

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra chemie



Biopaliva – trendy a vyhlídky

Bakalářská práce

Lucie Chylíková

Ochrana krajiny a využívání přírodních zdrojů

doc. Ing. Vladimír Hönig, Ph.D.

© 2019 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Biopaliva – trendy a vyhlídky" jsem vypracoval(a) samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor(ka) uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 18. dubna 2019

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala panu doc. Ing. Vladimíru Hónigovi, Ph.D. za odborný dohled, trpělivost, cenné rady a poznámky při zpracování této bakalářské práce. Také bych ráda poděkovala zaměstnanci UniCRE, Bc. Janu Jenčíkovi, za odbornou exkurzi v Litvínově.

Biopaliva – trendy a vyhlídky

Souhrn

Cílem této bakalářské práce je vytvoření literární rešarže týkající se zmapování současné situace kapalných biopaliv a určení budoucích trendů v oblasti biopaliv v rámci ČR. V této práci jsou uvedeny základní informace týkající se ropy jakožto základní suroviny na výrobu současných paliv. V práci je vyobrazena legislativní povinnost vyplývající z EU. Je zde definována biomasa jako výchozí surovina pro výrobu biopaliv I. generace, biopaliva I. generace a jejich výrobní procesy. Dále jsou zde vyjmenována biopaliva II. generace a biopaliva dalších generací, jež jsou považována za perspektivu do budoucna. Není opomenuta ani ekonomická stránka biopaliv s ohledem na hlavní faktory, určující ekonomickou situaci týkající se biopaliv. V práci je analyzována predikce a budoucí vývoj, kde jsou určeny různé cesty, jakými se odvětví biopaliv může ubírat. Prakticky nejdůležitější částí je vyjádření situace biopaliv do roku 2020 a po roce 2020.

Klíčová slova: biopalivo, bionafta, hydrogenace, přírodní zdroje, spalovací motor

Biofuels – trends and prospects

Summary

The aim of this bachelor thesis is to create a literature review concerning the current situation of liquid biofuels and to determine future trends in biofuels within the Czech Republic. In this work, the basic information regarding crude oil as a basic raw material for the production of current fuels is presented. The thesis shows the legislative obligation arising from the European Union. Biomass is defined as a starting material for the production of first generation biofuels, first generation biofuels and their production processes. Biofuels II are also listed here. generation and biofuels of the next generation, which are seen as future prospects. The economic aspect of biofuels is not neglected either, considering the main factors determining the economic situation of biofuels. The thesis analyzes the prediction and future development, where the different ways in which the biofuel industry can go. The most important part is to express the situation of biofuels by 2020 and beyond 2020.

Keywords: biofuel, biodiesel, hydrogenation, natural resources, combustion engines

Obsah

1 Úvod	1
2 Cíl práce	2
3 Současná produkce	3
3.1 Ropa, pohonné hmoty a paliva	3
3.2 Legislativa EU a právní rámec	5
3.2.1 Směrnice 2003/ ES/ 30	5
3.2.2 Směrnice 2009/ 28/ ES	5
3.2.3 Směrnice 2015/ 1513	6
3.2.4 Směrnice 2015/ 652	6
3.2.5 Zákon o ochraně ovzduší	6
3.2.6 Kritéria udržitelnosti biopaliv	7
3.2.7 Nařízení Evropské unie	7
3.2.8 Cíle v dopravě.....	7
3.3 Biomasa.....	8
3.3.1 Biomasa cíleně pěstovaná	8
3.3.2 Biomasa odpadní	8
3.3.3 Využití.....	8
3.4 Biopaliva I. generace	9
3.4.1 FAME	10
3.4.2 Bioethanol I.generace	12
3.5 Biopaliva II. generace	13
3.5.1 HVO.....	14
3.5.2 Bioethanol II. generace.....	16
3.6 Perspektiva biopaliv.....	18
3.6.1 Fischer– Tropschova syntéza	18
3.6.2 P2G	21
3.6.3 Biopaliva z řas.....	22
3.7 Ekonomické zhodnocení.....	23
3.7.1 Spotřební daň.....	24
3.7.2 Odpadové hospodářství	24

3.8	Predikce a budoucí vývoj.....	25
3.8.1	Co-processing	25
3.8.2	Ekonomická stránka	30
3.8.3	Biopaliva do roku 2020.....	30
3.8.4	Ekonomická stránka	32
4	Závěr	36
5	Literatura.....	37
6	Seznam obrázků	43
7	Seznam tabulek.....	44
8	Seznam použitých zkratk a symbolů.....	45

1 Úvod

Biopaliva jsou v poslední době velmi diskutovaným tématem a zájem o ně se neustále zvyšuje zejména z pohledu EU. Důvodem je, že mohou být adekvátním řešením současné problematiky týkající se jednak docházejících zásob ropy a závislosti na jejím dovozu. A druhým důvodem jsou neustále narůstající emise, zejména CO₂ k čemuž dochází díky spalování fosilních hmot v dopravě. Narůstající emise mají negativní dopad na životní prostředí a celkově na klima, kdy dochází ke globálnímu oteplování. Dopravní průmysl se velmi intenzivně neustále vyvíjí vpřed, proto je třeba nalézt kompromisní řešení, které by regulovalo sníženou produkci emisí a zároveň by došlo ke snížení dovozu ropy vedoucí třeba až k úplné nezávislosti na jejím dovozu (Kabeš 2010). EU má snahu zavedení biopaliv regulovat pomocí nejrůznějších směrnic. V současné chvíli je klíčová směrnice RED II, která je revizí směrnice 2009/28/ES jejíž platnost končí v roce 2020. RED II by ji měla nahradit a jedním z hlavních bodů je ukončení výroby biopaliv z palmového oleje, který způsobil více škody než užitku. Dále se snaží regulovat maximální % obsah biopaliv vyrobených z krmné biomasy s cílem neustálého postupného snižování. Mimo jiné se snaží navýšit obsah biopaliv v dopravě se zastoupením zejména vyspělých biopaliv, tzv. III. generace a lze očekávat, že toto % navýšení bude v budoucnu stoupat vzhůru. Výroba biopaliv zahrnuje několik překážek, zavedení technologií na jejich výrobu není zcela levnou záležitostí a je potřeba vynaložit na ně veliké investice. Jejich konkurenceschopnost roste díky narůstající ceně ropy. Je třeba zajistit také dostatečné množství výchozích surovin. Biopaliva se již vyvíjí několik desítek let, na trhu v ČR se objevily poprvé v roce 2007 (Hejkrlik 2018). Původním cílem mimo již zmíněné, byl rozvoj zemědělství. I. generace biopaliv byla totiž vyráběna z biomasy a to cíleně vypěstované nebo odpadní. S odtupem času se od biopaliv I. generace ustoupilo, jelikož byly obavy z hlediska konkurence pěstování biomasy vůči potravinovým či krmným plodinám. Následně byly vyvinuty biopaliva II. generace, která začala být vyráběna z odpadních materiálů jako např. zemědělský odpad, fritovací či kuchyňské oleje. Biopalivo II. generace, HVO představuje největší perspektivu do budoucna. Má vynikající vlastnosti a pozitivní vliv na motor. Jeho výroba je neustále zkoumána, vyvíjena a zlepšována, aby byla ekonomicky výhodná. Obrovskou výhodou HVO jsou výchozí suroviny na jeho výrobu, lze ho vyrábět jak z biomasy tak z odpadů (Mužíková et al 2015). Veliký potenciál je také v biopalivech pocházejících z Fischer–Tropschovy syntézy, jehož podstatou je zplyňování biomasy (Hromádko et al 2010). Zplyňování obecně představuje poměrně důležitou část budoucnosti biopaliv, stejně jako pyrolýza, jejíž proces probíhá na základě termického rozkladu. Pro pyrolýzu je vhodnou surovinou odpad nejrůznějšího druhu (Ctíhrotný et al 2012). Biopalivům velmi pozitivně nahrává fakt, že od roku 2030 bude omezeno skládkování, tudíž bude třeba řešit problematiku přebývajícího odpadu (Hájek 2018). Řešením zde bude zpracování odpadu právě na výrobu biopaliv. Dokud nebude nalezeno jiné adekvátní řešení, které by současnou situaci nejen v dopravním průmyslu řešilo, lze očekávat, že biopaliva nás budou doprovázet v odvětví dopravy opravdu dlouho.

2 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce bylo zmapovat současná kapalná biopaliva vyskytující se na trhu v oblasti dopravy a nastítnit situaci jakým by se biopaliva mohla ubírat v rámci ČR. Určit budoucí trendy, co je bude ovlivňovat. Bylo zmíněno jaká biopaliva byla vyráběna a nabízena na trhu s pohonnými hmotami. Jaké měly výhody a nevýhody, jak se vyráběly. Byla zohledněna ekonomická stránka biopaliv, ať už těch minulých tak i těch očekávaných. Zmínily se metody výroby vyspělých biopaliv, jejichž použití by mělo přijít v budoucnu. Byla vysvětlena terminologie týkající se budoucích trendů biopaliv a zmapování jejich ekonomického vývoje budoucnu. Dílčími cíli bylo analyzovat různé literární zdroje i legislativní stránku biopaliv a uvést případné teoretické předpoklady v oblasti biopaliv.

3 Současná produkce

V této části práce jsou definovány pojmy jako je ropa, pohonné hmoty a určeno co je považováno za palivo. Jsou vystiženy legislativní požadavky v rámci EU, která se snaží vytvářet tlak na členské státy ohledně úspory emisí a ochrany životní prostředí. Je definována biomasa jakožto výchozí surovina pro biopaliva I. generace, její druhy. Jsou vyjmenovány biopaliva I. a II. generace s popisem jejich výrobních technologií, jaké mají výhody i nevýhody. Dále jsou popsána perspektivní biopaliva, znamenající pro společnost posun z hlediska použitých výchozích surovin. Cílenou výchozí surovinou je odpad, jsou zobrazeny možnosti jeho využití, je zde popsán modifikovaný postup FT syntézy a její produkty. Jako velice potenciální biopalivo je považována technologie P2G, jejímiž nejdůležitějšími produkty jsou vodík a metan (Vobořil 2015). Je zde rozebrána technologie na výrobu biopaliv tzv. IV. Generace, jež je vyráběna z řas. Díky této technologii by bylo možné vyrábět biopaliva na špatně přístupných místech (Syntheticgenomics 2018). Z ekonomického pohledu je zmíněna spotřební daň, která je určujícím faktorem zda biopalivo bude na trhu. Díky finanční náročnosti výroby biopaliv je velmi obtížné prodávat biopalivo, které by se vyplatilo distributorovi i spotřebiteli bez slevy na spotřební dani (Hönig et al 2018). V poslední kapitole je popsán způsob zpracování biopaliv kombinovaným způsobem, tzv. co-procesingem, kdy je zpracováno biopalivo spolu s ropnými produkty (Petroleum 2018). Je zhodnocena ekonomická stránka nastávajících i současných biopaliv, a jde zde zobrazena predikce s ohledem do roku 2020 a po něm. Jak by situace s biopalivy mohla vypadat, jaké šance mají a jaké konkrétní druhy biopaliv by se na trhu mohly vyskytovat.

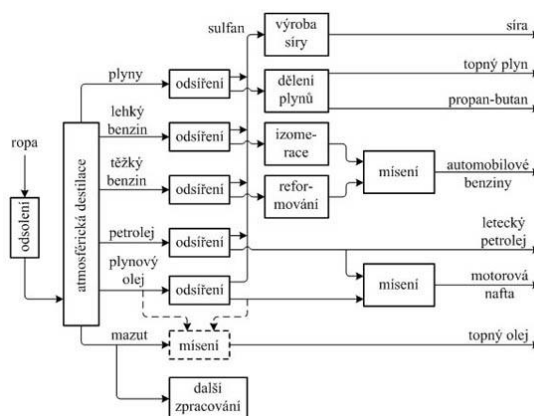
3.1 Ropa, pohonné hmoty a paliva

Ropa jako základní surovina pro výrobu nejen paliv, ale nesčetně dalších produktů. Je kapalnou směsí uhlovodíků fosilního původu. Vzniká v hloubce stovky metrů mezi dvěma vrstvami okolních hornin. Velmi často vzniká současně se zemním plynem. O vzniku ropy existují 2 teorie, anorganická a organická. Zatímco anorganická teorie udává vznik ropy díky reakcím karbidů s vodou a oxidu uhelnatého s vodíkem, teorie organická nám říká, že ropa vznikla díky rozkladu organického materiálu. Největším zdrojem tohoto organického materiálu byl mořský plankton, který následně prošel třemi stupni proměny. Za tyto 3 stupně považujeme: diagenézi, katagenézi a metagenézi. Přeměna planktonu je neustále probíhající proces (Petroleum 2018).

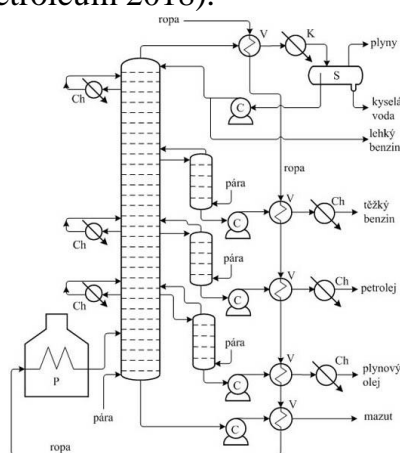
Ropa je z fyzikálního hlediska tmavě zbarvená olejovitá kapalina nacházející se ve svrchních vrstvách zemské kůry. Je řazena mezi kaustobiolity (hořlavé organogenní sedimenty). Po chemické stránce se skládá zejména z uhlíku 80–85%, vodíku 11–14 %, síry (0,5, 4,5 %), dusíku (0,1– 1 %) a kyslíku (0,0 – 1 %). Přesné složení ropy není díky komplikovanosti molekul doposud známo (Petroleum 2018).

Ropa je zpracovávána různými postupy, velmi důležitou roli zde hraje fakt, jaká je požadovaná kvalita či složení budoucího produktu. Je zpracovávána v rafinériích, kde je nejprve odsolována a následně atmosférickou a vakuovou destilací rozdestilována na několik

frakcí, které jsou následně zpracovávány samostatně. Často na rafinériích navazují petrochemické závody. Při atmosférické destilaci jsou získávány rafinérské plyny, lehký a těžký benzin, petrolej, plynový olej. Destilačním zbytkem je neodpařený mazut, který je dále využíván jako palivo (těžký topný olej) nebo je vakuově destilován na olejové frakce např. asfalt. Všechny produkty atmosférické destilace jsou nejprve odsířeny. Sírné sloučeniny významně zhoršují kvalitu frakcí a způsobují korozi ocelových částí atmosférické destilace. Plyny získané rafinací jsou rozděleny na topný plyn, obsahující zejména metan, ethan, a na propan a butan. Lehký benzin bývá izomerován kvůli zvýšení oktanového čísla pro použití do autobenzinů. Těžký benzin je reformován, kdy dochází ke zvýšení oktanového čísla a následně je použit pro mísení autobenzinů. Petrolej je použit jako pohonná hmota pro letecká paliva a složka motorové nafty. Plynový olej je hlavní složkou motorové nafty. Viz obr. 3.1 a obr. 3.2 znázorňující blokové schéma vakuové destilace a obvyklého zpracování ropy atmosférickou destilací (Petroleum 2018).



Obr. 3.1 Vakuová destilace (Petroleum 2018).



Obr. 3.2 Schéma atmosférické destilace (Petroleum 2018).

Paliva jsou látky splňující 3 určité parametry. Prvním parametrem je, že jsou energetické. Znamená to, jaká je maximální výhřevnost paliv na kilogram na paliva (MJ/ kg). Druhým parametrem je ekonomičnost. Posledním parametrem je hledisko ekologické, tzn. vliv spalování určitého paliva na životní prostředí. Paliva můžeme rozlišovat dle skupenství nebo dle stáří. Podle skupenství máme paliva pevná (uhlí, dřevo, koks), kapalná (ropa, petroleje)

a plynná (zemní plyny, bioplyn). Dle stáří paliva recentní, přechodná (rašelina) a fosilní. Recentní paliva jsou ta, která vznikají neustále, díky fotosyntéze a slunečnímu záření (biomasa). Suroviny pro fosilní paliva jako jsou ropa či uhlí, vznikají v konkrétní geologické epoše, při určité flóře, fauně a klimatických podmínkách (Hönig 2013).

Pohonné hmoty jsou paliva, která splňují parametry na pohon spalovacích motorů, mezi tyto parametry patří:

- vytvoření výbušné směsi s minimálním obsahem karbonů po spálení;
- malý objem na co největší výhřevnost (ml/ kJ);
- provozní spolehlivost;
- dobré doplňování čerpacích stanic (Hönig 2013).

Pohonné hmoty dle druhu vnitřního využití spalovacích motorů rozlišujeme na plyny, benziny, motorové nafty a letecké petroleje (Hönig 2013).

