Technologické trendy v silniční dopravě

4. etapa

Směry technologického vývoje – oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu

Aktualizace strategické výzkumné agendy

Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu

Květen 2019

Vypracoval řešitelský tým ve složení: Ing. Miloš Podrazil

 Ing. Vladimír Třebický, CSc.

Vedoucí řešitelského týmu: Ing. Miloš Podrazil
asistent výkonného ředitele
Česká asociace petrolejářského
průmyslu a obchodu

 Rubeška 393/7

 190 00 Praha 9

 tel.: +420 274 817 404

 mobil: +420 602 656 683

 e-mail: cappo@cappo.cz

 17. 5. 2019

………………………………………..

 podpis, datum

**Obsah**

[**1.** **Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu** 4](#_Toc5959523)

[1.1 Úvod 4](#_Toc5959524)

[1.2 Hlavní problémy výzkumu a vývoje v oblasti alternativních pohonných hmot pro silniční dopravu 4](#_Toc5959525)

[1.3 Vize budoucího stavu v roce 2030 5](#_Toc5959526)

[1.4 Základní charakteristika legislativy k RED II 5](#_Toc5959527)

[1.4.1 Cíle a obsah směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů 5](#_Toc5959528)

[1.4.2 Cíle a obsah návrhu vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu 7](#_Toc5959529)

[1.4.3 Zákon o ochraně ovzduší a novela zákon o podpoře obnovitelných zdrojů 8](#_Toc5959530)

[1.4.3.1 Zákon o ochraně ovzduší 8](#_Toc5959531)

[1.4.3.2 Novela zákona o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů 9](#_Toc5959532)

[1.4.4 Analýza plnění dopadů cílů legislativy na sortiment a kvalitu paliv pro silniční dopravu do roku 2030 9](#_Toc5959533)

[1.5 Náplň zaměření a hlavních výzkumných témat v oblasti alternativních paliv pro silniční dopravu 10](#_Toc5959534)

[1.5.1 Téma 1: Hydrogenované rostlinné oleje 11](#_Toc5959535)

[1.5.1.1 Zaměření a cíle 11](#_Toc5959536)

[1.5.1.2 Stručný popis tématu 12](#_Toc5959537)

[1.5.2 Téma 2: Biometan 12](#_Toc5959538)

[1.5.2.1 Zaměření a cíle 12](#_Toc5959539)

[1.5.2.2 Stručný popis tématu 13](#_Toc5959540)

[1.5.3 Téma 3: BioLPG 13](#_Toc5959541)

[1.5.3.1 Zaměření a cíle 13](#_Toc5959542)

[1.5.3.2 Stručný popis tématu 13](#_Toc5959543)

[1.5.4 Téma 4: Vodík 13](#_Toc5959544)

[1.5.4.1 Zaměření a cíle 13](#_Toc5959545)

[1.5.4.2 Stručný popis tématu 14](#_Toc5959546)

[1.5.5 Dílčí závěr a doporučení 14](#_Toc5959547)

[1.6 Závěr kapitoly 14](#_Toc5959548)

[Příloha: Návrh na řízený sběr a nakládání s UCO 16](#_Toc5959549)

[Seznam zkratek 18](#_Toc5959550)

[Seznam použité literatury 19](#_Toc5959551)

## **Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu**

## Úvod

V Úředním věstníku EU byla dne 21. 12. 2018 zveřejněna Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 ze dne 11. prosince 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (L328). Jedná se o text s významem pro EHP. Směrnice definuje cíle podpory využívání energie z OZE v členských státech pro období 2021 až 2030. Členské státy musí směrnici transponovat do národního práva do 30. 6. 2021. V ČR má transpozici zpracovat a projednat MPO.

V závěru roku 2018 Ministerstvo průmyslu a obchodu vložilo do připomínkovacího procesu koncepční materiál „Návrh vnitrostátního plánu České republiky v oblasti energetiky a klimatu“ (prosinec 2018) a novelu zákona č. 165/2012 Sb., o podpoře obnovitelných zdrojů. Oba materiály mají význam pro uplatňování energie z OZE v podmínkách ČR.

V souladu se směrnicí 2018/2001 a zmíněným materiálem byla aktualizována strategická výzkumná agenda alternativních pohonných hmot pro TPSD. Agenda je zaměřena na definici opatření ke splnění cílů v sektoru doprava.

## Hlavní problémy výzkumu a vývoje v oblasti alternativních pohonných hmot pro silniční dopravu

Problémy výzkumu a vývoje technologií alternativních paliv v ČR se soustřeďují do vývoje vyspělých biopaliv a vodíku z bezemisních zdrojů.

V současné době je k dispozici celá řada technologií výroby vyspělých paliv na bázi biomasy. Lze je rozdělit do základních skupin:

* hydrolýza celulózy a následná anaerobní fermentace na bioalkoholy a následně na syntetická paliva
* pyrolýza biomasy a na syntézní plyn (směs oxidu uhličitého, uhelnatého a vodíku) s následnou FT syntézou na uhlovodíky
* hydrotermické štěpení biomasy
* technologie výroby a čištění BNG
* výroba bioplynu ze zemědělského a lesního odpadu a komunálního odpadu
* výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy
* pyrolýza plastových a pryžových odpadů.

Detailní popis technologií je uveden v 1. etapě „Popis problémů současného stavu, oblast alternativních pohonných hmot“, březen 2018/TPSD.

Výzkum a vývoj je v oblasti alternativních paliv velmi složitý a časově a finančně náročný. Navíc je v tuzemsku roztříštěný a žádný centrální akční plán nestanovuje priority.

Není dořešena surovinová základna, která může být pro některé technologie limitou.

Prakticky všechny výrobní kapacity zpracování ropy jsou vlastněny společností UNIPETROL RPA. Pouze menší část pohonných hmot pro dopravu vyrábí společnost ČEPRO (100% vlastnictví státu), avšak na základě mísení dovážených polotovarů. Cca 40 % spotřeby pohonných hmot se dováží z okolních zemí jako je Slovensko, SRN a Rakousko. To vše v podstatě určuje skutečnost, že i v daleké budoucnosti bude trh závislý na dovozu vyspělých paliv, a to se všemi dopady na ekonomiku výroby a distribuce paliv pro dopravu.

