

Technologické trendy v silniční dopravě

2. etapa

Směry technologického vývoje – oblast alternativní
pohonné hmoty pro silniční dopravu

Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu

červenec 2018

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

 31. 7. 2018

.....
podpis, datum

Obsah

1. Úvod	4
2. Základní charakteristika období	4
2.1 Období do roku 2020	4
2.2 Období od roku 2021 do roku 2030	6
3. Popis směrů možného technologického vývoje.....	7
3.1 Perspektivní technologie ve světě	8
3.2 Perspektivní technologie v ČR	9
4. Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů k splnění cílů RED II	10
4.1 Kapalná vyspělá alternativní paliva.....	10
4.2 Plynná alternativní paliva	11
4.3 Organizační a osvětová opatření	13
4.4 Základní srovnání vlastností alternativních paliv se standardními.....	13
5. Závěr	14
6. Příloha.....	15
Seznam příloh	19
Seznam zkratk	19
Seznam použité literatury	20

1. Úvod

V demokratické společnosti mají občané mimo jiné nezczitelné právo na zdravé životní prostředí a svobodu pohybu (volnou mobilitu). Obě tato práva spolu úzce souvisí a nastartovala celou řadu at' kladných, tak záporných jevů ve společnosti. Je to především na jedné straně rozvoj automobilového průmyslu a souvisejících sektorů průmyslu, výroba a distribuce motorových paliv a na druhé straně sílíci tlak na ochranu ovzduší a likvidaci odpadů. To samo o sobě přináší i celou řadu sociologických a společenských problémů. Ty musí být řešeny na základě realistických regulačních opatření vzešlých ze široké politicko-odborné diskuze všech účastníků procesu. Regulační opatření musí mít mezinárodní platnost a musí být přijata na základě širokého konsensu účastníků procesu. Tuto roli ve světě musí sehrát OSN a EU.

V evropských poměrech byl tento proces nastartován v osmdesátých letech minulého století a neustále zesiluje. To je dáno především růstem dopravních výkonů a počtem provozovaných vozidel a také zpřisňujícími se požadavky na čistotu ovzduší ve smyslu co stačilo dříve, dnes již zdaleka nestačí. To vyvolává silný tlak na technický rozvoj, investice a osvětu.

V současné době se vývoj ubírá zvyšujícím se tlakem na ochranu ovzduší a šetřením neobnovitelných zdrojů energie. To bude gradovat další desítky let.

Aktuální problematiku uplatňování vhodných forem energie v dopravě z obnovitelných zdrojů energie a emisí skleníkových plynů z provozu motorových vozidel lze v současné době z legislativního, technického a časového hlediska rozdělit do dvou etap. Jedná se o období do roku 2020 a po roce 2020 v horizontu dalších minimálně patnácti let.

2. Základní charakteristika období

2.1 Období do roku 2020

a) Legislativa

Povinnost užití biopaliv v silniční dopravě je v ČR zajišťována prostřednictvím zákona o ochraně ovzduší (201/2012 Sb.), zákona o pohonných hmotách (311/2006 Sb.), nařízením vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv (351/2012 Sb.) a vyhláškou MPO o jakosti a evidenci pohonných hmot (133/2010 Sb.).

Evropský parlament a Komise schválily v roce 2015 dvě směrnice týkající se uplatňování biopaliv z OZE v silniční dopravě. Jednalo se o:

- Směrnici Rady (EU) 2015/652 z 20. 4. 2015, kterou se stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty;
- Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2015/1513 ze dne 9. 9. 2015, kterou se mění směrnice 98/70 ES o jakosti benzínu a motorové nafty, a směrnice 2009/28 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů.

Tyto směrnice budou transponovány do českého práva prostřednictvím zákona o ochraně ovzduší a nařízení vlády.

b) Technická a obchodní situace

Náhrada předepsaného energetického obsahu fosilních paliv v silničních pohonných hmotách a snížení emisí GHG je zajišťována biopalivy I. generace, tj. palivy vyrobenými převážně na bázi potravinářské biomasy. Biopaliva I. generace se v ČR ve větší míře vyrábějí od

roku 1996. Současná kapacita tuzemské výroby biopaliv je cca 160 tis. tun FAME a 120 tis. tun bioethanolu. Hrubá spotřeba FAME je cca 276 tis. tun a bioethanolu 117 tis. tun za rok.

Cíl náhrady fosilní energie energií z OZE je úkolem státu a cíl snížení emisí je úkolem dodavatelů motorových paliv (benzinu a motorové nafty). Uplatnění OZE je určeno zákonem o podporovaných zdrojích a NAP pro energii z OZE (165/2012 Sb.).

Cíl náhrady OZE je v dopravě 10 % a nebude v roce 2020 splněn. Očekávaná skutečnost je 6,5 až 7 %.

Cíl snížení emisí GHG o 6 % v roce 2020 oproti roku 2010 nebude splněn. V současných podmínkách je reálné plnění 3,5 až 4 % a po započtení alternativních paliv LPG, CNG a elektřiny z OZE cca 5 až 5,3 %.

Indikativním cílem do roku 2020 je uplatnit v silničních palivech cca 0,5 % vyspělých biopaliv, tj. paliv vyrobených z nepotravinářské biomasy nebo odpadní biomasy. Indikativní cíl nebude splněn.

V současné době je v ČR jediná komerční výroba vyspělých biopaliv ve společnosti TEMPERATIOR v Liberci, která vyrábí 50 tis. tun/rok FAME na bázi odpadních živočišných tuků, které se dováží. Kapacita výroby je limitovaná nedostatkem odpadních tuků. Produkt firma vyváží. Kvalita vyrobeného FAME neodpovídá ČSN EN 14214 (ČSN 65 6507) Motorová paliva – Methylestery mastných kyselin – Technické požadavky a metody zkoušení.

V dovážené motorové naftě dle ČSN EN 590 (B7) je částečně namíšeno (cca 2,2 mil. litrů) tzv. synBIO, což je HVO. Produkt má výborné zimní vlastnosti.

Společnost GLYCONA v Otrokovicích vyrábí z odpadní glycerinové fáze (kapacita 800 t/měsíc) surový glycerin, mastné kyseliny a methanol.