3.2 Legislativa EU a právní rámec

3.2.1 Směrnice 2003/ 30/ ES

Směrnice Evropského parlamentu a rady 2003/ 30/ ES o podpoře využívání biopaliv a jiných obnovitelných paliv v dopravě. Jedná se vůbec první a nejdůležitější opatření Evropské unie, které vedlo k rozšíření biopaliv. Účelem směrnice bylo podpořit využití biopaliv či jiných pohonných hmot obnovitelného charakteru s cílem nahradit fosilní paliva a přispět k plnění cílů v rámci Evropské unie jakými jsou závazky týkající se změny klimatu, bezpečné zásobování s ohledem na životní prostředí a podpora obnovitelných energií. Za biopalivo je dle terminologie považována kapalná či plynná pohonná hmota vyrobená z biomasy. Za biopaliva jsou považovány: bioethanol, bionafta (methylester vyrobený z rostlinného či živočišného oleje), bioplyn, biomethanol, biodimethylester, biomethylterciobutylether, biopaliva syntetická, biovodík, čistý rostlinný olej. Směrnici byla určena minimální hodnota biopaliv ve fosilních palivech do 31.12. r. 2005 2 %, do r. 2010 5, 75 % užívaných na území členských států EU (Směrnice 2003/ 30/ ES).

Realizace probíhala u motorové nafty 2% přídavkem FAME/MEŘO od září 2007, v benzínu byl 2% přídavek bioethanolu uskutečněn od ledna 2008 (Podrazil a Třebický 2018). V roce 2009 byla tato směrnice nahrazena Směrnici 2009/ 28/ ES.

3.2.2 Směrnice 2009/ 28/ ES

O podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/ 30/ ES (Směrnice 2009/ 28/ ES). Často je nazývána RED. RED stanovuje společný rámec pro podporu obnovitelných energií. Určuje národní cíle, podíl obnovitelné energie vůči celkové spotřebě energie, podíl energie pocházející z obnovitelných zdrojů, pravidla statistických převodů mezi členskými státy, společné projekty mezi členskými státy a státy třetího světa. Udává kritéria udržitelnosti biopaliv a biokapalin. Správní postupy, záruky o původu, neustálé informování a vzdělávání, přístup energií z distribučních sítí (Krejcar 2017).

V současné době je velmi probíraným tématem v oblasti biopaliv RED II. Jedná se o návrh na revizi směrnice RED, tedy 2009/ 28/ ES, jejíž platnost končí v roce 2020 a RED II by ji měla nahradit. Zájmem RED II by byla budoucnost týkající se podpory obnovitelných zdrojů po roce 2020 v rámci států EU (Kennedy 2018). Největší změnou v RED II by bylo vyřazení bionafty vyrobené z palmového oleje ze seznamu biopaliv, určenému k cíli v roce 2021. Mezi novinky patří i fakt, že krmná biomasa použitá k výrobě biopaliv v dopravě nesmí přesáhnout více než 7 % hrubé konečné spotřeby v silniční a železniční dopravě, v roce 2030 by krmná biomasa použitá k výrobě biopaliv měla klesnout na 3,8 %. Významným pilířem je mimo jiné také minimální 12 % podíl biopaliv v dopravě, přičemž 1,5 % by měla v roce 2021 tvořit biopaliva pokročilá, včetně elektřiny, biopaliv z odpadu a recyklovaných paliv, v roce 2030 by měla tato biopaliva dosáhnout na podíl 10 %. Ačkoliv RED II udává poměrně důležitou roli obnovitelné energie z elektřiny, nijak nemotivuje budování nových kapacit na využívání elektřiny v dopravě (Buffet 2017) .

RED II je velmi projednávané téma a nachází samozřejmě mnoho podpory, ale i odpůrců. Negativní stránku vyjadřuje pan Dick Roche, bývalý irský ministr životního prostředí, kritizuje strategii RED II ukončit konvenční biopaliva a nahradit je pokročilými. Tento krok, je podle něj až příliš nelogický, vzhledem k obrovským investicím, která biopaliva I. generace představují (Voegele 2018) .

3.2.3 Směrnice 2015/ 1513

Kterou se mění směrnice 98/ 70 /ES o jakosti benzínu a motorové nafty a směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Směrnice zahrnuje několik důležitých ustanovení, mezi ty patří omezení přídatku biopaliv vyrobených z potravinářské biomasy na 7 % pro dosažení cíle 10 % podílu obnovitelných zdrojů v dopravě. Dále je zde zahrnut 0,5 % podíl pokročilých biopaliv, povinnost dodavatelů pohonných hmot poskytovat ILUC, dvojnásobné zohlednění pokročilých biopaliv a biopaliv, vyrobených z kafilerních tuků či kuchyňských olejů do již zmíněného 10 % cíle (Směrnice 2015/ 1513).

3.2.4 Směrnice 2015/ 652

Která stanoví metody výpočtu a požadavky na podávání zpráv podle směrnice Evropského parlamentu a Rady 1998/ 70/ ES o jakosti benzínu a motorové nafty (Hromádka, 2018). K nejvýznamnějším změnám, které směrnice určuje patří určení hodnoty emisí skleníkových plynů pro jednotlivá fosilní paliva a způsob výpočtu skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot a z elektřiny. Stanovuje hodnotu produkce emisí skleníkových plynů pro rok 2010 , oproti této hodnotě by měli dodavatelé snížit emise skleníkových plynů o 6 %. Navíc zmiňuje zohledňuje způsoby snížení emisí do již zmíněných 6 %. (Směrnice 2015/ 652).

3.2.5 Zákon č. 201/2012 o ochraně ovzduší

Zákon o ochraně ovzduší je definován povinností snižovat emise skleníkových plynů. Zákonem bylo stanoveno postupné snižování na energetickou jednotku pohonné hmoty k 31. 12. 2004 bylo určeno snížení do 2 %, od 31.12.2017 do 31.12.2019 bylo snížení navýšeno na 3,5 %, a do 31.12.2020 bylo určeno snížení na 6 % (Podrazil a Třebický 2018).

V sprnu roku 2018 byla schválena novela k zákonu č. 201/2012 o ochraně ovzduší. Nejdůležitější změny, které se dotkly oblasti biopaliv byly např. upřesnění pojmu co vše je rozuměno pohonnou hmotou, co patří pod pohonné hmoty určené k dopravě, co znamená elektřina v dopravě nebo co jsou emise skleníkových plynů z těžby. Také termín určující pokročilá biopaliva, jako biopaliva vyrobená z nepotravinářské biomasy či odpadů k jejichž výrobě není třeba půdy nebo lze využít půdy zemědělsky nevyužitelné (Směrnice 2015/ 1513). Velmi důležitou změnou je stanovení obsahu biopaliv ve fosilním palivu, na benzin je stanoveno minimální množství biopaliva 4,1 %, u nafty je to 6 % (Zákon č. 201/2012).

Novela předpokládá, že dodavatelé benzínu a nafty by mohli do minimálního podílu biopaliva ve fosilním palivu započítat přidané množství dvakrát, jestliže by použili biopaliva vyrobená z kafilérních tuků, fritovacího oleje a jiných složek odpadové biomasy (ČTK 2018).

3.2.6 Kritéria udržitelnosti biopaliv

Kritéria udržitelnosti biopaliv jsou zakotvena ve Směrnici 2009/ 28/ ES. Cílem je dosažení stanovených úspor emisí skleníkových plynů z pohonných hmot. Z těchto kritérií vyplývají 2 základní povinnosti, uvedení původu biopaliv. V případě, že se jedná o biopalivo získané z biomasy je důležité doložit, že nebyla narušena biodiverzita jejím vypěstováním. Dále musí být prokazatelná úspora skleníkových plynů za celý cyklus biopaliva v porovnání s fosilními palivy (ČTK 2018).

Kritérii udržitelnosti jsou vymezeny úspory emisí na jednotku dodané energie biopaliv ve srovnání s fosilními pohonnými hmotami. Tato úspora měla do konce roku 2016 činit 35 %, následující rok byla úspora 50 % a od 1.1.2018 by snížení emisí mělo činit 60 %. (Podrazil a Třebický 2018).

3.2.7 Nařízení Evropské unie

V listopadu 2016 bylo zveřejněno Nařízení o správě energetické unie. Nařízení uložilo všem členským státům EU zpracovat tzv. Národní enegeticko–klimatický plán až do roku 2030. V rámci plánu musí členské státy uvést taktiky a opatření vedoucí k dekarbonizaci, snížení emisí skleníkových plynů, energetické účinnosti, oblast výzkumu a trh s vnitřní energií, inovace a schopnost konkurovat, snížení podílu obnovitelných zdrojů na jejich konečné spotřebě a zvýšení energetických úspor (Beran 2018).

V rámci novely směrnice o Podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů v rámci dopravy, navrhuje Evropský parlament několik změn. Mezi tyto změny patří realizovat do roku 2020 zákaz používání jako obnovitelných paliv kokosový a palmový olej. Také biodpad pocházející z potravinářských či krmných odvětví hodnotí jako nevhodný pro použití v dopravě. Do roku 2030 by obnovitelné zdroje energie měli tvořit 12% část biopaliv, zároveň

by měl být maximální 7% podíl ze všech biopaliv vyrobených z potravinářských plodin s postupnou redukcí biopaliv získaných z potravinářských plodin do budoucna. Postupně by měl být navyšován podíl vyspělých paliv v dopravě, do roku 2021 by podíl měl být minimálně 0,5 %, v roce 2030 by měla vyspělá biopaliva vystoupat na 3,6 %. Nejsou opomíjena ani elektromobily. Do roku 2020 by měli provozovatelé čerpacích stanic vytvořit síť dobíjecích stanic pro elektromobily a to na minimálně 90 % stanicích na dálnicích a silnicích třídy E (Podrazil a Třebický 2018).

3.2.8 Cíle v dopravě

Mezi významný cíl je zajistit 10% podíl obnovitelných zdrojů v dopravě do roku 2020. Dle Ministerstva průmyslu a obchodu (2018) můžeme tento podíl splnit v případě, že dojde k přechodu na benzin E10, do motorové nafty budou přimíchávána pokročilá biopaliva a dojde k oživení trhu s vysokoprocentními palivy. K přechodu na benzin by mělo dojít od roku 2019, pokud by nedošlo k přimíchávání pokročilých biopaliv do nafty, nemůže být 10% podíl splněn (Beran 2018) .

Cíle nastavené Evropskou unií jsou velmi cílevědomé a dle vyjádření pana Ing. Podrazila a Třebického až nereálné, Evropská unie nezhodnotila několik aspektů. Opomínají se výrobci biopaliv I. generace, kteří zatím nezhodnotili investice, které museli vynaložit do technologií a výroby. Mimo jiné přechod na biopaliva I. generace a jejich přimíchávání do fosilních paliv proběhl bez komplikací a lidé si na to skoro až překvapivě rychle zvykli. Co se týká výroby vyspělých biopaliv, není zatím ani zhodnocena surovinová základna pro jejich výrobu. Pokud se jedná o vybudování infrastruktury pro elektromobily, pro tak mocné budování sítě dobíjecích stanic nebude dostatek komerčních jednotek, takže tento cíl je opravdu hodně nadsazen (Podrazil a Třebický 2018).

3.3 Biomasa

Biomasa je obecně definována jako hmota všech organismů na Zemi. Je výsledkem fotosyntetické konverze solární energie a oxidu uhličitého do chemických a fyzikálních složek rostlinného materiálu. Díky tomu je velmi dobrým mechanismem ukládající energii, kterou může akumulovat a následně uvolnit solární energii do ekosystémů. Konverze biomasy je součástí přírodního koloběhu uhlíku. Bioenergie, vznikající z biomasy má obrovský energetický potenciál. Teoreticky její roční růst převyšuje několikrát aktuální spotřebu energie. Velmi pozitivně přispívá k vytváření krajiny z estetického a rekreačního hlediska. Biomasa se nikdy nebude moci stát hlavním zdrojem energie a náhradou fosilních paliv. Je to způsobeno nízkou energetickou účinností vzniku biomasy, což znamená, že nikdy nebude dostatek půdy na cílené pěstování biomasy, aby pokryla veškeré energetické požadavky. Biomasu získáváme ze dvou druhů biomasy, z biomasy vypěstované cíleně a z biomasy odpadní (Hönig 2013).

3.3.1 Biomasa cíleně pěstovaná

K cíleně vypěstované biomase je řazeno obilí, brambory, cukrová řepa, olejniny (řepka, slunečnice ..). Obilí, brambory i cukrová řepa jsou zdrojem bioetanolu, naproti tomu olejniny

jsou zdrojem pro paliva vznětových motorů. Energetickou biomasu můžeme rozdělit do třech skupin podle použití jednotlivých plodin :

- fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy
 - 2 skupiny plodin: obilniny (triticale, pšenice) a energetické dřeviny (vrby, topoly, olše);
- fytomasa olejnatých plodin
 - řepka olejka, slunečnice, sója, len;
- fytomasy s vysokým obsahem cukru a škrobu
 - brambory , cukrová řepa, obilí, kukuřice, cukrová třtina (Hönig 2013).

3.3.2 Biomasa odpadní

Do vstupních surovin na výrobu odpadní biomasy spadá obrovská škála odpadů. Do této skupiny patří:

- rostlinná výroba (sláma, nezkrmitelné luční zbytky, odpady z vinic a sadů aj.);
- živočišná výroba (hnůj, zbytek krmiv, odpad z druhotné výroby);
- průmyslové výroby (mlékárenství, lihovary, jatka, pivovary, dřevařské závody aj.);
- komunální hospodářství (odpadní vody – kal , organická část popelnic);
- údržba městské zeleně a travnatých ploch;
- lesní produkce tzv. dendromasa – kůra, větve, klest (Vobořil 2017).

3.3.3 Využití

Určujícím faktorem rozhodujícím o využití biomasy na energetické účely jsou chemické a fyzikální vlastnosti. Rozhodujícím parametrem je obsah sušiny. Rozhoduje o zpracování biomasy mokřím nebo suchým způsobem (Hönig 2013) .

3.4 Biopaliva I. generace

Za posledních 20 let se ve světě rozmohla biopaliva. Biopaliva patří mezi tzv. alternativní paliva. Alternativní palivo je definováno jako palivo, které dokáže zastoupit běžné palivo ropného původu ve všech hlavních vlastnostech. Biopalivo je palivo biologického původu. K nástupu biopaliv vedly hlavní 2 důvody, globální oteplování a omezené zásoby ropy. Pro Evropskou unii bylo těchto důvodů více, ačkoliv hlavní 2 důvody jsou jakýsi stavebními pilíři. Mezi další důvody patří:

- a) rostoucí celková spotřeba energie;
- b) nedostatek zásob ropy ve státech EU;
- c) rostoucí cena ropy do budoucna;
- d) závislost na dovozu;
- e) rostoucí emise – skleníkové plyny;
- f) Kjotský protokol – závazek snižování emisí skleníkových plynů (Hönig 2013).

Biopaliva máme pevná, kapalná nebo plynná. Jsou vyráběna z biomasy. Dle bývalé směrnice 2003/ 30/ ES látky považované za biopaliva jsou:

- bioethanol;

- bionafta;
- bioplyn;
- biomethanol;
- biodimethylether;
- bio-ETBE (ethyl-tercio-butyl-ether);
- bio-MTBE (methyl-tercio-butyl-ether);
- biopaliva syntetická;
- biovodík;
- čistý rostlinný olej (Směrnice 2003/ 30/ ES).

Kapalná biopaliva jsou paliva, nacházející se v kapalném stavu při veškeré manipulaci i skladování. Dělíme je na:

- Alkoholová biopaliva – bioethanol, biomethanol, butanol.
- Oleje – rostlinný olej, použitý olej, bionafta.
- Zkapalněná plynná biopaliva – bioplyn, dřevoplyn, odpadní produkty (Hönig 2013).

3.4.1 FAME

Ve světě je používán zkrácený název FAME neboli Fatty acid Methyl Ester, který je vyroben z různých rostlinných olejů (Bautista et al 2012). MEŘO je zkrácená forma pro Methyllestery mastných kyselin řepkového oleje používaná v ČR (Bažata 2013).

Vlastnosti

Jedná se o čirou, nažloutlou kapalinu bez přítomnosti nečistot a přítomnosti vody. Má příznivé ekologické vlastnosti, jako je netoxičita, neobsahuje těžké kovy ani jiné škodlivé látky, při úniku v přírodě je biologicky odbouratelná. Jedná se o hořlavou látku, jenž je neomezeně mísitelná s motorovou naftou. Je agresivní vůči pryžím a nátěrům (Hönig 2013).

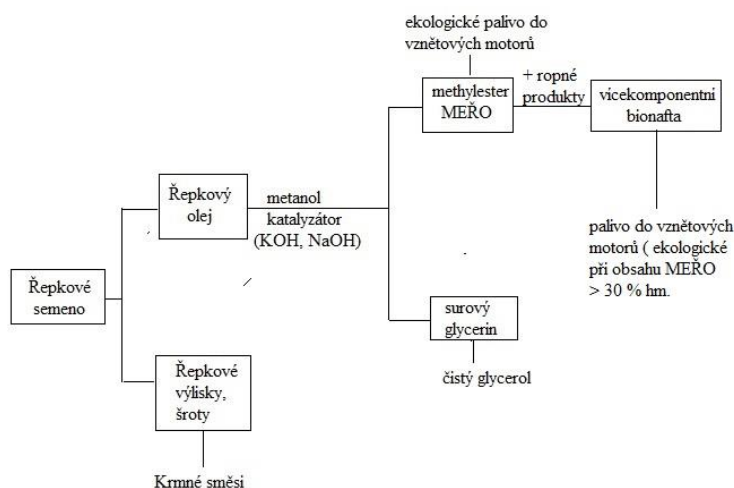
Složení

- 98 % methylestery mastných kyselin řepkového oleje;
- do 1 % směs monoglyceridů, diglyceridů a triglyceridů;
- do 0,3 % volných mastných kyselin;
- do 0,02 % volného glycerolu;
- nezmídenitelné látky (Hönig 2013).

