VYSOKÁ ŠKOLA EKONOMICKÁ V PRAZE
FAKULTA PODNIKOHOSPODÁŘSKÁ

Studijní program: Ekonomika a management

Studijní obor: Podniková ekonomika a management

Doktorská disertační práce

Rozvoj trhu obnovitelných paliv
Development of Renewable Fuels Market

Autor disertační práce: doc. Ing. Vladimír HÖNIG, Ph.D.

Vedoucí disertační práce: prof. Ing. Luboš Smrčka, CSc.

PRAHA 2019

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci na téma „Rozvoj trhu obnovitelných paliv“ vypracoval samostatně a uvedl jsem veškerou použitou literaturu.

Poděkování
Rád bych tímto poděkoval prof. Ing. Luboši Smrčkovi, CSc. z katedry strategie Vysoké školy ekonomické v Praze Fakulty podnikohospodářské za odbornou pomoc při vedení disertační práce.

Název disertační práce
Rozvoj trhu obnovitelných paliv

Abstrakt
Rešeršní část disertační práce shrnuje současnou problematiku trhu s biopalivy, vymezení pojmů paliv a biopaliv, dále pak představení legislativního rámce, bilance produkce, spotřeby, vývozu a dovozu biopaliv. Disertační práce je v prvé části experimentu zaměřena na stanovení kauzality mezi ropou, fosilními palivy, řepkovým olejem a biopalivy ve vzájemných kombinacích. Dále je vyhodnocen aktuální stav konkurenceschopnosti vysokoprocentních biopaliv v České republice s ohledem na změny v daňové politice v roce 2016 a 2017. V disertační práci je vyhodnocena úroveň kompenzačních podpor, které jsou vypočítány na základě nákladů na biopaliva a ceny ropných paliv. Znalost kompenzačních podpor je důležitá pro investice do sektoru a ekonomiku podniků obchodujících s biopalivy. Dále je navrženo a ekonomicky vyhodnoceno palivo E-Diesel v podmínkách České republiky reagující na požadavky EU a zvýšení množství distribuovaných biopaliv i požadavky úspory GHG a pevných částic. V experimentální části jsou také strategicky analyzovaná nová biopaliva HVO a biobutanol a jejich připravenost k uplatnění na trhu. Experimentální část zahrnuje také dva konkrétní projekty ve spolupráci s Indonéskou republikou z pohledu podnikové ekonomiky. V prvé řadě jsou vyhodnoceny podmínky ekonomičnosti pěstování plodiny *Jatrophy Curcas* a ekonomika jejího využití pro výrobu bioplynu. V poslední části experimentů je navržena a ekonomicky vyhodnocena výroba elektřiny ze surového palmového oleje. S výsledky disertační práce byli vedle publikačních výstupů seznámeni také pracovníci Svazu pěstitelů a zpracovatelů olejnin, SGS, MPO, MZE a investoři Indonéské republiky.

Klíčová slova
Biopaliva, bionafta, bioethanol, biobutanol, hydrogenovaný olej, trh, palmový olej, *Jatropha Curcas*, spotřební daň.

Title of Ph.D. Theis

Development of Renewable Fuels Market

Abstact

The review part of the thesis summarizes the current issues regarding the biofuel market, defining the terms of fuels and biofuels, the presentation of the legislative framework, the balance of production, consumption, export and import of biofuels. In the first part of the experiment, the thesis focuses on the determination of causality between oil, fossil fuels, rapeseed oil and biofuels. Furthermore, the current state of competitiveness of high-percentage biofuels in the Czech Republic is assessed in the light of changes in tax policy of years 2016 and 2017. The thesis evaluates the level of compensatory aid calculated on the basis of the cost of biofuels and the prices of petroleum fuels. The knowledge of compensatory aid is important for investment in the sector and economy of biofuel businesses. Furthermore, E-Diesel fuel is designed and economically evaluated in the conditions of the Czech Republic, responding to EU requirements and increasing the amount of biofuels distributed as well as GHG and solid particle savings requirements. In the experimental part, there are also strategically analyzed new biofuels HVO and biobutanol and their readiness to enter the market. The experimental part also includes two specific projects in cooperation with the Indonesian Republic from the point of view of the business economy. Firstly, the conditions of the economics of the *Jatropha Curcas* crop production and the economics of its use for biogas production are evaluated. In the last part of the experiments, the production of electricity from raw palm oil is designed and economically evaluated. With the results of the dissertation, besides the publication outputs, were introduced to stakeholders from the Union of growers and processors of oil plants, SGS, Ministry of Industry and Trade, Ministry of Agriculture and investors of the Republic of Indonesia.

Key words

Biofuels, biodiesel, bioethanol, biobutanol, hydrotreated vegetable oil, market, palm oil, *Jatropha Curcas*, excise tax.

Obsah

ÚVOD **1**

1 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY **2**

1.1 ROPA A JEJÍ VÝZNAM 2

1.1.1 Situace na trhu s ropou *5*
1.1.2 Ropná krize *6*
1.1.3 Predikce pro rok 2018 ..... *7*

1.2 ALTERNATIVNÍ PALIVA A POHONY 8

1.2.1 Sortiment alternantivních paliv *8*
1.2.2 Alternativní pohony *8*

1.3 BIOMASA 9

1.4 BIOPALIVA 12

1.4.1 Historie biopaliv v České republice *13*
1.4.2 Rozdělení biopaliv *14*
1.4.3 Nestandartní biopaliva *16*

1.5 SORTIMENT MOTOROVÝCH PALIV NA TRHU ČR 16

1.6 LEGISLATIVA MOTOROVÝCH PALIV A BIOPALIV 17

1.6.1 Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. *19*
1.6.2 Kritéria udržitelnosti *20*
1.6.3 Certifikáty udržitelnosti, roční zprávy a systém kvality *21*

1.7 NORMY PRO MOTOROVÁ PALIVA A OBSAH BIOPALIV 21

1.8 SOUČASNÝ STAV A PERSPEKTIVY BIOPALIV 23

1.8.1 Podpora biopaliv *26*
1.8.2 Cíle EU *28*
1.8.3 Důvod zavádění a aktuální stav *30*
1.8.4 Bilance biopaliv v České republice *32*

