považujeme za reálnější a vhodné pro zvažování využití pro výrobu biopaliv.

Komunální odpady (MSW) - Vstupní surovina pro výrobu paliv

Této technologické výzvě se ve světě věnují několik společností:

Enerkem Alberta Biofuels (EAB) v Edmontonu

dosáhl hlavních cílů, validace jejich technologie pro zpracování odpadu na biopaliva. Přes dosažení technologických cílů, Enerkem se rozhodl ukončit provoz EAB zařízení. To naznačuje, že i když technologie dosáhla technologických a komerčních milníků, byla stále závislé na podpoře města a dalších partnerů pro svůj provoz.

Enerkem v Rotterdamu

stále spoléhá na dotační podporu a další formy finanční pomoci, aby mohl úspěšně provozovat své projekty. Například projekt zpracování odpadu na letecké palivo (SAF) v Rotterdamu je závislý na příznivé podpoře v rámci regulací pro obnovitelná paliva.

Fulcrum BioEnergy v Sierra BioFuels Plant, Nevada, USA

Původně projektován na zpracování 350 000 tun odpadu ročně, dnes je v konkurzu.

INEOS Bio v Indian River County, Florida, původně zaměřený na KO. Technologické problémy s toxicitou a přechod na biomasu jako vstupní surovinu.

LanzaTech je jedinou společností, která reálně zprovoznila v belgickém Ghentu výrobu etanolu technologií v měřítku 1:10 tedy 20 tun KO/den na etanol.⁸ Obce, subjekty zabývající se nakládáním s odpady a další zainteresované strany budou mít možnost návštěvy této technologie. Sekisui plánuje rozšiřování této technologie v Japonsku⁹.

Trend energetického využívání SKO (směsného komunálního odpadu) v ČR

Aktualizace plánu odpadového hospodářství České republiky (POH ČR) pro období 2025 až 2035¹⁰ který dne 11. května 2022 schválila vláda ČR vytyčil hlavní cíle přechodu k oběhovému hospodářství, předcházení vzniku odpadů, zvýšení recyklace a materiálového využití odpadů.

Strategie navržená v POH ČR vede k odklonu odpadů ze skládek skrze předcházení odpadů, zvýšení recyklace a materiálového využití odpadů. Plán se zaměřuje na upřednostnění způsobů nakládání s odpady podle hierarchie odpadového hospodářství a plnění evropských cílů ve všech oblastech nakládání s odpady, včetně využívání tuhých alternativních paliv (TAP) z komunálního odpadu. TAP je považován za důležitý prvek v hierarchii nakládání s odpady, který přispívá k odklonu od skládkování směrem k energetickému využití odpadů.

Cílem POH ČR je nejen omezit množství odpadu, ale také maximalizovat opakované využívání surovin a minimalizovat negativní dopady na životní prostředí v průběhu celého životního cyklu výrobků.

Obdobě i Česká asociace oběhového hospodářství (ČAOH) také preferuje procesy Waste-to-Energy v procesech EVO (energetické využití odpadů) formou spalování TAP z komunálního odpadu v ZEVO (zařízení pro energetické využití odpadů).



⁸ https://www.sekisuichemical.com/news/2022/1373480_38754.html

⁹ <https://lanzatech.com/lanzatech-signs-master-license-agreement-with-sekisui-to-develop-multiple-commercial-scale-waste-to-ethanol-plants-across-japan/>

¹⁰ https://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr



Obrázek 8 - Hierarchie odpadového hospodářství

Produkce (2022)	Nakládání (2022)	Přeshraniční přeprava (2022)	Kapacita zařízení	Potřebné investice
5,9 mil. tun 553 kg/ob.	Recyklace (41 %) Skládkování (45 %)	Export 207 tis. tun Import 114 tis. tun	Nedostatečná u ZEVO, dotřídování plastu, strojové třídění SKO, bioplynové stanice, kompostárny (v budoucnu), infrastruktura sběru a efektivní přepravy.	Sběrná síť pro komunální odpady obcí – 6,5 – 7,4 mld. Kč Bioodpady – 8,1 – 8,8 mld. Kč Úpravy odpadu (papír, plast) – 8,9 – 9,9 mld. Kč Komunální odpady mimo oddělený sběr – 32,5 – 65,3 mld. Kč v průběhu 10 let

V České republice jsou v současnosti v provozu čtyři ZEVO: v Praze, v Brně, v Liberci a v Chotíkově u Plzně. Stávající roční kapacita ZEVO v České republice je přibližně 750 tisíc tun. Pokud bude chtít Česká republika splnit cíle Evropské komise v oblasti oběhového hospodářství (65 % recyklace, 10 % skládkování, 25 % energetické využití), bude potřeba navýšit kapacitu ZEVO o dalších 950 tisíc tun.¹¹

Pokrokové a perspektivní využití BRKO

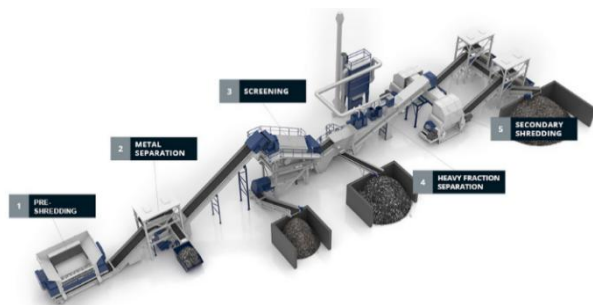
Zplyňovací procesy a možnosti separace vodíku, které se obecně považují za modernější a ekologičtější metody nakládání s odpady než je TAP, který při spalování produkuje emise, se v materiálu MŽP aktualizace plánu OH neobjevuje. Zplyňování na syngas a potenciálně možná následná separace vodíku či výroba biopaliv, přitom představují pokročilé technologie, které mohou být šetrnější k životnímu prostředí, můžou zajišťovat efektivnější využití energie v čase a to ve všech odvětvích – tepla, elektrické energie a mobility.

Perspektivy v ČR

Česká legislativa, komerčně postavená spalovací infrastruktura a obchodní zájmy komerčních subjektů směřují a plánují podporovat recyklaci a energetické využití – tedy výrobní linky na výrobu TAP a jeho uplatnění ve výrobě tepla a elektrické energie v ZEVO.

¹¹ <https://www.cez.cz/cs/zevo/co-je-zevo>

Investice do nových třídících linek byly v řádu desítek milionů korun podpořeny v rámci výzvy Úspory energie z Operačního programu podnikání a inovace pro konkurenceschopnost 2014–2020.



Obrázek 9 - Třídící linka pro výrobu TAP¹²

Faktem je, že spalování nedosahuje environmentální cíle snižování emisí. Navíc nepodporuje možnosti skladování energie v čase či separaci vodíku. Lze tedy předpokládat, že v ČR může vzniknout několik technologicky modernějších jednotek zplyňování KO s následnou výrobou syntetického paliva, nebo separaci vodíku.

Perspektivy v ČR vzhledem ke Green Deal a snahám o snižování emisí - lze předpokládat, že do roku 2030 je možný vznik cca 2 jednotek o roční kapacitě 200 000 tun KO, tedy celkem 400 000 tun KO.

BRKO- Potenciál pro uhlovodíkové syntézy na syntetická paliva:

Při realistickém odhadu instalace gasifikační technologie 2 x 200 000 tun, lze předpokládat produkci cca **4 544 až 18 188 tun etanolu/rok**

BRKO -Potenciál pro vodíkovou budoucnost:

1. Molární hmotnosti:

- Molární hmotnost CO (oxidu uhelnatého) = 28 g/mol
- Molární hmotnost H₂ (vodíku) = 2 g/mol

2. Složení syngasu:

- 40% CO : 60% H₂

3. Výpočet průměrné molární hmotnosti syngasu:

- Průměrná molární hmotnost syngasu = $(0.4 \cdot 28 \text{ g/mol}) + (0.6 \cdot 2 \text{ g/mol})$
- Průměrná molární hmotnost syngasu = 11.2 g/mol + 1.2 g/mol = 12.4 g/mol

4. Celkový počet molů syngasu:

- Hmotnost syngasu = 1,000,000 tun = 1,000,000,000 kg
- Celkový počet molů syngasu = 1,000,000,000 kg / 12.4 g/mol
- Celkový počet molů syngasu = 80,645,161.29 molů

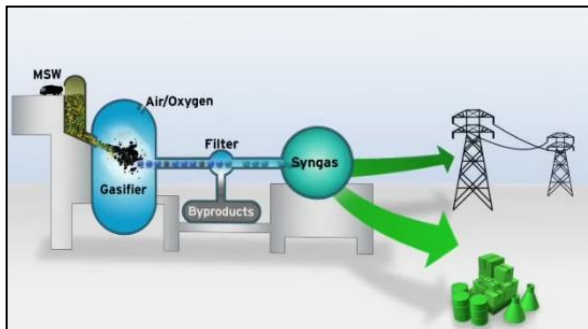
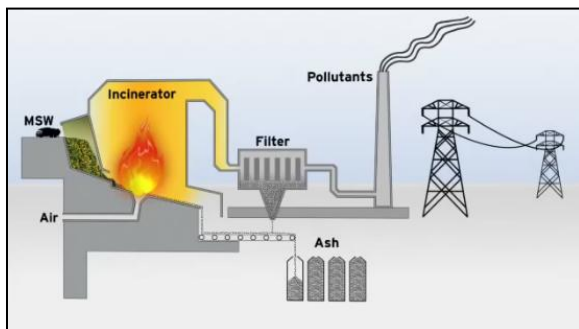
5. Výpočet hmotnosti vodíku:

- Podíl vodíku v syngasu = 60%
- Počet molů vodíku = 80,645,161.29 molů * 0.6
- Počet molů vodíku = 48,387,096.77 molů
- Hmotnost vodíku = 48,387,096.77 molů * 2 g/mol
- Hmotnost vodíku = 96,774,193.55 g = 96,774.19 kg = 96.77 tun

Takže z 1 milionu tun syngasu, který je tvořen 40% CO a 60% H₂, lze získat přibližně 96.77 tun H₂.

¹² <https://alpinetech.cz/lindner/systemova-reseni/tuha-alternativni-paliva-tap-rdf-srf/>

Směsný KOMUNÁLNÍ ODPAD	SUROVINA (tuny)	BRKO (t)	Energie (GJ)	Transfer vstupní suroviny na energetické využití					
	Roční produkce SKO v ČR /rok	uhlovodíky	tuna TAP=18 GJ/t	Spalování	Teplo a elektrické energie				
	5 854 385	1 000 000	18 000 000	Gasifikace	m3	450 000 000	Katalyticky	Mikrobiologicky	FT syntéza
				t	1 000 000	40%	30%	60%	
				CO	20-30%				
				H2	40-60%				
Potenciál paliva (tuny)		400 000	300 000	600 000					
Potenciál paliva (tuny) odhadem 10%		40 000	30 000	60 000					
Potenciál paliva (tuny) odhadem 1%		4 000	3 000	6 000					



Obrázek 10 - klasický princip spalování TAP v ZEVO (vlevo), princip bezemisního zplyňování KO (vpravo)

Odhad maximálního potenciálu při radikální změně technologické základny:

Potenciál výroby paliva (FT) : cca 600 000 tun

Potenciál výroby vodíku H₂ : cca 97 tun

Odhad skutečné výroby paliv z KO do roku 2050: cca 0 - 50 000 t/rok

Jestli hospodářská a energetická politika ČR bude víc upřednostňovat environmentálně příznivější řešení, nároky na dlouhodobější ukládání energie či možnou separaci vodíku, lze tyto odhadované počty adekvátně zvyšovat.

4.3.2. Čistírenské kaly z ČOV

V ČR se ročně vyprodukuje cca **200 000 tun sušiny čistírenských kalů**. V původní mokré formě cca **2 000 000 tun**. Čistírenské kaly jsou zpracovávány různými způsoby, včetně kompostování, přímé aplikace na půdu, spalování, skládkování a použití k anaerobní digesti v bioplynových stanicích (BPS) a procesem HTL.

BIOPLYN

Čistírenské BPS bývají součástí areálu čistíren odpadních vod (ČOV) a umožňují stabilizaci čistírenského kalu. Bioplynové stanice využívají anaerobní fermentaci k přeměně organických materiálů na bioplyn, který může být použit jako zdroj energie.

Čistírenské BPS slouží jako součást kalového hospodářství čistíren. Využívají se pouze materiály jako čistírenské kaly, materiály žump, septiků a odpadní voda. V ČR je cca 100 čistírenských ČOV produkujících bioplyn¹³. Výtěžnost bioplynu z čistírenských kalů dosahovat hodnot mezi 15-40 % v závislosti na kvalitě kalů a použité technologii.

Maximalistická - hypotetická varianta zpracování všech 200 000 tun sušiny kalů z ČOV za rok, při předpokladu průměrné výtěžnosti metanu 150 m³ z jedné tuny sušiny kalů, potenciální energie je:

Celkové množství metanu: 200 000 * 150 = 30 000 000 m³ bioplynu

Výpočet energie v GJ a MW (Energetický obsah metanu: 1 m³ metanu ≈ 39,2 MJ)

¹³ [https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html?type\[\]=kom&order_by=start_date&direction=d#table](https://www.czba.cz/mapa-bioplynovych-stanic.html?type[]=kom&order_by=start_date&direction=d#table)

Celková energie v GJ: $30\,000\,000\text{ m}^3 * 39,2\text{ MJ/m}^3 = 1\,176\,000\,000\text{ MJ} = 1\,176\,000\text{ GJ}$.

Celková energie v MWh: $(1\text{ GJ} = 0,27778\text{ MWh}) \dots\dots\dots 1\,176\,000\text{ GJ} * 0,27778 = 326\,669\text{ MWh}$

Maximální možný potenciál z 200 000 tun sušiny kalů ČR :

- 30 000 000 m³ metanu
- 1 176 000 GJ neboli 326 669 MWh energie.

Pro ilustraci srovnání s dvěma reaktory Temelína:

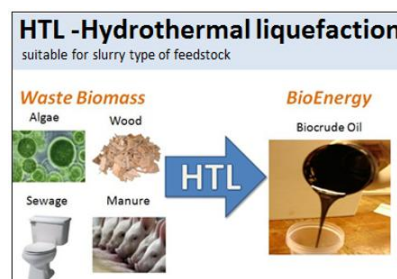
Bioplyn z kalů všech ČOV: 326 669 MWh ročně

Temelín – 2 reaktory: 15 000 000 MWh ročně

Ve srovnání se spotřebou zemního plynu v ČR (cca 9 mld m³/rok) tvoří hypotetický potenciál bioplynu ze všech ČOV cca 0,3% možnou náhradu zemního plynu.