Ve 3. či 4. čtvrtletí 2018 předpokládá společnost Chemoprojekt zahájit výrobu FAME z odpadního oleje v areálu bývalé akciové společnosti SETUZA, Ústí n. Labem. Kapacita má být asi 8 tis. tun/měsíc. Předpokládané užití výrobku není známé.

c) Opatření k možnému splnění cílů v roce 2020

- od roku 2020 zavést plošnou dodávku benzínu typu E10 na trh;
- v motorové naftě B7 zvýšit obsah FAME na 6,7 % objem.;
- projednat možnost zvýšení dovozu HVO a jeho mísení do motorové nafty;
- po projednání s EK zavést opět podporu formou nižší spotřební daně pro směsná paliva typu SMN30, B20 a B30;
- odzkoušet využití výroby (po úpravě kvality v motorové naftě) FAME na bázi UCO ve společnostech TEMPERATIOR a Chemoprojekt;
- urychleně dokončit schválení transpoziční novely zákona o ochraně ovzduší;
- do poolu snížení emisí GHG započítávat dodávky LPG, CNG a elektřiny z OZE pro dopravu;
- do poolu zápočtu emisí GHG započítat snížení o 1 % z těžby ropy;
- formou poslanecké legislativní iniciativy navrhnout reálnou sankci za neplnění emisí GHG.

d) Rizika

- nechuť trhu k palivu E10 (cena a obsah biosložky);
- odmítavé stanovisko EK k ekonomické podpoře směsných biopaliv;
- absence vyspělých biopaliv v dostatečném množství a kvalitě.

Dílčí závěr

V roce 2020 nebude splněn cíl 10% náhrady fosilních paliv palivy na bázi energie z OZE.

V roce 2020 nebude splněno snížení emisí skleníkových plynů o 6 %.

2.2 Období od roku 2021 do roku 2030

a) Legislativa

Cíle navržené legislativou EU na období od roku 2021 až 2030, tzv. RED II, jsou velmi ambiciózní a budou představovat realizaci investiční činnosti a změny priorit v zajištění a užití surovin pro výrobu energií na bázi OZE. To bude znamenat i velké úsilí a investice do výzkumu a vývoje jak nových technologií, tak zdokonalování stávajících. Bude to vyžadovat i účelnou koordinaci organizovanou státní správou všech dotčených odvětví (zemědělství, výrobců biopaliv, výrobců a distributorů pohonných hmot a automobilového průmyslu).

V současné době probíhá v EU legislativní proces k RED II. K pracovnímu návrhu existovalo mnoho názorů a bylo podáno tisíce často protichůdných návrhů na úpravu díkce a ambiciózních cílů. Z toho důvodu byl proto v rámci orgánů EU (Evropský parlament, Evropská rada a Evropská komise) zorganizován k výchozímu textu a cílům tzv. TRIALOG s cílem sjednotit názory na stanovení cílů v RED II (Renewable Energy Directive). TRIALOG ukončený 14. 6. 2018 dohodl dále uvedené cíle. Ve druhém pololetí 2018 bude probíhat schvalovací proces, který má vyústit ve schválení Evropským parlamentem v listopadu 2018. Po vydání příslušné směrnice v EUR-Lexu mají členské státy 18 měsíců na transpozici do národního práva.

Hlavní cíle jsou následující:

- podíl OZE na celkové spotřebě energií je navržen ve výši 32 % v roce 2030 s možností revize v roce 2023. Je navržen jako závazný cíl na úrovni EU či jako závazný národní cíl;
- podíl OZE na konečné spotřebě energie v dopravě je stanoven min. 14 % v roce 2030. Je navrženo uložit jako závazný cíl dodavatelům paliv;
- zastropovat přimíchávání biopaliv první generace (vyrobených z potravinářských a krmných plodin) na max. 7 %. Pokud členská země dosahuje podílu pod 2 %, může navýšit jejich spotřebu na 2 %;
- zavést vyspělá biopaliva 2G (vyrobená z nepotravinářských a nekrmných surovin) a z biologických odpadů do motorových paliv takto: min. 0,2 % v roce 2022, 1 % v roce 2025 a 3,5 % v roce 2030;
- rozhodnutí o tzv. „započítávání“ či naopak „zákaz používání“ preferovaných biologických odpadů a surovin dle přílohy č. IX směrnice 2015/1513 a rozhodnutí o započítávání obnovitelné (zelené) elektrické energie na železnici a v dopravě.

b) Návrhy na transpozici legislativy RED II do české legislativy

- ponechat přídavek min. 7 % OZE do motorových paliv na bázi biopaliv 1G;
- stanovit max. 12 % OZE do motorových paliv a max. 6 % snížení emisí skleníkových plynů ze spalování PHM;
- nezavádět ILUC;
- minimalizovat povinnost použití biopaliv 2G do roku 2030;
- zrovnoprávnit některá ustanovení k započítávání zvýhodnění/znevýhodnění některých surovin či odpadů k výrobě biopaliv 2G a ke koeficientům;
- souběžně řešit „šedou“ ekonomiku a obcházení povinností plnění cílů;

- zajistit řešení cílů ve shodě dotčených odvětví průmyslu a zemědělství;
- plnění cílů RED II prioritně zajistit tuzemskými zdroji;
- odstranit roztržičnost zodpovědnosti za plnění OZE (MPO) a GHG (MŽP);
- zajistit dlouhodobou platnost cílů;
- zajistit spravedlivé rozdělení obnovitelných zdrojů, např. sektor PHM 5,5 až 6,5 %, výroba elektřiny 13,6 %, průmyslová výroba tepla a chladu 19,3 %, domácí výroba tepla 19,9 %.

Návrhy budou předmětem jednání o transpozici do tuzemské legislativy.

c) Oborová očekávání k RED II

- Výrobci pohonných hmot. Minimalizace nákladů na plnění cílů v dopravě. Technologická proveditelnost a dlouhodobá udržitelnost řešení. Minimalizace možnosti podvodů, záměn produktů a narušení trhu. Minimalizace dopadů na zákazníka (sortiment, cena a kvalita). Rovné a spravedlivé dělení požadavků legislativy na všechny účastníky trhu s palivou (plynárenský průmysl, výrobci elektřiny z OZE).
- Sektor výrobců biopaliv a zemědělství. Udržení v provozu současných investic pro výrobu biopaliv 1G. Udržení trhu biopaliv. Dostatečně dlouhá doba na přípravu kapacit pro biopaliva 2G. Dlouhá udržitelnost podmínek a cílů. Ochrana agrárního trhu před dovozem. Minimalizace možných podvodů, spekulací a záměn.
- Stát. Bezproblémové, proveditelné a efektivní splnění cílů EU dle místních podmínek. Minimalizace veřejné podpory pro splnění cílů. Spravedlivá pozice uvnitř EU. Zlepšení image OZE a snižování emisí ve společnosti.
- Spotřebitelé. Udržení životní úrovně komfortu a neomezené mobility. Minimalizace nákladů na splnění cílů (omezení ceny mobility) a nákladů na veřejnou podporu. Pravdivá a srozumitelná prezentace cílů EU a jejich podpora.