2 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE A HYPOTÉZY **36**

2.1 CÍL DISERTAČNÍ PRÁCE 36

2.2 HYPOTÉZY DISERTAČNÍ PRÁCE 40

3 METODY DISERTAČNÍ PRÁCE **42**

4 VÝSLEDKY ANALÝZY DAT **55**

4.1 ANALÝZA ČASOVÝCH ŘAD CEN BIOPALIV A JEJICH DAŇOVÉHO ZVÝHODNĚNÍ 55

4.2 PROCESNÍ KOMPENZACE ALTERNATIV HVO A BIOBUTANOLU 71

4.3 ODHAD SPOTŘEBNÍ DANĚ U PALIVA E-DIESEL V ČESKÉ REPUBLICE 80

4.4 EKONOMIKA PĚSTOVÁNÍ *JATROPHY CURCAS* A JEJÍ ENERGETICKÉ VYUŽITÍ 85

4.5 EKONOMICKÁ ANALÝZA NÁHRADY NAFTY SUROVÝM PALMOVÝM OLEJEM PRO VÝROBU ELEKTŘINY V INDONÉSKÉ ELEKTRÁRNĚ 94

5 DISKUZE **103**

6 ZÁVĚR 109
POUŽITÁ LITERATURA 114
SEZNAM OBRÁZKŮ 129
SEZNAM TABULEK 131
SEZNAM ZKRATEK 133

Úvod

Hledání optimálního energetického zdroje pro dopravu je odvěkým problémem lidstva. Ve dvacátém století byl tento problém vyřešen spalovacím motorem, který se stal v podstatě fenoménem. Žádné jiné individuální odvětví lidské činnosti neovlivnilo náš život více jak právě rozvoj dopravy. Jeho energetickým zdrojem se stala ropa. Poslední vývoj cen ropy však ukazuje především na geopolitickou a ekonomickou nestabilitu. Vyvstávají pak otázky spolehlivosti a bezpečnosti zásobování, vliv politických, sociálních a teroristických aspektů, geologické a goegrafické aspekty a současně i otázka vyčerpání těchto zdrojů a hledání konkurenceschopných alternativních zdrojů.

Zájem o obnovitelná paliva začal vznikat v rámci silné závislosti na státech Blízkého východu a dalších silně politicky a ekonomicky nestabilních státech. Země se snažily najít vlastní pohonný zdroj, který by zabezpečil stát v případě prudkých výkyvů ceny ropy. Kromě jiného měla tato alternativní paliva přinést další pozitiva jako například nižší emise a efektivní využití nadprodukce surovin, které byly původně využívány pouze pro potravinářské účely. Konkrétně biopaliva se stala nedílnou součástí každodenního života moderní společnosti. Bioethanol a methylestery mastných kyselin tvoří běžnou součást produkčních benzinů a motorových naft. Tlak na intenzivnější náhradu fosilních paliv biokomponentami neustále sílí. Staly se nejvýznamnějšími alternativními palivy, které v průběhu let získaly široké zastoupení ve většině států Evropské unie a mnoha dalších. I přes značné problémy spojené s vysokými výrobními náklady, technickými a logistickými problémy a negativním vlivem na cenu potravin v případě biopaliv tzv. I. generace vývoj směřuje k biopalivům tzv. II. generace, jejichž surovinovou základnu tvoří zemědělská nepotravinářská produkce a odpadní biomasa.

Důvodem zaměření disertační práce jsou neustálé změny na trhu s biopalivy. Jedná se především o nové směrnice EU, aktualizace zákonů, kritéria udržitelnosti a především změny v daňové politice a zavedení spotřební daně v roce 2016. Spotřební daň a nápravná opatření z důvodu nedostatečného monitorování úrovně kompenzačních podpor pro biopaliva v České republice byly hlavní výzvou pro výběr tématu.

Důsledky zmařených investic i rozvoj podnikové ekonomiky v odvětví jsou vyhodnoceny v experimentální části. S ohledem na vyžadované zvýšení podílu OZE a dále také přijetí směrnice REDII jsou v práci představena nová biopaliva a na dvou konkrétních projektech představena řešení uplatnění olejnin mimo území EU a ČR. Práce současně nachází chyby ve standardizačních procesech, lobystických intervencích v daňovém systému a nastavování právní regulace. Dále generuje nové alternativy pro výběr substitutů.

1 Současný stav řešené problematiky

V Evropské unii (EU) představuje odvětví dopravy více než 30 % konečné spotřeby energie a jeho spotřeba má se zvyšujícím počtem provozovaných motorových vozidel v poslední době trvale rostoucí trend. Oblast dopravy motorovými vozidly na pozemních komunikacích se zásadním způsobem podílí na znečišťování ovzduší CO_2, neboť spalováním motorových paliv unikají do ovzduší znečišťující emise obsahující zejména uvedený oxid (silniční doprava produkuje až 84 % emisí CO_2 z oblasti dopravy) (MZE, 2013).

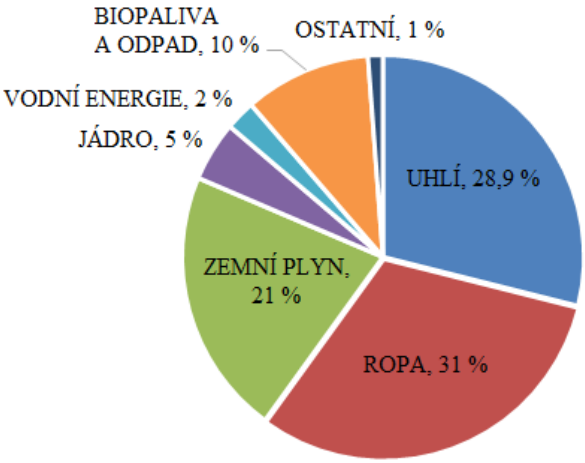
1.1 Ropa a její význam

Ropa, též nazývána jako surová nafta, zemní olej či černé zlato, je hnědá až nazelenalá hořlavá kapalina tvořená směsí uhlovodíků. Charakteristická je tím, že se jedná o neobnovitelný zdroj, který je navíc velmi nákladný na průzkum, těžbu i mobilitu. Její ložiska se nacházejí ve svrchních vrstvách zemské kůry. Zajímavostí je nerovnoměrný výskyt ve světě. Cílek a Kašík (2007) uvádí, že 85 % celosvětových zásob se nalézá pouze v 0,05 % ložiscích. Mezi největší známá ložiska patří saudsko-arabský Ghawar, který se rozprostírá pouze 30 kilometrů na šířku a 270 kilometrů na délku, druhé největší a významné pole Burgan leží nedaleko v Kuvajtu. V minulosti existovala místa, kde ropa vyvěrala na zemský povrch v komerčně využitelném množství. Nyní, po téměř dvou stoletích intenzivnější komerční těžby, se konvenční ropa získává pomocí vrtů do zemské kůry. Nekonvenční typy ropy s nižší energetickou návratností v rozmezí 1,5 až 3 (oproti návratnosti 30 až 60 u konvenční ropy) jsou ve způsobu těžby mnohem náročnější, ať už z technologického nebo ekonomického hlediska, a Švihlíková (2009) je rozděluje následujícím způsobem:

- **Těžká ropa** – energetická návratnost je mnohem nižší než u tradiční konvenční ropy. Mezi nejznámější nekonvenční zdroje patří ropné písky. Problémy pro masivní rozšíření jsou vysoké náklady, silné znečištění životního prostředí, malá ekonomická návratnost a nedostatečné rafinérské kapacity. Největšími zásobami disponuje Kanada a Venezuela.
- **Hlubomořská ropa** – za hlubokomořskou se považuje ta, která se nachází nejméně 500 m pod mořem. Tento způsob produkce vyžaduje vysoké počáteční investice a odpovídající technologie k náročnosti těžby. Masivní nástup ropných plošin je pozorován od 90. let především v oblastech Mexického zálivu, Kaspického a Severního moře, Angoly a Brazílie.
- **Polární ropa** – už z názvu vyplývá oblast těžko dostupných regionů s extrémními přírodními podmínkami. S tím souvisí i technologické problémy a ekonomická náročnost. Jedná se o regiony v Severní Americe (Aljaška, Kanada včetně Grónska) a severní části kontinentu Eurasie (Norsko, Sibiř).
- **Černá břidlice** – podobná ropným pískům, ekonomická návratnost je však ještě mnohem nižší. Vyskytuje se nejvíce v USA.
- **Zemní plyn** – hojně se vyskytující společně s ropou, lze ho považovat za substitut. Pravděpodobné zásoby by měly vydržet déle než u zkoumané komodity. Největší naleziště se nachází v Ruské federaci, v polárních oblastech a na Blízkém východě.
- **Nekonvenční plyny** – jedná se o arktický plyn a methan vyskytující se na Sibiři. Možnosti těžby jsou dosud technologicky a ekonomicky velmi omezené.

- **NGL** (Natural gas liguids) – neboli zkapalněný zemní plyn. Problémem je především přeprava a uskladňování, stejně tak nedostatečně rozvinutá infrastruktura pro jeho širší rozšíření (Švihlíková, 2008; Švihlíková, 2009; Švihlíková, 2011).

Pakliže budou všechny výše uvedené druhy považovány obecně za ropu, je možné říci, že tato surovina je v dnešní době nejdůležitějším energetickým zdrojem. Hlavním zdrojem primární energie se ropa stala od druhé poloviny dvacátého století, kdy nahradila na této pozici uhlí (Blažek a Rábl, 2006). Podíly všech druhů zdrojů, používaných při výrobě energie, zobrazuje následující obrázek 1.1.



Obr. 1.1 Podíl zdrojů na výrobě primární energie v roce 2014
Zdroj: IEA – Key World Energy Statistic, 2015; vlastní zpracování

Nestabilita politických režimů v zemích těžících ropu, politické napětí a nepokoje, terorismus nebo hrozící války mohou být zdrojem výpadků nebo přerušení dodávek ropy na světové trhy. Dodávku ropy, výpadky produkce a tedy i situaci na straně nabídky mohou ovlivnit útoky na ropovody, zaměření teroristických skupin na ropné těžební věže či hrozící válečné konflikty. Mnozí dodavatelé představují z hlediska stability dodávek značné riziko.

Na všechny tyto možné nebo skutečné události reagují účastníci na trhu a i pouhá očekávání se odráží v aktuálních cenách (Ivestujeme.cz, 2008).

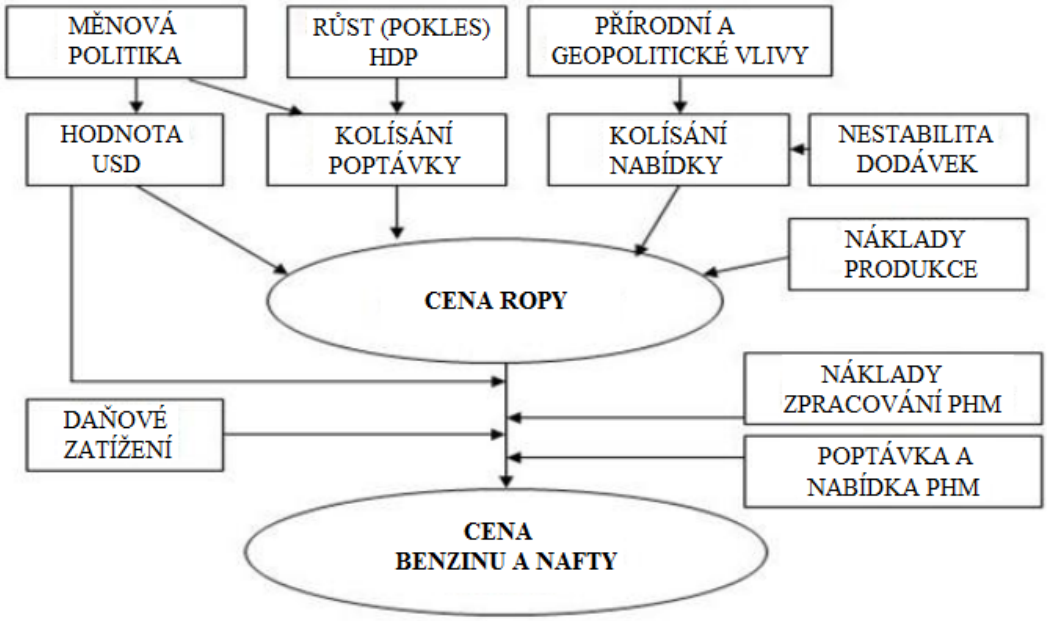
Nabídka ropy (ale i jiných komodit) je velmi nepružná a nedokáže rychle reagovat na vyšší poptávku. Množství ropy, o které mohou těžební firmy krátkodobě produkci zvýšit, se zmenšuje. Na možné nebo skutečné výpadky dodávek z jiných oblastí zapříčiněných různými událostmi pak trh citlivě reaguje. K výpadkům kapacit (a tedy i dodávek ropy) mohou vést komplikace způsobené počasím (hurikány, razantní zima).

Investiční rozhodování a strategii fungování společností na straně nabídky ovlivňují i náklady na těžbu a související služby. Je zřejmé, že pokud bude globální cena ropy vysoká, vyplatí se ropu těžit i společnostem s vyššími náklady (Ivestujeme.cz, 2008).