HTL PROCES (hydrotermální zkapalňování)

HTL technologie je stále ve fázi vývoje a komercializace, ačkoli má potenciál nabídnout vyšší výtěžnost energie a širší spektrum produktů. Nicméně, implementace HTL v průmyslovém měřítku vyžaduje další investice a výzkum, aby byla konkurenceschopná s již zavedenými technologiemi, jako jsou bioplynové stanice. Hydrotermální zkapalňování (HTL) je proces, který přeměňuje mokrou biomasu na bio oil (biologický surový olej) pomocí vysokoteplotní vody pod vysokým tlakem. Tento proces napodobuje přirozené geologické procesy, které vedly k tvorbě fosilních paliv, ale probíhá mnohem rychleji, během několika minut až hodin. Hlavní výhodou HTL jsou **efektivní zpracování mokré biomasy** bez potřeby předchozího sušení, což šetří energii. **Vysoká výtěžnost** – vysoký výtěžek bio oleje, který může být dále hydrogenován a rafinován na různé druhy biopaliv.



Vývoj HTL ve světě:

Pacific Northwest National Laboratory (PNNL) - vyvinula HTL systém kalů na biocrude oil.

Muradel - Australská společnost, provozuje demonstrační HTL zařízení v Whyalla, Jižní Austrálie.

Licella - Australská společnost vyvíjející Cat-HTR™ technologii pro HTL.

Aarhus University - Dánská univerzita navrhla a postavila pilotní zařízení pro HTL.

HyFlexFuel - Evropský projekt zaměřený na pokročilé HTL technologie.

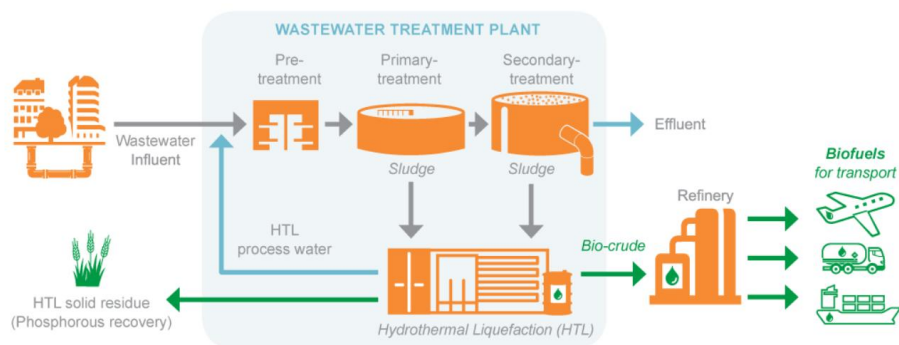
Genifuel - Americká společnost komercializující HTL technologii.

KIT - Karlsruhe Institute of Technology - Německý výzkum HTL procesů.

University of Illinois - Výzkum HTL procesů v USA.

Purdue University - Výzkum HTL procesů v USA.

Sludge2Fuel - projekt, financovaný EUDP Dánsko, se zaměřuje na plnohodnotnou demonstraci konverze čistírenských kalů na udržitelné biopaliva a hnojiva pomocí HTL technologie:



Obrázek 11 - dánský projekt Sludge2Fuel konverze kalů přes bio olej na paliva

Dánská iniciativa Sludge2Fuel předpokládá v budoucnu komercializaci modulárních, decentralizovaných technologií HTL, které bude vyrábět a prodávat společnost Circlia Nordic ¹⁴ a distribuována subjektem Veolia business a následně přímo integrována do ČOV.

Potenciál:

Obecně platí, že výtěžnost bio oleje z jedné tuny mokrých kalů HTL je průměrně 150 litrů.

Množství bio oleje: $2\,000\,000 \text{ tun} \cdot 150 \text{ litrů/tuna} = 300\,000\,000 \text{ litrů}$

Množství bio olej v tunách: $300\,000\,000 \text{ litrů} \cdot 0,85 \text{ kg/litr} = 255\,000\,000 \text{ kg (255\,000 tun)}$

Energetická hodnota: $255\,000 \text{ tun} \cdot 28 \text{ GJ/tuna} = 7\,140\,000 \text{ GJ}$

Tedy z 2 000 000 tun mokrých čistírenských kalů ČR lze hypoteticky získat přibližně 255 000 tun bio oleje, což odpovídá energetické hodnotě 7 140 000 GJ.

Pro ilustraci srovnání s dvěma reaktory Temelína:

HTL biokrudivý olej: 1 982 629 MWh ročně

Temelín 2 bloky : 15 000 000 MWh ročně

Temelín produkuje přibližně 7,5 krát více energie než obsahuje bio olej ze všech čistírenských kalů

Mnohem vyšší výtěžnost, než dosáhneme pyrolýzou je dán tím, že v tomto případě je voda (obsahující vodík) součástí reakce kdy dochází takto k využití vodíku bez nutnosti externí dodávky vodíku. Odhadem následný upgrade oleje (hydrogenace) lze z 1 tuny bio oleje získat přibližně 0,7 až 0,8 tuny rafinovaného paliva.

ČOV kaly zpracování BPS versus HTL

Výrazný rozdíl v energetické výtěžnosti mezi bioplynovými stanicemi a hydrotermálním zkapalňováním (HTL) je způsoben několika faktory:

Procesní účinnost: HTL proces je obecně efektivnější v transferu organické hmoty na energeticky bohaté produkty, jako je bio olej. Tento proces probíhá za vysokých teplot a tlaků, což umožňuje efektivnější rozklad organických látek.

Produkty: BPS produkují bioplyn, který obsahuje cca 50-70 % metanu a zbytek tvoří CO₂ a další plyny. Energetická hodnota bioplynu je nižší než energetická hodnota oleje získaného z HTL procesu.

Energetická hustota: Bio olej má vyšší energetickou hustotu než bioplyn.

Využití vody: HTL proces využívá vodu jako reakční médium, což umožňuje zpracování mokrých kalů bez potřeby sušení. To zvyšuje celkovou účinnost procesu, protože není potřeba dodatečné energie na sušení vstupního materiálu.

¹⁴ <https://www.sludge2fuel.dk/index.php/process/>

Konečné produkty: HTL proces produkuje kapalné palivo (bio oil), které lze snadno skladovat, přepravovat a rafinovat na různé druhy paliv. Bioplyn vyžaduje další úpravy a infrastrukturu pro skladování a využití.

I když je dnes zpracování kalů na bioplyn běžnou a zavedenou praxí, má smysl odbornější a kvalifikovanější posouzení aplikovatelnosti HTL v podmínkách českých ČOV.

KALY z ČOV	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Energie (GJ)	Transfer vstupní suroviny na energetické využití		
	Roční produkce ČOV v ČR /rok	po vysušení	tuna cca 15 GJ/t	Bioplynka	m ³	30 000 000
	2 000 000	200 000	3 000 000	Anaerobní digesce	GJ	1 176 000
					MWh	326 669
						Elektrická energie a teplo
	SUROVINA (tuny)	BIO OIL	Energie (GJ)	HTL	litů	300 000 000
	Roční produkce ČOV v ČR /rok	tuny	28 GJ/tuna	Hydrotermální zkapalnění	tuny	255 000
	2 000 000	255 000	7 140 000		MWh	1 982 629
				Potenciál biopaliva (tuny)		178 500

Perspektivy v ČR vzhledem na Green Deal

Čistírenské kaly vykazují často zvýšenou koncentraci škodlivých látek a jejich vývoz na zemědělskou půdu bude omezen a bude nutné řešit efektivní nakládání s touto surovinou. Jelikož tato surovina neobsahuje příliš velká množství cukrů, není její anaerobní digesce ideálním způsobem využití uhlovodíkového potenciálu a je žádoucí vytvořit efektivnější technologické postupy jakým se jeví HTL.

HTL -Potenciál pro vodíkovou budoucnost: Platí ^{15 16}, že z jedné tuny oleje lze vyrobit cca 8 až 12 % vodíku. Reálně lze uvažovat 10 %. Tedy v ČR z kalů lze hypoteticky získat z 255 000 tun bio oleje cca 25 500 tun vodíku.

Odhad výroby biopaliv z kalů z ČOV do roku 2050:

BAU – využití bioplynu s lokálním efektem využití – 0 tun paliva

Upgrade na biometan - do sítí NG max. 250 mil m³ – 0 tun paliva

HTL + rafinérské zpracování - potenciál cca 150 000 tun paliva

4.3.3. Biomasa

Biomasa je organický materiál, který pochází z rostlin. Převážně se jedná o fytomasu – produkty ze zemědělského půdního fondu a dendromasu – dřeviny z lesního půdního fondu.

Podle RED II a III je jedná o organické zbytky a odpady, které ovšem zemědělci nazývají druhotná surovina.

Alkoholy - fermentace

Podle vstupní suroviny a druhu mikroorganismů je výsledek fermentace obvykle alkohol – etanol **CH₃CH₂OH** - pokud jsou použity kvasinky, jako *Saccharomyces cerevisiae*. Méně obvyklá a pouze ojedinělá je produkce **butanolu C₄H₉OH** (pokud jsou použity bakterie *Clostridium*).

Butanol má vůči etanolu několik významných výhod – má vyšší energetickou hustotu, což znamená, že poskytuje více energie na jednotku objemu, je méně korozivní a může být přepravován a skladován v existující infrastruktuře pro benzín bez nutnosti úprav, má vyšší bod varu, což z něj činí stabilnější palivo při vyšších teplotách a je méně hydrofobický, tedy absorbuje méně vody než etanol, což snižuje riziko kontaminace paliva vodou. Navzdory těmto výhodám je výroba butanolu z biomasy stále technologicky

¹⁵ [Hydrothermal Liquefaction Biocrude Stabilization via Hydrotreatment](#)

¹⁶ www.mdpi.com/1996-1073/14/20/6602

a ekonomicky náročná, což omezuje jeho širší komerční využití. Nicméně, s dalším vývojem technologií a investicemi do výzkumu by mohl butanol hrát významnější roli v budoucnosti biopaliv. V roce 2024 je TRL výroby isobutanolu na stupni 4-5, na rozdíl od jednodušší transformaci biomasy na etanol, kde je enzymatická hydrolýza proces dobře komerčně etablovaný již řadu let.

EU Směrnice RED III (Renewable Energy Directive III) klade důraz na postupné snižování podílu biopaliv první generace (B1G), která jsou vyráběna z potravinářských (cukrnatých) plodin. Cílem je omezit jejich používání v dopravě a podpořit přechod na pokročilá biopaliva a bioplyn, které mají nižší dopad na životní prostředí a nevyužívají potravinářské plodiny.

Pokročilá biopaliva z biomasy předpokládají využití zemědělských reziduí a odpadů, kdy enzymatický rozklad vyžaduje rozložení komplexních struktur, jako je lignin, celulóza a hemicelulóza, na jednodušší cukry. Klíčovým faktorem rozložení je homogenita vstupní suroviny, důležitá pro zajištění rovnoměrného působení enzymů. Různé typy biomasy mají odlišné složení a strukturu, což negativně ovlivňuje účinnost enzymatické hydrolýzy a rozklad na cukry. Navíc je obtížné při heterogenitě vstupní suroviny dodržet unifikované optimální podmínky, jako je správná teplota, pH a koncentrace enzymů.

Kritickým faktorem extenzivního rozvoje enzymatických procesů je právě nedostatek homogenní biomasy, jelikož její zajištění naráží na bariéry zajištění biodiverzity. V tomto ohledu směrnice **RED povoluje v podmínkách ČR pro výrobu biopaliv fakticky pouze využití slámy, jako druhotné zemědělské suroviny, kalů z ČOV a komunální odpady.**

Disponibilita:

Především dendromasa ale i fytomasa je v několika významných konfliktech, jako je průnik s potravinovým a krmným řetězcem, biodiverzitou, potřebou návratu organického uhlíku do půdy, podestýlky pro dobytek, konflikt v prioritách výsledného užití, kde zelená úsporám investovala v tzv. kotlíkových dotacích miliardy korun a podporovány byli i procesy KVET,...

Dendromasa je z hlediska délky myšního věku cca 80 let a nedávné kůrovcové kalamity, pro masové využití na produkci biopaliv prakticky nedostupná.

MZe vypracovalo „Metodiku identifikace a faktické dostupnosti konkrétního druhu biomasy – slámy“.

Metodologie po zohlednění potřeby slámy v zemědělském sektoru a stávajícím využití, identifikuje využitelný disponibilní zůstatek této druhotné suroviny v ČR pro další energetické využití přibližně v objemu 1,1 mil. tun slámy, což představuje přibližně 14 % celkové produkce slámy v ČR.

BIOMASA - FERMENTACE

Výtěžnost biopaliva: Z jedné tuny pšeničné slámy lze vyrobit přibližně 240 až 300 litrů bioethanolu ¹⁷, tedy cca 190 – 240 kg . Při hypotetickém maximálním využití celého disponibilního objemu slámy na etanol lze dosáhnout hypotetické výroby v objemu 208 000 – 260 000 tun etanolu. Reálně cca 200 000 tun.

Energetická hodnota: 200 000 000 kg * 29,7 MJ/kg = 5 940 000 000 MJ

Energetická hodnota v MWh: 5 940 000 000 MJ * 0,27778 kWh/MJ = 1 649 833 MWh

Pro ilustraci srovnání s dvěma reaktory Temelína:

200 000 tun etanolu: 1 649 833 MWh

Dva bloky Temelín: 15 000 000 MWh ročně

Temelín produkuje přibližně 9,1krát více energie než obsahuje 200 000 tun EtOH z disponibilní slámy

¹⁷

https://www.researchgate.net/publication/40766884_Production_of_Bioethanol_From_Wheat_Straw_An_Overview_on_Pretreatment_Hydrolysis_and_Fermentation

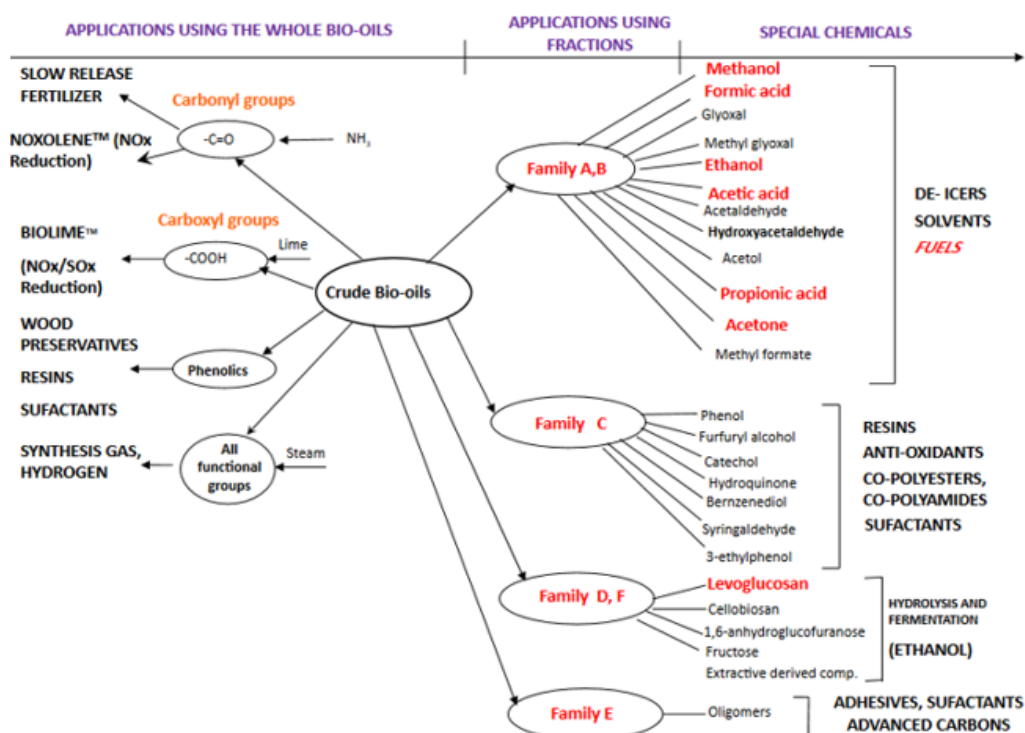
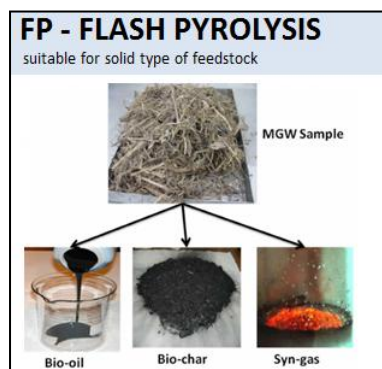
Potenciál pro čistě vodíkovou budoucnost:

Získání vodíku z etanolu je proces, který zahrnuje parní reformování etanolu. Tento proces může teoreticky produkovat přibližně 13,5 kg „zeleného“ vodíku z 100 kg etanolu. Takže z 200 000 tun etanolu lze teoreticky získat přibližně 27 000 tun vodíku.¹⁸

BIOMASA – PYROLÝZA

Transfer biomasy pyrolýzou je obdobný proces jako popsáný proces HTL u kalů z ČOV. Rozdíl je v tom, že vstupní surovina vyžaduje sušení. Výsledný produkt je také bio olej, který má mírně horší charakteristiky jako olej z procesů HTL. Dalšími produkty, které vznikají současně jsou bio char (bio uhlí) vhodný substrát pro zemědělské účely aplikace na půdní fond a také plyn složením blízký syngasu ($\text{CO} + \text{H}_2$).