## Vize budoucího stavu v roce 2030

Vize budoucího stavu pro energii z obnovitelných zdrojů energie do roku 2030 je v současné době definována cíli zveřejněnými ve směrnici Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Členské země musí cíle transponovat do tuzemské legislativy.

Shrnutí cílů:

Celkový závazný cíl energie z OZE pro EU do roku 2030 je 32 %.

Cílem v sektoru dopravy pro ČR v roce 2030 je 14 % energie z OZE na celkové konečné spotřebě energie v dopravě včetně zahrnutí biopaliv 1. generace. EK má možnost do roku 2023 přezkoumat tento cíl, případně ho zvýšit.

Cíle 1. generace biopaliv. Výše příspěvku biopaliv 1. generace v roce 2030 se může rovnat příspěvku těchto biopaliv jako v roce 2020 s možným navýšením o 1 %, avšak příspěvek může být nejvýše 7 % hrubé konečné spotřeby. V případě, že příspěvek biopaliv 1. generace v členském státě je omezen na podíl nižší, než je 7 %, může členský stát snížit celkový podíl energie z OZE v dopravě.

Cíle pro pokročilá biopaliva a bioplyn uvedených v části A přílohy IX směrnice jsou 0,2 % v roce 2022, 1 % v roce 2025 a 3,5 % v roce 2030.

Dvojí započítávání některých biopaliv a bioplynu je možné, pokud biopaliva a bioplyn byly vyrobeny ze surovin uvedených v částech A a B přílohy IX směrnice 2015/1513.

Pro výpočet čitatele se příspěvek z biopaliv a bioplynu vyrobeného ze vstupních surovin uvedených v části B přílohy IX (zahrnuje UCO a živočišné tuky) omezuje na 1,7 % energetického obsahu.

Pro započtení násobitelů pro elektřinu z OZE platí: u železnice je násobitel 1,5, u silniční dopravy je násobitel 4. Pro výpočet se používá národní mix podílu energie z OZE.

Snížení emisí skleníkových plynů ze spalování PHM zůstává na úrovni 6 %.

EK má možnost v průběhu 2021 až 2030 cíle zvýšit.

Cíle musí splnit povinné osoby, tedy EU, členské země a dodavatelé benzinu a motorové nafty.

V legislativě existuje určité technologické a obchodní omezení plnění cílů dané směrnicí 2018/2001 a specifickými národními podmínkami.

## Základní charakteristika legislativy k RED II

### Cíle a obsah směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů

Výchozí základna

Směrnice vychází z „Rámce politiky v oblasti klimatu a energetiky do roku 2030“ z roku 2014. Významně pozměňuje směrnici Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES. V oblasti energetiky aplikuje „Pařížskou dohodu o klimatu z roku 2015“. Stanoví časový horizont účinnosti na období 2021 až 2030. Zveřejněna byla v Úředním věstníku EU dne 11. 12. 2018. Členské státy mají povinnost transponovat směrnici do tuzemské legislativy do 30. 6. 2021. Směrnice k 1. 7. 2021 ruší převážnou část směrnice 2009/28/ES.

Obsah

Řeší zvýšení produkce a užití energie na bázi obnovitelných zdrojů energie, snížení emisí skleníkových plynů ze spalování pohonných hmot a paliv a zvýšení energetické účinnosti. Věcně se týká výroby elektrické energie z obnovitelných zdrojů, vytápění a chlazení a dopravy. Definuje pojmy energie na bázi OZE.

Unijní cíle

* nahradit 32 % fosilní energie energií z OZE. EK může v roce 2023 zvýšení povinnosti revidovat
* vytvořit finanční rámec pro usnadnění investičních projektů
* zajistit výměnu osvědčených postupů mezi celostátními a regionálními orgány
* analyzovat dostupné zdroje biomasy a hierarchii využívání a ukládání odpadů v členských zemích
* napomáhat organizaci přeshraniční spolupráce a pomoci při plnění cílů
* zamezit nadměrnému dovozu obnovitelných zdrojů z třetích zemí
* do 25. 6. 2019 a každé další dva roky má Komise vyhodnotit a případně doplnit seznam surovin v příloze IX, část A a B, směrnice 2015/1513
* stanovit transparentní a jednoznačná pravidla pro výpočet podílu energie z OZE
* založit platformu EU pro rozvoj energie z OZE s cílem výměny informací
* organizovat poskytování poradenství pro energii z OZE
* zpracovat ucelený návrh nákladově a technicky neutrální politiky investic do udržitelných biopaliv po roce 2020
* zřídit unijní databázi udržitelných biopaliv
* vytvořit pravila pro správné postupy prokazování původu paliv
* podporovat vznik „dobrovolných mezinárodních a vnitrostátních režimů pro výrobu udržitelných paliv“.

Cíle členských zemí vč. ČR

Nahradit v sektoru dopravy min. 14 % energie z fosilních paliv energií z OZE. Uloženo dodavatelům automobilových benzinů a motorové nafty.

Zavést do portfolia paliv pro silniční dopravu vyspělá biopaliva min. 0,2 % v roce 2022, 1 % v roce 2025 a 3,5 % v roce 2030. Uloženo dodavatelům benzinů a motorové nafty.

Vypracovat akční plány pro energii z OZE.

Zavést limit používání biopaliv I. generace vyrobených z potravinářských nebo krmných plodin. Uloženo dodavatelům benzinů a motorové nafty.

Vytvořit podmínky pro podporu elektromobility.

Podporovat výrobu paliv recyklací plastů a pryže.

Usilovat o zlepšení kritérií udržitelnosti vyspělých paliv a napomáhat výraznému snížení emisí skleníkových plynů.

Usilovat o zvýšení uplatnění udržitelných zdrojů energie v sektoru chlazení a vytápění, které představuje cca 50 % energetické spotřeby.