Výroba

Vstupními surovinou je nejvhodnější v rámci území České republiky i Evropy řepkový olej. Výrobní proces je rozdělen do 3 kroků. Nejprve je třeba vylisovat semena řepky olejné, nejčastěji jsou semena lisována bez předehřevu. Hlavním produktem lisování je olej a vedlejším produktem jsou řepkové výlisky, které se často dále používají do krmných směsí díky velkému obsahu bílkovin. Ve velkých průmyslových lisovnách jsou řepkové výlisky extrahovány dále,

kdy je obsah zbytkového oleje snížen na 2 %. Velmi často, ale ve finální směsi je vysoký podíl fosforu, který musí být odstraněn před dalším zpracováním. Kromě lisování semen je možnost získat olej pomocí organických rozpouštědel. Výtežnost oleje je sice velmi vysoká, ale obrovskou nevýhodou je, že výlisky nemohou být dále použity do krmných směsí. Druhým krokem je filtrace. Třetím krokem je reesterifikace, což je samotný chemický proces, kdy dochází k chemické reakci řepkového oleje a methanolu za působení alkalických katalyzátorů (NaOH, KOH) při běžné nebo zvýšené teplotě. Při reakci jsou odštěpeny od triglyceridu acylové zbytky, které se následně navážou na methanol a vzniká methylester. Z reakční směsi se odděluje vedlejší produkt, jako těžší fáze klesá na dno glycerin. MEŘO je izolován od glycerinu chemickým čištěním. Získaný MEŘO je v praxi označován jako biodiesel nebo bionafta. Glycerin je chemicky rafinován a dále zpracováván jako velmi žádaný produkt chemického průmyslu pro další využití zejména v kosmetickém průmyslu. Výroba MEŘO je vyjádřena pomocí schéma na obr. 3.3 (Hönig 2013) .



Obr. 3.3 Výroba MEŘO dle ČSN EN 14214 (Hönig 2013).

Výhody a nevýhody

MEŘO se do nafty přimíchává, současný přídavek činí dle ČSN–EN 590 7%. Kvalita MEŘO je v ČR definována normou ČSN 656508 (Třebický a Podrazil 2018). Je prodáván čistý nebo jako směs s motorovou naftou s přídavkem 30 % MEŘO (MŽP 2019).

Přídavek významně ovlivňuje vlastnosti motorové nafty jako je hustota, výrazné zlepšení mazivosti, lepší energetický obsah (výhřevnost), mikrobiální stabilitu, tvorbu nerozpustných usazenin a laků, rozpustnost vody, detergentní vlastnosti, materiálová kompatibilitu (Hönig 2013).

Výhody MEŘO jsou:

- ✓ biologická rozložitelnost;
- ✓ vyrovnaná uhlíková bilance – nižší obsah CO₂ při výstupu než vstupu;
- ✓ alternativní palivo – možnost rozvoje zemědělské výroby;
- ✓ zásobování ekologicky ohrožených oblastí;
- ✓ lepší spalovací vlastnosti;

- ✓ pokles kouřivosti;
- ✓ výborné mazací schopnosti (Hönig 2013).

Nevýhody:

- × Omezená možnost výroby (nedostatek orné půdy).
- × Menší výhřevnost – větší spotřeba paliva.
- × Špatný vliv na motorový olej.
- × Horší výkon motoru.
- × Agresivní na plastové materiály a laky.
- × Horší chladové vlastnosti.
- × Snížení výkonu (Hönig 2013).

V některých zemích jako je Rakousko, Švýcarsko se prodává paliva obsahující 100% MEŘO, většinou mají motory vozů upraveny pro bionaftu i běžnou motorovou naftu. FAME může mít odlišné vlastnosti, díky tomu, že na její výrobu se může prakticky použít jakýkoliv olej, ať už je vhodný více či méně (Hönig 2013).

3.4.2 Bioethanol I. generace

Bioethanol I. generace je vyráběn z výchozích produktů obsahující sacharidy nebo škrob (Hönig 2013). V současné době je prodáván pod názvem E85, jako směs bioethanolu s benzinem (MŽP 2019).

Bioethanol má dobrou oxidační stabilitu v případě, že neobsahuje nečistoty. V jeho neprospěch by mohl být fakt, že ethanol má tendenci absorbovat vodu, což v motorech způsobuje korozi (Mužíková 2012).

Výroba

Výrobu bioethanolu dělíme do 4 základních kroků. Nejprve musíme mechanicky upravit zrna, to je prováděno mletím nebo drcením. Mechanická úprava je prováděna mokrým nebo suchým způsobem. Díky rozmělnění zrn dochází k uvolnění komplexů enzymů. Odpadním produktem jsou slupky zrn a stébel (Hönig 2013).

Následně je připravena tzv. zápara. Zápara je velmi zředěný vodný roztok ethanolu s maximálním obsahem 15 %. Dochází k nabobtnání a zmazování zrn škrobu. Ten je postupně převáděn na zkrasitelný sacharid – glukózu. K tomu dochází právě díky již zmíněným enzymovým komplexům nebo kyselou hydrolyzou. Po vzniku glukózy dochází k samotné fermentaci, kdy vzniká bioethanol spolu s CO₂. Aby fermentace probíhala řádně, musí být dodrženo kyselé pH v rozmezí 4–6 a teplota prostředí 27–32 °C. Často vznikají nežádoucí produkty jinak zvané přiboudliny, které snižují výnos bioethanolu. Mezi takové produkty patří např. glycerol, aceton, propanol, isopropanol. Při fermentaci vzniká velký procentuální obsah CO₂, který bývá dále použit k výrobě pevného či kapalného CO₂ nebo k míchání zápar. Hraniční obsah ethanolu je kolem 12–13 %. Předposledním krokem je destilace, kdy je oddělen destilát, tj. ethanol a destilační zbytek tvořený obilnými výpalky. Poslední krok je rafinace, kdy jsou odstraněny přiboudliny. Díky rafinaci vzniká rafinovaný bioethanol s obsahem 95,5 %,

zbytek je tvořen vodou. Voda a ethanol společně vytváří azeotropní směs, kterou už nelze od sebe rozdělit. To je důvodem různých technik, které navazují na odvodnění bioethanolu. Odvodnění je prováděno pomocí:

- tuhých látek;
- kapalných látek;
- destilace za nízkého tlaku;
- molekulárních sít – nejpoužívanější;
- membránových odvodňovacích procesů (Hönig 2013).

Výhody a nevýhody

Bioethanol má nesporně mnoho výhod, které jsou pro jeho použití. Mezi výhody a nevýhody jsou řazeny:

- ✓ vysoké oktanové číslo – cca 108;
 - ✓ vysoké výparné teplo;
 - ✓ vyšší výkon;
 - ✓ menší množství vzniku oxidu uhličitého, nespálených uhlovodíků a oxidu dusíku;
 - ✓ výborná mísitelnost s benzinem;
 - ✓ vyšší odolnost vůči klepání motoru.
-
- × větší spotřeba – menší výhřevnost;
 - × absorpce vodní páry z ovzduší – vysoká citlivost vůči vodě;
 - × legislativní omezení s přidáváním oxygenátů;
 - × větší opotřebení motoru, vymývání změkčovadel
 - × potíže se studeným startem (Šimáček a Vrtiška 2014).

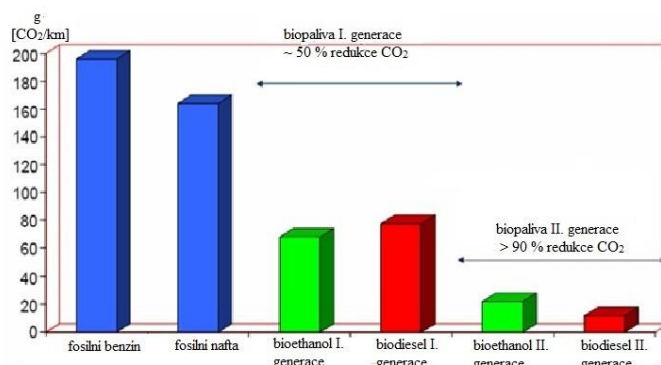
Díky svému vysokému oktanovému číslu je využíván zejména pro benzinové motory (Alptekin et al 2015). Negativní vlastnosti jsou upravovány ve vybraných zemích úpravou palivového příslušenství, které obsahuje nádrž s čistým benzinem, jenž je určena zejména na startování. Velkým negativem této úpravy je vznik škodlivých látek jako acetaldehydy nebo peroxy–acetylnitráty PAN. PAN jsou velice škodlivé, dráždí dýchací soustavu a škodí rostlinám, zároveň přispívají ke skleníkovému efektu (Hönig 2013).

3.5 Biopaliva II. generace

Jedním z hlavních důvodů vzniku biopaliv II. generace byla změna výchozích surovin pro jejich výrobu. Biopaliva I. generace jsou vyráběny ze zemědělských plodin, což může mít negativní dopad na potravinovou produkci. Díky tomu došlo k posunu k využití zemědělských odpadů, živočišných tuků nebo odpadních rostlinných olejů (Alptekin et al 2015).

Biopaliva II. generace jsou paliva modernějšího charakteru, která vykazují znatelně lepší vliv na životní prostředí oproti biopalivům I. generace, zejména produkce CO₂ je rapidně nižší. Na obr. 3.4, můžeme vidět zobrazení produkce emisí klasických fosilních paliv a biopaliv I. a

II. generace. Výchozí surovinou pro výrobu biopaliv II. generace je lignoceluloseová biomasa (Vlk Biom).



Obr. 3.4 Porovnání produkce emisí CO₂ za životní cyklus klasických paliv a biopaliv (Vlk Biom).

3.5.1 HVO

HVO, hydrotreated vegetable oil neboli hydrogenované rostlinné oleje patří mezi moderní metody produkce bionafty velmi vysoké kvality. Podstatou této metody je v obecném pojetí přeměna téměř všech rostlinných olejů nebo živočišného tuku na uhlovodíky za vyšší reakční teploty a tlaku. Výchozími látkami pro využití této metody jsou aktuálně rostlinné oleje, zejména řepkový, v USA převažuje sójový. Využití zde naleznou i olej palmový či kokosový (Váchová a Vozka 2015).

V případě využití živočišného tuku, veliký potenciál živočišných tuků do budoucna je v jejich cenové dostupnosti a snadné dosažitelnosti jakožto suroviny. Bionafta vyrobená z živočišného tuku dostala název WAF bionafta (waste animal fat). Druhy využívané pro výrobu tohoto druhu nafty jsou lůj (hovězí, skopový), vepřové sádlo, kuřecí sádlo. Jednalo by se o produkty, které vznikají na jatkách, tudíž by nemusely být likvidovány nýbrž plnohodnotně využity. Z hlediska výroby je problematická přítomnost proteinů, vody, patogenů a dalších. Přítomnost patogenů by mohla představovat rizika kontaminace životního prostředí (Banković- Ilić et al 2014).

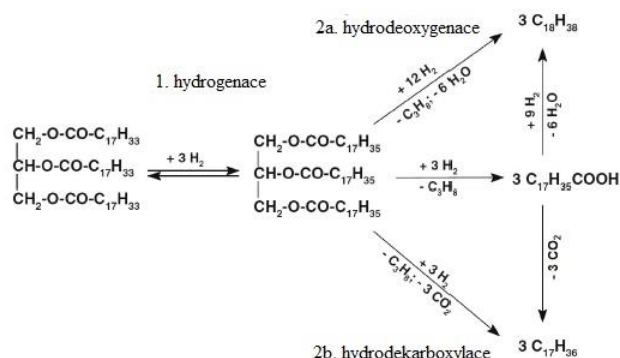
Další obavou je, aby nedošlo k omezení přísunu živočišných tuků na průmyslové či potravinářské využití. Živočišný tuk je rozlišován na 2 složky, žlutý a hnědý tuk. Pod žlutým tukem si lze představit například použité fritovací oleje. Žlutý tuk obsahuje méně než 15 % volných mastných kyselin. Naproti tomu hnědý tuk obsahuje více než 15 % volných mastných kyselin, hnědý tuk je tuk z digestoří v restauračních či potravinářských zařízeních (Váchová a Vozka 2015).

Nevýhodou použití jiných než čistých olejů je větší pravděpodobnost deaktivace hydrogenačních katalyzátorů, které se k výrobě využívají (Váchová a Vozka 2015).

Výroba

Hydrogenace probíhá při teplotě 300–420 °C ve vodíkové atmosféře o tlaku do 20 MPa. Jako katalyzátory jsou zde využity kombinace kovů (Ni, Mo, Co, W) umístěných na vhodném nosiči, nejvíce využívány jsou alumina nebo zeolity. Nejprve dochází při hydrogenaci

k nasycení dvojných vazeb uhlovodíkových řetězců u nenasatých mastných kyselin vázaných v molekulách triglyceridů. Následně je triglycerid štěpen na mastné kyseliny a propan, štěpení probíhá 2 způsoby hydrodeoxygenací nebo hydrodekarboxylací. Tyto dva děje jsou zjednodušeně vyjádřeny na obr. 3.5. (Mužíková et al 2017).



Obr. 3.5 Zjednodušené reakční schéma hydrogenace rostlinného oleje reprezentovaného molekulou trioleinu (Kubička et al 2009).

Při hydrodeoxygenaci dochází k rozkladu triglyceridu na propan, 6 molekul vody a 3 molekuly n-alkanů. N-alkany mají stejný počet uhlíků jako mastné kyseliny vázané v triglyceridu. Vzhledem ke skutečnosti, že nejčastěji se zde vyskytují kyseliny s 18 uhlíkovými atomy, vzniká nejčastěji hydrodeoxygenací n-oktadekan ($C_{18}H_{38}$) (Mužíková et al 2017).

Hydrodekarboxylací vzniká propan, 3 molekuly oxidu uhličitého a 3 molekuly n-alkanů s počtem uhlíkových atomů o 1 stupeň nižší než původní mastná kyselina vázaná v triglyceridu, tedy n-heptadekan ($C_{17}H_{36}$).

Na konkrétním průběhu a rozsahu reakčního mechanismu záleží na reakčních podmínkách, zejména na použití druhu katalyzátoru (Váchová a Vozka 2015).

Z chemického hlediska je HVO směs parafinových uhlovodíků bez obsahu síry a aromátů. (Aatola et al 2008). Vysoký počet n-oktadekanů a n-heptadekanů způsobuje nevyhovující vlastnosti při nízkých teplotách – vysoký bod tání. V tomto případě by mohlo být HVO využíváno v omezené míře, jako přímíchaná složka ropné nafty. Tato skutečnost vedla k dvoustupňové výrobě HVO, přičemž 1. stupeň představuje samotná hydrogenace, na ní navazující izomerace. Při izomeraci dochází k přeměně na stabilnější formy, n-alkany jsou přeměněny na izoalkany. Díky tomu, se sníží obsah n-oktadekanů a n-heptadekanů ve finálním produktu. Izomerací tedy dosáhne finální HVO daleko lepších vlastností při nízkých teplotách (Mužíková et al 2016).

Hlavním produktem je uhlovodíková směs, odpovídající destilacním rozmezím motorové naftě. Kvalita HVO je významně vyšší než FAME, a konkuruje i standardní motorové naftě. Kvalita HVO je definována normou ČSN EN 15940 (Třebický a Podrazil 2018).

Jako vedlejší produkt při průmyslové výrobě vznikají látky podobné benzínu a petrolejové frakce. Petrolejové frakce mohou být použity jako alternativní palivo pro letecké turbíny (Mužíková et al 2016).

Výhody a nevýhody

- ✓ neobsahuje aromatické uhlovodíky;
- ✓ nízká hustota a zvýšená viskozita;
- ✓ oxidační stabilita – absence dvojných vazeb;
- ✓ vynikající vlastnosti při spalování – více než 70 cetanových jednotek (ropná nafta max 57 cet. jednotek);
- ✓ nižší obsah síry;
- ✓ materiálově kompatibilní s palivovým systémem;
- ✓ nenáročnost na skladové a dopravní podmínky;
- ✓ mísitelnost s motorovou naftou v libovolném poměru (množství určuje vyhláška stanovená zákonem).

Celkově jsou vlastnosti produktu NExBTL porovnány s motorovou naftou a bionaftou z řepkového oleje viz tab. 3.1.

Tab. 3.1 Vybrané vlastnosti motorové nafty, bionafty a dieslového paliva (NExBTL) vyrobeného hydrogenací rostlinných olejů (Mužíková et al 2016).

Parametr	Bionafta		
	Motorová nafta	z rostlinného oleje	NExBTL
Složení	uhlovodíky	FAME ^a	uhlovodíky
Hustota při 15 °C, kg m ⁻³	833,5	882,5	778,6
Kin. Viskozita při 40 °C, mm ² s ⁻¹	2,66	4,63	2,89
Destilace:			
při 250 °C predestiluje, obj. %	40	0	7 b
při 350 °C predestiluje, obj. %	95	92	98
95 obj. % predestiluje při °C	351	354	295
Cetanový index	52,2	58,5	93,1
Bod vzplanutí, °C	60	>120	83
Filtrovatelnost – CFPP, °C	-24	-26	-38
Oxidační stabilita, h ^c	196,1	9,8	30,8
Celkový obsah aromátů, hm. %	25	< 0,1	0,2
Obsah polycyklických ^d			
aromatických uhlovodíků, hm. %	2,88	< 0,01	< 0,01
Obsah síry, mg kg ⁻¹	8	4	< 2

^a Methylestery mastných kyselin; ^b konec destilace při 304 °C; ^c hodnoty vypočítané z hodnot naměřených dle ASTM D7545; ^d obsah dvou- a vícejaderných aromatických uhlovodíků

Produkcí v Evropě dominuje finská společnost Neste Oil prodávající produkt Neste green 100 diesel (Neste 2019), v rafineriích Singapuru, Finsku či Nizozemí. Produkce HVO pochází ze 60% z odpadních surovin (rybí tuk, odpady z rafinerií olejů) a 40% tvoří rostlinné oleje, zejména palmový. Produkty nesou komerční označení „NExBTL renewable“ určené jako palivo pro vznětové motory. Technologie poskytuje i uhlovodíkové frakce mezi které řadíme: letecký petrolej, benzin a propan (Mužíková et al 2016).