Tento způsob zpracování biomasy je efektivní především z pohledu širokých možností využití v chemii, kde EtOH je jen jedno z možných aplikačních variant.



Obrázek 12 - Široké možnosti využití bio oleje z biomasy v chemii

¹⁸ <http://www.h2times.news/index.php/cs/novinky-pribehy/404-v-brazilii-vznika-tovarna-na-zeleny-vodik-z-ethanolu>

BIOMASA sláma	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Energie (GJ)	Fermentace	Transfer vstupní suroviny na energetické využití				
	Roční disponibilní produkce slámy v ČR /rok		15 GJ na tunu		litry	275 000 000			
	1 100 000	1 100 000	16 500 000		tuny	200 000	Transfer slámy pro pokročilá biopaliva (t)		
					GJ	5 939 398			
					MWh	1 649 833			
	Potenciál paliva (tuny)				200 000				
	1 100 000	1 100 000	16 500 000	Pyrolýza	Transfer vstupní suroviny na energetické využití				
						sláma (t)	bio oil (t)	biopalivo pro blending (t)	
						320 000	70 000	50 000	
						1 100 000	224 000	160 000	
Potenciál paliva (tuny)				160 000					

Odhad výroby biopaliv z biomasy (slámy) do roku 2050: 0 – 200 000 tun

Procesy BECCS - (Bioenergy with Carbon Capture and Storage)

Určité přehodnocení negativního vnímání v oblasti B1G by mohli být procesy BECCS, které kromě zajištění uhlovodíkové vstupní suroviny např. pro výrobu SAF (leteckého paliva) přinášejí efekty negativních emisí. Tento proces má potenciál přispět k renesanci biopaliv první a druhé generace (B1G/B2G) tím, že zajišťuje uhlíkově neutrální, nebo dokonce uhlíkově negativní produkci. V případě rozvoje tohoto směru se potenciál paliv může významněji zvýšit.

4.3.4. Plasty

Spotřeba plastů v ČR je kolem 120 kg/člověka/rok¹⁹ cca 1 300 000 tun/ČR/rok

V oblasti plastů se počítá s výrazným navýšením recyklace. Plasty, které nebudou recyklovány budou spadat do procesů uvedených v bodě 1. Komunální odpad kde budou pravděpodobně v podobě TAP spalovány na výrobu tepla a elektrické energie.

Nicméně s rozvojem chemické recyklace a tlakem na výrobu paliv jsou plasty víc než vhodnou surovinou s dobrou výtěžností paliva.

Odhad z dnešního pohledu je nula, nicméně tlaky na výrobu paliv např. SAF můžou být intenzivní, a tak předpokládáme, že 1% z celého objemu produkce bude transponování na výrobu paliv.

Interaktivně lze tento poměr v souhrnné tabulce zvýšit.

Odhad výroby biopaliv z plastů do roku 2050: 0 – 8 000 tun

4.3.5. Uhlí

Plán spravedlivé územní transformace je základním dokumentem, na jehož základě dochází k následné implementaci Fondu spravedlivé transformace prostřednictvím [Operačního programu Spravedlivá](#)

¹⁹ <https://www.schp.cz/info/cesko-svycarsko-a-plasty>

[transformace](#) (OPST). Dne 26. září 2022 byl program "Spravedlivá transformace" schválen - viz [Rozhodnutí Evropské komise](#).

Těžba uhlí v České republice má skončit v roce 2038. Toto rozhodnutí bylo doporučeno Uhelnou komisí, která je poradním orgánem vlády. Komise pracovala se scénáři konce využívání uhlí v letech 2033, 2038 a 2043, a nakonec doporučila rok 2038.

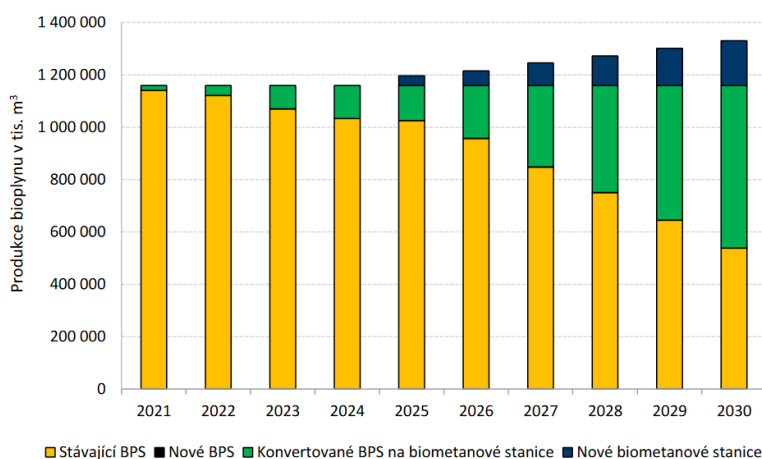
Je pravděpodobné, že uhlí v energetice (spalování) skončí. Zůstává otázka, jestli při technologickém rozvoji procesů zachytu CO₂ případně k využití CO₂ jako zdroje nebudou vyvíjeny sofistikovanější technologie bezemisního využití uhlí např. na výrobu SAF.

Nicméně z dnešního pohledu lze předpokládat že uhlí v roce 2050 nebude využíváno vůbec.

Odhad výroby biopaliv z uhlí do roku 2050: 0

4.3.6. Bioplyn

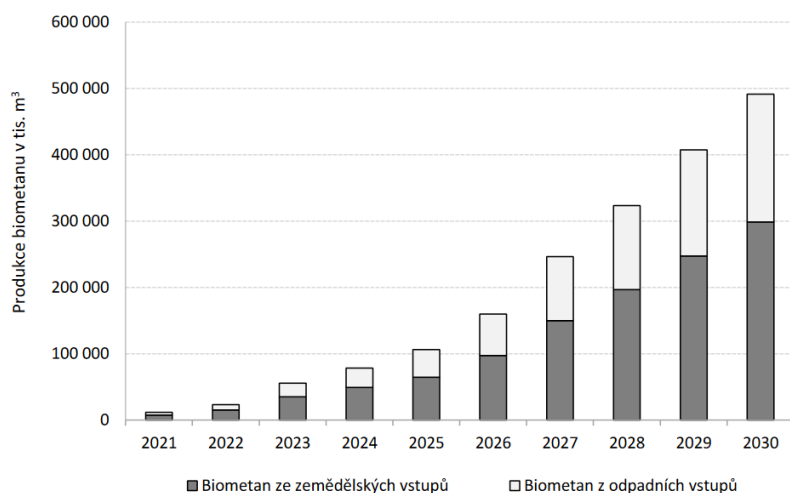
Dle výkonu lze BPS rozlišovat na malé (**do 225 kW**), střední (**do 550 kW**) a velké BPS (**nad 550 kW**).



Obrázek 13 - Očekávaná produkce bioplynu (zemědělské bioplynové stanice) ²⁰

Perspektivně se počítá s transferem BPS (bioplynové stanice) na BMS (biometanové stanice). Výroba biometanu v České republice byla zahájena již v roce 2019. K roku 2024 se počet BMS rozrostl na deset se skutečnou roční produkcí okolo 6 milionů m³. Tyto stanice měsíčně vyrobí přibližně 2 800 MWh energie, což představuje celkový potenciál kolem 17,7 milionů Nm³ biometanu ročně.

²⁰ https://www.mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/2023/10/Aktualizace_NKEP_10_2023_final.pdf



Obrázek 14 - Očekávaná produkce biometanu podle NKEP – Národní klimaticko-energetický plán MPO

Celková roční produkce biometanu je cca 2,2 mil m³. Na vlastní roční technologickou spotřebu tepla pro fermentory a teplo do areálu je nutné použít biometan o objemu cca 0,7 mil m³. Pro vtláčení do plynárenské sítě se počítá s 1,5 mil. m³ biometanu ročně, to je přibližně 13,5 GWh/rok dodané energie. Obecně je přechod na biometan vhodný BPS, které nemohou prodávat teplo v dostatečné míře a nesplní tak vysoké požadavky pro získání modernizační podpory. Klíčovým faktorem pro ekonomiku podnikání je cena vstupních surovin – pokud má provozovatel vlastní produkci a digestát zpracovává ve svém zemědělství, bude mít většinou lepší podmínky než ten, kdo vstupní suroviny nakupuje. Biometanové stanice (BMS) mohou fungovat jako zařízení, která budou prodávat biometan a elektřinu, a tím flexibilně reagovat na aktuální ceny na trhu.

Tabulka 1 - Konečná spotřeba bioplynu dle sektorů v TJ podle NKEP ²¹

Konečná spotřeba bioplynu	2016	2020	2025	2030
Elektroenergetika	9 320,5	9 469,5	8 970,0	5 683,0
Doprava	0	0	1 416,1	6 554
Vytápění a chlazení	7 489,0	7 595,0	8 926,5	13 582,8
Celkem	16 809,5	17 064,5	19 312,6	25 819,8

Předpokládá se, že veškerý biometan z odpadních surovin (tedy tzv. pokročilý biometan) vtláčený do plynárenské sítě bude spotřebně alokovan v rámci sektoru dopravy (s respektováním přístupu „mass balance“), přičemž nepokročilý biometan vtláčený do plynárenské sítě bude spotřebováván ve stejném poměru ke spotřebě zemního plynu.

K dosažení cíle 2030 celkového výkonu 25 820 TJ :

Převod TJ na MWh: 1 TJ = 277,78 MWh 25 820 TJ = 25 820 * 277,78 MWh = **7 170 979,6 MWh**

Výkon jedné velké BPS: předpoklad že se jedná o velké BPS 600 kW = 0,6 MW.

Ročně BPS: 0,6 MW * 8 760 hodin (počet hodin v roce) = **5 256 MWh**

Celkový počet velkých (600 kW) BPS v roce 2030:

Celkový požadovaný výkon: 7 170 979 MWh

²¹

https://www.mpo.gov.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/2023/10/Aktualizace_NKEP_10_2023_final.pdf

Výkon jedné BPS: 5 256 MWh
 Počet BPS v roce 2050 = 7 170 979 MWh / 5 256 MWh ≈ **1 364 BPS**

Takže k dosažení celkového výkonu 25 820 TJ bude potřeba přibližně 1 364 BPS což je víc než dvojnásobné množství dnešního počtu funkčních BPS.

Pro ilustraci srovnání s dvěma reaktory Temelína:

Počet BPS : 1 364 (pro dosažení výkonu 25 820 TJ) = 7 170 979 MWh

Jaderná elektrárna Temelín: 15 000 000 MWh

Temelín produkuje přibližně 2,1krát více elektřiny než všechny BPS v ČR v roce 2030 (2050) dohromady, pokud by jejich celkový výkon dosáhl 25 820 TJ.

Bioplyn vyprodukovaný ročně v objemu 25 820 TJ by tvořil přibližně 7,32 % z celkové spotřeby cca 9 miliard m³ zemního plynu v ČR.

Je pravděpodobné, že se jedná o naprosto maximalistický odhad. Expanze BPS bude limitována nedostatkem vstupních surovin. Tudíž lze s těmito údaji počítat i v roce 2050 jako maximálním potenciálem. (Připomínáme, že v propočtech pro zjednodušení počítáme pouze s aplikací velkých BPS (ve skutečnosti budou aplikována i menší a střední BPS, tedy realita výtěžnosti bude téměř jistě nižší).

Biometan pro dopravu

Vnitrostátní plán České republiky v oblasti energetiky a klimatu (NKEP) počítá pro dopravu 2030 6554 TJ. Tedy (1 TJ = 277,78 MWh) 6554 * 277,78 MWh = 1 820 000 MWh

Bioplyn má přibližnou hustotu kolem 1,2 kg/m³ za standardních podmínek (0°C a 1 atm)

Hmotnost bioplynu: 1 408 363 tun

Ekvivalent etanolu:

Energetická hodnota etanolu je přibližně 29,7 MJ/kg. 1 TJ = 1 000 000 MJ

6554 TJ = 6554 * 1 000 000 MJ = 6 554 000 000 MJ

Hmotnost etanolu = 6 554 000 000 MJ / 29,7 MJ/kg ≈ 220 606 734 kg = 220 607 tun

Tedy 6554 TJ odpovídá přibližně 1 820 000 MWh elektrické energie nebo 220 607 tunám etanolu.