3. Popis směrů možného technologického vývoje

Na základě úvah všech renomovaných světových institucí spotřeba všech druhů energií minimálně do roku 2040 bude růst. Je to dáno růstem počtu obyvatel na světě a požadavkem na lepší životní podmínky a úroveň života všech obyvatel. Rostoucí poptávka po energiích bude muset být kryta zvýšenou těžbou fosilních paliv a nálezem nových nalezišť. Udržitelnost spotřeby fosilních paliv bude i nadále jednou z klíčových výzev pro technologie. Všechny druhy dopravy představují cca 30 % celkové spotřeby energie. Celková očekávaná spotřeba energie musí však být podpořena energií z obnovitelných zdrojů energie.

Dnes ve světě existuje celá řada námětů, jak řešit budoucí potřebu motorových paliv po roce 2020. Základní premisy pro odhad jejich uplatnění vychází z těchto předpokladů:

- Světová ekonomika poroste a bude růst životní úroveň střední třídy společnosti především v zemích jihovýchodní a jižní Asie (Indie a Čína). To se projeví především v růstu spotřeby energie pro dopravu. V roce 2040 se očekává, že na světě budou v provozu cca 2 až 2,1 miliardy automobilů.
- Nedojde k významné změně preference způsobů dopravy. Poroste však objem přepravy nákladů formou lodní dopravy a poroste letecká přeprava zejména osob.
- Neustále bude trvat tlak na ekologii. V dopravě to bude znamenat tlak na snižování emisí CO₂ a dalších skleníkových plynů a pevných mikročástic. To se bude dít dvěma cestami:
 - náhradou paliv s vysokou uhlíkovou stopou palivou s nulovou nebo podstatně nižší stopou;

- snižováním spotřeby paliv jak technickým řešením, tak organizačním způsobem. Tlak snižovat emise se soustředí i na lodní a leteckou dopravu;
- rostoucí poptávka po energii musí být kryta zvýšenou těžbou a nálezem nových nalezišť fosilních paliv;
- celková očekávaná spotřeba energií musí být podpořena energií z obnovitelných zdrojů;
- udržitelnost spotřeby fosilních paliv bude i nadále jednou z klíčových výzev pro chemické technologie;
- fosilní paliva budou v dopravě dominovat ještě nejbližších 30 let.

Je třeba vycházet z premisy, že energie a životní prostředí jsou klíčovou oblastí výzkumu a vývoje s vysokým společenským dopadem. To bude generovat zájem o technologie integrující obnovitelné zdroje.

K zajištění budoucí spotřeby energie budou využívány tyto zdroje:

- kapalná, plynná a pevná fosilní paliva (spalovací motor);
- kapalná, plynná paliva na bázi biomasy (spalovací motor);
- elektřina z větrné a vodní energie (elektromotor);
- elektřina na bázi solární energie (elektromotor);
- energie uvolněná z chemických vazeb (palivový článek, elektromotor).

Jedná se o projekty s dobou řešení deseti let a velkou mírou odhadované veřejné podpory ve výši jedné miliardy eur.

Vedle výše uvedených faktorů má pro spotřebitele paliv velký význam koncová cena. Ta je ve značné části závislá na sazbě spotřební daně, která je dnes 55 až 60 % z celkové ceny. Bohužel ještě dnes je její výše stanovována politicko-ekonomickými zájmy.

3.1 Perspektivní technologie ve světě

V rámci této studie budou sledovány tyto technologie výroby alternativních paliv pro výrobu silničních motorových paliv:

a) Moderní vyspělá biopaliva

Tato paliva mohou být vyrobena z nepotravinářských zdrojů biomasy včetně organického odpadu a plodin pěstovaných pro energetické využití. K výrobě paliv, která přispívají ke snížení emisí skleníkových plynů, lze použít různé suroviny, často se jedná o odpady. Některá biopaliva mohou být používána jako směsi s fosilními palivy a dalšími jako náhražky fosilních paliv, přičemž mnohé z nich jsou kompatibilní se stávající infrastrukturou. Pro výrobu vyspělých biopaliv je k dispozici řada technologií, z nichž nejperspektivnější jsou:

- hydrolýza celulózy a následná anaerobní fermentace na bioalkoholy a tzv. syntetická paliva;
- pyrolýza biomasy na syntézní plyn s následnou FT syntézou paliv;
- hydrotermické štěpení biomasy;
- technologie BNG;
- výroba bioplynu ze zemědělského odpadu;
- výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy.

Podrobnosti k těmto technologiím jsou uvedeny v příloze 2 studie Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty v rámci projektu Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa.

- b) hydrogenace rostlinných olejů;
- c) vodík po dopravu;
- d) konverze oxidu uhličitého na uhlovodíky, které lze užívat jako motorová paliva. V přípravě je pilotní jednotka v ArcelorMittal Gent v Belgii, kde se budou vyrábět motorová paliva z odpadního CO₂ z ocelárny.

3.2 Perspektivní technologie v ČR

V současných podmínkách existují v ČR tyto technologie vedoucí k splnění cílů RED II:

- a) náhrada fosilní složky paliv energií z OZE činí 14 %. V podstatě to bude znamenat zdvojnásobit současný stav náhrady

Možným řešením je:

- maximalizovat užití biopaliv I. generace ve smyslu omezení legislativou RED II. To bude znamenat plošné zavedení paliva E10 pro zážehové spalovací motory;
- opětovně zahájit výrobu a distribuci směsných paliv typu B20 a B30 a paliva B100. To však bude znamenat tato paliva podpořit daňovou úlevou;
- podpořit výrobu BNG na bázi zemědělských odpadů. To bude vyžadovat rebilanci dnešního využití bioplynu v zemědělství jako paliva pro výrobu tepelné a elektrické technologie. Dále bude nutné zajistit vybudování provozních jednotek pro čištění BNG na kvalitu pro užití jako motorová paliva a vtláčení do plynovodní sítě.