Všeobecné rozšíření energie z obnovitelných zdrojů v odvětví dopravy

V roce 2030 musí činit podíl energie z obnovitelných zdrojů na konečné spotřebě energie v odvětví dopravy alespoň 14 % energetického obsahu. Evropská komise má do roku 2023 předložit návrh na zpřísnění. Pro výpočet minimálního podílu mohou být zohledněna kapalná a plynná paliva z obnovitelných zdrojů nebiologického původu používaná v odvětví dopravy a mohou být zohledněna recyklovaná paliva s obsahem uhlíku. V rámci plnění cílů musí dodavatelé benzinů a motorové nafty zajistit příspěvek pokročilých paliv a bioplynu vyrobených ze surovin, uvedených v příloze IX, část A, vyjádřený jako podíl na konečné spotřebě energie v odvětví dopravy tak, aby představoval v roce 2022 alespoň 0,2 %, v roce 2025 alespoň 1 % a v roce 2030 alespoň 3,5 %. Kapalná a plynná paliva z obnovitelných zdrojů nebiologického původu použitá v dopravě od 1. 1. 2021 musí dosáhnout alespoň 70 % udržitelnosti. Podíl biopaliv, biokapalin a paliv vyrobených z biomasy v dopravě, jsou-li vyrobeny z potravinářských a krmných plodin, nesmí být větší než o 1 % v roce 2020 s tím, že podíl konečné spotřeby energie představuje nejvýše 7 %. V období od 31. 12. 2023, nejpozději do 31. 12. 2030, musí tato hodnota klesnout na 0 %.

Pravidla výpočtu s ohledem na minimální podíly energie z obnovitelných zdrojů v odvětví dopravy

K prokázání splnění minimálního podílu OZE může být podíl biopaliv a bioplynu pro dopravu vyrobených ze surovin uvedených v příloze IX započítán jako dvojnásobek jejich energetického obsahu a podíl elektřiny z OZE jako čtyřnásobek, je-li dodávána silničním vozidlům.

Do 31. 12. 2021 musí členské státy přijmout opatření k zajištění dostupnosti paliv z OZE pro odvětví dopravy v souladu se směrnicí 2014/94/EU.

Energie z biopaliv, biokapalin a paliv z biomasy může být zohledněna pouze pokud splňují kritéria udržitelnosti a kritéria emisí skleníkových plynů takto:

* alespoň 50 % v zařízeních, která byla v provozu do 5. 10. 2015 nebo dříve
* alespoň 60 % v zařízeních, jejichž provoz byl zahájen od 6. 10. 2015 do 31. 12. 2020
* alespoň 65 % v zařízeních, jejichž provoz byl zahájen od 1. 1. 2021, alespoň 70 % v případě zahájení provozu od 1. 1. 2021 do 31. 12. 2025 a 80 % u zařízení, jejichž provoz byl zahájen od 1. 1. 2026.

###  Cíle a obsah návrhu vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu

Návrh vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu byl zpracován na základě požadavku nařízení Evropského parlamentu a Rady o správě energetické unie, jehož návrh byl představen v rámci legislativního balíčku s názvem „Čistá energie pro všechny Evropany“ (30. 11. 2016).

V prosinci 2018 MPO předložilo tento plán k diskuzi. Plán má tyto hlavní části: Vnitrostátní cíle, Politiky a opatření, Současný stav a odhady vycházející ze stávajících politik a opatření, Posouzení dopadu a plánovaných politik a opatření.

V části Vnitrostátní cíle řeší tyto dimenze: Dekarbonizace, Energetická účinnost, Energetická bezpečnost, Vnitřní trh s energií, Výzkum, inovace a konkurenceschopnost.

V části Politiky a opatření řeší v tyto dimenze: Snižování emisí uhlíku, Emise skleníkových plynů a jejich pohlcování, Energie z OZE a další prvky.

V dimenzi Vnitřní trh s energií řeší: Elektrizační infrastrukturu, Infrastrukturu pro přepravu plynu, Integraci trhu a energetickou chudobu.

Deklarovaným účelem plánu je příprava a implementace politiky a opatření pro splnění cílů EU a dlouhodobých závazků spojených se snižováním emisí do roku 2030, stimulace spolupráce mezi členskými státy, vyšší regulační a investiční jistota vyplývající z pokrytí všech pěti základních dimenzí, efektivní příležitostí pro účast veřejnosti, strukturovaný a transparentní proces mezi Komisí a členskými státy.

V sektoru ropy a ropných produktů jsou definovány tyto cíle:

* udržet alespoň stávající diverzifikaci dodávek ropy podle zemí původu
* udržet minimálně systém přepravy dvěma trasami ropovodů
* udržet minimálně 50 % stávající zpracovatelské kapacity ropy na území ČR
* udržovat minimálně 90denní průměrné zásoby ropy a ropných produktů.

### Zákon o ochraně ovzduší a novela zákon o podpoře obnovitelných zdrojů

#### Zákon o ochraně ovzduší

Novelizovaný zákon ochraně ovzduší č. 172/2018 Sb. je transpozičním zákonem ke směrnici Rady (EU) 2015/652 ze dne 20. 4. 2015, kterou se stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty, směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2015/1513 ze dne 9. 9. 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty, směrnice 2009/28/ES podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) ze dne 14. 12. 2016 o snížení národních emisí některých látek znečišťujících ovzduší, o změně směrnice 2003/35/ES a zrušení směrnice 2001/81/ES.

Ve srovnání se zněním zákona o ovzduší č. 201/2012 Sb. novelizovaný zákon přinesl v oblasti dopravy následující změny:

* nové definice pohonných hmot, elektřiny pro dopravní účely, emise vyprodukovaných skleníkových plynů na jednotku energie celkového množství emisí skleníkových plynů vyjádřené v ekvivalentu CO2 vyprodukovaných v úplném životním cyklu PHM pro dopravní účely nebo elektřiny pro dopravní účely, dělené celkovým energetickým obsahem PHM, který je vyjádřen hodnotou výhřevnosti nebo energií ve formě elektřiny a emisemi z těžby ropy
* nově je definována povinná osoba, kterou je „dodavatel motorového benzinu nebo motorové nafty“
* nově je pro účely splnění povinností možné použít dodaného biopaliva vyrobeného z UCO nebo z odpadních živočišných produktů. V tomto případě je možné množství dodaného biopaliva započítat dvakrát.
* nově je upravena povinnost snižovat emise skleníkových plynů, a to v roce 2017 a v dalších letech o 3,5 % a o 6 % v roce 2020 a dalších letech
* nově je doplněna možná forma plnění povinnosti o možnost uvedení LPG, CNG a bioplynu do volného daňového oběhu pro dopravu, prodejem vodíku pro dopravní účely a dodáním elektřiny pro dopravní účely
* dodavatelé motorového benzinu a motorové nafty se mohou sdružit jako společníci za účelem společného plnění povinností
* dodavatel motorového benzinu anebo motorové nafty může povinnost snížení emisí plnit i zohledněním snížení emisí z těžby ropy, a to až do výše 1 % základní hodnoty produkce emisí skleníkových plynů pro fosilní hmoty, která byla určena s účinností od 1. 1. 2019 nařízením vlády č. 189/2018 Sb. ve výši 94,1 gCO2/MJ; snížení emisí musí být ověřeno autorizovanou osobou
* zákon uložil MŽP zpracovat do 31. 1. 2019 Národní program snižování emisí ČR
* zákon nezměnil „objemovou biopovinnost“ užívat biosložky v benzinu a motorové naftě určenou zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší.