BIOPLYN	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Počet BPS	Anaerobní digeste	Transfer vstupní suroviny na energetické využití			
	Roční produkce v ČR /rok		1364		m3	1 173 636 364		
	???	???	propočet dle koncepce NKEP		tuny	?		
					TJ	25 820	EtOH - cca 29,7 MJ/kg	
					MWh	7 170 980	Plánovaná produkce biopaliv 6 554 TJ = 6 554 000 000 MJ	
							Hmotnost etanolu = 6 554 000 000 MJ / 29,7 MJ/kg ≈ 220 606 734 kg	
					Potenciál biopaliva (tuny)			
								220 607

Odhad uplatnění biometanu v dopravě do roku 2050 ekvivalentně:

Potenciál energie : 6 554 TJ 6 554 000 000 MJ
 Potenciál – hmotnost : 1 408 363 tun
 Potenciál – objem : (39,2 MJ/m³) 167 188 776 m³
 Potenciál vodíku H₂ : 60 000 tun
 Ekvivalent EtOH : 220 607 tun

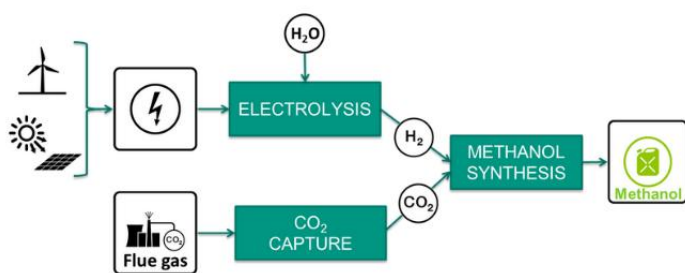
Pro ilustraci srovnání bioplyn versus zemní plyn:

167 188 776 m³ biometanu plánovaného k využití v dopravě představuje přibližně 1,86 % z 9 miliard m³

4.3.7. Syntetická paliva – uhlovodíky z CO₂ a zeleného H₂

ČR patří k největším emitentům CO₂ v EU na obyvatele (cca 12 tun/rok). Celkově produkce dosahuje v ČR dnes cca 115 milionů tun za rok. I když je předpoklad postupné redukce využívání uhlí a postupná elektrifikace průmyslových odvětví, kde to bude možné, stále se počítá s nutností „čerpat“ CO₂ i ze vzduchu. Cílem dekarbonizace je zabránit úniku emisí CO₂ do atmosféry a zajistit jeho cirkulaci v průmyslových procesech.

SYNTECKÝ METANOL




Obrázek 15 - Principiální schéma výroby „zeleného“ metanolu

Transformace CO ₂ na METANOL				CO ₂ + 3H ₂ → H ₂ O (2+4=6) + CH ₃ OH (12+3+6=1+32)				Tržní cena tuny MeOH (€)			Business parametry CO2 to MeOH										
Největší producenti CO ₂ 2020	EMISE	cena EU ETS €/t	EU ETS cena v CZK kurz Kč/€	Uhlík - C	Kyslík O ₂	Vodík H ₂	Vodík H ₂	Kyslík	Hmotnost	Hustota	Objem	510 €			PŘÍJEM za transfer tuny CO ₂ €/tuna						
				C=12 g/mol	O ₂ =32 g/mol	3H ₂ = 6 g/mol	H ₂ = 2 g/mol	O=16 g/mol	CH ₃ OH 32 g/mol	792 (kg/m ³)	32 g/mol	792 (kg/m ³)	Tržní hodnota flukuidního produktu zeleného MeOH	Benefit za povolenky EU ETS		Benefit celkem ETS + MeOH					
Počerady (uhelná elektrárna)	4 554 400	100	10 930 560 000	1 093 056	2 914 816	546 528	182 176	1 457 408	2 914 816	792	3 680	1 486 556 160	455 440 000	1 941 996 160	426	790	822	595	619	380	395
Tušíme 2 (uhelná elektrárna)	3 729 131	100	8 949 914 400	894 991	2 386 644	447 496	149 165	1 193 322	2 386 644	792	3 013	1 217 188 358	372 913 100	1 590 101 458	426	790	822	595	619	380	395
Vřesová (elektrárna na SYNGAS)	3 264 758	100	7 835 419 200	783 542	2 089 445	391 771	130 590	1 044 723	2 089 445	792	2 638	1 065 617 011	326 475 800	1 392 092 811	426	790	822	595	619	380	395
Pruněřov 2 (uhelná elektrárna)	2 849 359	100	6 838 461 600	683 846	1 823 590	341 923	113 974	911 795	1 823 590	792	2 303	930 030 778	284 935 900	1 214 966 678	426	790	822	595	619	380	395
Třinecké železářny	2 843 953	100	6 825 487 200	682 549	1 820 130	341 274	113 758	910 065	1 820 130	792	2 298	928 266 259	284 395 300	1 212 661 559	426	790	822	595	619	380	395
CHVALETICE (uhelná elektrárna)	2 242 402	100	5 381 764 800	538 176	1 435 137	269 088	89 696	717 569	1 435 137	792	1 812	731 920 013	224 240 200	956 160 213	426	790	822	595	619	380	395
Unipetrol (rafinerie, chemie)	2 230 173	100	5 352 415 200	535 242	1 427 311	267 621	89 207	713 655	1 427 311	792	1 802	727 928 467	223 017 300	950 945 767	426	790	822	595	619	380	395
Ledvice (uhelná elektrárna)	2 209 071	100	5 301 770 400	530 177	1 413 805	265 089	88 363	706 903	1 413 805	792	1 785	721 040 774	220 907 100	941 947 874	426	790	822	595	619	380	395
Kladno (uhelná elektrárna)	1 749 714	100	4 199 313 600	419 931	1 119 817	209 966	69 989	559 908	1 119 817	792	1 414	571 106 650	174 971 400	746 078 050	426	790	822	595	619	380	395
Součet (Top 9)	25 672 961	100	61 615 106 400	6 161 511	16 430 695	3 080 753	1 026 918	8 215 348	16 430 695	792	20 748	8 379 654 470	2 567 296 100	10 946 950 570	426	790	822	595	619	380	395
Emise ČR	100 000 000	100	10 000 000 000	25 000 000	68 666 667	12 500 000	5 355 356	44 444 444	64 000 000	792	37 811	32 640 000 000	416 666 667	33 056 666 667							

Obrázek 16 - Kvantitativní potenciál CO₂ v ČR na výrobu metanolu v roce 2020 byl enormní.

Uvedený příklad na uhelné emise CO₂ je ale spíš pouze iluzorní. Je evidentní, že zdroje CO₂ z uhlí budou razantně redukovány a mají dle plánů konvergovat k nule již v roce 2033 o kterém se ještě diskutuje. Mnohem větší vypovídající hodnotu má analyzovat potenciál emisí, resp. využití CO₂ z emisí u cementárenského průmyslu, kde nelze technologicky zajistit produkci nulových emisí CO₂.

METANOL				CO ₂		+	3H ₂	→	H ₂ O <small>(2+16)=18</small>		+	CH ₃ OH <small>(12+3+16+1)=32</small>		Tržní cena tuny MeOH (€)			Business parametry CO2 to MeOH							
Cementářský průmysl ČR	EMISE	cena EU ETS €/t	EU ETS cena v CZK kurz Kč/€ 25,00 Kč	Uhlík - C	Kyslík O ₂		Vodík H ₂		Vodík H ₂	Kyslík		Hmotnost	Hustota	Objem	510 €			PŘÍJEM za transfer tuny CO2 €/tunu	OPEX = 4% CAPEXu technologií transferu					
				C=12 g/mol	O ₂ =32 g/mol		3H ₂ = 6 g/mol		H ₂ = 2 g/mol	O=16 g/mol		CH ₃ OH 32 g/mol	792		Tržní hodnota finálního produktu zeleného MeOH	Benefit za povolenky EU ETS	Benefit celkem ETS + MeOH		2023 CAPEX €/tunu	2023 CAPEX+OPEX €/tunu	2024 CAPEX €/tunu	2024 CAPEX+OPEX €/tunu	2025 CAPEX €/tunu	2025 CAPEX+OPEX €/tunu
				(t)	(t)		(t)		(t)	(t)		(t)	(kg/m3)	(m3)										
Cementářský průmysl v České republice produkuje přibližně 5,1 % z celkových emisí CO ₂ , což odpovídá přibližně 6,09 milionům tun CO ₂ ročně	6 100 000	100	15 250 000 000	1 464 000	3 904 000	+	732 000	→	244 000	1 952 000	+	3 904 000	792	4 929	1 991 040 000	610 000 000	2 601 040 000	426	790	822	595	619	380	395
Součet	6 100 000	100	15 250 000 000	1 464 000	3 904 000	+	732 000	→	244 000	1 952 000	+	3 904 000	792	4 929	1 991 040 000	610 000 000	2 601 040 000	426	790	822	595	619	380	395
Emise ČR	100 000 000	100	10 000 000 000	25 000 000	66 666 667		12 500 000		5 555 556	44 444 444		64 000 000	792	4 929	32 640 000 000	400 000 000	33 040 000 000							

Obr. Kvantitativní potenciál CO₂ v ČR na výrobu metanolu pouze z emisí CO₂ produkované cementářským průmyslem (formát kalkulačky)

Z celkových emisí CO₂, tedy 6 100 000 tun/rok pouze z cementářského průmyslu, lze hypoteticky vyprodukovat podle chemické rovnice $\text{CO}_2 + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O}$ cca 4 miliony tun metanolu, ideálního nosiče energie pro dlouhodobé skladování energie, či efektivní sloučeniny pro využití v chemickém průmyslu. Metanol má vysokou energetickou hustotu a je relativně snadno skladovatelný a transportovatelný. Takto vyprodukovaný metanol o celkovém objemu 3 904 000 lze hypoteticky v energetice využít jako dlouhodobé uložení energie:

Energetická hustota metanolu cca 19,9 GJ/tunu **Tedy 3 904 000 tun x 19,9 = 77 689 600 GJ** (1 GJ = 0,27778 MWh)

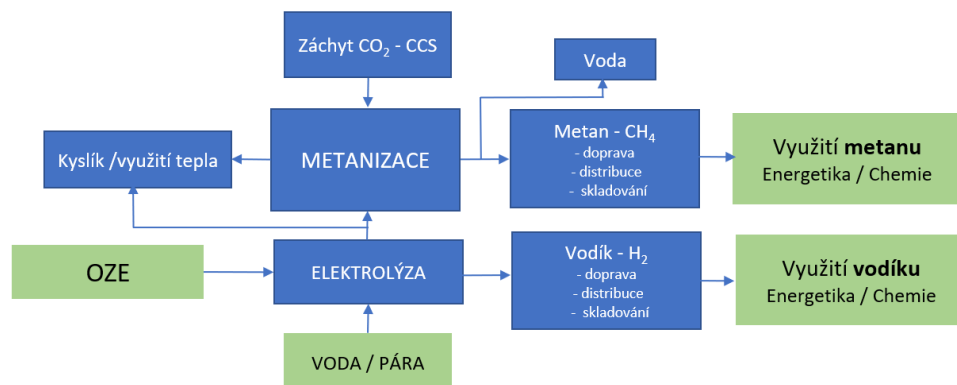
Tedy 77 689 600 GJ x 0,27778 MWh/GJ= 21 580 000 MWh **21 580 GWh**

Pro ilustraci - pro celkovou hmotnost tohoto RFNBO („cementářského“) metanolu 3 904 000 tun, můžeme vypočítat celkovou energii kterou hypoteticky můžeme skladovat:


Jaderná elektrárna Temelín - dva bloky s celkovým instalovaným výkonem přibližně 2 180 MW. Ročně produkuje kolem 15,86 TWh (15 860 GWh) elektrické energie. Pokud porovnáme tuto hodnotu s energií, kterou může skladovat 3 904 000 tun metanolu (21 580 GWh), zjistíme, že metanol může skladovat přibližně 1,36 krát více energie než Temelín vyprodukuje za rok.

Tento údaj může vypadat velmi slibně, ovšem je ale nutné si uvědomit, že kromě zachyceného CO₂ (které může být ekonomicky podpořeno povolenkami EU ETS), je zde obrovská potřeba „zeleného“ vodíku (cca 244 000 tun). Cena vodíku se dnes pohybuje mezi 2 000 a 4 000 EUR za tunu nebo mezi 2 800 a 3 500 USD za tunu, což tento proces LDES (dlouhodobého uskladňování energie) značně prodražuje a tak se zatím jedná o hypotetickou možnost efektivního využití dlouhodobého uskladnění letních přebytků elektrické energie z OZE.

SYNTETICKÝ METAN




Obrázek 17 - Základní schéma výroby a možného využití syntetického metanu

Transformace CO ₂ na METAN				CO ₂ + 4H ₂ →			2 H ₂ O +		CH ₄ (12+4) = 16 g/mol						
Největší producenti CO ₂ v roce 2020	v	EMISE	EU ETS cena EU ETS €/t	cena v CZK kurz Kč/€ 24,00 Kč	Uhlík - C	Kyslík O ₂	Vodík H ₂		Vodík H ₂	Kyslík	Hmotnost	Hustota	Objem		
					C=12 g/mol	O ₂ =32 g/mol	4H ₂ = 8 g/mol		2H ₂ = 4 g/mol	2O=32 g/mol	CH ₄ =16 g/mol	0,676			
					(t)	(t)	(t)		(t)	(t)	(t)	(kg/m ³)	(m ³)		
Počerady (uhelná elektrárna)	4 554 400	80	8 744 448 000	1 138 600	3 036 267	+	379 533	→	506 044	2 024 178	+	2 024 178	0,6760	2 994 345 825	
Tušímece 2 (uhelná elektrárna)	3 729 131	80	7 159 931 520	932 283	2 486 087	+	310 761	→	414 348	1 657 392	+	1 657 392	0,6760	2 451 762 656	
Vřesová (elektrárna na SYNGAS)	3 264 758	80	6 268 335 360	816 190	2 176 505	+	272 063	→	362 751	1 451 004	+	1 451 004	0,6760	2 146 454 964	
Pruněřov 2 (uhelná elektrárna)	2 849 359	80	5 470 769 280	712 340	1 899 573	+	237 447	→	316 595	1 266 382	+	1 266 382	0,6760	1 873 345 825	
Třinecké železářny	2 843 953	80	5 460 389 760	710 988	1 895 969	+	236 996	→	315 995	1 263 979	+	1 263 979	0,6760	1 869 791 584	
CHVALETICE (uhelná elektrárna)	2 242 402	80	4 305 411 840	560 601	1 494 935	+	186 867	→	249 156	996 623	+	996 623	0,6760	1 474 294 543	
Unipetrol (rafinerie, chemie)	2 230 173	80	4 281 932 160	557 543	1 486 782	+	185 848	→	247 797	991 188	+	991 188	0,6760	1 466 254 438	
Ledvice (uhelná elektrárna)	2 209 071	80	4 241 416 320	552 268	1 472 714	+	184 089	→	245 452	981 809	+	981 809	0,6760	1 452 380 671	
Kladno (uhelná elektrárna)	1 749 714	80	3 359 450 880	437 429	1 166 476	+	145 810	→	194 413	777 651	+	777 651	0,6760	1 150 370 809	
Součet (Top 9)	25 672 961	80	49 292 085 120	6 418 240	17 115 307	+	2 139 413	→	2 852 551	11 410 205	+	11 410 205	0,6760	16 879 001 315	
Emise ČR	120 000 000	80	9 600 000 000	30 000 000	80 000 000		10 000 000		13 333 333	53 333 333		53 333 333	0,6760	30 763 656 805	
Spotřeba NG v ČR 2020												6 084 000 000	0,6760	9 000 000 000	
Cca 1/4 zdrojů může hvoteticky generovat 17 mil m3 metanu což je cca 3% roční spotřeba ČR															90 000 000

Obrázek 18 - Kvantitativní potenciál CO₂ v ČR na výrobu metanu

Uvedený příklad na emise CO₂ z uhlí je obdobně jako u metanolu spíš pouze iluzorní. Je evidentní, že zdroje CO₂ z uhlí budou razantně redukovány a mají dle plánů konvergovat k nule již v roce 2033 o kterém se ještě diskutuje. Mnohem větší vypovídající hodnotu má analyzovat potenciál emisí, resp. využití CO₂ z emisí u cementářského průmyslu, kde nelze produkovat nulové emise.