- b) snížení emisí skleníkových plynů ze spalování pohonných hmot

Možným řešením je vedle výše uvedených technologií ad a):

- plánovitě dosáhnout technickým opatřením snížení spotřeby paliva. Toho je možné dosáhnout plošnou aditivací motorové nafty ke zlepšení čistoty spalovacího motoru a zlepšením mazivosti (snížení tření v motoru a příslušenství). To bude vyžadovat úpravu legislativy a certifikaci procesu;
 - za ekonomické podpory realizovat infrastrukturu plnicích stanic na vodík a podpořit obnovu autoparku vozidly na bázi spalování vodíku nebo vozidly s palivovými články;
 - podpořit rozvoj spotřeby CNG (infrastruktura a podpora nákupu vozidel na pohon CNG);
 - ekonomicky podpořit obnovu zastaralého autoparku vozidel starších deseti let. Zakázat/omezit/dovoz ojetých vozidel.
- c) zavedení vyspělých biopaliv do poolu pohonných hmot. To bude znamenat v komerčním měřítku realizovat některou technologii uvedenou v kapitole 4.1.
 - d) organizační opatření na úrovni státu a společnosti
 - zavést plánovanou obnovu zastaralého autoparku podle přesně stanovených pravidel.
 - e) rizika a omezení splnění cílů RED II
 - nedostatečné zdroje biomasy, navíc vybilancované ve prospěch energetické spotřeby pro výrobu elektřiny a tepla;
 - vybilancované komunální a zemědělské bioodpady ve prospěch zemědělské výroby a tepla a elektřiny;
 - realizace technologie pro výrobu vyspělých biopaliv s ohledem na surovinové zdroje a investiční náročnost.

Dílčí závěr

V současné době jsou z pohledu zdrojů cíle RED II nereálné. Tlak na splnění cílů by měl vycházet z podpory obnovy autoparku a podpory investic do výroby vyspělých biopaliv a infrastruktury vodíkových stanic.

4. Identifikace vhodného uplatnění nových technologií a přístupů k splnění cílů RED II

Energie, voda a potraviny patří k základním nezbytným zdrojům pro existenci lidské populace. Zabezpečení těchto komodit je proto jednou ze základních funkcí společnosti.

Odvětvová spotřeba energie v EU představuje tyto spotřeby (v % celkové spotřeby):

- průmysl 27,5 %
- neprůmyslová komerční sféra 31,4 %
- doprava 38,7 %
- zemědělství 2,4 %.

Celková primární spotřeba energie byla v roce 2016 kryta ve světě z 85 % fosilními zdroji.

Současná technologie dopravy není dlouhodobým řešením energetických potřeb. Hlavním problémem je, že nelze smysluplně zajistit stávající a budoucí přepravu nákladů autonomním elektrickým pohonem. Jsou proto hledány alternativní strategie. V blízké budoucnosti to budou alternativní obnovitelné zdroje a v delším časovém horizontu to bude vodík a následně konverze oxidu uhličitého na uhlovodíky.

Ve druhé etapě studie je proto věnována pozornost alternativním kapalným a plyným palivům a vodíku.

4.1 Kapalná vyspělá alternativní paliva

Problematika využití kapalných vyspělých biopaliv naráží na tyto technicko-ekonomické problémy:

a) Zajištění dlouhodobého zdroje surovin

Suroviny pro výrobu 2G paliv. V rámci přípravy legislativních podmínek pro RED II stanovila EU směrnicí 2015/1513/ES, příloha IX, část A a B, seznam uznatelných surovin pro výrobu vyspělých biopaliv. Jedná se nepotravinářskou biomasu, bioodpady a živočišné tuky a odpady. Je zřejmé, že tyto suroviny se stanou předmětem konkurenčního zájmu povinných společností a stanou se tak lukrativním produktem. Výhodu budou mít ty země, které tyto zdroje mají.

V rámci této etapy byl proveden jednoduchý operativní průzkum dostupnosti těchto zdrojů v ČR. Velký význam bude mít i rozdělení těchto zdrojů pro výrobce elektřiny, tepla a chladu a pro výrobce alternativních pohonných hmot. Ty právě na tento trh vstupují oproti ostatním sektorům pozdě na téměř již obsazený trh. Bude proto nutné, aby stát provedl zodpovědnou analýzu dostupnosti těchto zdrojů s přihlédnutím k politice potravinové soběstačnosti. S největší pravděpodobností to bude vyžadovat přehodnocení umístění těchto produktů, a to se všemi dopady.

Zdroje surovin, které jsou k dispozici:

- surový glycerin – odpadní produkt z výroby FAME/MEŘO;
- sláma – odpad z rostlinné výroby;
- chlévská mrva – odpad ze živočišné výroby;
- kaly z čistíren odpadních vod.

Potencionální zdroje surovin:

- směsný komunální odpad;
- biologický odpad z domácností a upotřebené kuchyňské oleje rostlinného původu;
- odpad ze zpracování masa, živočišné oleje, kafilerní tuky;

- kukuřičné klasy zbavené zrn;
- nekomerční pročistky lesa (listí, jehličí, kůra, větve);
- rychle rostoucí, záměrně pěstované dřeviny.

b) Technologie výroby vyspělých biopaliv

Provozované technologie v ČR:

- V současné době je v ČR jediná výroba vyspělých biopaliv ve společnosti TEMPERATOR v Liberci, která vyrábí 50 tis. tun/rok FAME na bázi odpadních živočišných tuků, které se dováží. Kapacita výroby je limitovaná nedostatkem odpadních tuků. Produkt nemá vhodnou kvalitu pro silniční paliva.

Zkoušené technologie:

- výroba HVO z UCO (pilotní projekt) – společnost UNIPETROL RPA;
- výroba FAME z odpadních fritovacích olejů. Pravděpodobné zahájení provozu od druhé poloviny roku 2018. Realizátor: Společnost Chemoprojekt v areálu společnosti SETUZA, Ústí n. L. (skupina Safichem).

Perspektivní technologie v ČR:

- výroba biomethanolu
Výroba biomethanolu na bázi glycerinu katalytickým rozkladem vodou. Vyrobený biomethanol je možné použít pro výrobu bioETBE jako složky automobilových benzínů nebo pro výrobu methylesterů mastných kyselin.
Podrobnosti jsou v příloze.
- výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací nepotravinářské biomasy.

4.2 Plynná alternativní paliva

a) Provozované technologie v ČR

- biomethan
 - výrobci: bioplynové stanice;
 - surovina: zemědělské odpady, mrva;
 - kapacita: cca 1,2 mld. m³;
 - využití: výroba tepla, elektrické energie pro spotřebu na místě výroby nebo vtláčování do sítě zemního plynu, následně pro vozidla na CNG. Využití pro pohon však předpokládá vyčištění BNG na kvalitu pro pohon vozidel.