#### Novela zákona o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů

Pravidla pro oblast podpory obnovitelných zdrojů energie EU jsou stanovena ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES. Tato směrnice stanoví společný rámec pro podporu energie z obnovitelných zdrojů. Stanoví závazné národní cíle, pokud jde o celkový podíl energie z OZE na hrubé konečné spotřebě energie a podíl obnovitelné energie v dopravě. Směrnice stanoví pravidla týkající se statistických převodů mezi členskými státy, společných projektů členských států a členských států a třetích zemí, záruk původu, správních postupů informování a vzdělávání a přístupu energie z OZE k distribuční soustavě a stanoví kritéria udržitelnosti pro biopaliva a biokapaliny.

Zmíněná směrnice je do české legislativy transponována novelou zákona č. 165/2012 Sb., o podporovaných zdrojích energie a o změně některých zákonů, prováděcích předpisů k tomuto zákonu a cenových rozhodnutí Energetického regulačního úřadu. Zákon uvádí pravidla pro provozní podporu elektřiny z obnovitelných zdrojů energie, druhotných zdrojů energie, vysokoúčinné kombinované výroby elektřiny a tepla a provozní a investiční podporu tepla z obnovitelných zdrojů.

Hlavním důvodem novely je transpozice závazků ČR, které vyplývají z rozhodnutí Evropské komise o slučitelnosti podpory energie získávané využitím obnovitelných zdrojů a kombinované výroby elektřiny a tepla. Evropská komise zavázala ČR přijmout konkrétní opatření k ověření přiměřenosti podpory, ale konstatovala, že systém uplatněný v ČR je slučitelný se zásadami EU. Ověřovací a kontrolní mechanismus je obsažen v návrhu nových ustanovení, která jsou doplněna do novely zákona. Ověřovací mechanismus (postup ověření) je složen z několika po sobě jdoucích navazujících kroků. Další rozsáhlá úprava novely je iniciována nutností plnit závazek ČR v oblasti využívání OZE, ve vazbě na požadavky dosáhnout podíl energie z obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie v EU ve výši 32 % podle tzv. zimního energetického balíčku „Čistá energie pro všechny Evropany“. Pro motivaci k využívání obnovitelných zdrojů bude od roku 2021 využíván systém aukcí. Celý mechanismus a postup aukčního systému k naplňování energetických potřeb vč. výroby a podpory BNG je uveden v návrhu novely zákona č.165/2012 Sb.

### Analýza plnění dopadů cílů legislativy na sortiment a kvalitu paliv pro silniční dopravu do roku 2030

Obecně lze konstatovat, že realizace cílů stanovených ve směrnici 2018/2001 nebude mít zásadní dopad na sortiment a kvalitu dnes na trhu nabízených paliv pro silniční dopravu a ostatní druhy dopravy. Bude mít však vliv na související změnu surovinové základny a technologie pro výrobu zejména alternativních paliv (vyspělých biopaliv a vodíku).

V období 2021 až 2025 poroste výrazně podíl CNG a po vybudování potřebných technologií na čištění a vtlačování biometanu do sítě zemního plynu začne částečná náhrada CNG biometanem. V stejném období se začne uplatňovat ve větší míře elektřina z OZE pro pohon elektromobilů. Ta bude závislá nejen na vybudování infrastruktury nabíjecích stanic, ale zejména na zvyšování podílu elektromobilů ve stávajícím složení autoparku. Domníváme se, že by především státní a komunální správa tam, kde to je z technických a ekonomických důvodů možné, nahradila vozidla se spalovacím motorem elektromobily (Česká pošta). Podíl fosilních paliv z ropy bude na konci období asi 75 až 80 %. Jejich součástí budou z cca 7 % ještě biopaliva 1. generace a cca z 1 % vyspělá biopaliva, a to s největší pravděpodobností HVO a BNG.

Na konci tohoto období se začne používat pro pohon i vodík (zatím ze stávajících technologií). Za účelné považujeme jeho spotřebu realizovat především ve vozidlech s palivovými články.

V rozvoji autoparku vidíme perspektivu ve vozidlech s hybridním motorem.

Pravděpodobný sortiment paliv pro silniční dopravu:

* motorový benzin s OČ 95 a min. 98 v kvalitě E10 a bez biosložky
* motorová nafta v kvalitě B7 a bez biosložky
* směsné palivo B20 nebo B30 (podle zájmu trhu)
* stlačený zemní plyn a biometan
* elektřina z OZE.

Na trhu může být koncem období nabízena směs motorové nafty dle EN 590 až s 5 % objem. HVO.

V období 2026 až 2030 bude objem spotřeby standardních fosilních paliv automobilového benzinu a motorové nafty stagnovat a nárůst spotřeby bude ještě v CNG a elektřině z OZE pro elektromobily. Začne opatrně růst spotřeba vodíku. Tempo růstu bude určovat obměna autoparku (v podstatě ekonomická situace obyvatel) a dokončení infrastruktury dobíjecích stanic a plnicích stanic vodíku. Na konci období začne stagnovat i spotřeba vyspělých biopaliv.

Ještě do roku 2030 až 2035 budou dominovat standardní paliva na bázi ropy. Jejich podíl na trhu odhadujeme ke zmíněnému období na 70 až 75 % celkové spotřeby.

Kvalita bude v podstatě na úrovni předchozích let. Budou však trvale zlepšovány ekologické parametry, jako je snižování obsahu aromatických uhlovodíků a pevných prachových částic (PM2,5) o velikosti menší než 2,5 µm.

Tento vývoj je podmíněn technickými podmínkami konstrukce vozidel a v menší míře stavem infrastruktury, která by měla být v roce 2030 ukončena.

Jiný vývoj sortimentu paliv může nastat, pokud dojde k výrazným změnám v daňové politice uhlíkových paliv.