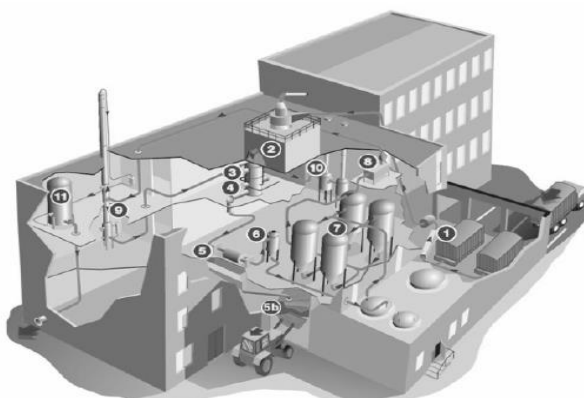
Dalšími producenty jsou Honeywell UOP a ENI s produktem Green diesel nebo společnost UPM s produktem Bio Verno (Mužíková et al, 2016). Neméně významnými producenty jsou Petrobras, Axens, ConocoPhillips nebo CLG-ARA (Hönig et al 2015).

3.5.2 Bioethanol II. generace

Pod pojmem Bioethanol II. generace rozumíme bioethanol získaný z lignocelulózové biomasy. Do této skupiny biomasy jsou zahrnuty rychlerostoucí dřeviny, dřevnaté zbytky a zbytky ze zemědělské produkce. Navíc lze využít i pevný komunální odpad, přesněji jeho organický podíl (lepenka, papír). Obrovský potenciál ve výrobě bioethanolu z lignocelulózové biomasy je zejména díky její snadné dostupnosti, velikému množství, cenové dostupnosti a velmi dobré energetické bilanci. Z ekonomického hlediska je daleko výhodnější než potravinářské plodiny (Mužíková et al 2012).

Výroba

Výrobní technologie je velmi složitá, v předmětu zkoumání je již několik let. Realizaci v komerčním využití můžeme předpokládat za pár let. Nejvíce perspektivní postup vytvořila firma Sekab. Detailní plán technologie výroby je zobrazen na obr. 3.6.



Obr. 3.6 Technologie výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy (Hromádko et al 2010).

Výroba bioethanolu je rozvržena do několika kroků:

1. Sklad biomasy. Vstupní biomasa je nejčastěji v podobě slámy nebo dřevní štěpky je dopravena do továrny a uložena do skladovacích kontejnerů nad nimiž jsou umístěny ventilátory, sloužící k odvětrání zásobníků. Z kontejnerů se vytrídí nadměrné kusy, které jsou následně rozrušovány (drcení, mletí) kvůli narušení struktury celulozy a hemicelulozy. Díky narušení struktury dojde k snadnému přístupu kyselin a enzymům, které jsou potřebné k rozkladu na jednoduché cukry.
2. Napařování. Dochází zde k nahřátí surovin a zbavení vázaného vzduchu v surovině pomocí páry.
3. Předsacharizace. Dochází k vyluhování celulozy a přidané kyseliny z biomasy. Vyluhování probíhá mezi 170–200 °C.
4. Celulosní reaktor. Při vyluhování dochází díky přítomnosti kyseliny k rozštěpení vodíkové vazby mezi jednotlivými řetězci celulosy, čímž zároveň dochází k narušení polymerní struktury při 200–300 °C. Díky tomuto procesu je celulóza rozložena na jednoduché cukry, převážně glukozu. Tyto jednoduché cukry se mohou dále fermentovat na bioethanol jako tomu je u Biopaliv I. generace.
5. Membránový filtrační lis. Lignin, který se odděluje při konverzi celulosy, je filtrován aby nezasahoval do dalších výrobních operací. Přefiltrovaný lignin je shromažďován v sektoru 5b, a následně využit pro energetické účely.
6. Detoxikace. Roztok glukosy je upraven pro fermentaci, tzn. jsou z něj odstraněny příměsy, zabraňující fermentaci.
7. Fermentace. Roztok glukosy se přemístí do fermentačních nádrží, za přítomnosti kvasnic a stálé teploty 35 °C.
8. Separátor kvasnic. Dochází k odstranění nevyužitých kvasnic z fermentační kaše a přemístění zpět do fermentačního procesu.
9. Destilace. Destilací je oddělen bioethanol od fermentační kaše.
10. Koncentrace výpalků. Po destilaci jsou přítomné lihové výpalky, obsahující pevnou i kapalnou fázi. Výpalky bývají spalovány nebo přeměněny na bioplyn. Kapalně výpalky jsou ošetřeny biologicky předtím, než opustí továrnu.
11. Skladování bioethanolu. Bioethanol je uchováván ve speciálních nádržích (Hönig 2010).

3.6 Perspektiva biopaliv

Vzhledem k momentální situaci s docházejícími zásobami ropy a narůstajícím tlakem ze strany legislativy, státu i EU, je třeba neustále vylepšovat, modifikovat či vytvářet nové technologie, které by zaručily biopaliva, vznikající z odpadní biomasy, nezatežující životní prostředí, neznehodnocující půdy, ani by nebyla konkurentem pěstování potravinových či krmných plodin.

3.6.1 Fischer–Tropschova syntéza

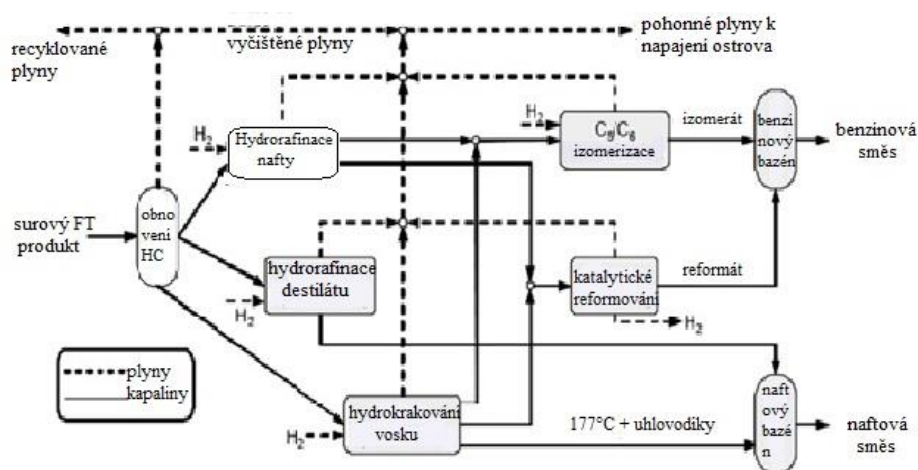
Fischer – Tropschova syntéza je považována za budoucnost biopaliv, ačkoliv nepatří k nejnovějším metodikám a existuje téměř 100 let, tudíž dochází k modifikaci již známé technologie. V České republice byla využívána do výstavby ropovodu Družba na výrobu motorového paliva z uhlí. Podstatou FT syntézy je zplyňování, jejíž výsledným produktem je

syntézní plyn. Jedná se o plynovou směs s různým množstvím CO a H₂. Pro průběh FT syntézy je základní vstupní surovinou plyn, plyn zemní nebo získaný ze zplyňování biomasy. Podle použitého plynu na výrobu biopaliva jsou rozlišeny 2 výrobní postupy, GTL a BTL (Hönig 2010). Obecně dochází k přeměně směsi CO a H₂ na kapalné, plynné uhlovodíky a vosky.

Na výrobu BTL může být použita lignocelulózová a celulózová biomasa pocházející ze zemědělství (sláma), travní či dřevní hmota nebo tuhý komunální odpad případně tuhý odpad ze zemědělství. Nevýhodou použití tuhých odpadů je nižší tepelná účinnost (Mužíková 2012).

Je to reakce exotermní, kdy dochází k uvolnění velkého množství tepla. Jedná se o heterogenně katalyzovanou reakci, přičemž nejčastěji jsou jako katalyzátory využívány kovy na bázi železa a kobaltu (Mužíková 2012).

Z hlediska průběhu FT syntézy jak můžeme vidět na obr. 3.7, dochází nejprve k hydrogenačnímu zpracování dodaného plynu, což má za následek vznik nasycených kapalných uhlovodíků, převážně parafinů. Ty jsou izomerací převáděny na izoparafíny pro zvýšení oktanového čísla. Další frakce je katalyticky reformována pro požadovaný aromatický obsah a další navýšení oktanového čísla kdy finálně vzniká benzinová směs. Benzin vzniká v rámci atmosférické destilace, kdy vzniká zhruba od 36 do 180 °C. Naproti tomu naftový proud je také hydrogenačně zpracován což vede přímo ke vzniku naftové směsi. Nafta vzniká jako produkt vakuové destilace, naftová frakce vzniká zhruba od 180 do 360 °C. Spolu s naftou vzniká jako destilační zbytek uhlovodíkový vosk, který je následně zahřát a může být dále použit např. pro výrobu kapalných či plynných uhlovodíků (Speight 2011).



Obr. 3.7 Modernizace surového produktu z procesu Fischer–Tropsch (Speight 2011).

FT diesel

Motorová nafta vyrobená FT syntézou je považována za kvalitní a velmi čisté palivo. Z hlediska vlastností je v porovnání s klasickou naftou srovnatelně stejná, navíc některé vlastnosti má o poznání lepší. Má vyšší cetanové číslo, což znamená že má lepší vzněcovací schopnost. Za velmi pozitivní fakt je považována její čistota, neobsahuje síru a aromáty. Má srovnatelný obsah energie, bod vzplanutí, podobná je také hustota i její viskozita. Pro lepší

mazací schopnost se musí stejně jako u klasické nafty přidat aditiva (Mužíková et al 2012). Srovnání konkrétních vlastností syntetizované motorové nafty z FT syntézy a klasické fosilní nafty je zobrazeno v tab. 3.2.

Tab. 3.2 Porovnání vlastností FT dieselu a klasické nafty (Mužíková et al 2012).

Vlastnosti paliva	Syntetická MN u FT syntézy	Klasická MN
Cetanové číslo	> 74	50
Hustota při 15 °C, g cm ⁻³	0,78	0,84
Výhřevnost, MJ kg ⁻¹	44	42,7
Výhřevnost, MJ l ⁻¹	34,3	35,7
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	35,3	14,5
Teplota samovznícení, °C		250
Kinematická vizkozita při 20 °C, mm ² s ⁻¹	3,6	4
Bod vzplanutí, °C	72	77

FT benzin

FT benzin je považován za kvalitní surovinu pro pyrolýzu na lehké alkany (ethylen, propylen) s vysokým potenciálem na použití v petrochemii jako náhrada za benzinové a ropné destilační řezy, které jsou používány na výrobu paliv. Má vysoký obsah alkanů, minimální obsah aromatů a nízké oktanové číslo (Mužíková et al 2012). V případě využití pro autobenzin je třeba provést hydrogenační rafinaci a následně provést reforming neboli izomeraci příslušných řezů (Podrazil a Třebický 2018).

Výroba

Komerční výroba zahrnuje několik postupů, následující postup výroby syntetického motorového paliva je dle firmy Choren, která patří mezi producenty biopaliv vyrobených FT syntézou, rozložení technologie výroby je zobrazeno na obr. 3.8.



Obr. 3.8 Technologie výroby syntetické motorové nafty „Sundiesel“ společnosti Choren (Cindr et al 2010).

Výroba syntetické motorové nafty „Sundiesel“ je rozvržena do následujících kroků:

1. Úprava vstupní biomasy–dochází k rozmělnění a drcení většinou dřevní štěpky nebo slámy na velikost do 250 μm .
2. Sklad biomasy–rozmělněná biomasa je skladována ve 3 silech.
3. Sušení biomasy–rozmělněná biomasa je sušena kvůli zbavení nadměrné vlhkosti. Výsledná vlhkost by měla být 15–20 %.
4. Carbo V – proces. Nejprve dochází k nízkoteplotní pyrolýze probíhající mezi 400 – 500 $^{\circ}\text{C}$. Při této teplotě se mění makromolekulární struktury na plynné a kapalné organické látky a pevný uhlík. Plyn je přiváděn do spalovacích komor kde je částečně oxidován za přítomnosti páry a kyslíku. Jakmile je teplota vyšší než 1400 $^{\circ}\text{C}$, rozpadají se uhlovodíkové řetězce na H_2 a CO . Dále je jemně rozdrcené uhlí vyfukováno do spalovací komory odspodu. Vzniká syntézní plyn o vysoké výhřevnosti díky endotermické reakci práškového uhlí a pyrolýzního média. Syntézní plyn obsahuje převážně směs plynů H_2 a CO , dále také CO_2 , CH_4 , N_2 a H_2O . V tepelném výměníku je plyn ochlazován a vznikající odpadní pára je dále využívána k výrobě elektrické energie. Dále je odstraňován nevyužitý popel a dochází k čištění syntézního plynu pomocí vodní čističky, kde je mimojiné zbavován síry.
5. Elektrárna– dochází k přeměně vodní páry na elektrickou energii.
6. FT syntéza – za přítomnosti kobaltu probíhá samotná syntéza. Nejprve je adsorbován na povrch kobaltu oxid uhelnatý a vodík. Dochází k roštěpení jedné vazby CO na uhlík a kyslík, díky tomu začíná tvorba molekulového uhlovodíkového řetězce. Uhlík se následně navazuje na vodík. K štěpení vazeb CO dochází tak dlouho dokud není molekulový řetězec uhlovodíků tak dlouhý, že je pokryt celý povrch katalyzátoru.
7. Čištění a zušlechťování – je čištěno surové syntetické palivo. Tím, že je horké palivo ochlazeno je uvolněna syntézní voda. Následnou destilací a hydrokrakováním je získáváno syntetické palivo Sundiesel ve finální podobě.
8. Skladování – palivo je uskladěno v nádržích v koncentrované podobě, zbavené veškerých nečistot (Choren 2008).

FT syntéza nemůže proběhnout bez přítomnosti katalyzátoru. Mezi možné použité katalyzátory patří Co , Fe , Ni , Ru . Průmyslově jsou využívány jen katalyzátory Fe a Co , jednak z ekonomických důvodů, jelikož Ru je příliš drahé a navíc Ni vykazuje vysokou metanizační selektivitu. Použití Fe katalyzátorů napomáhá také fakt, že jsou odolnější vůči katalytickým jedům, které při reakci mohou vznikat při výrobě syntézního plynu, kde je vyšší pravděpodobnost kontaminace nečistotami (Kubička 2012).

Dle charakteru kapalných produktů FT syntézy, ji můžeme rozdělovat na základě reakční teploty a katalyzátoru na nízkoteplotní a vysokoteplotní. Nízkoteplotní probíhá při 200–240 $^{\circ}\text{C}$, kdy jako hlavní produkty vznikají uhlovodíky s bodem varu >100 $^{\circ}\text{C}$. Vysokoteplotní probíhá při 300–350 $^{\circ}\text{C}$ a vznikají při ní uhlovodíky s teplotou varu <100 $^{\circ}\text{C}$. Z hlediska rafinérského a petrochemického zpracování je výhodnější nízkoteplotní FT syntéza, jelikož lze vyprodukovat maximální výtěžky motorové nafty pro následující zpracování primárních produktů FT syntézy. Naproti tomu vysokoteplotní FT syntéza je dle Hora et al (2012) vhodná pro čisté petrochemické zpracování primárních produktů FT syntézy (Hora et al 2012).

3.6.2 P2G

V současné době vynikající výroby a akumulace energie z obnovitelných zdrojů, kdy je nespočet technologií pro výrobu elektřiny je třeba přemýšlet o alternativách, které by naakumulovanou energii smysluplně využily vzhledem k množství nevyužité energie. Teorií pro použití energie je několik a jednou z ní je právě technologie Power to gas zkráceně P2G. Power to gas představuje velmi elegantní řešení akumulace energie v budoucnu, pro určení balancu mezi energií vyrobenou a spotřebovanou. Způsoby přeměny energie na plyn s potenciálním využitím pro dopravu v podobě biopaliv jsou 2 :

- výroba vodíku;
- výroba metanu (Vobořil 2015).

- Výroba vodíku

Z pohledu budoucí perspektivy, představuje vodík jako očekávanou náhradu za paliva uhlovodíkového původu. Velmi snadno je skladován i přepravován. Problémem mohou být náklady na jeho výrobu (Hönig 2011).

Podstatou výroby je využití elektrolýzy vody pro výrobu vodíku za pomoci elektrické energie. Vyrobený vodík by mohl být následně využit jako neutrální palivo v podobě CO₂ nebo přidáván do 2 objemových % do soustavy zemního plynu. Nejočekávanější metodou výroby vodíku je tzv. PEM elektrolýza díky rychlé odezvě, rychlému ohřevu na provozní teplotu, čímž jsou minimalizovány výkyvy v provozu (Vobořil 2015). Uplatnění se předpokládá v podobě palivových článků (Biernatem 2018).