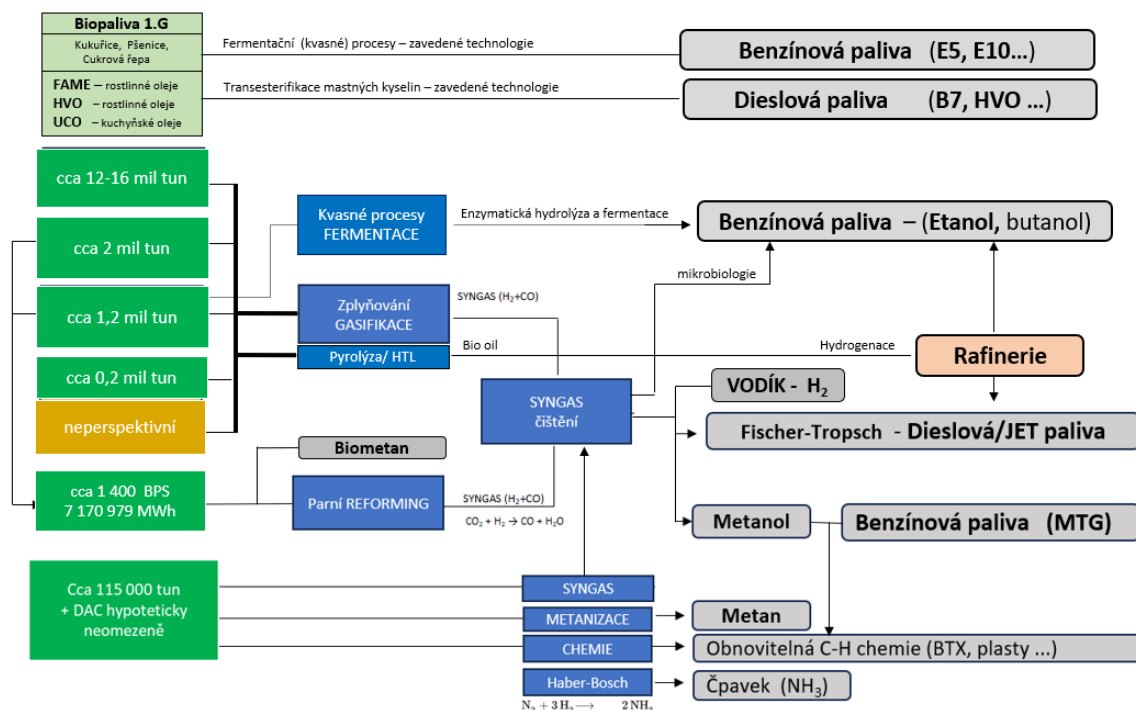
Transformace CO ₂ na METAN				CO ₂		+	4H ₂	→	2 H ₂ O		+	CH ₄ (12+4) = 16 g/mol		
Cementářský průmysl ČR	EMISE CO ₂ (t)	cena EU ETS (€/t)	EU ETS cena v CZK kurz Kč/€ 25,00 Kč	Uhlík - C	Kyslík O ₂		Vodík H ₂		Vodík H ₂	Kyslík		Hmotnost	Hustota	Objem
				C=12 g/mol	O ₂ =32 g/mol		4H ₂ = 8 g/mol		2H ₂ = 4 g/mol	2O=32 g/mol		CH ₄ =16 g/mol	0,717	
				(t)	(t)		(t)		(t)	(t)		(t)	(kg/m ³)	(mil m ³)
Cementářský průmysl v České republice produkuje přibližně 5,1 % z celkových emisí CO ₂ , což odpovídá přibližně 6,09 milionům tun CO ₂ ročně	6 100 000	100	15 250 000 000	1 663 636	4 436 364	+	1 109 091	→	554 545	4 436 364	+	2 218 182	0,717	3 094
Součet	6 100 000	100	15 250 000 000	1 663 636	4 436 364	+	1 109 091	→	554 545	4 436 364	+	2 218 182	0,717	3 094
ČR spotřeba NG/rok 2021 Z cementářských emisí CO ₂ v ČR lze hypoteticky vyprodukovat 3,3 mld m ³ metanu což je cca 1/3 roční spotřeby zemního plynu v ČR														
Emise ČR	120 000 000	100	12 000 000 000	32 727 273	87 272 727		21 818 182		10 909 091	87 272 727		43 636 364	0,717	60 860

Z 6 100 000 tun „cementářského“ CO₂ a 1 109 091 tun vodíku může chemickou reakcí Sabbatiera vzniknout 2 218 182 tun metanu o hustotě 0,676 kg/m³.

To znamená, že z 6 100 000 tun CO₂ a 1 109 091 tun vodíku lze vyrobit přibližně 3 094 000 000 kubických metrů metanu. Tedy hypoteticky lze tímto syntetickým metanem nahradit 1/3 celkové spotřeby zemního plynu v ČR za rok.

Klíčovým kritickým prvkem i zde jako u metanolu je ekonomicky a kvantitativně zajištěná dostupnost „zeleného“ vodíku. U těchto RFNBO paliv se počítá kromě využití v mobilitě i s možností využití dlouhodobého skladování elektrické energie (LDES -Long term energy storage). Oblasti záchyty CO₂ a jeho využití na metanol/metan se v ČR intenzivně zabývá národní spolek předních českých univerzit sdružených ve spolku CO₂ Czech Solution Group z.s.

4.4. Rekapitulace



Obrázek 19 – Zdrojová báze a procesní transfer na paliva

Technologické postupy výroby paliv vycházejí z dostupné a relativně bezkonfliktní zdrojové báze, která je v obrázku kvantifikovaná v levé části jako východisko pro procesní transfer na paliva.

Směsný KOMUNÁLNÍ ODPAD	SUROVINA (tuny)	BRKO (t)	Energie (GJ)	Transfer vstupní suroviny na energetické využití					
	Roční produkce SKO v ČR /rok	uhlovodíky	tuna TAP=18 GJ/t	Spalování	Teplo a elektrické energie				
	5 854 385	1 000 000	18 000 000	Gasifikace	m3	450 000 000	Katalyticky	Mikrobiologicky	FT syntéza
					t	1 000 000	40%	30%	60%
					CO	20-30%			
					H2	40-60%			97
				Potenciál paliva (tuny)		400 000	300 000	600 000	
	Potenciál paliva (tuny) odhadem 10%		40 000	30 000	60 000				
	Potenciál paliva (tuny) odhadem 1%		4 000	3 000	6 000				

KALY z ČOV	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Energie (GJ)	Transfer vstupní suroviny na energetické využití					
	Roční produkce ČOV v ČR /rok	po vysušení	tuna cca 15 GJ/t	BPS -bioplynka	m3	30 000 000	Elektrická energie a teplo		
	2 000 000	200 000	3 000 000	Anaerobní digesce	GJ	1 176 000			
					MWh	326 669			
	SUROVINA (tuny)	BIO OIL	Energie (GJ)	HTL	litů	300 000 000	Při transferu 70% bio oil v rafinerii na palivo (t)		
	Roční produkce ČOV v ČR /rok	tuny	28 GJ/tunu	Hydrotermální zkapalnění	tuny	255 000			
	2 000 000	255 000	7 140 000		MWh	1 982 629			
				Potenciál paliva (tuny)		178 500			

BIOMASA sláma	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Energie (GJ)	Transfer vstupní suroviny na energetické využití						
	Roční disponibilní produkce slámy v ČR /rok		15 GJ na tunu	Fermentace	litry	275 000 000	Transfer slámy pro pokročilá biopaliva (t)			
	1 100 000	1 100 000	16 500 000		tuny	200 000				
					GJ	5 939 398				
					MWh	1 649 833				
	Potenciál paliva (tuny)		200 000							
	1 100 000	1 100 000	16 500 000	Pyrolýza	Transfer vstupní suroviny na energetické využití					
						sláma (t)	bio oil (t)	biopalivo pro blending (t)		
						320 000	70 000	50 000		
						1 100 000	224 000	160 000		
Potenciál paliva (tuny)						160 000				

BIOPLYN	SUROVINA (tuny)	SUŠINA (t)	Počet BPS	Transfer vstupní suroviny na energetické využití						
	Roční produkce v ČR /rok		1364	Anaerobní digesce	m3	1 173 636 364	Plánovaná EtOH - cca 29,7 MJ/kg produkce biopaliv 6 554 TJ = 6 554 000 000 MJ Hmotnost etanolu = 6 554 000 000 MJ / 29,7 MJ/kg ≈ 220 606 734 kg			
	???	???	propočet dle koncepce NKEP		tuny	1 408 363				
					TJ	25 820				
					MWh	7 170 980				
	Potenciál paliva (tuny)		220 607							

Tabulka 2 - Potenciál vstupní suroviny a možných transferů na paliva a vodík:

		Primární vstupní surovina (tuny/rok)	Meziprodukt	MAXIMÁLNÍ POTENCIÁL		ODHAD STAVU 2050		
				C-H paliva (tuny/rok)	Vodík (tuny/rok)	C-H paliva odhad %	Vodík (tuny/rok)	
KO - BRKO	Spalovna	5 854 385	TAP	0	0		0	0
	Zplyňování		Syngas	600 000	97	1%	6 000	0
Kaly z ČOV	BPS - Anaerobní digesce	2 000 000	Bioplyn	0	0	0%	0	0
	HTL - Hydrotermální zkapalnění		Bio olej	178 500	25 500	50%	89 250	12 750
Biomasa	Fermentace	1 100 000	Alkohol	200 000	27 000	50%	100 000	13 000
	Pyrolýza		Bio olej	160 000	9 600			
Plasty	Zplyňování/pyrolýza/solovýza	1 300 000	Syngas	780 000	450 000	1%	7 800	3 120
Uhlí	Zplyňování	?!	Syngas	?!	?!	0	0	0
Bioplyn	BPS - Anaerobní digesce	???	Bioplyn	220 607	132 364	5%	11 030	6 618
Syntetická paliva	CCU - Carbon Capture & Usage	115 000 000 +	CO ₂ + H ₂	Potenciál desítky milionů tun paliv, ovšem za předpokladu dostupnosti "zeleného" vodíku				
CELKOVÝ POTENCIÁL uhlovodíkových paliv a vodíku bez nutnosti externího vodíku				2 139 107	644 561		214 080	35 488
Pozn: C-H (uhlovodíková paliva) odhadované kvantity jako priorit. Vodík je alternativou získanou z C-H paliva. Tedy buď C-H palivo nebo vodík (ne obojí)								

Odhad 2050 - lze přepočítat úpravou odhadovaného procenta využití z maximálního dostupného potenciálu vstupní suroviny a dle vývoje a dostupnosti technologií.

4.5. Shrnutí

Dostupná vstupní surovina pro uhlovodíková paliva je kvantitativně zajímavá ze zdroje **komunálního odpadu**, u kterého se blíží konec povoleného skládkování. Tento zdroj je však koncepčně předurčen na výrobu TAP a spalování v ZEVO. Uvolnění tohoto potenciálu pro výrobu biopaliv předpokládá radikální změny v dodavatelských řetězcích a postupech směrem k environmentálně příznivějším a funkčně odlišným způsobům nakládání s KO, což je poměrně nepravděpodobné. Přesto předpokládáme, že v rámci tlaků Green Dealu vznikne v ČR alespoň demonstrační jednotka výroby biopaliva z KO.

V oblasti **kalů z ČOV** kde prozatím není plně etablovaný proces následného zpracování kalů. Podle zákona o odpadech (č. 541/2020 Sb.) a vyhlášky č. 273/2021 Sb. je ukládání kalů na skládky zakázáno a kaly mohou být použity na zemědělské půdě pouze za předpokladu, že splňují přísné hygienické a ekologické normy. Pokud se komerčně osvědčí dánský proces HTL²² který předpokládá integraci HTL přímo do systému čištění a také následné procesy hydrogenace produktu HTL a využití v rafinérii, je zde předpoklad možnosti rafinerským způsobem vyrábět paliva.

Biomasa, původně v geografických podmínkách ČR v původním Akčním plánu pro biomasu MZe, velmi perspektivní zdroj, pro důkladných analýzách jsou možnosti využití slámy velmi omezené. Obdobně dendromasa nebude dostupnou surovinou pro stabilní výrobní procesy biopaliv minimálně několik dekád.

Bioplyn je v NKEP výrazně preferovaným způsobem využití OZE v ČR a plán předpokládá víc než zdvojnásobení počtu BPS, bez toho, aniž by byla zpracována dostupnost vstupní suroviny tak, aby nedocházelo ke „kanibalizaci“ vznikajících BPS a boj o vstupní surovinu.

CO₂ jako zdroj „zeleného“ uhlíku se zdá být i při postupném útlumu emisí v ČR, zdrojem nevyčerpatelným, jelikož se počítá s technologickým pokrokem zachytu přímo ze vzduchu. Tento proces je ale z hlediska dnešního vědeckého poznání enormně finančně nákladný a je v nízkém stádiu TRL. Počítat s jeho masivním využitím z dnešního stavu technologií, vyžaduje zajištění obrovského množství „zeleného“ vodíku. Do budoucna je předpoklad produkce paliv přímo elektrolýzou CO₂ a vody. Tyto elektro-chemické a foto-chemické procesy velmi slibně obcházejí nutnost externího vodíku, jelikož do procesu vstupuje vodík ve vodě, která je součástí chemické reakce CO₂ na přímou produkci uhlovodíků. Technologický stav této cesty je ovšem dnes pod TRL 3 a stav do roku 2050 může, ale i nemusí dosáhnout TRL komerčního masivního nasazení.

Hypotetické a teoretické maximum produkce tzv. pokrokových biopaliv (kromě syntetických paliv) je cca 2,14 milionů tun. To pouze při radikální (a nereálné) změny technologických postupů, zmařených investic a značných investic do BAT. Náš odhad je, že do roku 2050 je v ČR reálně možná výroba alternativních (uhlovodíkových) biopaliv v objemu do 200 000 tun/rok případně lze z tohoto množství počítat s 35 000 tunami vodíku. Předepisujeme, že se jedná o dnešní pohled (2025) na zdrojovou bázi, a především na předpoklady dostupnosti technologií a využití potenciálu zdrojů, které jsou dnes předurčeny k jinému způsobu nakládání. Potenciál RFNBO sice teoreticky, hypoteticky může kvantitativně pokrýt i celou dnešní spotřebu paliv ČR, nicméně zásadní bariérou rozvoje je nedostupnost levného a „zeleného“ vodíku a také levný zachyt uhlíku z CO₂.

²²²² www.sludge2fuel.dk/index.php/process/

4.6. Doporučení

Dosažení uhlíkové neutrality v letecké a těžké nákladní, vojenské, stavební technice bude vyžadovat výrobu uhlovodíkových paliv pro spalovací motory i po roce 2050. Z nabízených možností zmiňovaných výše, lze za perspektivní označit komunální odpady, resp. jejich biologicky rozložitelnou (uhlovodíky obsahující) složku BRKO. Je na státních kompetentních orgánech vytvořit k tomuto legislativní prostor a politickou podporu v harmonii s dalšími souvisejícími energeticko-environmentálními prioritami a akčními plány.