## Náplň zaměření a hlavních výzkumných témat v oblasti alternativních paliv pro silniční dopravu

Navržená témata v oblasti alternativních paliv korespondují s cíli energetické politiky EU a ČR v letech 2021 až 2030.

V průběhu období 2021 až 2030 mohou být některá témata s ohledem na technický rozvoj potlačena až zrušena a nahrazena jinými efektivnějšími.

### Téma 1: Hydrogenované rostlinné oleje

Hydrogenované rostlinné oleje (HVO) jsou obecným názvem směsi n-parafinických a iso‑parafinických uhlovodíků (C15 až C17) vyrobených hydrogenací nenasycených mastných kyselin rostlinného původu (řepkový, kokosový a jiný olej). Podmínkou je délka uhlovodíkového řetězce. Reakční podmínky jsou velmi podobné běžným hydrogenačním technologií známým z petrolejářského průmyslu. Vzniklá uhlovodíková směs má velmi dobré jakostní ukazatele ve srovnání s obdobnými ropnými uhlovodíky. Jedná se zejména o vyšší cetanové číslo, nulový obsah síry a aromátů a po procesu izomerace výborné nízkoteplotní vlastnosti. Jakostní parametry HVO jsou dány ČSN EN 15940 Motorová paliva – Parafinické motorové nafty získané syntézou nebo hydrogenací –Technické požadavky a metody zkoušení. To je určuje jako výbornou komponentu pro palivo pro Dieselovy motory.

HVO se obvykle se používá ve směsi s běžnou motorovou naftou dle ČSN EN 590.

V podstatě jsou k dispozici dvě základní technologie: výroba „čistého HVO“ a „co-processing“, kdy se hydrogenaci podrobuje směs rostlinných olejů s ropnými produkty středními a plynovými oleji.

HVO oproti motorové naftě z ropy vykazuje úsporu cca 40 až 60 % emisí skleníkových plynů. Vedlejšími výrobky je biobenzin a bioLPG.

V Evropě je technologie výroby HVO využívána v řadě rafinérií jako např. finské společností Neste Oyj, OMV Schwechat a francouzské společnosti TOTAL. Celková kapacita k roku 2018 je asi 3,7 mil. tun/rok a v roce 2020 se očekává kapacita v úrovni 6 až 7 mil. tun/rok.

V roce 2016 byl v ČR zatím uskutečněn pilotní projekt výroby HVO na bázi dovezeného UCO v rafinerii Litvínov. Projekt ověřil možnost výroby HVO na stávajícím zařízení rafinérie „co‑processingovou“ technologií.

Za hlavní problém výroby HVO je třeba považovat zajištění suroviny pro jeho výrobu. V podmínkách ČR se jeví jako nejvhodnější upotřebené kuchyňské oleje (UCO a nejedlé rostlinné oleje – řepkový olej). V současné době se sbírají v pouze velmi omezené míře na bázi dobrovolnosti sběru organizovaného některými městy. V případě této omezené formy sběru je využívaná komunální organizace. Sebraný UCO se především využívá jako palivo. Ve většině se UCO původem z domácností likviduje v kanalizaci, což způsobuje velké problémy v provozování sítě, v menší části je využíváno jako co-palivo s pevným palivem (uhlí, dříví) v místních lokálních topeništích.

V příloze je uveden první návrh na řízené nakládání s UCO.

#### Zaměření a cíle

ČR má s ohledem na volné rafinérské hydrogenační kapacity a zdroje vodíku z petrochemických procesů reálnou možnost realizovat komerční výrobu HVO, nejlépe co-processingem s plynovými oleji pro výrobu motorovou naftu. Problémem může být zajištění suroviny pro výrobu HVO z domácích zdrojů. Realizovatelnost komerční jednotky může být směrována do rafinérie Litvínov nebo rafinérie PARAMO (má nezávislou jednotku na výrobu vodíku ze zemního plynu).

Přínosy pro plnění cílů RED II:

* při prakticky stejné výhřevnosti HVO a motorové nafty má HVO nižší standardní emise skleníkových plynů (HVO 55 gCO2ekv/MJ a motorová nafta 95,1 gCO2ekv/MJ)
* HVO lze v motorové naftě nahradit až 30 % fosilní složky
* HVO je velmi dobře mísitelné s motorovou naftou dle ČSN EN 590 a výrazně zlepšuje užitné a ekologické vlastnosti dieselového paliva, zejména zimní vlastnosti
* vedlejším produktem jsou ropné plyny, zejména propan (bio LPG), který lze z pohledu legislativy RED II považovat za produkt, jehož prostřednictví lze plnit cíle.

Hlavním problémem zavedení komerční výroby v ČR je zajištění surovinové základny.

####  Stručný popis tématu

Surovinou pro výrobu HVO jsou rostlinné oleje nepotravinářského použití a odpadní rostlinné oleje a případě živočišné tuky. Ty se po vyčištění a úpravě podrobují hydrogenaci vodíkem za těchto obvyklých technologických podmínek, které jsou závislé na použité surovině: teplota cca 350 °C, tlak větší než 45 bar, katalyzátor Ni-Co nebo Ni-Co /Oxid křemičitý a hlinitý, LHSV 1,5 h-1 a poměr plynu k surovině 500Nm3/m3.

Vzniklá surovinová směs se rozdělí destilací. Kapalné uhlovodíky se mohou užít přímo pro mísení do nafty nebo podrobit ke zlepšení vlastností procesem izomerace, kterým lze docílit zlepšení zejména nízkoteplotních vlastností paliva. Jako technologického zařízení pro výrobu HVO lze použít po jednoduché rekonstrukci stávajících hydrogenačních technologií petroleje a plynového oleje v rafinérii Litvínov, Kralupy a Pardubice.

Mísení HVO a dalších složek (petrolej, plynový olej, aditivace) probíhá za stejných podmínek jako výroba standardní motorové nafty. Distribuce ke spotřebiteli je stejná jako v případě motorové nafty.

### Téma 2: Biometan

Biometan je základní parafinický uhlovodík chemicky analog metanu (CH4) vyrobený z biomasy anaerobním procesem kvašení. Je určen pro výrobu tepla a elektřiny v místních lokálních zdrojích. S ohledem na jeho původ z biomasy (rostlinné zbytky, odpady ze živočišné výroby, BKO a výroby ze zbytků potravinářské a krmivářské výroby) je uznaným vyspělým biopalivem. V kvalitě dle ČSN 65 6514 se může používat pro pohon vozidel se spalovacím motorem. Surový biometan se však před použitím v dopravě musí vyčistit.