- Výroba metanu

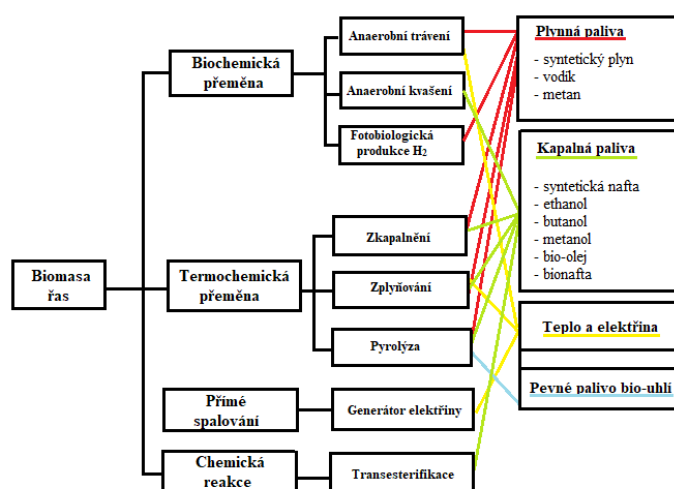
Výroba metanu procesem metanizace, kdy dochází prostřednictvím Sabatierovi reakce za vysoké teploty a tlaku ke sloučení H₂ a CO₂ na metan jinak zvaný syntetický zemní plyn. V případě dpržzení čistoty plynu při výrobě, máže být dodáván do soustavy zemního plynu neomezeně (Vobořil 2015).

Systémová účinnost a náklady na integraci infrastruktury jsou velmi individuální a jsou ovlivněny mnoha faktory. Je rozhodující metoda využitá pro výrobu CO₂ u metanizace nebo využití tepla, které je při reakci uvolněno. Účinnost je za nejpříznivějších podmínek u výroby vodíku okolo 80 %, u metanizace kolem 70 % (Vobořil 2015).

V současné době je zmíněná technologie v intenzivním průzkumu a testování, kdy jedním z rozhodujících faktorů je mimojiné snížení nákladů. V rámci České republiky je v intenzivním průzkumu a testování Výzkumného Ústavu Řež. Z automobilek je velmi napřed společnost Audi, která se intenzivně zajímá o vývoj neutrálních CO₂ paliv, a mimo to vyrábí i plynné palivo v podobě syntetického metanu (Vobořil 2015).

3.6.3 Biopaliva z řas

Biopaliva vytvořená činností řas často označovaná jako biopaliva 4. generace zažívají obrovský úspěch. Biopalivem 4. generace je považováno biopalivo tvořené biomasou, jehož genetická modifikace zvyšuje absorpci CO_2 při fotosyntéze. (Biernat 2018) 1 kg řas představuje fixaci 1,8 kg CO_2 , a rychlost růstu modifikovaných řas je až dvojnásobná. (Anthony et al, 2017) Geneticky modifikované řasy přesněji jejich buňky štěpí CO_2 na tuky z nichž se získává energeticky bohatý hustý olej, bio-ropa. Štěpení je velmi obdobné jako probíhá přeměna cukrů na tuky v lidském těle. Z původních přeměněných 15 % tuků z CO_2 , dokázali vědci modifikovat řasy na takovou úroveň, že nyní tato hodnota dosahuje 40 %. Je uváděna energetická úspěšnost sedmkrát vyšší než u bioethanolu z kukuřice. (ČT24 2018) Přeměna řas na biopaliva je celá řada možností a uplatnění různých technologických postupů. Jednotlivé technologické postupy a druhy biopaliv jsou přehledně vyobrazeny na obr. 3.9.



Obr. 3.9 Možné cesty pro přeměnu biomasy řasy na použitelné palivo a výkon (Azlina et al 2015)

Biotechnologická společnost Synthetic Genomics uvádí, že by ráda v roce 2025 denně produkovala 10 000 barelů dieslových a leteckých biopaliv získaných z řas. Řasy představují velkou naději v oblasti biopaliv, díky poměrně drsným podmínkám, ve kterých řasy dokážou žít a jak celkově přizpůsobivé jsou. Snáží sucho, slanné podmínky proto mohou být pěstovány v betonových nádržích se slanou vodou jako je tomu například v Kalifornii, kde jsou momentálně zkoumány, nebo v oblastech vyprahlých bez přítomných zásob vody. Druh řas, který je předmětem intenzivního výzkumu Synthetic genomics se nazývá *Nannochloropsis gaditana* a neustále je regulována jeho konverze uhlíku na tuky (Syntheticgenomics 2018).

Z pohledu výroby biopaliva z řas je dle Bassi et al je nejvhodnější technologie hydrotermálního zkapalnění. Díky hydrotermálnímu zkapalnění lze modifikovat suroviny s vysokým obsahem vody na kapalná paliva. V současné době, kdy se výroba biopaliv z řas testuje vyvstává problematika technologicko-ekonomického charakteru s různorodostí a tuhostí stěn řas, což způsobuje problematické získávání intramolekulárních sloučenin z mikrořas (např. lipidů). Jelikož je třeba narušit buněčnou stěnu řas pro následnou syntézu, jsou diskutovány mechanické i nemechanické způsoby narušení buněčné stěny. Nevýhodou

mechanické úpravy je její energetická náročnost a neselektivní distribuce uvolněných molekul. Další problematikou je, že předpříprava řas může zlepšit vlastnosti syntetizované bio–ropy, ale zároveň je předpřípravou negativně ovlivněn její výnos, díky veliké ztrátě hmotnosti během předúpravy. Výroba řas bude tedy nadále ve výzkumném procesu, jak z nich získat co nejvíce kvalitní bio–ropu (Bassi et al 2019).

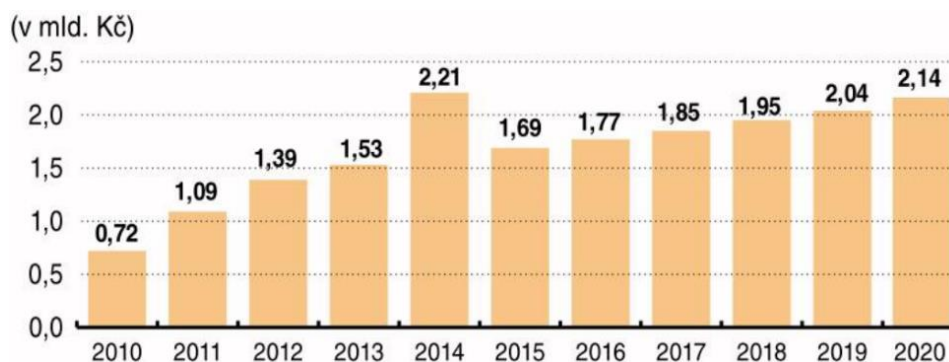
3.7 Ekonomické zhodnocení

K zachování rovnováhy potřebujeme, aby se nám celý proces od výroby biopaliv po jejich prodej dostal do situace, kdy se to ekonomicky vyplatí všem stranám. Aby byla motivace jak pro spotřebitele biopaliv, tak i pro jejich výrobce budovat novou infrastrukturu pohonných hmot s ohledem na životní prostředí. Jsou dva hlavní aspekty, které budou rozhodovat o ekonomické efektivnosti biopaliv. Ať už je to spotřební daň, která bude regulovat cenu biopaliva na trhu nebo odpadové hospodářství, které omezuje skládkování, čímž se dostává do problematiky množství odpadu, které nelze zužitkovat ve spalovnách čili je třeba řešit jak se bude nakládat s odpadem, který by byl za běžné situace skládkován. Ideálním a velmi elegantním řešením bude využití právě odpadu pro výrobu biopaliv.

3.7.1 Spotřební daň

Nově od 10. ledna 2019 vyšla v platnost Sbírka zákonů č. 4/ 2019 Sb., jímž se mění zákon č. 353/ 2003 Sb. O spotřebních daních. Dle definice je spotřební daň druhem nepřímé daně, která je vydávána státem za účelem regulace ceny určitých položek nebo z důvodu navýšení státního rozpočtu. Spotřební daň je odváděna zejména za pohonné hmoty. Správu vykonává Celní úřad (Businessinfo 2019).

Dle zákona o spotřebních daních jsou od daně osvobozeny minerální oleje. Státní podpora je zde na místě zejména z důvodu schopnosti konkurovat fosilním pohonným hmotám a zároveň snížit závislost na dodávaných pohonných hmotách. Osvobození od daně z minerálních olejů se týká vysokoprocentních a čistých biopaliv, která splňují kritéria udržitelnosti. Podpoření je důležité také z důvodu legislativních požadavků dle zákona č. 201/ 2012 Sb., kde je stanovena minimální hodnota objemu přidaného do konvekčních pohonných hmot. Pro motorový benzín je minimální hodnota stanovena na 4,1 % objemu, pro motorovou naftu je hodnota minimální procentuálního objemu 6 % (Zákon č. 201/2012). V současné době v zahraničí se dostává do popředí bioethanol jako složka pohonných hmot, např. palivo E– diesel obsahující 7– 15 % ethanolu na celkový objem. Ačkoliv v České republice se s ním zatím na trhu nesetkáme, lze očekávat, že v budoucnu se bude vyskytovat i u nás. Taktiky spotřební daně jsou vždy takové, že zvýhodňují skupiny biopaliv, která jsou aktuálně moderní, nově uvedená na trh aby je spotřebitel měl důvod zakoupit. Logicky pak biopaliva, která zvýhodnění měla v minulých letech najednou přestanou být podporována státem a jejich výroba se již nevyplatí a často z trhu zmizí (Hönig et al 2018). Na obr. 3.10 můžeme vidět jak jsou podporována za desetiletý úsek biopaliva úlevou na spotřební dani.



Obr. 3.10 Podpora biopaliv úlevou na spotřební dani (MPO a Celní správa 2017).

Příkladem může být červenec roku 2017 kdy byla změněna spotřební daň u biopaliva FAME B100 a začala podléhat spotřební dani 2, 19 Kč/ l z původních 4, 59 Kč/ l, ještě předtím bylo FAME bez daňového zatížení. Podobný průběh zaznamenala míchaná motorová nafta SMN B30 z úplně původních 7, 66 Kč/ l byla spotřební daň zvednuta na 9, 27 Kč/ l a od července 2017 se změnila na 8, 52 Kč/ l (ČTK 2018).

3.7.2 Odpadové hospodářství

Odpadové hospodářství je definováno jako činnost zabývající se předcházení vzniku odpadů, nakládání s odpady a péče o místo, kde jsou odpady trvale uloženy. Základním dokumentem je zákon o odpadech č. 185/ 2001 Sb., který odpad definuje jako každou movitou věc, které se člověk zbavuje, má umysl se jí zbavit nebo má povinnost se dané věci zbavit (Odpadové hospodářství 2018).

Odpadové hospodářství se z hlediska biopaliv týká biopaliv 2. generace, která v současné době zažívají největší rozvoj. V rámci Evropské směrnice z května 2018 zajišťující revizi v oblasti odpadového hospodářství se jedna ze směrnic se dotýká problematiky skládkování biologicky rozložitelných odpadů. Zakazuje skládkovat odpad, který byl tříděn a určen k opětovnému použití a recyklaci, kromě zpracování tříděného či samostatně sbíraného odpadu u něhož volba skládkování je nejlepší alternativou pro životní prostředí. Na rok 2030 byl odložen návrh na snížení skládkování na 10 % z celkové hmotnosti komunálního odpadu a zároveň byla určena pravidla pro jeho plnění. Pro splnění 10 % podílu z komunálního odpadu bude nevyhnutelné (Hájek 2018).

- omezit jednoduchá třídící zařízení;
- přímé energetické využití zbytkového komunálního odpadu;
- kvalitní mechanicko – biologické zařízení pro zpracování odpadu (Hájek 2018).

Energetickému využití zbytkového komunálního odpadu až na tříděný odpad určený pro další využití, případně recyklaci nestojí nic v cestě a má veliký potenciál do budoucna z hlediska likvidace komunálního odpadu, který v současné době končí na skládkách (Hájek 2018).

Dle pana Martina Hájka z Teplárenských služeb je třeba si uvědomit, že cíle jsou stanoveny relativně z momentálních hodnot množství komunálního odpadu. Ze statistik vyplývá, že

s narůstajícím tříděním bioodpadu roste celkové množství komunálního odpadu, díky tomu, že dříve některé druhy odpadů nebyly ve statistikách zahrnuty a nyní se tam objevují, právě díky vytríděnému bioodpadu (Hájek 2018).

3.8 Predikce a budoucí vývoj

Vzhledem k narůstajícím nárokům, jež jsou kladeny na rozvoj vyspělých biopaliv je předpokládána výroba vypělých biopaliv z různorodých materiálů. Vyspělým biopalivem je biopalivo s kritériem udržitelnosti minimálně 60 %. Jelikož od roku 2030 bude omezeno skládkování, ubírá se využití odpadu tím více směrem ku energetickému využití, navíc odpad má kritérium udržitelnosti více než 80 %, díky tomu že jeho životní cyklus je počítán až od momentu jeho zpracování (Plitz 2014).

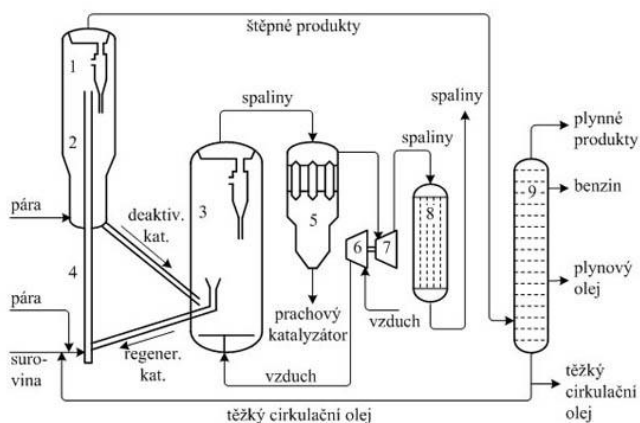
Suroviny předpokládané k výrobě vyspělých biopaliv jsou mimo řasy směsný a biokomunální odpad, biologický odpad pocházející ze stravování veřejnosti i z domácností, průmyslový či zemědělský odpad nevyužitelný pro krmení či potravinářství. Využití se předpokládá i u kalů z čistíren odpadních vod, glycerin, ořechové skořápky, vinné kaly a spousta dalších (Podrazil a Třebický 2018). Biopaliva 2. generace produkují vysoce kvalitní paliva pomocí zplyňování, která jsou velmi podobná konvenčním palivům, nicméně investice pro výrobu biopaliv Fischer–Tropschovou syntézou je vysoká. Proto se používají metodiky, které umožňují kombinaci s jinými, méně nákladnými mechanismy, aby byla možnost posunout výrobu biopaliv FT syntézou za hranice vědeckého výzkumu a začít využívat biopaliva 2. generace komerčně.

3.8.1 Co–processing

Co – processing znamená velmi zjednodušeně společné zpracování biomateriálu s ropnými produkty. Důvody vedoucí k využití této metodiky jsou zejména investiční a provozní náklady. V praxi to znamená, že lze společně zpracovat kapaliny z rychlé pyrolýzy biomasy při rafinaci. Nadějnou novou metodikou co–processingu zužitkování pyrolýzy s různými materiály. U pyrolýzy je v posledních letech snaha ji různě modernizovaně modifikovat, jedním z těchto případů je fluidní katalytické krakování (Petroleum 2018).

Při fluidním katalytickém krakování může být průběh takový, že je nejprve předeřhána surovina v sérii výměníku teplem, pocházejícím z produktů frakční kolony. Následně dojde ke smíchání s těžkým cirkulačním olejem a odkud je vedena do stoupačkové části reaktoru, kde dochází ke kontaktu s horkým regenerovaným katalyzátorem. Za krátkou dobu proběhne v reaktoru valná většina krakovacích reakcí, samotné reaktorové těleso plní dále účel dokončení nejpomalejších reakcí a separaci katalyzátoru od produktů. K té dochází pomocí stripace, kdy je na dno reaktoru přiváděna vodní pára. Ta plní funkci fluidizačního média, jež udržuje katalyzátor ve fluidní vrstvě. Páry reakčních produktů jsou vedeny přes cyklony, kde je oddělen katalyzátor do frakční kolony a přes reaktor je odveden do regenerátoru. Zde dochází ke spalování koksu usazeného na katalyzátoru řízenou oxidací ve fluidní vrstvě a přeměněn na CO₂ a CO nebo pouze CO₂. Katalyzátor se při spalování koksu zahřeje až na 800 °C. Spalovací plyn (vzduch), bývá přiváděn na dno, kde je řada trysek díky nimž dochází k rovnoměrnému

rozdělení fluidizacího média po celé ploše. Zregenerovaný katalyzátor je veden na spodek stoupačky, kde se smíchá s přehřátou surovinou. Spaliny z regenerátoru stoupají vzhůru do série cyklonů, následně je stržený katalyzátor odloučen a padá přes spojku zpět do regenerátoru. V dalších cyklonech a elektrostatických odlučovačích je odstraněn zbytek katalyzátoru. Vyčištěné horké plyny putují do kotle, kde je spalován zbytkový CO a do kotle na vodní páru, případně na elektrickou energii. Reakční produkty jsou děleny na plynné uhlovodíky, lehký a těžký benzin, plynový olej a těžký cirkulační olej. Celkové schéma je vyobrazeno na obr. 3.10 (Petroleum 2018).