Surovinou pro výrobu biomethanu je biomasa rozložitelná za anerobních podmínek, což jsou biologicky rozložitelné odpady nebo cíleně pěstované plodiny. V ČR se pro výrobu BNG využívá téměř výhradně odpadní biomasa představovaná:

- rostlinnými zbytky ze zemědělské prvovýroby a údržby krajiny. Jedná se o obilnou slámu, kukuřičné slupky a odpady ze zpracování, pročistky lesa, zbytky z lučních a pastevních areálů, odpady ze sadů a vinic, travní porosty z úhorů a parků;
- odpady ze živočišné výroby, jako jsou exkrementy hospodářských zvířat, zbytky krmiv, odpady z mléčnic, odpady ze zpracování masa, kafilerní tuky;
- biologicky rozložitelné komunální odpady, jako jsou kaly z odpadních vod, organický podíl tuhých komunálních odpadů;
- organické odpady z průmyslových a potravinářských výrob.

Bioplyn se z těchto surovin vyrábí v biostanicích fermentací v soustavě fermentačních reaktorů. Rostlinné zbytky ze zemědělské výroby se musí před fermentací drit.

- CNG a LNG

Nejedná se o typická alternativní paliva, ale o fosilní paliva s nízkými emisemi ve srovnání s kapalnými fosilními palivy (benzín a motorová nafta).

Aktuální využití je uvedeno v příloze 1 studie Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty v rámci projektu Technologické trendy v silniční dopravě, 1. etapa.

b) Připravované technologie

- Vodík

Vodík jako palivo pro motorová vozidla je v současné době považován jako perspektiva příštích let a postupná náhrada za uhlíková paliva. Je to především z důvodu, že jeho spalováním nevzniká oxid uhličitý a jiné škodlivé zplodiny jako ze spalování uhlovodíků. Dalším důvodem je, že surovin pro jeho výrobu je řádově mnohem více než fosilních uhlovodíků. Dosud je však brzdou cena výroby a bezpečnost při distribuci a užití. Větší využití lze proto předpokládat až za cca dvacet let.

Výroba:

Světová produkce vodíku je dnes cca 55 milionů tun za rok. V globálním měřítku dominuje jeho výroba z fosilních zdrojů (z ropy, zemního plynu a uhlí) a vody (elektrolýza). Dalším zdrojem výroby vodíku je zpracování biomasy. Pro masivní využití vodíku v dopravě však jeho výroba z fosilních zdrojů by byla kontraproduktivní z pohledu emisí. Pro masovou výrobu proto přichází v úvahu voda, a to jednak elektrolýza vody, vysokoteplotní elektrolýza, termochemické cykly štěpení vody a S-I cyklus a jednak biotechnologická produkce vodíku především pomocí mikroorganismů.

Vodík jako zdroj energie (palivové články):

Perspektivním využitím vodíku je palivový článek, což je zařízení, které při elektrochemické reakci přeměňuje vodík chemickou energií kontinuálně za přívodu oxidačního činidla na energii elektrickou. Palivové články oproti spalovacím strojům pracují s vysokou účinností, která dosahuje v praxi až 40 až 55 %. V současné době je vyvíjeno asi pět druhů palivového článku.

Skladování vodíku:

Vodík lze dlouhodobě skladovat jak v plynné fázi, tak kapalně. Skladování vodíku v kapalně fázi je však velmi energeticky a technicky náročné. To umožňuje výhodně užívat vodíku ke krytí energetických špiček spotřeby. Nevýhodou skladování je jeho nízká hustota a bod varu.

Bezpečnost:

Vodík tvoří se vzduchem vysoce hořlavou a výbušnou směs v širokém rozpětí koncentrací (4 až 75 %) objemu pro hořlavou směs a 19 až 59 % objem. pro výbušnou směs. Při rychlé expanzi stlačeného vodíku může dojít k jeho samovznícení. Navíc má velmi malou zápalnou energii (0,02 J), což může iniciovat jeho vzplanutí. Nízká viskozita a malá velikost molekuly vodíku kladou zvýšené nároky na utěsnění palivové soustavy. Naopak velmi nízká hustota vodíku napomáhá jeho rychlému rozptýlu do okolí.

Využití vodíku v dopravě:

Vodík se dá pro pohon motorových vozidel použít v současné době dvěma způsoby:

- přímé spalování v upraveném spalovacím motoru;
- využitím jako paliva do vodíkového palivového článku, který pracuje na převodu energie z vodíku přímo na elektrickou energii. K tomu využívají vzdušný kyslík, který s vodíkem elektrochemicky reaguje. Odpadním produktem je pouze vodní pára.

V současné době je v ČR instalovaná jedna plnicí stanice pro tankování vodíku, uvedená do provozu v roce 2010. Je umístěna v areálu společnosti Spolana, Neratovice. Podle předpokladu Ministerstva dopravy by do roku 2023 mohlo vzniknout cca šest až osm čerpacích stanic na vodík a další tři až čtyři do roku 2025.

Ústav jaderného výzkumu v Řeži u Prahy vyvíjí projekt výroby vodíku z obnovitelných zdrojů pomocí fotovoltaických panelů. Výrobní jednotku bude doplňovat kompresní stanice s tankovacím rozhraním. Malá plnicí stanice má být připravena k provozu do konce roku 2019 pro vozidla s malou spotřebou. Na projektu s ÚJV Řež spolupracuje VŠCHT Praha a společnost ATP jako dodavatel technologie v oblasti technických plynů.

Automobily na pohon vodíkem se v současné době v ČR neprodávají. Důvodem je chybějící infrastruktura. Nákup vozidel na vodíkový pohon by mohly podpořit dotační fondy EU nebo dotační program MŽP.

4.3 Organizační a osvětová opatření

V první řadě je nutné, aby transpozice schválené legislativy k RED II proběhla včas a dohodnutá dílce byla konzistentním názorem státu, zemědělského sektoru, výrobců biopaliv a výrobců a distributorů pohonných hmot pro dopravu. 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. 2020. Předkladatelem novely zákona by mělo být Ministerstvo průmyslu a obchodu. K projednání transpozice legislativy k RED II může být s výhodou využito mezirezortní skupiny Alternativní paliva či pracovní skupiny Čistá mobilita.

Za velmi důležitý prvek vedoucí ke splnění cílů RED II je smysluplná ekonomická podpora vedoucí k obnově autoparku vozidel a investiční podpora nových technologií pro výrobu vyspělých biopaliv a zajištění vhodných surovin.

V rámci osvětové činnosti státní správy a petrolejářských společností je třeba připravit program informací (sortiment a kvalita) o zařazení nových paliv na trh.