V zájmu snad každého státu je držet strategické hmotné rezervy zajišťující chod hospodářství pro případ výpadku dodávek významných komodit. K zásobám ropy dále přispívají obchodníci s ropou, kteří v období poklesu cen vytvářejí zásoby ropy v předpokladu budoucího nárůstu cen.

Tyto snahy se mohou projevit ve spekulačním vytváření zásob a hromadění ropy ve skladech za účelem zhodnocení vloženého kapitálu. Velcí spekulanti pak v určitých obdobích nemají zájem prodávat, nakupují a spekulují na vzestup.

Ropa patří mezi klíčové obchodované komodity a její cena je významným sledovaným faktorem, který je na základě výše popsaných informací ovlivňuje ekonomiky vyspělých a rozvíjejících se zemí a to prostřednictvím ceny. Tržní cena ropy (obr. 1.2) se utváří, stejně jako cena jiných statků a služeb, na principu tržního mechanismu, na základě střetu nabídky a poptávky (Voříšek a Novotný, 2010).



Obr. 1.2 Faktory ovlivňující cenu ropy
Zdroj: Říha, 2015

Spotřeba ropy a dalších energií úzce souvisí s ekonomickým růstem. Ekonomický růst nebo propad silných ekonomik (například ekonomiky USA) přímo ovlivňuje poptávku po ropě. Situace na trhu s ropou tak obvykle reaguje na zprávy o zpomalení nebo zrychlení ekonomického růstu (Ivestujeme.cz, 2008).

Celková poptávka roste díky ekonomickému růstu v zemích, jako je Čína, Indie, Brazílie nebo Rusko. V těchto a dalších oblastech dochází k industrializaci, urbanizaci, roste automobilová doprava a dochází ke skokovému růstu spotřeby energií a surovin.

V některých rozvíjejících se oblastech jsou ceny energií regulovány formou dotací nebo stanovením cenových stropů. Koncové ceny jsou tak uměle drženy na nízkých úrovních a rostoucí ceny na světových trzích poptávku neomezují a netlumí. Regulování poptávky po ropě formou neviditelné ruky trhu a regulování spotřeby této suroviny je pak narušeno.

Zvyšování zásob ropy obchodníků, spekulantů a jednotlivých států se ve svém důsledku projevuje zvyšováním poptávky po ropě a tlakem na růst cen. Investoři nakupující ropné kontrakty ropu považují za druh aktiva, který jim napomáhá předcházet znehodnocení peněz a dosáhnout zhodnocení (Ivestujeme.cz, 2008).

Očekávání na straně poptávky, jako je strach z nedostatečných dodávek a předpoklad budoucího růstu cen, má na zvýšení poptávky rovněž dopad. Z pohledu možných vlivů na

poptávku je vhodné rovněž uvažovat o vlivu ročního období, topné sezóny na severní polokouli a motoristické sezóny.

Vysoká cena ropy a pohonných hmot spotřebitele nutí hledat možnosti dosažení úspor při spotřebě a vytváří tlak na snižování spotřeby. Logicky tak například klesá poptávka po autech, která mají vysokou spotřebu a výrobci automobilů rozšiřují nabídku vozidel s nižší spotřebou nebo hybridními motory (Demirbas, 2007).

Lze předpokládat, že rostoucí cena ropy bude zvyšovat množství zdrojů vynakládaných na hledání alternativních zdrojů energie. Experimentuje se například s palivovými články, slunečními a jinak dobíjenými bateriemi či akumulátory (Demirbas, 2007; ivestujeme.cz, 2008).

1.1.1 Situace na trhu s ropou

Z hlediska obecného hodnocení situace na trhu bývá většinou předpovídán růst ceny ropy. Pro tento závěr svědčí převis poptávky nad nabídkou a snaha kartelu OPEC udržet pro členské země dodávající ropu výhodnou situaci. Vzhledem k nepružné nabídce ropy, omezenosti produkčních kapacit a politickým či válečným konfliktům v těžebních oblastech vždy hrozí cenová vychýlení směrem nahoru.

Vliv kurzu dolaru nebo měny, za kterou je ropa pořizována

Kurz dolaru je pro cenu ropy důležitý, protože se stalo zvykem hodnotu ropy v dolarech vyjadřovat. Pokud hodnota dolaru klesá a oslabuje, ceny ropy a dalších komodit se zvyšují. Je to logické, protože chce-li si ten, kdo komodity nabízí, udržet kupní sílu, musí zvýšit ceny.

Cena ropy tak může mít reálnou hodnotu stabilní, ale oslabující dolar způsobuje, že nominální hodnota, vyjádřená v dolarech, roste.

Pro spotřebitele je vždy zásadní, kolik litrů pohonných hmot si může za svůj plat koupit. Spotřebitel v nedolarových oblastech tak růst cen ropy, vyjádřený v oslabujícím dolaru, nemusí zásadně pocítit. Díky této situaci je možné, že dojde ke snahám vyjadřovat ceny ropy v eurech nebo i nějakém koši měn (Ivestujeme.cz, 2008).

Faktory ovlivňující cenu ropy

Cena je z celého ropného průmyslu nejsledovanějším ukazatelem, jelikož odráží veškeré změny produkce, spotřeby a dosahované hospodářské výsledky spotřebitelů ropy jsou na ní do značné míry závislé. Poptávku na trhu vytváří zpracovatelé ropy spolu se spotřebiteli, nabídka je ovlivněna zeměmi, které rozhodují o těžbě spolu s producenty. Konečná cena ropy je tvořena několika faktory. V první řadě jde o náklady ropných společností na těžbu, dále jsou to s nimi spojené náklady na dopravu, pojištění, zisk společností a z velké části také daně. Existují dva typy zdanění, prvním je daň z vytěžení v místě těžby a druhým typem je daň spotřebitelská v místě spotřeby. Trh s ropou se v první řadě odvíjí od velikosti celosvětové poptávky a nabídky.

Cena do značné míry ovlivňuje OPEC jakožto dominantní producent a obecně je možné říci, že z povahy faktorů ovlivňující cenu ropy na světových trzích se jedná o faktory hospodářské, politické, bezpečnostní a přírodně-technologické.

Na cenu ropy mají vliv např.:

1. hospodářský vývoj;
2. úrokové sazby;
3. vývoj kurzu dolaru;
4. politika exportérů;
5. politika importérů;
6. OECD Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj;
7. přírodní vlivy;
8. nové technologie;
9. stav ropných zásob;
10. stav ropných rezerv;
11. tržní faktory
    - futures kontrakty;
    - devízový trh;
12. bezpečnostní faktory;
    - terorismus;
    - vojenské konflikty.