Vedle toho se v přírodě vyskytuje zemní plyn, což je také v podstatě metan vzniklý však procesem kvašení biomasy v hluboké minulosti v zemské kůře. Dobývá se ze země těžením v plynné fázi a používá se pro výrobu tepla a elektřiny v průmyslu a v domácnostech. Dále se užívá jako palivo pro pohon vozidel se spalovacím motorem.

V ČR se ročně vyrobí cca 1,2 mld. m3 BNG.

Pro použití v dopravě musí být potrubní dopravou dopraven do plnicích stanic, které jsou obvykle součástí čerpacích stanic kapalných paliv. Dopravuje se v komprimované plynné formě.

#### Zaměření a cíle

Použití BNG v dopravě je založeno na využití odpadní biomasy pro výrobu energie z OZE. Jeho výhodou jsou při vysoké výhřevnosti (34 MJ/m3) nízké emise skleníkových plynů 69,3 MJ/m3 ve srovnání s běžnými palivy.

V současné době veškerý BNG využívají malí a střední zemědělští výrobci k místní výrobě elektřiny a tepla, které se spotřebovávají na místě výroby.

Výroba energie z OZE bude podporována formou tzv. „zeleného bonusu“, pokud bude produkt určen pro sektor dopravy nebo pro výrobu energie OZE.

#### Stručný popis tématu

Výhodou BNG je, že výrobny bioplynu jsou již vybudovány a úspěšně provozovány řadu let. K užití v dopravě bude muset být však realizována technologie jeho čištění na kvalitu definovanou ČSN 65 6514 a potrubní síť pro vtláčení do středotlakového potrubí zemního plynu.

Vzhledem k tomu, že zemědělská výroba vlastní produkcí bioplynu má k dispozici levný zdroj energie (např. pro sušení plodin), je velmi málo pravděpodobné, že se tohoto zdroje vzdá ve prospěch dopravy.

Stát bude muset legislativně zajistit rebilanci produktu a podpořit vybudování technologie čištění a vtlačování BNG do plynovodní sítě. Bude nutné stanovit pravidla zápočtu BNG v síti CNG.

### Téma 3: BioLPG

BioLPG je chemicky analog LPG, což je zkapalněná směs ropných plynů převážně propanu a butanu. Jeho původ lze odvodit od biomasy. Obvykle se jedná o vedlejší výrobek výrobního procesu produktu, kde je základní surovinou biomasa. Jakostní parametry pro pohon vozidel jsou dané ČSN EN 589. Výhřevnost je 46 MJ/kg a emise 73,6 kg/GJ. V současné době bioLPG dodává na trh v Evropě společnost Neste Oyj. LPG je také uváděn na trh jako palivo (palivo a pohonná hmota) fosilního původu odpadající ze zpracování ropy v rafinériích.

BioLPG odpadá a lze jej využít při výrobách vyspělých biopaliv, např. glycerinu a HVO.

#### Zaměření a cíle

BioLPG je legislativou uznaným vyspělým palivem a jeho prostřednictvím lze plnit cíle jak v OZE, tak v snížení emisí a v předepsaném nasazení vyspělých biopaliv dle legislativy RED II. Jeho podíl na splnění cílů vzhledem k zdrojům výroby (v ČR se dosud nevyrábí) bude velmi malý nebo žádný. LPG z ropy lze využít k splnění cílů ve snížení emisí. Vzhledem k jeho spotřebě a vlastnostem bude však podíl na plnění RED II malý.

#### Stručný popis tématu

Využití bioLPG lze předpokládat pouze jako vedlejšího výrobku při výrobě vyspělých biopaliv dříve uvedenými technologiemi.

### Téma 4: Vodík

V současné době je vodík možné využívat jako plynné palivo přímo v upraveném spalovacím motoru nebo jako palivo do vodíkového palivového článku, který pracuje na principu převodu energie z vodíku na elektrickou energii, která pohání vozidlo.

Pohon vodíkem nebo prostřednictvím palivového článku není dosud rozšířen především z důvodu chybějící infrastruktury a ceny vozidla.

Vodík pro pohon má ideální vlastnosti. Při velmi vysoké výhřevnosti cca 119MJ/kg vykazuje nulové emise skleníkových plynů. Kvalita vodíku pro pohon je dána ČSN P ISO/TS 19880-1 Plynný vodík – Čerpací stanice – část 1: Obecné požadavky.

#### Zaměření a cíle

Vodík je téměř ideálním palivem či nosičem energie pro splnění cílů RED II, tj. náhrady fosilních paliv energií z OZE a snížení emisí skleníkových plynů. K jeho většímu užití chybí potřebná infrastruktura plnicích stanic (dnes je na území ČR jediná) a velmi malý podíl vozidel na vodík v českém autoparku. Rozšíření podílu vodíkových aut brání jejich cena pro zákazníka. Pro budování infrastruktury platí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. 10. 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva.

#### Stručný popis tématu

Zdrojem vodíku pro dopravu je dnes chemická a petrochemická výroba. Kvalita vodíku z těchto zdrojů však vyžaduje jeho vyčištění. Pro masovou výrobu přichází v úvahu elektrolýza vody, vysokoteplotní elektrolýza a termochemické cykly štěpení vody a biotechnologická produkce vodíku z vody prostřednictvím mikroorganizmů a enzymů. Realizace těchto technologií je však investičně náročná.

V dnešních podmínkách je prioritou vybudování dostatečné infrastruktury plnicích stanic.

### Dílčí závěr a doporučení

V současné době lze v ČR doporučit pro plnění cílů RED II v letech 2021 až 2030:

1. Realizovat komerční výrobu HVO co-processingovou technologií a jeho mísení do motorové nafty. Technologie jsou k dispozici. Jako zásadní bude nutné na státní úrovni řešit surovinovou základnu.
2. Zajistit rekonstrukci stávající výroby bioplynu na kvalitu biometanu zavedením technologie čištění na kvalitu dle ČSN 65 6514 a vtlačování do sítě standardního zemního plynu, Jako zásadní bude nutné dohodnout rebilanci vyrobeného bioplynu se zemědělským sektorem, realizaci technologie čištění na kvalitu pro dopravu a technologii vtlačování do středotlakého rozvodu zemního plynu.
3. Zajistit dodávku vodíku pro pohon či palivové články do nově vybudované infrastrukturní sítě.