4.4 Základní srovnání vlastností alternativních paliv se standardními

Efektivnost využití paliva a energie v dopravě je závislá na výhřevnosti (MJ/litr, MJ/Kg). Největší výhřevnost vykazuje vodík a sestupně následují zemní plyn, LPG, benzin, motorová nafta, ethanol a methanol.

Dalšími faktory užití paliv pro dopravu závisí na jejich emisích při jejich spalování, skladovatelnosti, přepravě a tankování do vozidla.

Výběr vhodného budoucího paliva pro hromadnou silniční dopravu by se měl odvíjet od těchto kritérií:

- výhřevnost;
- emisní stopa;
- dostupnost/cena;
- distribuce/doprava, skladování, tankování.

Základní informace o těchto vlastnostech je uvedena v tabulce 1.

Tabulka 1

Palivo/energie	výhřevnost (MJ/litr)	emise (kg/GJ)	dostupnost	distribuce
automobilový benzin	32	95,3	výborná	výborná
motorová nafta	36	95,1	výborná	výborná
LPG	46 (MJ/kg)	73,6	výborná	výborná
CNG	34 (MJ/m ³)	69,3	omezená	výborná
vodík	119 (MJ/kg)	0,0	není	omezená
bioethanol	24	30,0	omezená	výborná
FAME	33	34,0	omezená	výborná

5. Závěr

I když lze velmi dobře předpokládat, že fosilní paliva pro silniční dopravu na bázi ropy budou dominovat na trhu ještě v roce 2035, 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 odborné, tak i změny sociální politiky.

Přechod na jiný zdroj energie v dopravě je zcela systémový 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 rozpětí 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.

Splnitelnost cílů RED II vyjadřuje tabulka 2.

Tabulka 2

Pool paliv	podíl OZE (%)	úspora emisí GHG (%)
současný stav (8,2 mld. litrů)	5,0	6,6
+5 GHG	bez bioCNG	6,3
	s bioCNG	8,6
+5x el. silniční	OZE 13,6 %	6,9
	OZE 20 %	6,9
vyspělá biopaliva	1 %	7,4
	3,5 %	9,6

Z orientačního přehledu vyplývá, že ke splnění cílů RED II je třeba zavést do poolu vyspělá biopaliva v minimálním objemu 4 % z celkové spotřeby energie v dopravě, cca 5 % energie nahradit elektřinou z OZE a zahájit tankování vodíku.

6. Příloha

Možnosti využití nových zdrojů biosložek v dopravě

Snaha o snižování produkce emisí v dopravě vede k hledání alternativních zdrojů energie. Mezi zvažované možnosti patří i využití biomethanu jako přísady do CNG a biomethanolu jako suroviny pro výrobu MTBE.

Využití biomethanu v dopravě

Jednou z možností snižování emisí z dopravy je využití zemního plynu (CNG). CNG obsahuje minimálně 85 % methanu, což dává předpoklady k minimálním emisím pevných částic a nespálených uhlovodíků, které jsou z hlediska znečištění velkým problémem, zejména ve velkých městech.

V posledních deseti letech sice došlo k rozvoji používání CNG v dopravě, ale počet vozidel v ČR dosahuje jen cca 15000 a celková roční spotřeba pro dopravu za rok 2017 je 67,6 mil. m³. Proto je snaha o další podporu využívání tohoto energetického zdroje, a i s možností využití jeho bio formy.

V dubnu 2018 bylo mezi vládou ČR a plynárenskými společnostmi podepsáno „Memorandum o dlouhodobé spolupráci v oblasti rozvoje vozidel na zemní plyn pro období do roku 2025“, které stanoví podmínky využívání CNG v dopravě a zaručuje zvýhodněnou sazbu spotřební daně pro CNG ve srovnání s ostatními fosilními palivy. Součástí tohoto memoranda je i využívání biomethanu, tj. bioplynu upraveného na kvalitu zemního plynu pro pohon motorů v silniční dopravě.

Podle zprávy MPO z května 2018 [1] je v ČR téměř 600 bioplynových stanic s roční produkcí 1,159 mld. m³ bioplynu. V současné době je prakticky celá produkce využívána k výrobě elektřiny a tepla v kogeneračních jednotkách. Právě využití biomethanu pro dopravu by mohlo přinést další možnosti pro dodavatele paliv pro splnění požadavků na podíl biopaliv a pro plnění emisních požadavků.

Bioplyn se vyrábí v bioplynových stanicích nebo v čistírnách odpadních vod prostřednictvím procesu anaerobní digesce bez přístupu vzduchu v uzavřených reaktorech. Výsledkem procesu je bioplyn, který je zatím nejčastěji využíván k výrobě elektřiny a tepla, a dále digestát, který lze použít jako kvalitní hnojivo (obdobu kompostu). Bioplynové stanice zpracovávají kromě odpadů ze zemědělské a lesní výroby i průmyslové a komunální bioodpady. Do kategorie produkce bioplynových stanic se ještě řadí skládkový plyn, který je řízeně produkován a jímán ze skládek odpadů.

Výhřevnost bioplynu se pohybuje v rozmezí 15 MJ/m³ až 25 MJ/m³ a závisí stejně jako složení na vstupní surovině, charakteristické složení bioplynu je uvedeno v tabulce 1 [2].

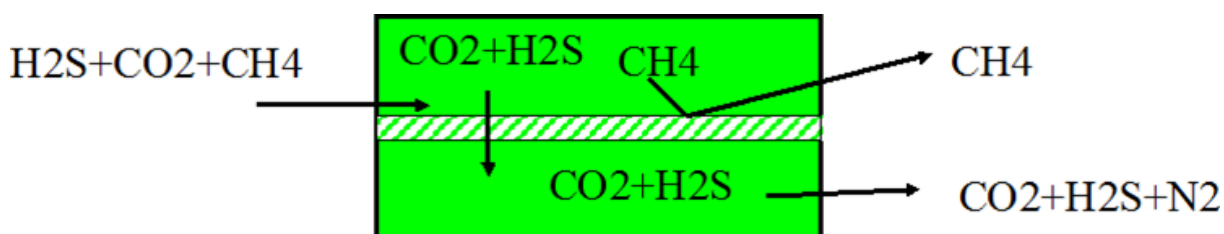
Tabulka 1: Složení bioplynu

Složka	Koncentrace %V/V
Methan CH ₄	45-70
Kyslíčnan uhličitý CO ₂	30-45
Dusík N ₂	0-5
Kyslík O ₂	<1
Uhlovodíky	<1
Sulfan H ₂ S	0-0,5
Amoniak NH ₃	0-0,05
Vodní pára H ₂ O	1-5
Siloxany	0-50 mg/m ³

Ze složení bioplynu je zřejmé, že pro použití pro pohon motorů v dopravě je nutné bioplyn upravit a zvýšit podíl methanu na minimálně 85 % tak, aby jeho obsah odpovídal minimálnímu požadovanému obsahu v CNG.