Obr. 3.10 Typické schéma fluidního katalytického krakování (Petroleum 2018).

(1 – reaktor, 2 – striper, 3 – regenerátor, 4 – stoupačka, 5 – cyklony, 6 – komprese vzduchu, 7 – expanze spalin, 8 – kotel na výrobu páry, 9 – frakční kolona).

Tab. 3.3 Typické pracovní podmínky v reaktoru a regenerátoru při FCC (Petroleum 2018).

Reaktor		Regenerátor	
Teplota na spodní části stoupačky (°C)	550	Teplota regenerátoru v cyklónech (°C)	650–760
Teplota na výstupu ze stoupačky (°C)	510	Doba zdržení v katalyzátorových částicích (s)	30
Tlak (Mpa)	0,3	Molární poměr CO/CO ₂	0,7 – 1,3: 1
Doba styku par s katalyzátorem (s)	5–7	Obsah koksu na kat. (% hm.) vstup/ výstup	0,8/ 0,1
Poměr katalyzátor : nástřík	6		

Veliký potenciál týkající se uplatnění co–processingu u pyrolýzního oleje prostřednictvím FCC je zejména díky předpokladu, že každá rafinérie vlastní FCC, proto by do procesu nebylo nutno vkládat další energie a naopak by mohla být zachována současná infrastruktura s minimálními změnami (Ding et al 2018).

Co–processingem jsou modifikovány různé již osvědčené postupy zpracování, takovým případem může být i výzkum Fostera a dalších, jejichž výzkum byl prezentován v časopisu Biomass and Bioenergy. Foster spolu s dalšími poukazuje na problematiku termochemické přeměny biomasy na uhlovodíková biopaliva prováděnou pyrolýzou. Problematika spočívala ve vysokém obsahu kyslíku a špatné stabilitě produktových olejů, což má za následek ztuhnutí při sekundárním zpracování. Tento poznatek je vedl k tomu, vytvořit tzv. bio–crude oil neboli bio–ropu. Jedná se o stabilní pyrolýzní olej z biomasy, s nízkou viskozitou a destilovatelný jak

při atmosférickém tlaku tak ve vakuu, aniž by byly zřejmé jakékoliv náznaky tvoření pevné fáze. Biocrude oleje obsahující 15 hmotnostních %, s obsahem 20–25 % kyslíku byly namíchány s 85 hmotnostními % standardních plynových olejů, následně společně byly krakovány v reaktoru za použití FCC katalyzátoru. Vzniklým produktem byla uhlovodíková paliva se zanedbatelným obsahem kyslíku. Pro podobnou přeměnu při užití 70 hmotnostních % standardních olejů a biocrude olejů byl syntetizován benzin s obsahem 44 hmotnostních %. Výtěžky se pak lišily dle výstupních produktů, u lehkého plynu (LCO) byl výtěžek 17 hmotn. %, těžkých olejů 13 hmotn. % a zkapalněného ropného plynu (LPG) bylo získáno 16 hmotn. %. Rozdíl byl ve výtěžku koksu, který se standardně pohybuje v rozmezí 6,64–6,81 hmotn. %, nyní činil 7,06 hmotn. %. Výslednou hypotézou tohoto výzkumného měření byl fakt, že pravděpodobně dochází k přenosu vodíku při krakování standardního plynového oleje do biocrude oleje, jenž dále eliminuje kyslík v biopalivu, aniž by bylo třeba děj dotovat vodíkem. Společným zpracováním standardních plynových olejů a stabilního pyrolýzního oleje nedošlo k negativnímu ovlivění výnosů benzínu, LCO a HCO. Pozitivní byl výtěžek koksu, který byl navýšen na 7,06 hmotn. % (Foster et al 2015).

Jak již je zmíněno v podkapitole Odpadové hospodářství, od roku 2035 bude omezeno skládkování. Je zcela zřejmé, že touto cestou se výroba biopaliv začne ubírat. Dojde k velmi intenzivnímu využití odpadů pro výrobu biopaliv, čímž dojde k využití odpadu, které konstruktivně a velmi elegantně pomůže situaci s odpadem zlepšit. Technologií využívající pyrolýzu k likvidaci odpadu je mnoho a principiálně se shodují. Možné vstupní suroviny, které budou zpracovávány pyrolýzou jsou:

- biomasa;
- tuhé komunální odpady;
- pneumatiky;
- plastové odpady;
- čistírenské kaly (Třebický a Podrazil 2018).

Příkladem technologie určené k využití komunálního odpadu je technologie Thermostelect.

Thermostelect technologie

Kapacita této pyrolýzní jednotky měla činit 720 t/ den, je uzpůsobena pro zpracování komunálního odpadu. Komunální odpad byl nejprve stlačován, následně odplyněn a za kontrolovaného přídavku kyslíku zplyněn až na teplotu 2000 °C. Syntetizovaný plyn je využit k výrobě elektřiny parními turbínami, současně probíhá testování na použití do palivových článků. Technologie Thermostelect je využívána společností Viveracorp (Ctíhový 2012).

Při využití různých materiálů pro výrobu vyspělých biopaliv můžeme narazit na problematiku na různých úrovních. Například nebyl proveden rozbor na dopad výroby biopaliv z těchto surovin, na zemědělství nebo průmysl. Mimo jiné nejsou zanalyzovány komerčně dostupné postupy na zpracování surovin pro výrobu biopaliv. Také nejsou spočítané kapacity a dostupnost surovin pro výrobu vyspělých biopaliv (Podrazil a Třebický 2018).

Eventuálním řešením by mohl být vývoj technologií pro využití vyspělých biopaliv:

- pěstováním technologických, geneticky modifikovaných plodin s vyšším obsahem celulózy;
- pěstováním vhodných druhů řas;
- zpracováním kuchyňských olejů (Podrazil a Třebický 2018).

Aby mohlo dojít ke zpracování těchto surovin, je třeba konstruovat nové technologie a inovovat technologie starší.

1. Hydrolyza celulózy s následnou anaerobní fermentací na bioalkoholy a syntetická biopaliva–viz kapitola Bioethanol I. generace.
2. Pyrolytické zpracování biomasy se vznikem syntézního plynu a následnou FT syntézou–viz kapitola FT syntéza.
3. Hydrotermicky štěpená biomasa.
4. Technologie BTL–viz kapitola HVO.
5. Technologie BNG, výroba biomethanu zpracováním zemědělského odpadu.
6. Výroba alifatických a cylických uhlovodíků katalytickou dezoxidací z nepotravinářské biomasy (Podrazil a Třebický 2018).

3. Hydrotermicky štěpená biomasa.

Podstatou této technologie je rozklad biomasy za přítomnosti vody. Produkt, který touto technologií vzniká se nazývá „bio–ropa“. Bio–ropa je černá viskózní kapalina podobná ropě. Je tvořena multikomponentní směsí uhlovodíků, nedá se mísit s vodou, obsahuje 10–15 hmotn. % vázaného kyslíku. Má nízký obsah dusíku a síry, výhřevnost je okolo 30–36 MJ/kg. Je stabilnější než pyrolyzní olej a destilací jí lze rozdělit na 2 komponenty, lehčí a těžší podíl.

Lehký podíl lze využít jako komponent pro výrobu nafty po hydrodeoxygenaci. Předpokládá se, že nafta vyrobená z HTU (hydro thermal upgrading) bio–ropy bude velmi kvalitní, s vlastnostmi velmi podobnými klasické motorové naftě a s vyšším cetanovým číslem oproti klasické motorové naftě. Měla by být neomezeně mísitelná s klasickou motorovou naftou. Hydrotermicky štěpená hydrolyza je prováděna v jediné pokusné demonstrační jednotce v Holandsku v Apeeldoornu s výkonem 3000 t za rok (Zeelvalkink 2008).

Samotná technologie je prováděna zpracováním nejrůznějších surovin, u nichž hlavní roli hraje obsah vody. Voda určuje charakter finálních produktů, i vlastnosti biomasy. Vstupní suroviny by měly mít obsah vody kolem 10–30 %, pokud obsahují méně % vody je třeba je navlhčit. Biomasa s dostatečným podílem vody se ohřívá po dobu 5–10 min na 300–350 °C při tlaku 12–18 MPa. Jedná se o poměrně hodně energeticky náročný proces. Jako hlavní produkt vzniká z 50 hmot. % bio–ropa, 30 hmot.% zaujímají plyny a zbylých 15–20 hmotn. % vzniká voda (Zeelvalkink 2008).

5. Technologie BNG, výroba biomethanu zpracováním zemědělského odpadu.

Podstatou výroby biomethanu je výroba bioplynu, který vzniká díky zpracování biomasy cíleně pěstované nebo biomasy odpadní za anaerobních podmínek v bioplynných stanicích. Než

může být biomethan využit jako zemní plyn je třeba ho vyčistit od nežádoucích směsí jako jsou CO₂, vodní páry, páry čpavku, sulfanu, vodíku a vzduchu. Mezi nejpoužívanější technologie na čištění metanu jsou:

- adsorpce – metoda střídání tlaků, PSA (Pressure Swing Adsorption);
- absorpce
 - fyzikální – tlaková vodní vypírka, PWA nebo DWW (Pressure Water absorption, Water Scrubbing);
 - chemická – chemical Scrubbing;
 - nízkotlaká absorpce – low Pressure absorption;
- membránová separace – membrane separation;
- nízkoteplotní rektifikace – vymrazování pomocí CO₂ (cryogenic upgrading).

Nejvíce se uplatnily technologie střídání tlaků nebo případně vodou či jiným roztokem. Membránová separace patří k nadějným technologiím z hlediska energetiky a nároku na prostor. Nízkoteplotní rektifikace je zatím v intenzivním zkoumání a testování výzkumu (Podrazil a Třebický 2018).

6. Výroba alifatických a cyklických uhlovodíků katalytickou dezoxidací z nepotravinářské biomasy.

Výroba alifatických a cyklických uhlovodíků s počtem uhlíků C₁–C₂₅ probíhá dezoxidací. Výchozí surovinou je biomasa nebo její směsi na bázi mastných kyselin, alkoholů, lipidů, sacharidů, tuků nebo vosků. Pod biomasu můžeme zařadit i kafilénní a živočišné tuky, rostlinné, glycerin a další. Výchozí látka je smísená s dezoxidačním činidlem v podobě kapalného nosiče, který náleží ke skupině látek na bázi těžkých ropných frakcí, minerálních nebo přírodních olejů či roztavených přírodních tuků. Dále je přítomný katalyzátor, který představují kovové soli organických kyselin. V druhém kroku je do směsi ponořen zdroj infračerveného a magnetoelektrického záření. Dezoxidační reakce probíhá v případě, že intenzita záření je dostatečná a vodič přísluší kovovým slitinám (Fe, Ni, Cr). Dezoxidační reakcí vzniká reakční parní směs, která je dále kondenzována nebo rektifikována. Po kondenzaci můžeme provést destilaci a oddělit uhlovodíky podle jejich bodu varu. Produktem je směs alifatických a cyklických uhlovodíků v podobě par a kapaliny. Složení výsledného produktu je závislé na typu výchozí látky, reakčních podmínkách a použitém dezoxidačním činidlem. Výrobní směs obsahuje:

- plynné složky;
- uhlovodíky s bodem varu do 65°C (hexen, hepten);
- uhlovodíky s bodem varu v rozmezí 65–125°C (nonan);
- uhlovodíky s bodem varu v rozmezí 125–260°C (pentadecen);
- destilační zbytek (Vašíček 2007).

Kromě destilačního zbytku mohou být všechny složky využity pro výrobu tzv. vyzpělých paliv, benzínu i nafty. Před použitím na výrobu biopaliv musí být dočištěny. Výroba vyzpělých biopaliv touto novou technologií představuje velkou naději v oblasti alternativních paliv a je

předmětem testování, díky tomu, že na tuto výrobní technologii by nebylo třeba budovat komerční jednotku (Vašíček 2007).

3.8.2 Ekonomické zhodnocení

Z hlediska výroby vyspělých biopaliv je třeba zahrnout ekonomické aspekty. Je třeba porovnat efektivnost výroby vyspělých biopaliv s efektivností výroby fosilních paliv se zahrnutím i proměnlivosti cen ropy a ropných produktů.

Dalším ukazatelem z hlediska ekonomiky je vybudování komerční výrobní jednotky, která v ČR není. Vybudování komerční výrobní jednotky na kapalná vyspělá biopaliva je odhadována cena investice na minimálně 2 mld. Kč. Mimo nákladnost investice je třeba zahrnout i časové hledisko, jelikož než dojde k vybudování takové komerční jednotky s vhodnou technologií výroby, může to trvat dle České asociace petrolejářského průmyslu až 5 let. Mimo to, vyvstává další otázka a to zájem vybudovat v ČR výrobní komerční jednotku. Důvodem je, že jediným českým majitelem společnosti pro distribuci biopaliv je ČEPRO, ostatní distributoři biopaliv mají zahraniční majitele (Podrazil a Třebický 2018).

3.8.3 Biopaliva do roku 2020

Současná nabídka biopaliv je z hlediska sortimentu poměrně ustálená. U paliv benzinového typu vypadá aktuální nabídka řídící se normou ČSN EN 228 následovně:

- benzin E0 bez přidaného biopaliva, s oktanovým číslem 95–100 (u aditivovaných typů);
- benzin E5 s obsahem bioethanolu nebo bioethyltercbutyletheru do 5 %, s oktanovým číslem 95–100 (u aditivovaných typů);
- benzin E85 s obsahem bioethanolu až 85 % a 15 % benzinu BA95 (Podrazil a Třebický 2018).

Nabízená škála motorové nafty dle ČSN EN 590 s předem určenou či doporučenou aditivací:

- motorová nafta bez obsahu biopaliva;
- motorová nafta s obsahem biopaliva do 7 %.

Dále jsou nabízeny:

- směsné palivo s 30 % MEŘO řídící se normou ČSN 656508;
- bionafta v podobě čistého MEŘO, potažmo FAME;
- zkapalněné ropné plyny řídící se normou ČSN EN 589;
- stlačený zemní plyn, uplatňující normu ČSN EN 656517 (Podrazil a Třebický 2018).

Z hlediska tržní ekonomiky :

V budoucnu můžeme na trhu přestat očekávat MEŘO, jehož cenu udávala cena vstupní suroviny – řepky a cena extrahovaných šrotů, které vznikají při jeho výrobě. Jeho finální cena se může pohybovat v poměrně velkém cenové rozptýlu při přepočtu na výhřevnost (2 Kč/kWh

– 2,5 Kč/kWh). Faktory, ovlivňující cenu MEŘO je také cena motorové nafty a případné daňové zvýhodnění. Proces jeho výroby je poměrně hodně energeticky náročný, na jeho výrobu je vysoká spotřeba tepla, teplo představuje více jak 1/3 finálního produktu MEŘO, proto je třeba maximálně využít i vedlejší produkty MEŘO, glycerin a extrahované šroty (Akční plán 2012).

Podobně jako u MEŘO bude výsledná cena bioethanolu závislá na ceně vstupních surovin. V ČR je upřednostněna výroba bioethanolu z cukrové řepy, která má nízkou cenu. Stejně jako MEŘO, je výroba bioethanolu poměrně hodně energeticky náročná na spotřebu tepla, zejména při finálním sušení lihovarských výpalků/ řízků. Z finálního produktu zaujímá 70% spotřebované teplo při výrobě a 5% spotřeba elektřiny, přičemž část spotřebovaného tepla připadá vedlejším produktům, takže konečný podíl spotřebovaného tepla by měl být okolo 50 %. Vedlejší produkty jsou buď dosoušeny, to je těch zmíněných 30 – 40 %, nebo mohou být pouze mechanicky zahuštěny a použity do hnojiv, kmiv nebo na výrobu bioplynu (Akční plán 2012). Spotřeba silničních paliv s podílem klasických pohonných hmot i biopaliv za poslední roky je znázorněna v tab. 3.4.

Tab. 3.4 Spotřeba silničních paliv v posledních letech (Podrazil a Třebický 2018).

Palivo	Spotřeba t/rok
Fosilní benzin	1 650 000
E85	12 000
Fosilní nafta	4 750 000
Směsná nafta	129 000
FAME, MEŘO, B100	258 900
BtL – zkapalněné ropné plyny	98 000

Z hlediska trhu s biopalivy do konce roku 2020 bude vypadat nabídka následovně:

- zavedení E10 (10% přídavek bioethanolu nebo bioethyltercbuthyletheru);
- ukončení nabídky směsných biopaliv typu SMN30, E85;
- ukončení nabídky čistých biopaliv typu B100;
- přídavek biomethanu do zemního plynu;
- vyspělá biopaliva–rozvoj HVO (Podrazil a Třebický 2018).