Doporučení v písm. a) nevyžaduje podporu obměny autoparku. Naopak doporučení v písm. b) a c) velmi silnou obměnu autoparku, která musí být podpořena státem, což v případě elektromobilů premiér odmítá.

V budoucnosti bude třeba dořešit výrobu vodíku na bázi bez emisních technologií, např. elektrolýzou vody na bázi sluneční nebo větrné energie.

## Závěr kapitoly

S ohledem na současný vývoj plnění cílů RED I k roku 2020 lze předpokládat, že nebude splněna náhrada fosilní energie energií z OZE (cíl je určen pro členskou zemi) a snížení emisí o 6 % oproti základu 94,1 g CO2/MJ. Povinné osoby (dodavatelé benzinu a motorové nafty) splní objemovou povinnost užitím biopaliv 1. generace ve smyslu zákona o ochraně ovzduší. Povinné osoby budou za nesplnění snížení emisí penalizovány nesmyslně vysokou pokutou ve výši 10 Kč za každý nesplněný kg CO2.

Pro splnění cílů legislativy RED II bude proto nutné:

* + - * 1. aby transpozice schválené legislativy k RED II proběhla včas a dohodnutá dikce byla konzistentním názorem státu, zemědělského sektoru, výrobců biopaliv, výrobců a distributorů pohonných hmot pro dopravu a automobilového průmyslu. Vzhledem ke kompetencím ve státní správě by mohla být legislativa k RED II transponována prostřednictvím novely zákona o podpoře obnovitelných zdrojů a příslušného legislativního předpisu. Schválen by měl být nejpozději do 30. 6. 2021;
				2. aby byly cíle RED II byly proporcionálně rozděleny na všechny dodavatele energie pro dopravu a ve stejném poměru byl stanovena podpora;
				3. aby existovala smysluplná ekonomická podpora vedoucí k obnově autoparku vozidel a investiční podpora nových technologií pro výrobu vyspělých biopaliv HVO a BNG;
				4. aby byl připraven program informací (sortiment a kvalita) o zařazení nových paliv na trh a včas a pravdivě informována společnost;
				5. aby z úrovně státních orgánů byla vybilancována surovinová základna pro výrobu vyspělých biopaliv a dodávky BNG pro dopravu;
				6. aby byl vypracován politicko-sociální program podpory RED II ze strany společnosti.

I když lze velmi dobře předpokládat, že fosilní paliva pro silniční dopravu na bázi ropy budou dominovat na trhu ještě v letech 2035 až 2040, je nejvyšší čas, aby se společnost a průmysl adaptovaly na významné změny představované přechodem na jiný typ energií pro dopravu. Bude to znamenat jak změny technické, tak i změny sociální politiky.

Přechod na jiný zdroj energie v dopravě je systémovou změnou a bude znamenat i změnu myšlení a orientace motoristů. Realizace bude možná jen za jejich porozumění.

Přechod na jiný typ energie pro dopravu bude dlouhodobý a bude znamenat i obrovské investiční a jiné náklady na realizaci. S ohledem na otevřenost zemí v Evropě musí celý proces změny probíhat koordinovaně, v dostatečném časovém rozmezí a s využitím dostupných vědeckých výsledků.

Vývoj alternativ se musí odvíjet od specifických podmínek jednotlivých zemí, zejména s ohledem na zdroje a technickou úroveň. Zvolené technologie musí být komplexně analyzovány a nesmí podlehnout politickým tlakům.

Společnost nemusí mít ani v dalekém horizontu sta let obavu z nedostatku energie. Už dnes jsou výzkumně ověřeny technologie výroby paliv a chemikálií na bázi CO2 a vodíku z elektrolýzy a vodíkových vyvíječů pro vozidla, kde palivem je voda. Vodíkové vyvíječe pracují na principu vysokofrekvenční rezonance nebo v ultrazvukové elektrolýze v nano-piezoelektrickém elektrolytu.

## Příloha: Návrh na řízený sběr a nakládání s UCO

Ve smyslu směrnice 2015/1513 Rady jsou upotřebené kuchyňské oleje surovinou uvedenou v příloze IX, část A a B, kterou po zpracování na palivo pro dopravu lze započítat až 2x do plnění cílů OZE a snížení emisí skleníkových plynů při jejich spalování v motoru. Technologie přepracování UCO na palivo jsou běžně známy a již se komerčně využívají (TOTAL, Neste Oyj, OMV). Produktem přepracování jsou hydrogenované rostlinné oleje, které ve směsi s motorovou naftou dle EN 590 lze použít s výhodou jako palivo pro vozidla se vznětovým motorem.

V ČR byla ve společnosti UNIPETROL RPA v roce 2016 úspěšně realizována pilotní zkouška zpracování dovezených UCO na HVO. Společnost zvažuje zavedení komerční výroby HVO na principu co-processingu s plynovými oleji.

V posledních cca pěti letech se do ČR dováží v malých objemech HVO z Rakouska.

Vznik a zdroje UCO

UCO vznikají jako odpadní produkt při tepelném zpracování jedlých rostlinných olejů (slunečnicový, olivový, řepkový, palmový aj.) Spotřeba jedlých rostlinných olejů je v ČR asi 9,5 kg/osoba/rok, tj. cca 97 tis. tun v roce. V portfoliu původu převažuje řepkový, olivový a slunečnicový olej.

Návratnost JRO po tepelném zpracování je odhadována podle způsobu na 50 až 60 %.

UCO je v podstatě tepelně degradovaný původní JRO, který obsahuje pevné nečistoty a kaly. Původní složení mastných kyselin je však zachováno jako u JRO.

Využití UCO jako suroviny pro výrobu HVO

Dosud se v převážné většině likviduje UCO vyléváním do kanalizace, kde po ztuhnutí způsobuje vážné problémy. Z domácností (zejména na venkově) se používá jako
co-palivo s pevným palivem (uhlí, dříví) v místních topeništích.

Navrhuje se využít UCO jako suroviny pro výrobu vyspělých biopaliv (jako je HVO) a produkt využívat spolu s motorovou naftou jako palivo pro automobily se vznětovým motorem.