Z dalších zdrojů je zajímavý uhlík z CO₂, který může sehrát významnou roli jak v procesech moderní chemie, tak v energetice jako uhlovodíkovou možnost dlouhodobého a bezpečného skladování energie a také v procesech výroby paliv. Tato cesta má několik komplementárních výhod jak v oblasti energetických, tak výrobních aplikací v dodavatelských řetězcích tak v environmentálních cílech snižování emisí CO₂.

Doporučení tedy jsou:

- Analyzovat výhodnost sofistikovanějšího nakládání s KO než je spalování (gasifikace, pyrolýza/solvolýza) případně finální likvidace plastů.
- Analyzovat možnosti aplikace – integrace procesu HTL do českých ČOV.
- Podpořit systémově výzkum problematiky RFNBO – paliv z CO₂ a vodíku.

5. Modelové vyhodnocení budoucího vývoje

5.1. Model energetického systému TIMES-CZ

5.1.1. Model TIMES-CZ (v03.1)

TIMES-CZ (verze v03.1) je energetický, technologicky orientovaný, dynamický model využívající modelový generátor TIMES (The Integrated MARKAL-EFOM System) vyvinutý v rámci Energy Technology Systems Analysis Programme (ETSAP) v Mezinárodní energetické agentury (IEA). (IEA-ETSAP, 2022)

Model TIMES-CZ hledá optimální řešení celkového energetického a technologického mixu, které uspokojí danou (exogenní) poptávku po energiích a energetických službách při dosažení nejnižších možných celkových diskontovaných nákladů za celé analyzované období. (Loulou, et al., 2020).

TIMES-CZ je založen na české regionu panevropského modelu TIMES PanEU vyvinutého Institutem pro energetickou ekonomiku a racionální využívání energie na Univerzitě v Stuttgartu (Capros, et al., 2014); ale je regionalizován do 14 regionů Česka; jeho základní rok je aktualizován na rok 2019, individuální data zařízení EU ETS upravují strukturu modelu a je vyvinut podrobný dopravní modul. (Rok 2019 byl vybrán jako základní rok modelu, aby se předešlo zkreslení způsobenému pandemickým rokem 2020.) Modelovací horizont sahá od roku 2019 do roku 2050, rozdělený na dvě dvouleté a šest pětiletých časových period. Aktivitní data a emise byly kalibrovány dle roku 2022. Rok je v modelu rozdělen na 12 časových úseků: 4 sezónní časové úseky a 3 denní úrovně (den, špička a noc). Model zahrnuje emise skleníkových plynů (CO₂, CH₄, N₂O) a dalších znečišťujících látek (SO₂, NO_x, NMVOC, PM). Emise skleníkových plynů ze zemědělství a využívání půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví (LULUCF) nejsou v modelu zahrnuty.

5.1.2. Scénáře

Analyzované scénáře vychází ze scénáře WAM3rev (dále jen jako WAM), který byl vybrán do již schválené aktualizace NKEP a jehož zdrojová příměšenost v elektroenergetice byla validována modelem PLEXOS ve společnosti ČEPS. Scénář WAM mimo jiné předpokládá behaviorální snížením poptávky po dopravních výkonech od roku 2030 dále – oproti prognóze poptávky po dopravě zpracované pro Dopravní politiku ČR 2021-2027 (MD 2021), která pochází z doby před pandemií Covid-19 a energetickou krizí. Tabulka 3 uvádí předpokládané dopravní výkony v silniční a železniční dopravě.

Tabulka 3 - Předpokládané dopravní výkony v silniční a železniční dopravě

Segment	Jednotka	2025	2030	2035	2040	2045	2050
Autobusy - ostatní	mil. oskm	5 908	6 177	6 463	6 678	6 842	6 700
Autobusy -MHD	mil. oskm	10 471	11 560	12 421	12 500	12 578	12 657
Osobní vozidla	mil. oskm	74 043	75 463	77 582	77 958	78 334	78 710
Silniční nákladní doprava	mil. tkm	41 257	46 528	52 167	56 575	58 154	55 305
Motocykly	mil. oskm	1 323	1 323	1 323	1 323	1 323	1 323
Železniční doprava – nákladní	mil. tkm	19 123	20 087	21 003	21 579	22 155	22 731
Železniční doprava – osobní	mil. oskm	26 220	27 634	28 578	30 002	31 261	32 372

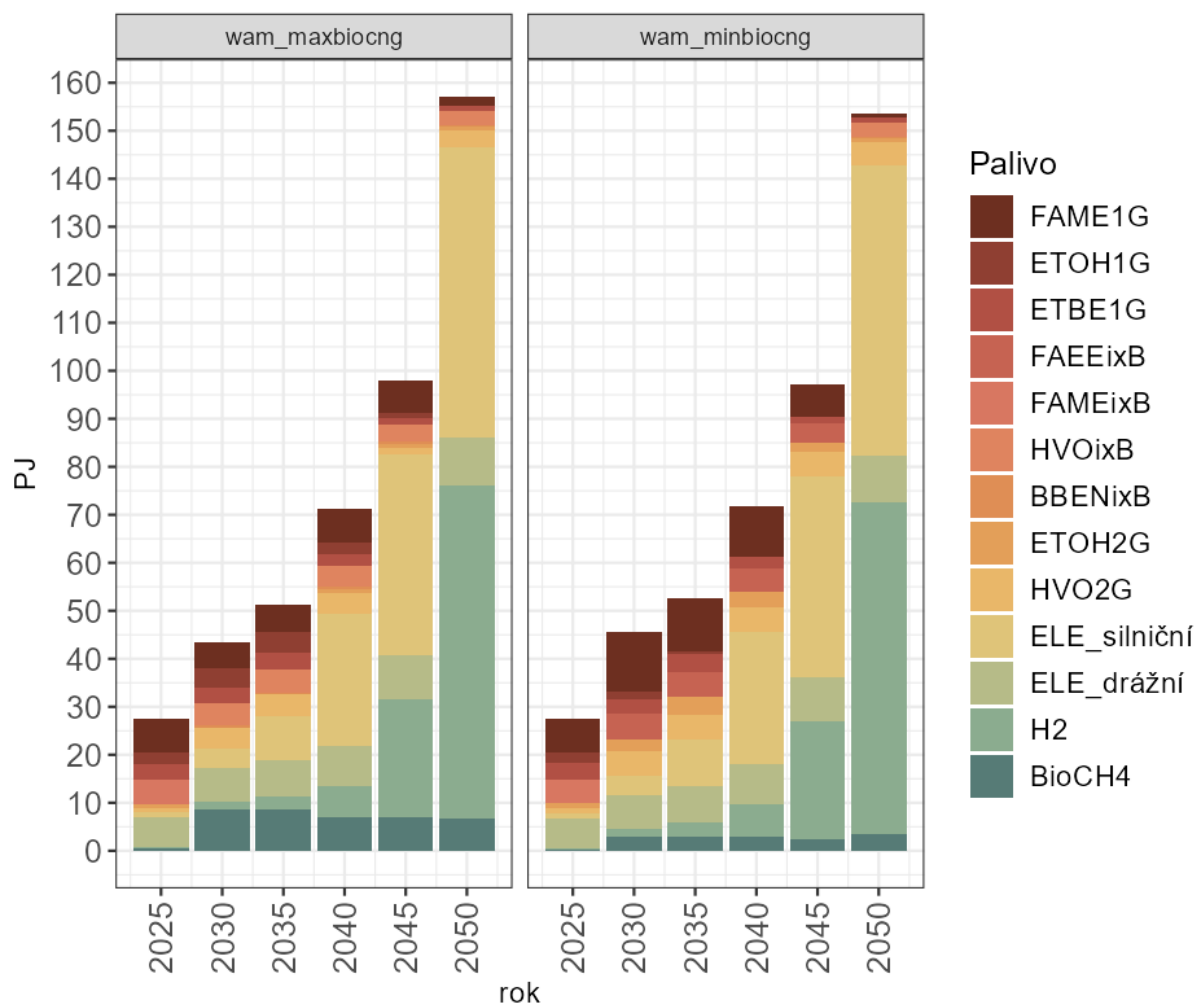
V návaznosti na výsledky scénářů modelu TRANSPLINEX byly vytvořeny 2 hraniční scénáře s minimální a maximální spotřebou pokročilého biometanu v dopravě v roce 2030. Vstupním omezením scénářů je tedy spotřeba biometanu v dopravě v roce 2030. Scénář **wam_minbiocng** předpokládá spotřebu 1,34 PJ (37,3 mil. m³) biometanu v dopravě v roce 2030 a scénář **wam_maxbiocng** 8,65 PJ (240 mil. m³).

5.1.3. Výsledky scénářů

V celkovém objemu spotřeby energií v dopravě má rozdíl 7,3 PJ na celkovou spotřebu paliv i složení vozového parku jen nepatrný vliv.

Jelikož se při výpočtu OZE v dopravě pro biometan uplatňuje multiplikátor 2, má rozdílná spotřeba biometanu vliv i na ostatní biopaliv a elektřiny v dopravě. Ve scénáři wam_maxbiocng je 4.03 PJ ETOH1G, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 1.63 PJ. U FAME1G je ve scénáři wam_maxbiocng 5.62 PJ, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 12.32 PJ. Množství pokročilého HVO (HVO2G) je ve scénáři wam_maxbiocng 4.40 PJ, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 5.28 PJ. V obou scénářích dosáhnou počty elektrických vozidel na horní mez pro rok 2030, dle aktualizovaného Plánu čisté mobility, a proto je rozdíl v spotřebě elektřiny zcela zanedbatelný.

Podrobněji spotřebu biopaliv, vodíku a elektřiny v dopravě ukazuje Obrázek 20.



Obrázek 20 - Biopaliva, vodík a elektřina v dopravě – bez multiplikátorů (PJ)

Na složení vozového parku osobních vozidel má rozdílná spotřeba biometanu v dopravě v roce 2030 minimální dopad. V roce 2030 jsou mezi scénáři wam_maxbiocng a wam_minbiocng rozdíly v počtu osobních automobilů na benzin, diesel a hybridních vozidel na diesel. Ve scénáři wam_maxbiocng je počet vozidel na benzin 3745,1 tisíc, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 3746,3 tisíc, což představuje rozdíl -1,2 tisíc ve prospěch wam_minbiocng. U dieselových vozidel je ve scénáři wam_maxbiocng 2439,3 tisíc vozidel, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 2438,4 tisíc, což znamená rozdíl 0,9 tisíc ve prospěch wam_maxbiocng. U hybridních vozidel na diesel je ve scénáři wam_maxbiocng 11,2 tisíc vozidel, zatímco ve scénáři wam_minbiocng je to 12,7 tisíc, což představuje rozdíl -1,5 tisíc ve prospěch wam_minbiocng.

Použité zdroje

Capros, P., Paroussos, L., Fragkos, P., Tsani, S., Boitier, B., Wagner, F., . . . Bollen, J. (2014). Description of models and scenarios used to assess European decarbonisation pathways. *Energy Strategy Reviews*, 2(3–4). 220-230. Načteno z <https://doi.org/10.1016/j.esr.2013.12.008>

Loulou, R., Lehtilä, A., Kanudia, A., Remme, U., & Goldstein, G. (2020). Documentation for the TIMES Model PartII [Documentation]. Energy Technology Systems Analysis Programme. Načteno z https://iea-etsap.org/docs/Documentation_for_the_TIMES_Model-PartII.pdf

5.2. Input-Output model / model všeobecné rovnováhy – CGE

5.2.1. Metodologie

Techniky ex ante modelování se běžně používají k hodnocení ekonomických účinků environmentálních politik, protože umožňují posoudit potenciální přínos politiky z hlediska ekonomické efektivity, environmentální účinnosti a proveditelnosti před jejím zavedením (Williges et al., 2022). Pokud navrhovaná regulace může vést ke změnám v chování a ekonomickém blahobytu, mohou modely částečné rovnováhy zachytit tyto různé prvky tím, že zahrnují realistické interakce mezi výrobcí a spotřebiteli, například strategické chování. Avšak v případech, kdy jsou průmyslová odvětví složitá, interakce politik jsou komplikované a přímé účinky na jiná odvětví jsou významné, nebo když se snažíme pochopit dlouhodobé a celosystémové účinky změn politik na více ekonomických subjektů, staly se pro analýzu vzájemných závislostí mezi odvětvími zásadními makroekonomické modely, jako jsou Input-Output modely a modely výpočetní všeobecné rovnováhy (CGE). Ty jsou nezbytné při zvažování politik, které by mohly nepřímo ovlivnit odvětví, na něž nebyly původně zaměřeny, prostřednictvím zvýšených nákladů na meziprodukty nebo by mohly neúmyslně vést ke změnám vybraných daňových příjmů pro vládu (Smith and Zhao, 2020). Zejména modely všeobecné rovnováhy (CGE) mohou nabídnout přesnější pohled než modely částečné rovnováhy (Carbone et al., 2022). Lze rozlišit dvě široké kategorie GE modelů: Analytické a výpočetní modely. Jedná se o simulační modely, které kombinují abstraktní strukturu obecné rovnováhy formalizovanou Arrowem a Debreuem s reálnými ekonomickými daty a numericky řeší úrovně nabídky, poptávky a ceny, které podporují rovnováhu na určitém souboru trhů (Wing, 2004).

Navzdory silným stránkám modelů CGE byly standardní modely CGE často kritizovány modeláři energetických systémů pro nedostatek podrobných technologických informací o energetickém systému (Bohringer, 1998).

Dosavadní práce ukázaly, že agregace technologických a prostorových detailů v ekonomických modelech může zakrýt důležité zdroje heterogenity, což může vést k podstatně odlišným předpovídaným výsledkům mezi modely využívajícími různé úrovně agregace. Studie využívající standardní modely pro celé hospodářství k posouzení nákladů a přínosů dekarbonizace v odvětví elektřiny nebo dopravy tak běžně trpí "agregačním zkreslením" ((Cai et al., 2023), (Cai and Arora, 2015)).

Modely CGE, které nejsou výslovně zaměřeny na energetiku a klima, mají obvykle agregované zastoupení odvětví elektřiny, které zahrnuje všechny výrobní technologie v kombinaci s odvětvím distribuce. V důsledku toho je složení mixu elektrické energie do značné míry nepružné a může se měnit pouze prostřednictvím substituce výrobních faktorů, jako jsou vstupy fosilních paliv, např. plynu, ropy nebo uhlí (Faehn et al., 2020). Aby se zlepšila úroveň podrobnosti důsledků přechodu na zelenou energii, přešly modely CGE zaměřené na energetiku a klima k hybridní formulaci, která se vyznačuje rozdělením odvětví elektřiny na několik samostatných činností a technologií výroby energie (Peters, 2016).