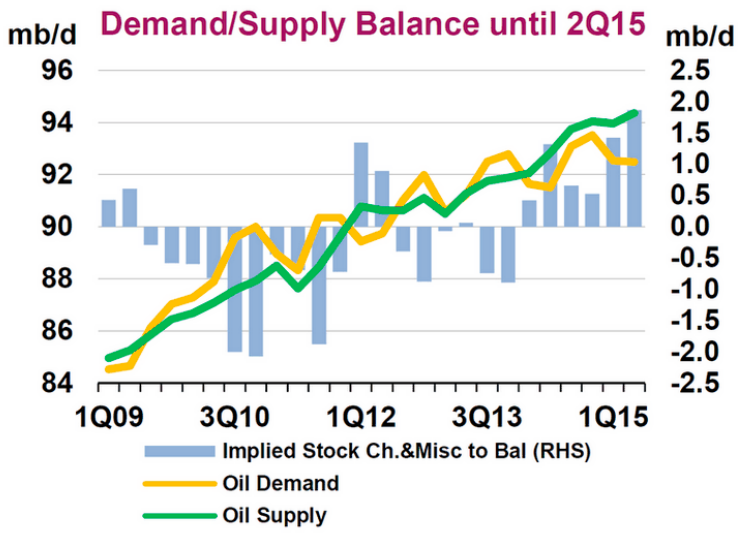
(Alquist a Kilian, 2010; Chen, 2010, Cílek a Kašík, 2007, ropa.cz)

1.1.2 Ropná krize

Klesající ceny ropy v roce 2014 byly největší světovou událostí v oblasti energií. Po převážnou část období 2011 až 2014 byly ceny ropy kolem 100 USD za barel zejména kvůli stoupající spotřebě v rapidně rozvíjející ekonomice Číny. Na cenách se v tomto období podepsaly také konflikty v klíčových ropných zemích, mezi které patří například Irák. Z těchto a dalších důvodů nemohla produkce adekvátně vyrovnávat poptávku a ceny ropy se neustále zvedaly (oenergetice.cz, 2015).

Vysoká cena ropy, jejíž úroveň byla nejdéle trvající v historii, zapříčinila, že vyspělé ekonomiky jako USA nebo Kanada začaly využívat alternativní nekonvenční ropy za použití náročných technologií. Společnosti v USA začaly používat techniky hydraulického štěpení a „horizontal drilling“ k vytěžení břidlicových ložisek v Severní Dakotě a Texasu. V Kanadě naopak docházelo k využívání plynů k extrakci ropy z ropných písků. Stabilní vysoké ceny ropy tak slibovaly návratnost do těchto investic a USA se dostaly v na hodnoty úroveň osmdesátých let minulého století v počtu vytěžených barelů ropy. Tyto události vedly k aktuální nadprodukci a přispěly k převisu nabídky ropy na světových trzích. (oenergetice.cz, 2015).

Dalším faktorem jsou slabší ekonomiky evropských států, USA a Asie zotavující se po finanční krizi. Ke konci roku 2014 tak směřovala světová nabídka ropy ke svému převisu nad poptávkou, jak znázorňuje obrázek 1.3.



Obr. 1.3 Vývoj potávky a nabídky po ropě
Zdroj: oenergetice.cz, 2015

1.1.3 Predikce pro rok 2018

Ceny ropy se zvyšují po zprávě o červencovém poklesu těžby suroviny v Saúdské Arábii v roce 2018. Severomořská ropa Brent vykazovala kolem 15:30 SELČ nárůst o 1,6 % na 73,80 USD za barel. Americká lehká ropa WTI si ve stejnou dobu připisovala 1,5 % na 68,20 USD za barel (oenergetice.cz, 2018).

Saúdská Arábie sdělila Organizaci zemí vyvážejících ropu (OPEC), že v červenci 2018 snížila těžbu o 200 000 barelů na 10,29 milionu barelů denně. Zpráva posílila obavy o dodávky ropy na trh, za kterými stojí mimo jiné americké sankce vůči Íránu. (oenergetice.cz, 2018).

Červencový pokles produkce podle analytiků signalizuje, že Saúdská Arábie by chtěla zabránit opakování převisu nabídky ropy nad poptávkou, který v předchozích letech tlačil ceny ropy dolů.

Organizace zemí vyvážejících ropu (OPEC) 13.8.2018 snížila odhad poptávky po své ropě na příští rok. Nyní čeká, že svět bude potřebovat od 15 členů kartelu v příštím roce 32,05 milionu barelů denně, což je o 130 000 barelů méně, než OPEC čekal v červenci 2018. Pokles poptávky znamená, že bude slabší tlak na zbývající producenty, aby zvýšili dodávky, a vykompenzovali tak nižší těžbu ve Venezuele a Libyi a případně i v Íránu po obnovení amerických sankcí (oenergetice.cz, 2018).

Vysoká poptávka po ropě, která pomohla vyrovnat trh, by v roce 2019 měla polevit. OPEC předpokládá, že celková poptávka po ropě stoupne příští rok o 1,43 milionu barelů denně. To dělá o 20 000 barelů méně, než kartel čekal v červenci 2018. V roce 2018 má poptávka po ropě podle předpokladů vykázat růst o 1,64 milionu barelů denně.

OPEC a další přední světoví producenti ropy se v červnu 2018 dohodli, že budou na 100 % plnit dohodu o snížení těžby ropy, která vstoupila v platnost v lednu 2017. Několik měsíců těžili výrazně méně, s ohledem na nížšé těžbu ve Venezuele a dalších zemích.

V červenci těžba kartelu vystoupila na 32,32 milionu barelů denně, což je o 41 000 barelů více než v červnu. Je to sice více, než očekávaná poptávka v příštím roce, země ale

stále neplní dohodu o snížení těžby na 100 procent, ale na více, protože stále těží ještě méně, než plánovaly.

Kartel rovněž očekává, že dodávky od nečlenských zemí kartelu příští rok stoupnou o 2,13 milionu barelů denně. To je o 30 000 barelů více, než OPEC čekal v červnu. Zvýšení odhadu přichází po růstu cen ropy, který přiměl některé země zvýšit těžbu, a také po trvajícím růstu těžby z břidlic v USA (oenergetice.cz, 2018).

1.2 Alternativní paliva a pohony

Alternativní palivo: rozumí se takové palivo, které je schopno bez velkých konstrukčních změn zastávat v plné míře funkci tradičního paliva. Je to tedy takové palivo, které ve všech dominantních parametrech odpovídá běžnému palivu ropného původu

Substituční palivo: může nahradit (substituovat) pouze menší část dosavadního paliva, aby nedošlo k nežádoucím změnám či účinkům (k tomu se přidružují i účinky ekonomické a dopady na životní prostředí).