Hlavní motivací pro zavedení E10 je snížení emisí ze spalování pohonných hmot o 6 % v porovnání s rokem 2010, které má být splněno do 31.12.2020. Dle některých zdrojů mělo dojít k zavedení E10 od 1.1. 2019, to se ovšem nestalo a v současné době se předpokládá zavedení E10 dle pana Ivana Indráčka, který je předsedou Unie nezávislých petrolejářů ČR, nejdříve na rok 2020. 1.1.2019 mělo původně začít plnění povinnosti úspory 6 % emisí, to se ale o rok posunulo a díky tomu, je současná hodnota úspory emisí 3,5 %. Tato úspora je splnitelná se současnými palivy, a to E5 (původní Natural 95) a B7, proto prodejci nemají motivaci začínat s prodejem E10. Navíc jeho cena bude dražší oproti současnému E5, proto prodejci s prodloužením uvedení do prodeje nemají sebemenší problém. S ohledem na stav automobilů je třeba brát v potaz, že vozy do roku 2001 nebudou moci být provozovány na ekologický benzin, proto se předpokládá, že bude muset být v budoucnu zachován benzin bez přídavku biosložky. U starších aut do r. 2001 způsobuje ekologický benzin korozi, narušuje

plasty a pryž, to vede k faktu, že trh paliv nebude moci existovat bez možnosti koupi benzínu z fosilních paliv. Lze očekávat jeho vyšší cenu, jelikož bude v budoucnu na něj pohlíženo jako na palivo speciální (Dittrich 2018).

Pokud se jedná o ukončení nabídky směsných biopaliv a biopaliv čistých, je to způsobeno nezájmem spotřebitelů díky zvýšené spotřební dani. Eventuální návrat je možno očekávat v případě daňových zvýhodnění, kdy se spotřebitelům jejich koupě vyplatí, jako tomu bylo v minulosti (Podrazil a Třebický 2018).

Biopalivem budoucnosti ze sektoru vyspělých biopaliv je rozhodně HVO. S ohledem na jeho vynikající vlastnosti a vliv na motor ho lze přimíchávat do nafty až s 30 % podílem. Pokud by HVO bylo přidáváno v takovém množství, mohla by jeho spotřební daň mít 30 % úlevu, díky čemuž by došlo k vyrovnání jeho poměrně drahé výroby a mohlo by být cenově přijatelné pro spotřebitele (Třebický a Podrazil 2018).

3.8.4 Biopaliva po roce 2020

Na budoucnost biopaliv v ČR po roce 2020 bude mít rozhodující vliv rozhodnutí EU o státních podporách z čehož bude vyplývat možnost státu daňově zvýhodnit biopaliva. Až po tomto rozhodnutí bude Ministerstvo zemědělství vypracovávat program podpory o uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě. Strategie MZ nasvědčuje dostávání se do popředí biopaliv 2. a 3. generace a naproti tomu ústup od biopaliv 1. generace, jež jsou vyrobeny z cíleně pěstovaných zemědělských plodin (Implementační plán 2017).

Dle vnitrostátního návrhu ČR v oblasti energetiky a klimatu, lze očekávat snahu dosáhnout do roku 2030 podíl 20,8 % obnovitelných zdrojů energie z hrubé konečné spotřeby. Pro rok 2020 je hodnota tohoto podílu 13 %, tudíž se jedná o nárůst 7,8 %. Spotřebu OZE v dopravě očekávat za vzrůstající, což je znázorněno v tab. 3.5. Pro dosažení podílu OZE plánuje MPO podpořit výrobu a distribuci biometanu v dopravním sektoru po dobu 20 let (Návrh státního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu 2018).

Tab. 3.5 Předpokládaný rozvoj OZE v oblasti dopravy (Návrh vnitrostátního plánu ČR v oblasti energetiky a klimatu 2018).

Spotřeba OZE - doprava	2016	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Biopaliva 1. generace	12580,0	18557,9	19354,7	19456,5	19572,7	19707,4	19825,5	10902,5	20011,3	20137,5	20280,4	20390,9
Biopaliva 2. generace (část A)	0,0	0,0	276,5	555,9	1398,1	1970,7	2832,2	4264,8	6575,1	8630,4	10864,5	13108,5
Biopaliva 2. generace (část B)	0,0	0,0	500,0	1000,0	1500,0	2000,0	2500,0	3000,0	3500,0	4000,0	4500,0	4952,1
Elektrina z OZE	4167,8	4818,4	1480,4	1,9	1645,4	1761,8	1881,9	1985,3	2087,7	2180,5	2254,0	2330,3
Celkem	16747,8	23376,3	21611,6	20458,4	24116,2	25439,9	27039,6	20152,6	32174,1	34948,4	37898,9	40781,8

S ohledem na narůstající tlak na snižování emisí roste požadavek na kvalitu paliv. Společnosti zavádějící do prodeje alternativní paliva mají dle legislativy 2 povinnosti:

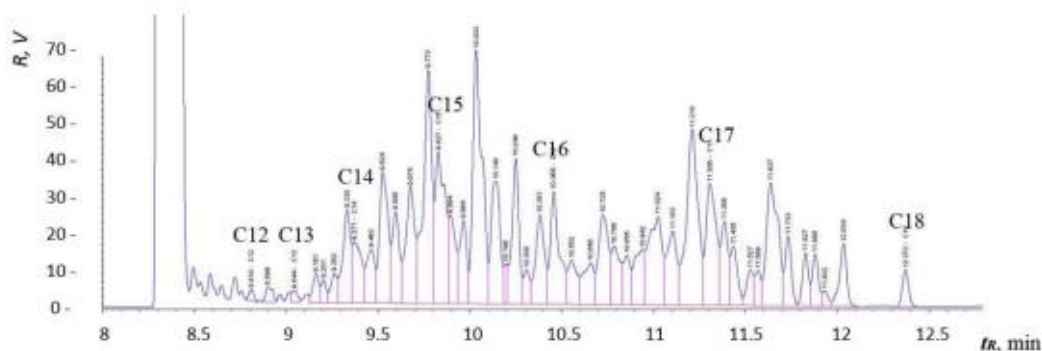
- přídavek biopaliv 4 % do benzínu a 6 % do nafty;
- úsporu emisí, do r. 2019 úspora 3,5 %, od r. 2020 úspora 6 % oproti fosilním palivům.

Po roce 2020 by se na trhu měly beze změny vyskytovat benzin typu E5 (E10). Možné zkušební zavedení na trh zažije E20/ E25, v hlavní roli zde bude figurovat diskuze s automobilovým průmyslem. E85 bude mít šanci pouze v případě, že dojde k jeho daňovému zvýhodnění (Podrazil a Třebický 2018).

V sektoru motorové nafty se také nekonají žádné velké změny. K dostání bude B7 a velmi pravděpodobně bude zavedeno možné testovací biopalivo B20 a B10 (Podrazil a Třebický 2018).

V případě směsných biopaliv, 100% biopaliv a zkapalněných ropných plynů, tzv. BtL by mělo vše zůstat beze změn. Vyspělá biopaliva budou na trhu dostupné v souvislosti s uplatněnou technologií (Podrazil a Třebický 2018).

V případě HVO, očekává se jeho výroba konkrétně v Unipetrolu v Litvínově 2 způsoby. První možností je jeho zpracování formou co-processingu už při výrobě nebo bude přidáván do hotového fosilního paliva. Vodík na výrobu HVO bude získáván elektrolyzou. Díky tomu, že samotný produkt hydrogenace HVO obsahuje větší množství vodíku 15,2 % oproti klasickým palivům 13,5 %, má vyšší výhřevnost. Má nižší hustotu, což umožní mísení s těžšími frakcemi. Mazivost má díky absenci aromatů nižší, řešením by mohl být přídavek FAME, jež mazivostí vyniká. HVO představuje kvalitní biopalivo snižující spotřebu automobilů, zlepšující výkon motoru a snižuje emise výfukových plynů. Na obr.3.11 může vidět složení uhlovodíků přítomných ve 100% HVO pomocí chromatogramu. Chromatografické zobrazení je ovlivněno několika faktory, záleží na rafinérii, ročním období, původu a dalších (Hartová et al 2019).



Obr. 3.11 Chromatogram 100% HVO s identifikovanými n-alkany měřený v retenčním čase (Catalysts 2019).

U zemního plynu je předpokladem dodávka biomethanu do sítě zemního plynu. U vodíku je očekáván prodej zhruba od roku 2025, rozhodující úlohu zde zaujme vybudování infrastruktury čerpacích stanic. Dle rychlosti vybudování čerpacích stanic bude zahájen jeho prodej (Podrazil a Třebický 2018). Přehledné shrnutí očekávaného vývoje spotřeby paliv je vyobrazen v tab. 3.6.

Tab. 3.6 Předpoklad vývoje spotřeby paliv (Podrazil a Třebický 2018).

Palivo	Skutečnost 2017	2020	2023	2025
BA celkem ¹	1600	1610	1610	1610
motorová nafta ¹	4897	4910	4950	5000
LPG ¹	98	90	90	85
CNG ²	67,6	120	n.a.	280
směsná paliva ¹	380	n.a.	n.a.	n.a.
vyspělá biopaliva ¹	0	0	0,2	0,5
Vodík ²	0	0	0	0,1

¹ tis. tun/rok

² mil. m³/rok

Díky poloze ČR se pohonné hmoty staly důležitou komoditou zahraničního obchodu, zejména s okolními zeměmi (Slovensko, Maďarsko, Polsko aj.). Celkem se k nám importuje 77 % pohonných hmot a exportuje se okolo 53 %. Výkonnost tuzemských rafinérií není plnohodnotně využívána stejně jako kapacita exportu/ importu pohonných hmot. V ČR máme 2 rafinérie, v Litvínově a Kralupech n. Vltavou. Tuzemskými producenty jsou Unipetrol a ČEPRO. Unipetrol je producentem LPG, motorové nafty a benzinu, kromě toho na část rafinérskou navazuje petrochemická část, která zpracovává chemikálie nevyužité v rafinérii. Petrochemickou částí bývají zpracovávány různé druhy aromátů, jsou vyráběny agrochemikálie nebo mimojiné koncentráty na výrobu plastů (Unipetrol 2019). Naproti tomu ČEPRO poskytuje motorovou naftu a benzin, jeho činnost spočívá zejména v mísení tuzemských a dovezených polotovarů (Podrazil a Třebický 2018).

4 Závěr

Vzhledem k tlaku, který EU vytváří na členské země včetně ČR lze očekávat neustálý vývoj biopaliv. Biopaliva I. generace mají svou dobu již za sebou, staly se nevyhovujícími zejména díky surovinám z nichž se vyráběly. Navíc pro splnění % podílů biopaliv, na který EU apeluje nelze splnit tyto hodnoty pomocí Biopaliv I. generace, jelikož jejich větší koncentrace ve fosilních palivech nevykazuje dobré vlastnosti ani na motor, ani nesplňují množství produkovaných emisí. Biopaliva II. generace jsou na tom o poznání lépe. Zejména HVO vykazuje velmi dobré vlastnosti, jímž dominuje lepší výkon motorů a nízké emisní hodnoty. U HVO je předpokládána metodika co-procesingu, jež v budoucnu bude výrobě biopaliv dominovat. Způsobem výroby co-procesingu lze snížit náklady spojené s budováním výrobních jednotek, díky nejrůznějším kombinacím výroby. Pyrolýza se může dostat do popředí díky surovinám, které dokáže zpracovat. Zpracování pomocí pyrolýzy budou podléhat nejrůznější druhy odpadů, od čistírenských kalů přes odpad komunální až po vybrané druhy nebezpečných odpadů. Budou moci být technologicky zpracovány jednak samotnou pyrolýzou nebo i formou co-procesingu. Veliká naděje je vkládána i do biopaliv 4. generace, vyrobených z geneticky upravených řas. Z mého pohledu by řasy mohly představovat výbornou alternativu v rozvojových zemích.

Po roce 2020 lze předpokládat dostupnost na trhu podobných komodit jako nyní, na trhu by se neměly vyskytovat čistá (100%) biopaliva. Důvodem je jejich cena, čím vyšší je obsah biosložky v palivu, tím vyšší je jeho daň. Velmi pravděpodobně bude ve zkušební podobě prodáván benzin s 20-25% obsahem bioethanolu nebo bioethyltercbutylether pro spalovací motory zážehového typu, stabilním produktem by měl být E5 případně E10. Pro spalovací motory vznětového typu by měl být k dispozici stabilně B7 a jako zkušební verze by měla být nabízena bionafta s podílem biosložky 10-20 %.

Z ekonomického pohledu bude rozhodujícím faktorem ohledně výroby vyspělých biopaliv v ČR vybudování výrobní komerční jednotky. Jediným potencionálním subjektem, který by mohl mít zájem na vybudování komerční výrobní jednotky je ČEPRO jakožto jediná česká společnost zabývající se palivy. Otázkou je zda ČEPRO bude mít zájem, s ohledem na fakt, že je v podstatě pouze distributorem a na výrobě se nepodílí. Reálně možným subjektem dle mého názoru by mohl být Unipetrol, který je velkým tuzemským producentem, ačkoliv majitel je zahraniční. V Unipetrolu se nachází rafinérie na kterou navazuje petrochemický průmysl, a součástí této obrovské společnosti je i výzkumné pracoviště, kde se neustále vyvíjejí a testují nové či modifikované postupy na výrobu biopaliv.

Od roku 2025 se stane důležitou součástí biopaliv tekutý vodík, který bude v podstatě největší novinkou na trhu. Jediné co brzdí rozptyl vodíku je zatím nevybudovaná infrastruktura čerpacích stanic.

Závěrem bych ráda zmínila fakt, že biopaliva musejí splnit dle EU tzv. kritéria udržitelnosti, což ve zjednodušeném pojetí znamená, že jejich celkové emise skleníkových plynů za jejich životní cyklus musí být nižší než za životní cyklus fosilních paliv, tak je třeba brát tento skutečnost v potaz (Plitz 2014).

5 Literatura

1. Aatola H, Mikkonen S, Larmi M, Teemu SA. 2009. Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NO_x, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine. SAE International Journal of Engines [online]. **1**(1):1251- 1262. [cit.2019- 04- 14]. Dostupné z: https://www.jstor.org/stable/26308354?seq=1#page_scan_tab_contents.
2. Agblevor FA, Mante O, Mcclung R, Oyama ST, Zheng Y, Wei Q, Ding F, Little E. 2012. Co-processing of standard gas oil and biocrude oil to hydrocarbon fuels. Biomass and Bioenergy [online]. Elsevier. **45**:130- 137 [cit. 2019- 03- 11]. ISSN 09619534. DOI:10.1016/j.biombioe.2012.05.024.
3. Alptekin E, Canakci M, Ozsezen AN, Turkcan A, Sanli H. 2015. Using waste animal fat based biodiesels-bioethanol-diesel fuel blends in a DI diesel engine. Fuel [online]. Elsevier. **157**: 245-254 [cit. 2019-04-14]. ISSN 00162361. DOI: 10.1016/j.fuel.2015.04.067.
4. Banković-Ilić IB, Stojković IJ, Stamenković OS, Veljković VB, Hung YT. 2014. Waste animal fats as feedstocks for biodiesel production. Renewable and Sustainable Energy Reviews [online]. Elsevier. **32**: 238- 254.[cit. 2019- 04- 14]. ISSN 13640321. DOI: 10.1016/j.rser.2014.01.038.
5. Bautista LF, Vicente G, Garre V. 2012. Biodiesel from microbial oil. Advances in Biodiesel Production. Pages 179-203 in Luque R, Melero JA, editors. Advances in Biodiesel Production. Woodhead Publishing. ISBN 9780857091178. DOI: 10.1533/9780857095862.2.179.
6. Bažata M. 2013. Bionafta a směsná motorová nafta. Biom.cz [online]. [cit. 2019- 04- 14]. ISSN 1801- 2655. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/odborne-clanky/bionafta-a-smesna-motorova-nafta>.
7. Biernat K. 2018. Introductory Chapter: Prospective Biofuels. Pages 4-11 in IntechOpen. Biofuels –State of Development [online]. 2018-07-11 [cit. 2019-02-26]. DOI: 10.5772/intechopen.78663. Dostupné z: <https://www.intechopen.com/books/bio-fuels-state-of-development/introductory-chapter-prospective-biofuels>.
8. Buffet L. 2017. How to make the Renewable Energy Directive (RED II) work for renewable electricity in transport, TransportEnvironment [online]. 2017 – 06 [cit. 2019- 01- 05]. Dostupné z: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2017_06_Electricity_in_REDII_0.pdf.
9. Cell factories. 2018. Synthetic genomics [online].2018-04-09. [cit. 2019-02-25]. Dostupné z: <https://www.syntheticgenomics.com/?s=biofuel>.
10. Celní správa České republiky [online]. [cit. 2019-04-16]. Dostupné z: <https://www.celnisprava.cz/cz/Stranky/default.aspx>.
11. Cindr M, Hönig V, Hromádka J, Hromádka J, Miler P. 2010. Technologie výroby biopaliv druhé generace. Chemické listy [online]. **104** (8):784-790. [cit. 2018-12-26].