Tradičně byly vyvinuty kontrastní typy modelování, které mají odpovědět na otázky týkající se účinnosti a nákladů politik, jejichž cílem je posunout energetické systémy směrem k environmentálně žádoucnějším technologiím. Na jedné straně se již dlouho používají modely "zhora-dolu" ("*Top-Down*", TD), jako je CGE, které zkoumají důsledky politik z hlediska veřejných financí, hospodářské konkurenceschopnosti a zaměstnanosti. Na druhé straně jsou modely "zdola nahoru" ("*Bottom-Up*",

BU) modely, jako jsou modely optimalizace energetického systému (např. TIMES), poskytují podrobné znázornění energetického systému a mohou zachytit důležité interakce v rámci energetického systému, potenciály zdrojů specifických pro danou technologii, náklady a účinnost přeměny. Jako takové se používají k ilustraci radikálně odlišných technologických a environmentálních budoucností. Modely BU však postrádají realistické znázornění makroekonomických zpětných vazeb, které by s sebou nesly různé energetické cesty a politiky, jako jsou změny v ekonomické struktuře, produktivitě a obchodu, ekonomickém růstu a další (Hourcade et al., 2006).

Vzhledem k omezením každého typu modelu se hybridní modely snaží tyto dva přístupy sladit. V případě energeticky orientovaných CGE modelů se tak děje především začleněním detailů technologie BU do jejich makroekonomického rámce TD (Krook-Riekkola et al., 2017).

Používáme rekurzivně-dynamický model CGE implementovaný v programu GAMS jako problém smíšené komplementarity MCP (Mixed Complementarity Problem) a řešený pomocí solveru PATH, který vychází z rakouského modelu CGE (Miess et al., 2022). Na straně výroby model rozlišuje 24 různých nákladově konkurenceschopných odvětví, která při výrobě využívají jako vstupy práci, kapitál, energie a materiál. Dynamika modelu se řídí jednoduchým Ramseyho modelem v rovnovážném stavu, kde jsou úspory endogenní podle intertemporální a optimální volby agentů domácností, kteří prostřednictvím svého rozhodnutí o úsporách optimalizují současnou spotřebu a budoucí investice. Předpokládá se, že práce zůstává v čase konstantní a trh práce se řídí standardním předpokladem plné zaměstnanosti. Předpokládá se, že kapitál a práce jsou napříč odvětvími homogenní, a česká ekonomika je modelována jako malá otevřená ekonomika, přičemž podíly mezi dováženým a domácím zbožím se předpokládají fixní a vývoz roste exogenně v souladu s cestou rovnovážného růstu.

Bohringer a Rutherford (2008) ukazují, že vlastnosti ekonomické rovnováhy implementované skrz MCP umožňují modelářům integrovat analýzu BU přímo do TD modelu. Podmínka nulového zisku specifická pro danou technologii zajišťuje, že ceny elektřiny pro jednotlivé výrobní technologie nepřekročí jejich příslušné výrobní náklady. Tyto náklady zahrnují jak variabilní, tak fixní složky. Kalibrační proces může dále zpřesnit strukturu nákladů tak, aby odrážela reálné podmínky. Model stanoví, že výroba elektřiny každou technologií by neměla překročit její dostupnou kapacitu. Kapacity jsou stanoveny exogenně na základě modelu TIMES a upraveny pomocí specifických koeficientů tak, aby odpovídaly technickým údajům. Na makroúrovni modul nařizuje, aby agregovaná dodávka elektřiny ze všech technologií splňovala nebo převyšovala celkovou poptávku po elektřině. Tím je zajištěno, že trh s elektřinou je vždy v rovnováze. Protože každá technologie pracuje s různými výrobními náklady, ale může existovat pouze jediná tržní cena elektřiny, je cena elektřiny určena výrobními náklady nejdražší technologie, která aktivně dodává elektřinu na trh.

Doprava, zahrnuje osobní individuální a veřejnou a nákladní dopravu. Nákladní doprava zahrnuje pozemní silniční a železniční, a vodní a leteckou. V rámci individuální osobní dopravy volí domácnosti mezi čtyřmi typy vozidel – benzínová (Petrol), naftová (Diesel), bateriová (BEV) auta a plug-in hybridy (PHEV).

Další součástí hybridního modelovacího rámce je model diskrétní volby pro individuální soukromou dopravu. CGE model je propojen s endogenní poptávkou po nízkoemisních a energeticky efektivních technologiích, která je založena na heterogenních preferencích spotřebitelů odvozených z modelu diskrétní volby odhadovaného pomocí dat z průzkumů navržených specificky pro tento účel. Účelem modelu diskrétní volby je určit podíly jednotlivých technologií vozidel na trhu při jejich nákupu, což se následně promítá do nových registrací vozidel.

Užitkové parametry domácností jsou odhadovány pomocí smíšeného logitového modelu, který vychází ze specifických charakteristik vozidel, jako je pořizovací cena, náklady na palivo a dojezdová vzdálenost

elektromobilů (BEV). Smíšený logitový odhad poskytuje vektor specifických užitkových parametrů pro každou proměnnou. Vynásobením těmito počátečními hodnotami proměnných získáme nepřímý užitek z pořízení vozidla určitého typu (Truong and Hensher, 2012). Na základě nepřímých užitek je odvozena pravděpodobnost volby pro všechny čtyři typy vozidel, což reprezentuje podíly na trhu při nákupu automobilů. Tyto podíly, násobené agregátní poptávkou domácností po individuální dopravě, určují poptávku po jednotlivých typech vozidel. Kromě spotřebitelských preferencí závisí podíly na trhu vozidel také na vývoji pořizovací ceny, změnách v daňové politice nebo cenách paliva a elektřiny. Tímto způsobem je model diskrétní volby (DC) plně integrován do modelu CGE.

Poptávka po benzínu, naftě, PHEV a BEV se odráží v počtu nově pořízených automobilů vstupujících do vozového parku. Poptávka po palivech, údržbě a opravách se vyvíjí v souladu s vývojem vozového parku. Zatímco počet nově registrovaných automobilů odpovídá rozhodnutím domácností o nákupu, stav každého z pěti typů vozidel se vyvíjí podle standardního procesu akumulace a opotřebení.

5.2.2. Scenáře

Nulová varianta - BAU

Referenční scénář BAU představuje nejpravděpodobnější vývoj ekonomiky pouze s existujícími opatřeními. Zahrnuje systém obchodování s emisními povolenkami (EU ETS 1). Cena povolenek se řídí Harmonizovanou trajektorií doporučenou DG Climate Action pro scénář WEM (EK, 2022). Cíl na snížení emisí skleníkových plynů není vynucován, stejně tak není zaveden mechanismus úpravy uhlíkových hranic (CBAM) (Poznámka: CBAM není v současné době součástí modelu CGE). 40 % příjmů z EU ETS1 není explicitně využito na podporu dekarbonizace. Implementován je pouze Modernizační fond. Složení motorové nafty se předpokládá 12 % B0 a 88 % B7. Složení automobilového benzínu se uvažuje 97.3 % E5, 0.2 % E0 a 2.5 % Natural 98/100. Pro zemní plyn předpokládáme 100% ní zastoupení fosilního metanu.

Scénář MAX

Scénář MAX se od scénáře BAU odchyluje ve svém předpokladu maximálního dosažitelného podílu biosložek v palivech na základě scénáře REDIII. Složení motorové nafty se předpokládá 3 % B0 a 97 % B10. Složení automobilového benzínu se uvažuje 96.2 % E10, 0.2 % E0 a 3.6 % Natural 98/100. Pro zemní plyn předpokládáme 100% ní zastoupení biometanu.

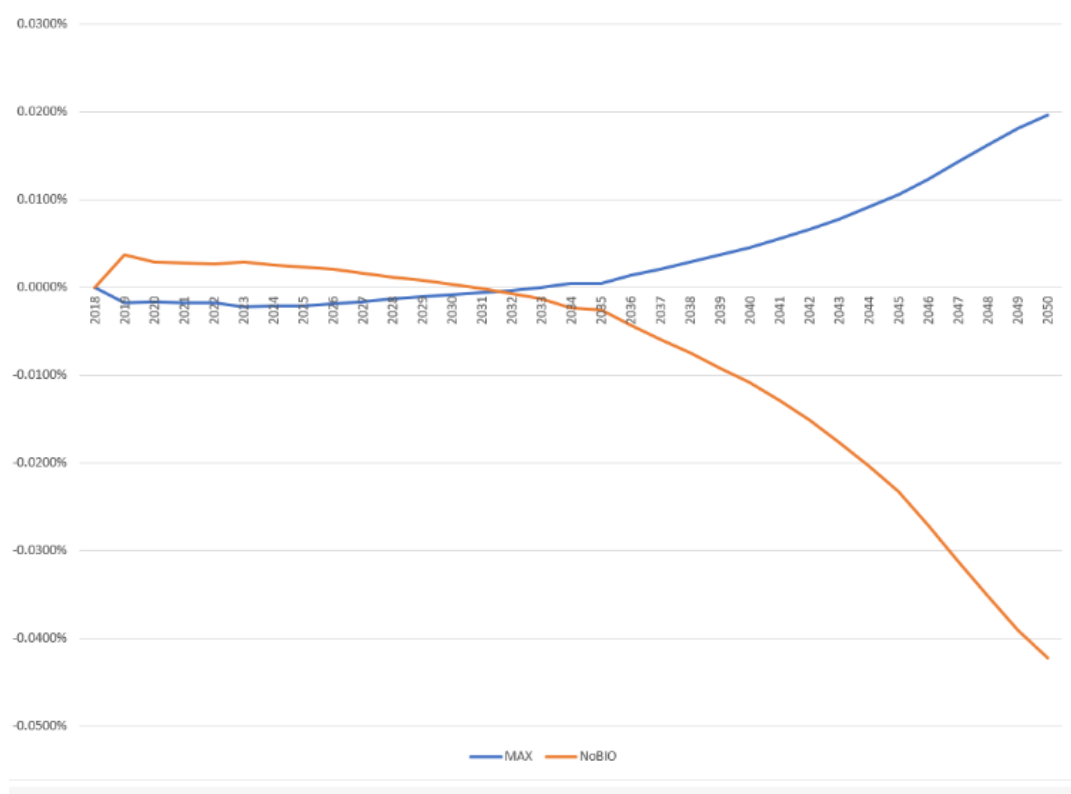
Scénář NoBIO

Scénář NoBIO se od scénáře BAU odchyluje ve svém předpokladu nepřidávání biosložek do paliv. Složení motorové nafty se tedy předpokládá 10 % B0 a složení automobilového benzínu se uvažuje 100 % E0. Pro zemní plyn předpokládáme 100% ní zastoupení fosilního metanu.

5.2.3. Makroekonomické dopady

HDP

Celkový ekonomický dopad měřený pomocí HDP je marginální v obou scénářích, v rozmezí -0.005 až 0.02%. Zatímco v scénáři MAX je v počátečních letech dopad velmi mírně negativní v řádu kolem -0.001 % v srovnání s BAU, po roce 2031 začíná převažovat pozitivní efekt. Po roce 2035 je patrná výraznější akcelerace, která vede k největšímu pozitivnímu dopadu na HDP do roku 2050. Naopak scénář NoBIO (oranžová linie) má zpočátku podobný vývoj, avšak po roce 2025 dochází k postupnému poklesu. Tento pokles se od roku 2030 výrazněji prohlubuje, přičemž nejstrmější propad je zaznamenán mezi lety 2035 a 2050. Scénář MAX odráží strategii zahrnující vyšší investice do inovací v sektoru pohonných hmot a energetické transformace, které přinášejí dlouhodobý mírný růst HDP. Naopak scénář NoBIO představuje cestu s omezeným využitím biosložek, což vede k ekonomickému poklesu.



Obr. 1: Relativní dopad na HDP v scénářích

Investice

Obrázky 2 a 3 zobrazují teplotní mapy investic napříč agregovanými sektory zahrnutými v CGE modelu. Investiční dopady pro oba scénáře jsou opět marginální, výraznější konsekvence změny kompozice paliv je patrná pouze v sektoru produkce automobilového benzínu a motorové nafty po roce 2035, kdy se registrace konvenčních vozidel začínají výrazně snižovat. Mírný negativní dopad má scénář MAX na

sektor výroby elektřiny kolem roku 2050. Scénář NoBIO naopak přináší mírný pozitivní efekt na produkci benzínu po roce 2040.

	AGR	FERR	CHEM	ENG	CARS	VEH	OTHER	BUI1	BUI2	PT	RoadFT	RailFT	Tserv	NCST	RnD	SERV	CAR_SERV	ELE_INF	LDH	GAS	COAL	CRUDE	FUELP	FUELD	nuclear	naturalgas	wind	coalall	pv	oil	hydro	rest
2018																																
2019					##													##		##												
2020																																
2021					##																											
2022		##			##																##	##		##								
2023		##																														
2024				##		##																										
2025									##																							
2026															##																	
2027							##																									
2028																																
2029																																
2030																																
2031																																
2032																																
2033					##																											
2034				##														##														
2035				##																												
2036								##																##	##							
2037								##																##	##							
2038																																
2039																																
2040								##															##	##								
2041								##															##	##								
2042								##															##	##								
2043								##															##	##								
2044																																
2045																																
2046																							##	##								
2047																							##	##								
2048																							##	##								
2049																							##	##								
2050		##				##				##		##		##				##	##		##	##				##	##	##	##	##	##	##

Obr. 2: Relativní dopad na investice v scénáři MAX

	AGR	FERR	CHEM	ENG	CARS	VEH	OTHER	BUI1	BUI2	PT	RoadFT	RailFT	Tserv	NCST	RnD	SERV	CAR_SERV	ELE_INF	LDH	GAS	COAL	CRUDE	FUELP	FUELD	nuclear	naturalgas	wind	coalall	pv	oil	hydro	rest
2018																																
2019																																
2020																																
2021																																
2022																																
2023																																
2024																																
2025																																
2026																																
2027																																
2028																																
2029																																
2030																																
2031																																
2032																																
2033																																
2034																																
2035																																
2036																																
2037																																
2038																																
2039																																
2040																																
2041																																
2042																																
2043																																
2044																																
2045																																
2046																																
2047																																
2048																																
2049																																
2050																																

Obr. 3: Relativní dopad na investice v scénáři NoBIO

Produkce odvětví

Obrázky 4 a 5 znázorňují celkové dopady na výstupy sektorů zahrnutých v modelu. Výstup sektoru produkce benzínu klesá nejvýrazněji v obou scénářích, pouze v scénáři MAX k tomu dochází o něco později, kolem roku 2035. Roste naopak mírně produkce zemního plynu (GAS), výzkum a vývoj (RnD), stavebnictví (BUI) a marginálně i produkce nafty. Naopak výstup automobilové produkce (CARS) klesá po roce 2035. Se zvyšujícím se množstvím BEV roste po roce 2035 mírně i produkce komponentů elektromotorů a baterek (ENG). Naopak scénář NoBIO má na zmíněné sektory negativní dopad s výjimkou produkce motorové nafty, která mírně roste ve srovnání s BAU.