Poptávka po ropných motorových palivech roste zejména s ohledem na nárůst silniční nákladní dopravy. Důsledkem je také rostoucí zájem o alternativní paliva pro pohon motorových vozidel. V automobilovém průmyslu se může využít několik druhů alternativních pohonných hmot, z nichž nejdůležitější jsou představovány palivy plynnými (např. LPG, zemní plyn, vodík, methan aj.). Vyvíjejí se i pohony využívající sluneční energie a palivových článků. Než se však budou moci tyto alternativy prosadit, bude třeba vyřešit otázky jako výkon, trvanlivost, dojezd a náklady (Hönig, 2013).

1.2.1 Sortiment alternantivních paliv

Paliva biologického původu:

1. rostlinné oleje a jejich modifikace, estery rostl. olejů (MEŘO, EEŘO, FAME aj.);
2. lihová paliva získaná fermentací škrobnatých a cukernatých plodin;
3. bionafta a její modifikace;
4. bioplyn;
5. dřevoplyn.

Paliva neropného původu:

1. zemní plyn, ve formě stlačeného plynu (CNG) nebo zkapalněného plynu (LNG);
2. syntetická kapalná paliva vyrobená ze zemního plynu technologií GTL (Gas to Liquid).

Paliva ropného původu:

LPG, zkapalněný propan-butan modifikovaný pro spalovací motory.

Vodík a jeho využití v palivových článcích

(Hönig, 2013)

1.2.2 Alternativní pohony

Alternativní pohony se vyznačují odlišnou konstrukcí vozidel. Jedná se např. o:

Elektropohony

1. vozidla s elektromotory a akumulátory;
2. vozidla s elektromotory a palivovými články.

Hybridní pohony

1. vozidla na stlačený vzduch;
2. vozidla na solární energii.
   (Hönig, 2013)

1.3 Biomasa

Biomasa je definována jako substance biologického původu neboli hmota všech organismů na Zemi (rostliny v půdě nebo ve vodě, chov živočichu, produkce organické hmoty atd.). Pro energetické účely se využívá buď cíleně pěstovaných rostlin nebo odpadů ze zemědělské, potravinářské nebo lesní produkce (Hönig, 2013; Jiříček a Rábl, 2005).

Biomasu můžeme z hlediska energického využití rozdělit na dva základní druhy:

1. biomasa vhodná pro výrobu bioplynu, např. exkrementy zvířat, fytomasa;
2. biomasa pro palivové účely (výroba tepla), např. rychle rostoucí dřeviny.

Některé druhy biomasy lze využívat obojím způsobem (Jiříček a Rábl, 2005).

Pro zpracování biomasy je možné využít procesy:

a) termochemické-spalování, zplyňování, pyrolýza;
b) biochemické-alkoholové kvašení, ethanové kvašení;
c) fyzikální-mechanické (štípání, drcení, lisování, briketování, peletování, mletí);
d) chemické-esterifikace rostlinných olejů, olejochemie.

Dále je možné využívat odpadní teplo ze zpracování biomasy (kompostování, anaerobní zpracování odpadů, větrání stájí, ochlazování nadojeného mléka apod.) (Jiříček a Rábl, 2005).

Pro získávání energie se využívá:

1. **Biomasa záměrně pěstovaná**

K takovému účelu je pěstována cukrová řepa, obilí, brambory, cukrová třtina aj. (všechny předešle jmenované plodiny jako zdroj bioethanolu), dále olejniny (především k výrobě methylesteru) jako paliva pro vznětové motory, jakými jsou např.: řepka, slunečnice, sója atd.

2. **Biomasa odpadní**

Produkce odpadní biomasy zahrnuje velmi široký sortiment. Vstupní surovinou může být např.:

a) sláma kukuřičná, řepková, obilná, luční nezkrmitelné zbytky, lesní nálety, odpady ze sadů a vinic;
b) odpady ze živočišné výroby, hnůj, zbytky krmiv, odpady z přidružených výrob;
c) odpady z potravinářského průmyslu a ostatních průmyslových výrob (odpady z mlékáren, jatek, lihovarů a konzerváren, z vinařských provozů, odpady z dřevařských závodů);
d) odpady z komunálního hospodářství, kaly z odpadních vod, organický podíl z popelnic;
e) organický odpad z údržby městské zeleně a travnatých ploch;
f) dendromasa (veškerý odpad z lesní produkce): kůra, větve, klest, dřevní hmota z lesních probírek. (Hönig, 2013; Pastorek et al., 2004).

Energetickou biomasu (záměrně pěstovanou) lze rozdělit do tří základních skupin:

1. **Fytomasa s vysokým obsahem lignocelulózy**

Do kategorie spadají dvě skupiny plodin, a to jsou energetické dřeviny (vrby, topoly, olše, akáty a další) a obiloviny (pšenice, tritikale).

2. **Fytomasa olejnatých plodin**

Nejvýznamnější olejninou ve střední Evropě je řepka olejka, jejíž semena jsou dále zpracovávána chemickým průmyslem. Ostatní olejniny josu méně často využívané pro energetické účely, jsou slunečnice, případně také len.

3. **Fytomasa s vysokým obsahem škrobu a cukrů**

Tuto kategorii reprezentují plodiny jako brambory, cukrová řepa, obilí - zrno, topinambur, cukrová třtina a kukuřice (Pastorek et al., 2004).

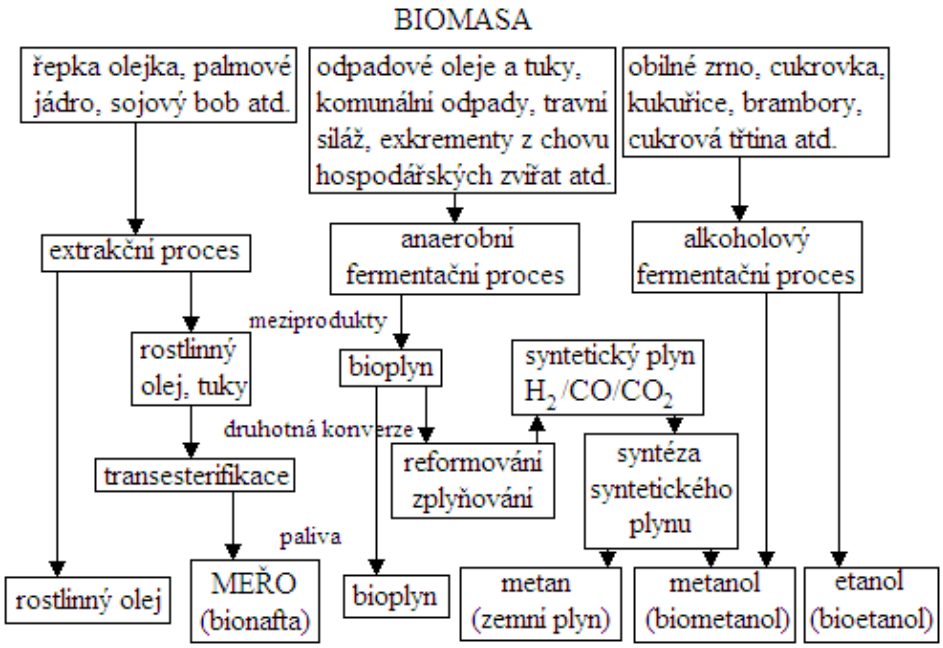
Nevýhody pěstování biomasy pro energetické účely:

- produkce biomasy pro energetické účely konkuruje dalším způsobům využití biomasy např. k potravinářským a krmivářským účelům, zajištění surovin pro průmyslové účely, uplatnění mimoprodukční funkce biomasy,
- zvyšování produkce biomasy vyžaduje rozšiřovat produkční plochy nebo zvyšovat intenzitu výroby biomasy, což přináší potřebu zvyšovat investice do výroby biomasy,
- získávání energie z biomasy v současných podmínkách a obtížemi ekonomicky konkuruje využití klasických energetických zdrojů. Tato skutečnost může být postupně měněna tlakem ekologické legislativy,
- maximální využití zdrojů biomasy k energetickým účelům z celosvětového hlediska vzhledem k potížím s akumulací, transportem a distribucí získané energie (Pastorek et al., 2004).

Je také mnoho výhod pěstování biomasy pro energetické účely:

- jsou menší negativní dopady na životní prostředí,
- zdroj energie má obnovitelný charakter,
- jde o tuzemský zdroj energie, snižuje se spotřeba dovážených energetických zdrojů,
- zdroje biomasy nejsou lokálně omezeny,
- řízení produkce biomasy přispívá k vytváření krajiny a péči o ní,
- pěstováním energetických plodin je možné využívat přebytečnou zemědělskou půdu. (Noskievič a Juchelková, 1996)

Obrázek 1.4 schématicky znázorňuje konverzi biomasy na obnovitelná paliva.



Obr. 1.4 Konverze biomasy na paliva
Zdroj: Pastorek et el., 2004; Hönig, 2013

Způsoby využití biomasy k energetickým účelům

Způsob využití biomasy k energetickým účelům je do značné míry předurčen fyzikálními a chemickými vlastnostmi biomasy. Velmi důležitým parametrem je vlhkost, lépe řečeno obsah sušiny v biomase. Hodnota 50 % sušiny je přibližná hranice mezi mokrými procesy (obsah sušiny je menší než 50 %) a suchými procesy (obsah sušiny je větší než 50 %) (Pastorek et al., 2004).

Z principálního hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy a přípravy biomasy pro energetické využití:

1. termochemická přeměna biomasy (suché procesy pro energetické využití biomasy):
   - spalování;
   - zplyňování;
   - pyrolýza.
2. biochemická přeměna biomasy (mokré procesy pro energetické využití biomasy):
   - alkoholové kvašení;
   - methanové kvašení.
3. fyzikální a chemická přeměna biomasy:
   - mechanicky (štípání, drcení, lisování, briketování, peletování apod);
   - chemicky (esterifikace surových bioolejů).
4. získávání odpadního tepla při zpracování biomasy (Noskievič a Juchelková, 1996).

Odpadní biomasa

Zdroje České republiky jsou schopny vyprodukovat 9 % roční spotřeby motorových paliv využitím poloviny disponibilních zbytků při těžbě lesa, 3 % cíleným pěstováním rychle rostoucích dřevin, 3 % pěstováním energetických travin místo plateb LFA (Less Favoured Areas, méně příznivé oblasti), 2 % zpracováním rostlinného odpadu.

Pouze vyvážená daňová politika státu, sledující v této oblasti následující cíle - obnovitelnost zdrojů, nízká energetická náročnost jejich získání a co nejnižší environmentální dopady jejich užití, napomůže rozšíření uplatnění obnovitelných zemědělských zdrojů (biomasy) jak v oblasti dopravy, tak v energetice (MZE, 2016).

Výroba biomasy pro konverzi na motorová paliva nemá zatím od státu žádnou podporu mimo podpory vlastního pěstování biomasy pro energetické účely – uhlíkový kredit, který činí 45 euro/ha pro energetické plodiny, nebo 40–60 % nákladů na založení plantáže rychle rostoucích dřevin, která není zatím nároková, neboť není doposud precizována odpovídajícím legislativním aktem.

Tato současná nerovnováha ve prospěch použití biomasy na výrobu elektrické energie může vést k potlačení pěstování biomasy pro výrobu biopaliv II. generace jako alternativních obnovitelných motorových paliv, což komplikuje dosažení cíle EU v oblasti životního prostředí (snižování emisí skleníkových plynů z motorových paliv) a tedy i v oblasti dopravy. ČR předpokládá, že navržený cíl EU o dosažení náhrady 10 % fosilních motorových benzinů a nafty v dopravě biopalivy do roku 2020 bude možné splnit, ale pouze za podpory využití biopaliv ze strany státu. Za tímto účelem je nutné daňově zvýhodnit biopaliva tak, aby potřebná část biomasy mohla být zpracována na perspektivní biopaliva II. generace (MZE, 2016).

1.4 Biopaliva

Těžbou a zpracováním biomasy se získávají paliva, která se řadí mezi obnovitelné zdroje energie. Biomasa sloužící jako surovina pro biopaliva první generace je s největší efektivitou pěstována v oblasti tropů s vhodnými klimatickými poměry a úrodnou půdou. Z důvodu nedostatečné ochrany může v těchto oblastech nastávat neuvážené rozšiřování plantáží bioenergetických plodin na úkor přírodních ekosystémů, čímž by se podstatně snížily výhody jejich používání.

Z hlediska využití již vytvořené sítě čerpacích stanic, ale i z řady technických, ekonomických a politických důvodů je v posledních letech věnována pozornost využití biopaliv. Program zavádění biopaliv je součástí širšího programu využití alternativních paliv, a to nejenom v dopravě, ale také v energetice při výrobě elektrické energie a tepla (Hönig, 2013).

Biopaliva jsou ve srovnání s fosilními palivy obnovitelná. Pokud jde o jejich technologický vývoj, problematika biopaliv je teprve v počáteční fázi.