- Dostupné z:<http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/1272/127>.
12. Ctiahotný K, Černý R, Jílková L. 2012. Technologie pro pyrolýzu paliv a odpadů. Paliva [online]. 4(3):74–80 [cit. 2019–11–03]. Dostupné z: <http://paliva.vscht.cz/index.php>.
 13. Česká televize. 2018. Biopaliva nové generace se blíží. Řasy jsou sedmkrát účinnější než etanol z kukuřice. Česká televize [online]. 2018-03-15 [cit. 2019–02–25]. Dostupné z:
<https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2419870-biopaliva-nove-generace-se-blizi-rasy-jsou-sedmkrat-ucinnejsi-nez-etanol-z-kukurice>.
 14. ČTK. 2017. Stát snižuje spotřební daň na některá biopaliva. [online]. 2017-07-01 [cit. 2019–02–26]. Dostupné z: <https://www.euro.cz/byznys/stat-snizuje-spotrebni-dan-na-nektera-biopaliva-1357889>.
 15. Dittrich L. 2018. Benzin E10 jako náhrada za Natural 95 (E5)? Od prvního ledna 2019 žádná biokatastrofa nehrozí. Autobible.cz [online]. 2018-12-21 [cit. 2019–03–28]. Dostupné z:<https://autobible.euro.cz/benzin-e10-jako-nahrada-za-natural-95-e5-od-prvniho-ledna-2019-zadna-biokatastrofa-nehrozi/>.
 16. Evropský parlament a rada Evropské unie. 2003. Směrnice o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě. Pages 5 in Úřední věstník Evropské unie. Brusel. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0030&from=CS>.
 17. Evropský parlament a rada Evropské Unie. 2009. Směrnice rady (EU) 2009/28/ES. O podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. Pages 47 in Úřední věstník Evropské unie. Štrasburk. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32009L0028a.from=LV>.
 18. Evropský parlament a rada Evropské unie. 2015. Směrnice rady (EU) 2015/1513. Stanovení, kterým se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty a směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. Pages 29 in Úřední věstník Evropské unie. Štrasburk. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legalcontent/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32015L1513&from=FR>.
 19. Evropský parlament a rada Evropské Unie. 2015. Směrnice rady, 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. Pages 42. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX%3A32015L0652>.
 20. Fluidní katalytické krakování. Petroleum[online]. [cit. 2019–02–25]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-12.aspx>.
 21. Hájek M. 2018. Nová Evropská legislativa omezí skládkování a zvýší recyklaci komunálního odpadu. Odpadní forum [online]. 2018-06-19 [cit. 2019–02–27]. Dostupné z:<https://www.tretiruka.cz/news/nova-evropska-legislativa-omezi-skladkovani-a-zvysi-recyklaci-komunalniho-odpadu/>.
 22. Hejkrlík P. 2018. V Česku se začne poprvé vyrábět biopalivo z fritovacího oleje, je ekologicky šetrnější než z řepky. Hospodářské noviny [online]. 2018-06-19. [cit. 2019–

- 03–27]. Dostupné z: <https://archiv.ihned.cz/c1-66172510-v-cesku-se-zacne-poprve-vyrabet-biopalivo-z-fritovaciho-oleje-je-ekologicky-setrnejsi-nez-z-repy>.
23. Hönig V, Hromádka J, Hromádka J, Miller P. 2011. Spalovací motory: komplexní přehled problematiky pro všechny typy technických automobilních škol. Grada Publishing a.s. Praha. ISBN 978-802-4734-750.
 24. Hönig V, Obergruber M, Procházka P, Smrčka L. 2018. Odhad spotřební daně u paliva E–diesel v České republice. Listy cukrovarnické a řepářské [online]. **134**(12):411–414. [cit. 2019–02–26]. Dostupné z: http://www.cukr-listy.cz/on_line/2018/PDF/411–414.pdf.
 25. Hönig V, Orsák M, Linhart Z. 2015. Use of blend of hydrotreated vegetable oil with biobutanol for applications in diesel engines. In: Proceedings of 14th International Scientific Conference Engineering for Rural Development. Jelgava, Lotyšsko. ResearchGate [online]. Pages:324–329.[cit. 2019–03–10]. Dostupné z: https://www.researchgate.net/publication/282255224_Use_of_blend_of_hydrotreated_vegetable_oil_with_biobutanol_for_applications_in_diesel_engines.
 26. Hönig V. 2013. Paliva a maziva. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. ISBN 978–80–213–2432–9.
 27. Hora L, Kubička D, Rubáš V. 2012. Fischer-Tropschova syntéza v podmínkách VÚANCH. Chemické listy [online]. **06**(8L-04):573–574. [cit. 2018–12–26]. Dostupné z:http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_06_572–578.pdf.
 28. HU T, Yulin, Gong M, Feng S, Xu Ch, Bassi A. 2019. A review of recent developments of pre–treatment technologies and hydrothermal liquefaction of microalgae for bio–crude oil production. Renewable and Sustainable Energy Reviews [online]. **101**:476–492 [cit. 2019–03–07]. ISSN 13640321. DOI: 10.1016/j.rser.2018.11.037.
 29. Kabeš Karel. 2010. Biopaliva mají před sebou slibnou budoucnost. Elektro.cz [online]. **3**:25– 27. [cit. 2019- 04- 17]. Dostupné z: <http://www.odbornecasopisy.cz/elektro/casopis/tema/biopaliva-maji-pred-sebou-slibnou-budoucnost--10336>.
 30. Kennedy HT. 2018. RED II Round – up. Biofuelsdigest [online]. 2018–03–23. [cit. 2018–12–18]. Dostupné z <http://www.biofuelsdigest.com/bdigest/2018/03/23/red-ii-round-up/>.
 31. Krejcar R. 2017. Návrh na revizi směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED II). Energetikainfo.cz [online]. Verlag Dashofer. 2017–04–18 [cit. 2018–12–16]. Dostupné z: https://www.energetikainfo.cz/33/navrh-na-revizi-smernice-2009-28-es-o-podpore-vyuzivani-energie-z-obnovitelnych-zdroju-red-ii-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4Ev1_nn3lxjM1yKZS5_DjF4ZrJfTGJxQrnQ/?query=n%E1vrh%20na%20revizi%20sm%ECrnic&serp=1.
 32. Kubička D, Šimáček P, Žilková N. 2009. Transformation of Vegetable Oils into Hydrocarbons over Mesoporous-Alumina-Supported CoMo Catalysts. Topics in Catalysis [online]. **52**(1-2):161–168 [cit. 2019-04-13]. ISSN 1022-5528. DOI: 10.1007/s11244-008-9145-5.
 33. Kubička D. 2012. Fischer-Tropschova syntéza. Chemické listy [online]. **06**(8L-01):572 [cit. 2018– 12– 26]. Dostupné z:http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_06_572–578.pdf.

34. Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2018. Návrh vnitrostátního plánu České republiky v oblasti energetiky a klimatu. Pages 288 in Strategické a koncepční dokumenty. Dostupné také z: <https://www.mpo.cz/assets/cz/energetika/strategicke-a-koncepcni-dokumenty/2019/2/Navrh-vnitrostaniho-planu-CR-v-oblasti-energetiky-a-klimatu.docx>.
35. Ministerstvo zemědělství. 2012. Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012–2020. Pages 100 in schválený vládou ČR dne 12.9.2012 pod č.j. 920/12. Praha. ISBN 978–80–7434–074–1.
36. Ministerstvo zemědělství. 2017. Implementační plán: Strategie resortu Ministerstva zemědělství na období 2017–2020 [online]. Pages 193 in Strategie ČR. Praha. [cit. 2019–03–08]. Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/571642/Implementacni_plan_Strategie_resortu_Ministerstva_zemedelstvi_na_obdobi_2017_2020.pdf.
37. Ministerstvo životního prostředí. Alternativní paliva v dopravě. Eagri [online]. [cit. 2019–03–06]. Dostupné z: https://www.mzp.cz/cz/alternativni_paliva_doprave.
38. Ministerstvo průmyslu a obchodu [online]. [cit. 2019- 04- 16]. Dostupné z:
39. Ministerstvo průmyslu a obchodu. 2018. Úloha udržitelných biopaliv v sektoru dopravy vzhledem k Národním klimaticko– energetickým plánům. Beran A, editor. TECHAGRO 2018, Brno. 2018-04-11.
40. Ministerstvo životního prostředí. 2018. Novelizace zákona o ochraně ovzduší a nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv. Hromádko J, editor. [powerpoint]. TECHAGRO 2018, Brno. 2018-04-11.
41. Mužíková Z. 2012. Oxidační stabilita kapalných motorových paliv a biopaliv. Chemické listy [online]. **107**:450-455. [cit. 2019–04–15]. Dostupné z: http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2013_06_450-455.pdf.
42. Nabídka produktů. Unipetrol [online], [cit. 2019-04-14]. Dostupné z: <http://www.unipetrol.cz/cs/NabidkaProduktu/PetrochemickeProdukty/Stranky/default.aspx>.
43. Odpadové hospodářství [online]. [cit. 2019–02–26]. Dostupné z: https://is.mendelu.cz/eknihovna/opory/zobraz_cast.pl?cast=1462.
44. Parlament České republiky. 2012. Zákon č. 201/2012 Sb.o ochraně ovzduší. Pages 2841. Praha. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-201>.
45. Plitz J. 2014. Paliva a biopaliva-hledání řešení. Paliva [online]. **2**(2):63-65 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <http://paliva.vscht.cz/cz/archiv-clanku/detail/23>.
46. Podrazil M, Třebický V. 2018. Technologické trendy v silniční dopravě:1. etapa Popis problémů současného stavu, oblast alternativní pohonné hmoty. Česká asociace petrolejářského průmyslu [online]. Pages 28 in Oblast alternativní pohonné hmoty pro silniční dopravu. [cit. 2019–03–20]. Dostupné z: <https://www.tpsd-ertrac.cz/file/oblast-alternativni-pohonne-hmoty/>.
47. Pospíšil M, Šebor G, Šimášek P, Mužíková Z. Nové trendy biopaliv a jejich využití v dopravě. Chemické listy [online]. **106** (10):953-960. [cit. 2018–12–26]. Dostupné z http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_10_953-960.pdf.

48. Pospíšil M, Šebor G, Šimáček P, Mužíková Z. 2012. Nové trendy biopaliv a jejich využití v dopravě, *Chemické listy* [online]. **106**(10):953-960. [cit. 2018–12–26]. Dostupné z:http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2012_10_953-960.pdf.
49. Původ, vznik, vyhledávání a těžba ropy. *Petroleum* [online]. [cit. 2018–11–05]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/ropa/index.aspx>.
50. Raheem A, Wan Azlina WAKG, Taufiq Yap YH, Danquah MK, Harun R. 2015. Thermochemical conversion of microalgal biomass for biofuel production. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* [online]. Elsevier. **49**:990-999. [cit. 2019–02–26]. DOI: 10.1016/j.rser.2015.04.186.
51. Redzwan G, Amin MM, Zulkarnain NN, Mansor MRA, Annuar MSM, Ilham Z. 2015. Extrication of biodiesel feedstock from early stage of food waste liquefaction. *Journal of Material cycles and Waste Management* [online]. ResearchGate. **19**(2):676-681. [cit. 2019–02–27]. DOI: 10.1007/s10163-015-0463-y.
52. Safety data sheet: NEXBTL Renewable Diesel; Neste 100 % NEXBTL –diesel; Neste Green 100 –diesel. 2016. Neste [online]. Pages 8 in Safety data sheet. [cit. 2019–03–06]. Dostupné z: https://www.neste.com/sites/default/files/attachments/nexbtl_renewable_diesel_version3.0_safetysheet.pdf.
53. Sikarwar VS, Ming Z, Fennell PS, Shah N, Anthony EJ. 2017. Progress in biofuel production from gasification. *Progress in Energy and Combustion Science* [online]. Elsevier. **61**:189-248. [cit. 2019–02–26]. DOI: 10.1016/j.pecs.2017.04.001.
54. Speight JA. 2011. Hydrocarbons from Synthesis Gas. Pages 281-323. *Handbook of Industrial Hydrocarbon Processes*. Gulf Professional Publishing. ISBN 978–0–7506–8632–7.
55. Spotřební daň. *Bussinessinfo.cz* [online]. [cit. 2019–02–26]. Dostupné z: <https://www.businessinfo.cz/cs/dane/spotrebni-dan.html>.
56. Šimáček P, Vrtiška D, Mužíková Z, Pospíšil M. 2017. Motorová paliva vyrobená hydrogenací rostlinných olejů a živočišných tuků. *Chemické listy* [online]. **111**(03): 206- 212. [cit. 2018– 11– 30]. Dostupné z:<http://www.chemicke-listy.cz/ojs3/index.php/chemicke-listy/article/view/100/100>.
57. Váchová V, Vozka P. 2015 Hydrogenace rostlinných olejů na paliva pro vznětové motory. *Paliva* [online]. **7**(2):66-73. [cit. 2018–11–30]. Dostupné z: <http://paliva.vscht.cz/cz/archiv-clanku/detail/28>.
58. Vašíček A, 2007. A process for the production of aliphatic and cyclic Hydrocarbons. ČR. EP 2 129 746 A1. 2009–12–09.
59. VLK V. Porovnání produkce emisí CO2 za životní cyklus klasických paliv a biopaliv. *Biom* [online]. [cit. 2019–02–17]. Dostupné z: <https://biom.cz/cz/obrazek/porovnaní-produkce-emisí-co2-za-zivotni-cyklus-klasickych-paliv-a-biopaliv>.
60. Vobořil D. 2015. Power to Gas – budoucnost akumulace elektřiny? *Oenergetice.cz* [online]. 2015-06-24 [cit. 2019–02–24]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/elektrina/power-to-gas-budoucnost-akumulace-elektriny/>
61. Vobořil D. 2017. Biomasa - využití, zpracování, výhody a nevýhody, energetické využití v ČR. *Oenergetice.cz* [online]. 2017-02-06 [cit. 2019–04–14]. Dostupné z: <https://oenergetice.cz/obnovitelne-zdroje/biomasa-vyuziti-zpracovani-vyhody-a-nevyhody/>.

62. Voegele E., MEPs approve renewable energy, biofuel targets under RED II [online]. 2018-01-17. Dostupné z <<http://biomassmagazine.com/articles/14984/meps-approve-renewable-energy-biofuel-targets-under-red-ii>>.
63. Vrtiška D, Šimáček P. 2014. Kvalita paliv pro zážehové motory: Vliv na provoz vozidel a emise polutantů, kontrola jakosti. Paliva [online]. 6(3): 83-89 [cit. 2019-04-15]. Dostupné z: <http://paliva.vscht.cz/cz/o-casopisu/hledani>.
64. Zeelvalkink JA. 2008. Energy from wet biomass waste. An assessment of existing and novel technologies, TNO: Netherlands Organisation for Applied Scientific Research, TNO Presentation.
65. Zpracování atmosférických destilátů na paliva. Petroleum [online]. [cit. 2019-02-16]. Dostupné z: <http://www.petroleum.cz/zpracovani/zpracovani-ropy-01.aspx>.

6 Seznam obrázků

Obr. 3.2 Schéma atmosférické destilace	4
Obr. 3.2 Schéma atmosférické destilace.....	4
Obr. 3.3 Výroba MEŘO dle ČSN EN 14214.....	11
Obr. 3.4 Porovnání produkce emisí CO ₂ za životní cyklus klasických paliv a biopaliv	14
Obr. 3.5 Zjednodušené reakční schéma hydrogenace rostlinného oleje reprezentovaného molekulou trioleinu	15
Obr. 3.6 Technologie výroby bioethanolu z lignocelulosové biomasy	17
Obr. 3.7 Modernizace surového produktu z procesu Fischer–Tropsch.....	19
Obr. 3.8 Technologie výroby syntetické motorové nafty „Sundiesel“ společnosti Choren	20
Obr. 3.9 Možné cesty pro přeměnu biomasy řasy na použitelné palivo a výkon	23
Obr. 3.10 Podpora biopaliv úlevou na spotřební dani.....	25
Obr. 3.11 Chromatogram 100% HVO s identifikovanými n-alkany měřený v retenčním čase	34

7 Seznam tabulek

Tab. 3.1 Vybrané vlastnosti motorové nafty, bionafty a dieselového paliva (NExBTL) vyrobeného hydrogenací rostlinných olejů.....	16
Tab. 3.2 Porovnání vlastností FT dieselu a klasické nafty	20
Tab. 3.3 Typické pracovní podmínky v reaktoru a regenerátoru při <i>FCC</i>	27
Tab. 3.4 Spotřeba silničních paliv v posledních <i>letech</i>	32
Tab. 3.5 Předpokládaný rozvoj OZE v oblasti dopravy	33
Tab. 3.6 Předpoklad vývoje spotřeby paliv	34

8 Seznam použitých zkratek a symbolů

B100	motorová nafta 100% biopalivo
B20/ B10	motorová nafta s 20% / 10% podílem biosložky
BA95	automobilový benzin 95%
BTL	biomass to liquid
CO	oxid uhličitý
CO ₂	oxid uhličitý
ČR	Česká republika
DWW	water Scrubbing
E0	automobilový benzin bez přidané biosložky
E10	automobilový benzin s 10% podílem biosložky
E10	automobilový benzin s 10% podílem biosložky
E20/ E25	automobilový Benzin s 20% / 25% podílem biosložky
E5	automobilový benzin s obsahem biosložky do 5 %
E85	automobilový benzin s max 85% podílem biosložky
EU	Evropská unie
FAME	fatty acid Methyl Ester
FCC	fluid catalytic cracking
FT syntéza	fischer–Tropschova syntéza
GTL	gas to liquid
H ₂	vodík
H ₂ O	voda
HCO	high circulating oil
HTU	hydrothermal upgrading
HVO	hydrotreated vegetable oil
CH ₄	methan
ILUC	indirect land–use change
LCO	low circulating oil
LPG	liquefied Petroleum Gas
MEŘO	methyl Ester Řepkového oleje
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MZ	Ministerstvo zemědělství
N ₂	dušík
OZE	obnovitelný zdroj energie
P2G	power to gas
PAN	peroxy–acetylnitráty
PSA	pressure Swing Adsorption
PWA	pressure Water absorption
RED II	Renewable Energy Directive II
RED	Renewable Energy Directive
SMN30	směsné biopalivo s 30 % podílem biosložky
WAF	waste animal fat