Jednou z používaných metod je membránové čištění s následnou vodní vypírkou [3]. Principem čisticí metody je membránová separace složek bioplynu a rozdílná rozpustnost jednotlivých složek bioplynu ve vodě. Klíčovými komponentami bioplynu jsou methan a oxid uhličitý, nejvíce zastoupenou znečišťující látkou je sulfan. Princip separace (viz obrázek 1) byl v laboratorním měřítku ověřen v Ústavu chemických procesů Akademie věd České republiky. Voda jako separační médium je v principu jedinou spotřebovanou chemickou látkou. Zařízení není energeticky náročné a nejsou potřeba žádné finančně náročné materiály – používané jsou běžně dostupné membrány z procesů čištění vody.

Obrázek 1: Schéma čištění bioplynu



V rámci projektu, řešeného za podpory MPO a ČEZ a.s. byla sestavena a zprovozněna dvě pilotní zařízení, zpracovávající 0,2 m³ bioplynu hodinově. V dalších fázích testování se čekává provedení dodatečných testů, které budou zaměřeny na zvětšení zařízení na velikost cca 6 m³ bioplynu za hodinu, zajištění plně automatizovaného bezobslužného provozu, další snížení provozních nákladů a také na prověření limitu životnosti zařízení. Tuto technologii vodní vypírky nabízí i další firmy, např. firma Bonett.

Další metodou čištění bioplynu je membránová technologie [4], která pracuje na principu odstranění oxidu uhličitého z bioplynu na základě rozdílné velikosti molekul methanu a kyslíčnanu uhličitého.

Kromě odstranění CO_2 je potřeba z bioplynu odstranit i minoritní kontaminanty, které brání použití bioplynu v motorech vozidel. Jedná se zejména o siloxany a sulfan. Způsob odstranění popisuje zpráva [5]. Tyto nečistoty je možné odstranit adsorpcí na speciálně upraveném aktivním uhlí. Jinak způsobuje spalování siloxanů a sulfanu v motorech problémy. Spalováním siloxanů vznikají pevné úsady oxidu křemičitého, ve kterých se snadno sorbují oxidy síry, vznikající spalováním sulfanu. Vzniklá kyselina sírová způsobuje korozi materiálů, což může vést až k propálení některých částí spalovacích motorů, např. výfukových ventilů.

Kvalita CNG je v současné době definována v technické normě ČSN 65 6517, po zavedení přídatku biomethanu do CNG bude kvalita upravena evropskou normou ČSN EN 16723-2.

Kvalita zemního plynu a bioplynu je definována kromě minimálního obsahu methanu také methanovým číslem. Methanové číslo se vypočítá na základě složení zemního plynu s obsahem bioplynu. Výpočet je popsán v technické normě ISO/TR 22302. Nejprve se vypočte MON (oktanové číslo motorovou metodou). Vychází se buď z poměru C:H nebo ze složení zemního plynu. Z vypočteného MON se methanové číslo vypočte podle rovnice 1:

$$\text{MN} = 1,445 \text{ MON} - 103,42 \quad (1)$$

Výhodou použití CNG jsou nižší emise ze spalování, ve srovnání s emisemi při použití benzínu a motorové nafty. Jedná se zejména o nižší emise nespálených uhlovodíků a pevné částice. Při použití katalyzátoru pro redukci NOX a filtru pevných částic jsou emise vznětového motoru srovnatelné. Nespornou výhodou je nižší cena CNG ve srovnání s konvenčními palivy, důvodem je i výrazně nižší spotřební daň. Přídavek biomethanu do CNG jeho cenu pravděpodobně zvýší. Výhodou je i osvobození od silničních poplatků. Nevýhodou je vyšší pořizovací cena vozů na CNG cca o 10 % a problémy s parkováním v uzavřených garážích, což je způsobeno chybnými bezpečnostními předpisy a zařazení CNG do stejné kategorie jako LPG.

Výběr hlavních jakostních ukazatelů podle ČSN EN 16723-2 je uveden v tabulce 2.

Tabulka 2: Vybrané požadavky, mezní hodnoty a související zkušební metody pro zemní plyn a biomethan používané jako pohonné hmoty

Parametr	Jednotka	Mezní hodnoty		Zkušební metoda (informativní)
		Min	Max	
Celkový obsah těkavého křemíku (počítáno jako Si)	mgSi/m ³		0,3	EN ISO 16017-1:2000 TDS-GC-MS
Vodík	% mol/mol	–	2	EN ISO 6974-3 EN ISO 6974-6 EN ISO 6975
Teplota rosného bodu uhlovodíků (od 0,1 do 7 MPa absolutního tlaku)	°C	–	-2 (jako v EN 16726)	ISO 23874 ISO/TR 11150 ISO/TR 12148
Kyslík	% mol/mol	–	1	Řada EN ISO 6974 EN ISO 6975
Sirovodík Karbonsulfid (vyjádřeno jako síra)	mg/m ³	–	5 (jako v EN 16726)	EN ISO 6326-1 EN ISO 6326-3 EN ISO 19739
Síra celkem (včetně odorizace)	mgS/m ³	–	30 ^c	EN ISO 6326-5 EN ISO 19739
Methanové číslo	index	65 (jako v EN		Příloha A viz EN ISO 16726:1015
Amin	mg/m ³		10	VDI 2467 Blatt 2:1991-08

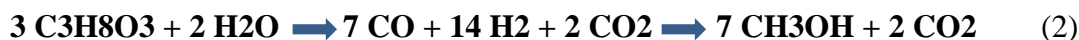
Výroba biomethanolu

Další, zcela novou možností získání biosložky, je výroba bioMTBE. MTBE se dlouhodobě používá při formulaci automobilových benzinů jako zvyšovač oktanového čísla. Methanol se vyrábí ze syntézního plynu získaného ze zemního plynu. Novou možností je získání methanolu z glycerolu, který je vedlejším produktem výroby metylesterů mastných kyselin. Metylestery mastných kyselin jsou přidávány jako biosložka do motorové nafty.