K tomu bude potřeba:

* vybudovat na komunální úrovni se státní podporou systém sběru UCO od organizací a občanů
* rekonstruovat stávající rafinérské jednotky na výrobu HVO z UCO.

Přínosy:

* částečně zajistí naplnění cílů směrnice 2018/2001(EU) v náhradě fosilních paliv energií z OZE na bázi vyspělých paliv
* odstraní se problémy s likvidací UCO do kanalizace
* vysoce účinně se zhodnotí biologický odpad.

Organizace řízeného sběru UCO

1. současný stav

 V ČR není sběr UCO legislativně ošetřen. V posledních dvou letech se však sporadicky objevují na komunální úrovni (Praha, ČernohlávekOil, Církvice) snahy sbírat olej od domácností a organizací na základě „dobrovolného přístupu“. Sběrny UCO jsou umísťovány na veřejných vyhlášených místech a ve sběrných dvorech obcí. Obce k tomu vyhlašují informační kampaň a stanovují jednoduché podmínky sběru (zejména nemísit UCO se upotřebenými minerálními oleji, rozpouštědly, ředidly, plasty aj.). UCO pak na základě smlouvy odváží specializované organizace. UCO obvykle nabízí jako palivo.

1. navržený stav

 Prostřednictvím státní správy (MŽP, odbor odpadů) definovat UCO jako „nebezpečný odpad“. Prostřednictvím legislativního aktu (nařízení vlády) stanovit podmínky sběru: od organizací prostřednictvím specializovaných firem, od občanů formou místně určených „sběrných míst“ a sběrných dvorů a případně čerpacích stanic. Definovat jednoduché podmínky sběru UCO. Svoz UCO dohodnout se společnostmi likvidujícími komunální odpad.

1. ekonomické podmínky sběru

 Stanovit výkupní cenu pro odběratele UCO.

1. osvěta sběru UCO

 Zorganizovat masivní vysvětlující kampaň pro občany a organizace na podporu sběru UCO v TV, celostátních a regionálních médiích, na billboardech, v letácích apod. Připravit vhodnou argumentaci pro skupiny motoristé, domácnosti, hotely a vývařovny.

1. legislativní opatření

 Projednat ve vládě informační materiál o sběru a zpracování UCO a vydat nařízení vlády o podmínkách povinného sběru UCO (MŽP, MPO).

Literatura:

1. MEROCO, a.s., P. Šrojta, 04/2016, prezentace pro ČAPPO
2. Možnosti sběru a zpracování UCO v ČR, TRAFIN OIL, a.s., J. Hába, 10/2016, prezentace pro ČAPPO

## Seznam zkratek

B7 motorová nafta ČSN EN 590 s obsahem biosložky do 7 % objem.

B20 motorová nafta SN EN 16709 (65 6510) s obsahem biosložky od 20 do 25 % objem.

B30 motorová nafta ČSN 656508 s obsahem biosložky od 25 do 30 % objem.

BNG zkapalněný zemní plyn vyrobený z biomasy nebo bioodpadu (biometan)

CNG stlačený zemní plyn

CO2 oxid uhličitý

ČAPPO Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu

ČSN Česká technická norma

E10 automobilový benzin ČSN EN 228 s obsahem biosložky do 10 % objem.

EHP Evropský hospodářský prostor

EK Evropská komise

EN Evropská norma

FT Fischer Tropschova syntéza

HVO hydrogenovaný rostlinný olej

JRO jedlé rostlinné oleje

LHSV objemová rychlost

LPG zkapalněné ropné plyny

MPO Ministerstvo průmyslu a obchodu

OZE obnovitelné zdroje energie

PHM pohonné hmoty

RED Renewable Energy Directive

TPSD Technologická platforma silniční doprava

UCO upotřebené kuchyňské oleje

VŠCHT Vysoká škola chemicko‑technologická

## Seznam použité literatury

* 1. Směrnice Rady (EU) 2015/652 ze dne 20. 4. 2015, kterou se stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 98/70/ES o jakosti a benzinu a motorové nafty
	2. Směrnice Rady (EU) 2015/1513 ze dne 9. 9. 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty a podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů
	3. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2014/94/EU ze dne 22. 10. 2014 o zavádění infrastruktury pro alternativní paliva
	4. Směrnice Evropského parlamentu a Rady (EU) 2018/2001 (EU) ze dne 11. 12. 2018 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů komise
	5. Zákon č. 172/2018 Sb., kterým se mění zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů
	6. Nařízení vlády č. 189/2018 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv a snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot
	7. Sborník ČAPPO 25 let, 2017
	8. Statistika trhu petrolejářských výrobků ČAPPO, 2017 a 2018
	9. Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa: Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty, ČAPPO, březen 2018
	10. Technologické trendy v silniční dopravě, 2. etapa: Směry technologického vývoje, oblast alternativní pohonné hmoty, ČAPPO, srpen 2018
	11. Technologické trendy v silniční dopravě, 3 etapa: Směry technologického vývoje – oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu, říjen 2018
	12. Jak efektivně splnit cíle RED II v dopravě po roce 2020, ČAPPO, červen 2018
	13. [Vyvinuli jsme metodu čištění bioplynu z bioplynových stanic a čistíren odpadních vod](https://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/veda-a-vyzkum/aktuality-z-vyzkumu-a-vyvoje-cez/17.html), článek na webu skupiny ČEZ, 2017
	14. Odstraňování minoritních nečistot z bioplynu, Karel Ciahotný, VŠCHT Praha, 2010
	15. [Vědecký objev slibuje revoluci v solární energetice pomocí fotosyntézy](http://www.obnovitelne.cz/cz/clanek/566/vedecky-objev-slibuje-revoluci-v-solarni-energetice-pomoci-fotosyntezy/)**, Obnovitelně.cz, 23. 9. 2018**
	16. **Rostlinné oleje – spotřebitelská sonda, Masarykova univerzita v Brně, Bakalářská práce Jarmila Hamerstová, květen 2011**
	17. **Některé aspekty hydrogenace rostlinných olejů, ČAPPO, Milan Vitvar, Jiří Plitz aj., 06/2014**
	18. **„Spoluspalování“ vody je nové, ale technologicky zvládnuté, s. 64, Radovan Šejvl,
	PRO–ENERGY magazín, 1/2019**