	AGR	FERR	CHEM	ENG	CARS	VEH	OTHER	BUI1	BUI2	PT	RoadFT	RailFT	Tserv	NCST	RnD	SERV	CAR_SERV	ELE_INF	LDH	GAS	COAL	CRUDE	FUELP	FUELD
2018																								
2019																								
2020																								
2021																								
2022																								
2023																								
2024																								
2025																								
2026																								
2027																								
2028																								
2029																								
2030																								
2031																								
2032																								
2033																								
2034																								
2035																								
2036																								
2037																								
2038																								
2039																								
2040																								
2041																								
2042																								
2043																								
2044																								
2045																								
2046																								
2047																								
2048																								
2049																								
2050																								

Obr. 4: Relativní dopad na produkci odvětví v scénáři MAX

	AGR	FERR	CHEM	ENG	CARS	VEH	OTHER	BUI1	BUI2	PT	RoadFT	RailFT	Tserv	NCST	RnD	SERV	CAR_SERV	ELE_INF	LDH	GAS	COAL	CRUDE	FUELP	FUELD
2018																								
2019																								
2020																								
2021																								
2022																								
2023																								
2024																								
2025																								
2026																								
2027																								
2028																								
2029																								
2030																								
2031																								
2032																								
2033																								
2034																								
2035																								
2036																								
2037																								
2038																								
2039																								
2040																								
2041																								
2042																								
2043																								
2044																								
2045																								
2046																								
2047																								
2048																								
2049																								
2050																								

Obr. 5: Relativní dopad na produkci odvětví v scénáři NoBIO

Zaměstnanost

Dopady na zaměstnanost v odvětvích kopíruje vývoj produkce pro oba scénáře. V scénáři MAX, zatímco v sektorech spojených s tranzicí směrem k biopalivům je vyšší poptávka po práci, zaměstnanost v rafinérní výrobě benzínu klesá. Rovněž tak klesá počet pracovních příležitostí v rámci výroby aut

(CARS). NoBIO scénář naopak přináší opět opačný vývoj a vyšší poptávku po práci pouze v rámci výroby nafty před rokem 2037, dokud ještě jsou konvenční naftová auta více registrována.

Tyto změny podtrhují transformační dopad hospodářských politik a tržní dynamiky na vzorce zaměstnanosti v jednotlivých sektorech.



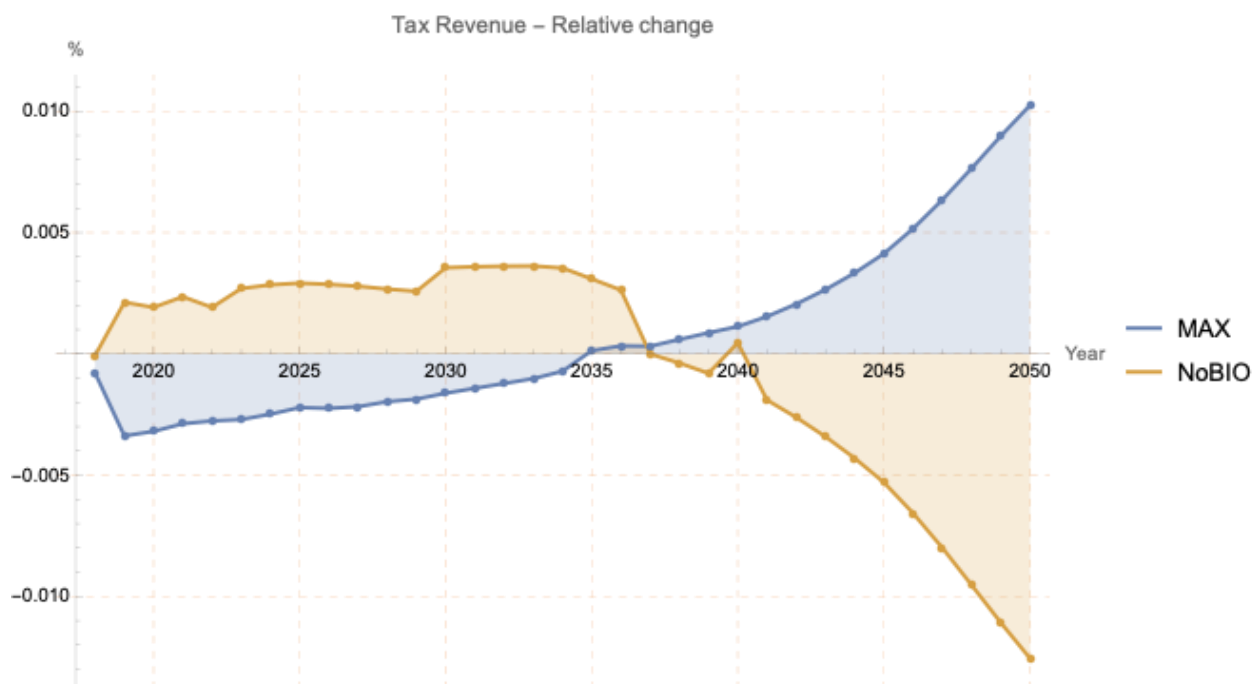
Obr. 6: Relativní dopad na zaměstnanost v scénáři MAX

	AGR	FERR	CHEM	ENG	CARS	VEH	OTHER	BUI1	BUI2	PT	RoadFT	RailFT	Tserv	NCST	RnD	SERV	CAR_SERV	ELE_INF	LDH	GAS	COAL	CRUDE	FUELP	FUELD	nuclear	naturalgas	wind	coalall	pv	oil	hydro	rest
2018																																
2019																																
2020																																
2021																																
2022																																
2023																																
2024																																
2025																																
2026																																
2027																																
2028																																
2029																																
2030																																
2031																																
2032																																
2033																																
2034																																
2035																																
2036																																
2037																																
2038																																
2039																																
2040																																
2041																																
2042																																
2043																																
2044																																
2045																																
2046																																
2047																																
2048																																
2049																																
2050																																

Obr. 7: Relativní dopad na zaměstnanost v scénáři NoBIO

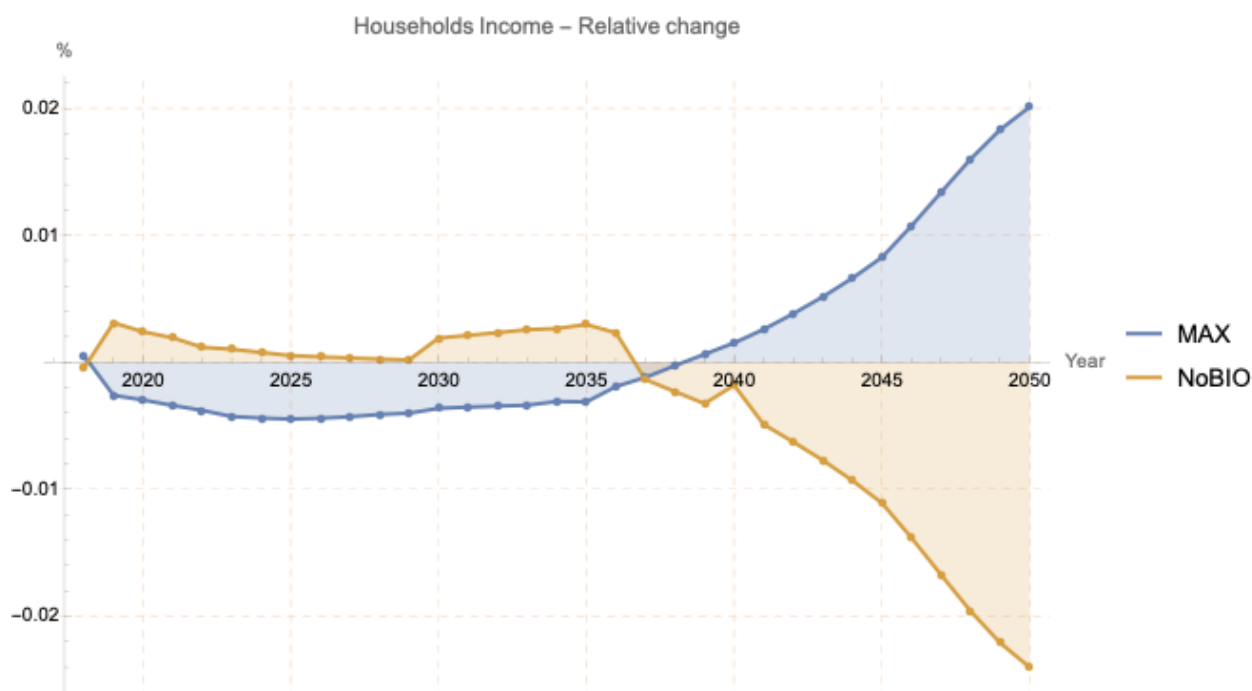
Daňové příjmy a příjmy domácností

Vládní příjmy z daní a příjmy domácností jsou trendově souladné s celkovými ekonomickými trendy pozorovanými v různých scénářích, tak jak se odráží ve změnách HDP (obrázek 1). Ve scénáři NoBIO lze posun od pozitivních k negativním účinkům na daňové příjmy počínaje rokem 2037 přičíst klesajícím příjmům z kapitálu, spotřeby a práce. Tento pokles koreluje se snížením podílu HDP pocházejícího z práce ve všech odvětvích ekonomiky, které se projeví kolem roku 2032. Za zmínku stojí, že zatímco příjmy z práce v neelektrických odvětvích zaznamenávají pokles, ostatní složky HDP, jako je práce v technologiích výroby elektřiny a kapitál, zůstávají v tomto scénáři relativně nedotčeny.



Obr. 9: Daňové příjmy

Snížení příjmů domácností z práce ve scénáři NoBIO přispívá k postupnému poklesu příjmů z daní z práce počínaje rokem 2032, který pokračuje až do roku 2050. Významnou příčinou pozorovaných ztrát HDP a příjmů domácností je snižující se renta z nedostatku spojená s kapacitními omezeními technologií výroby elektřiny. Tento trend zesílí po roce 2036, což se shoduje s mírným poklesem celkové výroby elektřiny. Pokles příjmů domácností z těchto vzácných rent má další dopad na vládní příjmy, což vede ke snížení výběru kapitálových daní. Navzdory těmto změnám zůstávají celkové dopady na daňové příjmy, příjmy domácností a HDP minimální, přičemž odchylky zůstávají v absolutním vyjádření hluboko pod 0,02 procentního bodu.



Ve scénáři MAX pozorujeme podobnou dynamiku, i když v opačném směru. Mírný nárůst výroby elektřiny podle tohoto scénáře podporuje mírný nárůst renty z nedostatku, což následně pozitivně ovlivňuje příjmy domácností a daňové příjmy státu. V důsledku toho dochází k marginálnímu nárůstu daňových příjmů z práce i kapitálu, což přispívá k dlouhodobým pozitivním ekonomickým účinkům scénáře.

5.2.4. Shrnutí

Toto modelové vyhodnocení nastiňuje složitou provázanost mezi politikami v oblasti životního prostředí, technologickými změnami a makroekonomickými výsledky. Srovnání scénářů MAX a NoBIO zdůrazňuje zásadní roli biopaliv a inovací při utváření hospodářských trajektorií, dynamiky odvětví a blahobytu domácností. Zatímco oba scénáře vykazují marginální celkové ekonomické dopady, scénář MAX vykazuje dlouhodobé pozitivní účinky na HDP, zaměstnanost a příjmy domácností v důsledku zvýšených investic do transformace energie a vyšší výroby elektřiny. Naopak scénář NoBIO vede k postupnému ekonomickému poklesu, který je způsoben snížením renty z nedostatku ve výrobě elektřiny a poklesem daňových příjmů z práce a kapitálu.

Je však důležité zmínit, že model použitý pro tuto analýzu je především modelem české ekonomiky shora dolů, který zahrnuje některé komponenty přístupu zdola nahoru, aby umožňoval pojmout větší úroveň technologického detailu v odvětvích výroby elektřiny a dopravy. Jako takový není schopen zachytit detaily technicko-ekonomické detaily typické pro přístup zdola nahoru (např. v modelu TIMES-CZ), které jsou relevantní pro analyzované politiky, jako je např. diferenciací biopaliv (prvogenerační, vyspělá a pokročilá), které by mohly generovat relevantní efekty na obecnou rovnováhu a celou ekonomiku. Takto by např. by větší technologický pokrok ve výrobě pokročilých biopaliv v ČR mohl generovat větší ekonomický výkon tohoto sektoru, což by mohlo vést k pozitivním makroekonomickým efektům.

Použité zdroje

Bohringer, Christoph. 1998. The synthesis of bottom-up and top-down in energy policy modeling. *Energy Economics* 20 (3): 233-248.

Bohringer, Christoph, and Thomas F Rutherford. 2008. Combining bottom-up and top-down. *Energy Economics* 30 (2): 574–596.

Cai, Yiyong, and Vipin Arora. 2015. Disaggregating electricity generation technologies in cge models: A revised technology bundle approach with an application to the US clean power plan. *Applied Energy* 154:543–555.

Cai, Yongxia, Jared Woollacott, Robert H Beach, Lauren E Rafelski, Christopher Ramig, and Michael Shelby. 2023. Insights from adding transportation sector detail into an economy-wide model: the case of the ADAGE CGE model. *Energy Economics* 123:106710.

Carbone, Jared C, Linda TM Bui, Don Fullerton, Sergey Paltsev, and Ian Sue Wing. 2022. When and how to use economy-wide models for environmental policy analysis. *Annual Review of Resource Economics* 14:447–465.

Faehn, Taran, Gabriel Bachner, Robert Beach, Jean Chateau, Shinichiro Fujimori, Madanmohan Ghosh, Meriem Hamdi-Cherif, Elisa Lanzi, Sergey Paltsev, Toon Vandyck, et al. 2020. Capturing key energy and emission trends in CGE models: Assessment of status and remaining challenges. *Journal of Global Economic Analysis* 5 (1): 196–272.

Hourcade, Jean-Charles, Mark Jaccard, Chris Bataille, and Frédéric Gherzi. 2006. Hybrid modeling: New answers to old challenges introduction to the special issue of the Energy Journal. *The Energy Journal*, no. Special Issue# 2.

Krook-Riekkola, Anna, Charlotte Berg, Erik O. Ahlgren, and Patrik Söderholm. 2017. Challenges in Top-Down and Bottom-Up soft-linking: Lessons from linking a Swedish energy system model with a CGE model. *Energy* 141:803–817.

Miess, Michael, Stefan Schmelzer, Milan Šcasný, and Vědunka Kopečná. 2022. Abatement technologies and their social costs in a hybrid general equilibrium framework. *The Energy Journal* 43 (2).

Peters, Jeffrey C. 2016. The GTAP-power data base: Disaggregating the electricity sector in the GTAP Data Base. *Journal of Global Economic Analysis* 1 (1): 209–250.

Smith, V Kerry, and Min Qiang Zhao. 2020. Economy-wide modeling, environmental macroeconomics, and benefit-cost analysis. *Land Economics* 96 (3): 305–332.

Williges, Keith, Wytze Van der Gaast, Krisztina de Bruyn-Szendrei, Andreas Tuerk, and Gabriel Bachner. 2022. The potential for successful climate policy in National Energy and Climate Plans: highlighting key gaps and ways forward. *Sustainable Earth* 5 (1): 1.

Wing, Ian Sue. 2004. Computable general equilibrium models and their use in economy-wide policy analysis. *Technical Note, Joint Program on the Science and Policy of Global Change, MIT*.