Při výrobě metylesterů mastných kyselin vzniká jako vedlejší produkt glycerinová fáze. Vesměs se glycerinová fáze používá pro výrobu glycerinu různé čistoty a glycerol se používá i jako složka do vybrané skupiny (G13) chladicích kapalin pro celohliníkové motory [7].

Z této suroviny lze vyrobit i biomethanol.

V ČR zpracovává tuto surovinu firma GLYCONA Otrokovice a vyrábí z ní několik dalších výrobků [6]. Především se jedná o glycerin různé čistoty (technický a rafinovaný) a pro různé účely použití (kosmetické a lékařské) v množství 600 tun/měsíc, mastné kyseliny pro výrobu metylesteru kyselinovou esterifikací (300 tun/měsíc) a dále se nově z glycerolu vyrábí methanol vysoké čistoty 99,9 % V/V a s obsahem vody pouze 0,1 % V/V. Methanol neobsahuje síru (obsah síry je <3 mg/kg). Vyráběné množství methanolu je 300 tun/měsíc. Reakce probíhá za přítomnosti katalyzátoru podle rovnice 2:



Výtěžnost reakce je 0.81 kg methanol/kg glycerolu. Biomethanol je možné použít pro výrobu metylesterů mastných kyselin, ale z hlediska využití biosložek se jeví výhodně i možnost výroby bioMTBE, které se používá do automobilových benzinů jako zvyšovač oktanového čísla.

Souhrn

Využití přečištěného bioplynu jako přísady do CNG lze realizovat po upravení na požadovaný tlak přísadou do plynovodní sítě nebo přímo v místech výroby bioCNG. Celkový objem využití bude záviset na úrovni podpory pro bioplynové stanice a ceně přečištění bioplynu. Jedná se o další možnost využití biomasy pro výrobu paliv a snížení emisí CO₂. Také použití biomethanolu je možností pro využití biopaliv, ale realizace bude záviset i na porovnání s cenou metanolu vyráběného klasickým způsobem i na ceně etanolu, který by ho ve výrobě zvyšovačů oktanového čísla mohl nahradit ve formě ETBE.

Citovaná literatura

- [1] Ministerstvo průmyslu a obchodu, tisková zpráva 10. 5. 2018
- [2] Mineralogicko-chemická charakteristika fermentačních zbytků při výrobě bioplynu a jejich využití při zlepšení vlastnosti půd, Tomáš Vítěz, Milan Geršl, Jan Mareček, Jan Kudělka, Eva Krčálová, Mendelova Univerzita Brno, 2013
- [3] <https://www.cez.cz/cs/vyzkum-a-vzdelavani/veda-a-vyzkum/aktuality-z-vyzkumu-a-vyvoje-cez/17.html>
- [4] Časopis Biom 4/2017
- [5] Odstraňování minoritních nečistot z bioplynu, K. Ciahotný, VŠCHT Praha, 2010
- [6] <http://www.glycona.cz/>
- [7] Specifikace VW 774, 2012-11

Seznam příloh

Možnosti využití nových zdrojů biosložek v dopravě

Seznam zkratk

1G	.....	biopaliva 1. generace vyrobená z potravinářské a krmivářské biomasy
2G	.....	biopaliva 2. generace vyrobená z nepotravinářské a nekrmivářské biomasy a z odpadní biomasy
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.
B100	.....	methylestery mastných kyselin (FAME/MEŘO) dle ČSN EN 14214
bioETBE	.....	biotethyltercbutylether
bioMTBE	.....	biomethyltercbutylether
BNG	.....	zkapalněný zemní plyn vyrobený z biomasy nebo bioodpadu (biomethan)
CNG	.....	stlačený zemní plyn
CO2	.....	oxid uhličitý
ČAPPO	.....	Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu
E10	.....	automobilový benzin ČSN EN 228 s obsahem biosložky do 10 % objem.
EK	.....	Evropská komise
ETBE	.....	ethyltercbutylether
FAME	.....	methylestery mastných kyselin
FT	.....	Fischer Tropschova syntéza
GHG	.....	skleníkové plyny
HVO	.....	hydrogenovaný rostlinný olej
LNG	.....	zkapalněný zemní plyn
LPG	.....	zkapalněné ropné plyny
NAP	.....	Národní akční plán
MEŘO	.....	methylestery řepkového oleje
MPO	.....	Ministerstvo průmyslu a obchodu
OZE	.....	obnovitelné zdroje energie
PHM	.....	pohonné hmoty
RED II	.....	Renewable Energy Directive
SynBIO	.....	syntetická motorová nafta
TPSD	.....	Technologická platforma silniční doprava
UCO	.....	upotřebené kuchyňské oleje
VŠCHT	.....	Vysoká škola chemicko-technologická v Praze
ÚJV	.....	Ústav jaderného výzkumu, Řež

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 benzínu a motorové nafty.
2. Směrnice Rady (EU) 2015/1513 ze dne 9. 9. 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu 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. Prováděcí rozhodnutí Komise 2014/6/EU ze dne 9. 1. 2014 o uznání režimu „obnovitelných naftových paliv z hydrogenovaných rostlinných olejů (HVO) na ověřování souladu s kritérii udržitelnosti pro biopaliva uvedenými ve směrnici o obnovitelných zdrojích energie“ za účelem prokazování souladu s kritérii udržitelnosti podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 98/70/ES a 2009/28/ES.
5. Sborník ČAPPO 25 let, 2017.
6. Statistika trhu petrolejářských výrobků ČAPPO, 2017.
7. Budoucnost automobilek neleží jen v bateriích, vodík může překvapit. KPMG (www.solarninovinky.cz), 2018.
8. Komora, Měsíčník Hospodářské komory ČR, červenec–srpen 2018, ročník 19.
9. <https://cz.energyhub.eu/clanek/novinky/107297-v-usti-nad-labem-budou-vyrabet-bionaftu-z-odpadniho-kuchynskeho-oleje> 29. 6. 2018.
10. Technologické trendy v silniční dopravě 1. etapa. Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty, březen 2018.
11. <http://www.biopaliva-ctpb.cz/153-ceska-republika-perspektivy-a-potencial-vyuziti-co2>
12. Současný stav biolegislativy v EU a aktivní vývoj při bulharském předsednictví RED II a kompromis na Trialogu dne 14.6., Agrofert, a.s., červen 2018.
13. Energetická budoucnost Evropy-revoluce v ukládání a distribuce neryje, P. Krtil, J. Heyrovsky Institute of Physical Chemistry, Academy of Science of the CR, Praha.
14. Jak efektivně splnit cíle RED II v dopravě po roce 2020. ČAPPO, červen 2018.