Jako biopaliva **„první generace“** se nejčastěji deklaruje bioethanol vyrobený ze škrobu a cukru, bionafta vyrobená z rostlinných olejů (řepka, sója atd.) a živočišných tuků bez chemické úpravy nebo procesem transesterifikace (ověřuje se proces methateze) na methylestery mastných kyselin (FAME, z řepkového oleje MEŘO). Jedná se o technologie sofistikované a především komerčně dostupné (Jevič, 2010).

Mezi biopaliva **„druhé generace“** se zařazuje ethanol vyrobený z lignocelulózové části biomasy, palivo BtL vyrobené tepelně-chemickým zpracováním biomasy na kapalné syntetické palivo a rovněž vodík vyrobený z obnovitelných zdrojů energie. Výrobní procesy sloužící k získávání biopaliv „druhé generace“ jsou ve stavu výzkumu a vývoje - fáze poloprovozu. Jde o nesmírně komplexní a vysoce investičně náročné technologie. V současné

době ještě není možné udělat závěrečné zhodnocení souvisejících procesů z hlediska energetické a ekologické bilance a ekonomiky výroby. I kdyby se podařilo výše uvedené procesy realizovat v průmyslovém měřítku, není možné počítat do roku 2020 s nějakým významnějším množstvím takto získaného paliva na trhu (Jevič, 2010).

Přechodnou etapu tvoří biomethan, tj. bioplyn vyčištěný příslušnou technologií zpracování na kvalitu zemního plynu a methanu a hydrogenované rostlinné oleje a živočišné tuky jako motorové palivo. Označují se jako biopaliva **„jeden a půl té generace“**. Technologická zařízení na jejich výrobu jsou komerčně dostupná a rychle se zdokonalují (Pospíšil et al. 2009).

1.4.1 Historie biopaliv v České republice

Po 1. Světové válce došlo k prudkému nárůstu poptávky po palivech a ropa se stala vzácnou surovinou, na které začaly být státy silně závislé, obzvláště pak ty, které neměly dostatečné vlastní zdroje a byly závislí na svých koloniích a státech na východě, které se vyznačovaly poměrně nestabilní politickou i ekonomickou situací. Státy se také potýkaly s velkou nadprodukcí zemědělské výroby a přemýšlely, jak by vhodně a výhodně mohly využít například nadbytečného lihu (ethanolu), který se tím stal jedním z prvních Agro paliv v historii.

V České republice začal být používán, jako jedno z prvních biopaliv právě bioethanol. Již v roce 1922 začal být používán jako součást Dynalkolu, což byla směs, která kromě ethanolu, který se na směsi podílel z 50 % V/V, obsahovala také 20 % V/V benzinu a 30 % V/V benzenu (Diviš, 2016).

Vzhledem k pozitivním efektům využití Dynalkolu, začala být tato pohonná látka podporována i ze strany státu, kdy byl zaveden zákon, který přikazoval společnostem přimíchávat 20 % V/V lihu do klasického benzínu. Teprve v roce 1950 bylo využívání lihu v této míře zrušeno.

V rámci vstupu biopaliv na český trh došlo zprvu k neúspěšnému projektu, který měl podpořit výrobu a spotřebu ethanolu a vytvořit výhodné podmínky, které by usnadnily prodej a podpořily poptávku. Tento projekt byl však neúspěšný a nahradil ho projekt na podporu bionafty neboli metylesteru řepkového oleje. Růst tohoto paliva byl zpočátku podpořen rozšířením pěstění řepky olejky a výhodných návratných finančních prostředků za výpomoc při výstavbě a nakoupené technologie. V rámci projektu se od roku 1997 začala vyrábět směsná nafta, jejíž 30% podíl tvořil právě metylester řepkového oleje, tato nafta byla prodejná na přibližně 500 čerpacích stanicích v ČR. Bionafta měla také zpočátku velmi výhodnou cenu, proto se vytvořila značná poptávka. Tato výhodná cena byla způsobena významnou dotací ceny řepkového oleje, MEŘO bylo také osvobozeno od spotřební daně a do roku 2003 zde byla sazba DPH pouze 5%. Díky velké podpoře a cenové výhodnosti se od roku 1999 dařilo ročně vyrábět zhruba 170–260 tisíc tun motorové směsné nafty, jež tvořilo 1,4 % všech spotřebovaných pohonných hmot. V rámci vstupu ČR do Evropské Unie roku 2004 se situace bionafty značně zhoršila. V první řadě došlo k zvýšení DPH z 5 % na 19 %, což bylo způsobeno zrušením dotace týkající se výroby MEŘO. Výhoda, která i přes zvýšení DPH zůstala, byla osvobození od spotřební daně. I přesto však bionafta v roce 2004 začala mizet z trhu. A v roce 2007, kdy došlo ještě ke zvýšení spotřební daně, se zdálo, že bionafta nemá

šanci udržet se na trhu. Situace se začala měnit až s příchodem zákona č. 37/2008 Sb., kdy se spotřební daň na směsnou naftu opět snížila (Diviš, 2016).

1.4.2 Rozdělení biopaliv

Pojmem biopalivo se rozumí kapalná, nebo plynná hmota vyráběná z biomasy, která je určená pro dopravu. Látky považované směrnicí 2003/30/ES za biopalivo jsou:

- **bioethanol** – ethanol vyrobený z biomasy a/nebo biologického rozkladu odpadů, užívaný jako biopalivo;
- **bionafta** – metylester vyrobený z rostlinného nebo živočišného oleje, blížící se kvalitě motorové nafty, užívaný jako biopalivo;
- **bioplyn** – je plynná pohonná hmota vyrobená z biomasy a/nebo biologického rozkladu odpadů, která může být vyčištěna až na kvalitu zemního plynu a užívána jako biopalivo nebo dřevoplyn;
- **biomethanol** – methanol vyrobený z biomasy, který se užívá jako biopalivo;
- **biodimetyléter** – dimetyléter vyrobený z biomasy, užívaný jako biopalivo;
- **bio-ETBE (etyl-tercio-butyl-ether)** – ETBE vyrobený z bioethanolu. Objemové procento biopaliva v bio ETBE je 47 %;
- **bio-MTBE (metyl-terc-butyl-ether*)*** – MTBE vyrobený z bioethanolu. Objemové procento biopaliva v bio MTBE je 36 %;
- **syntetická biopaliva** – syntetické uhlovodíky nebo jejich směsi vyrobené z biomasy;
- **biovodík** – vodík vyrobený z biomasy a/nebo biologického rozkladu odpadů, užívaný jako biopalivo;
- **čistý rostlinný olej** – olej vyrobený z olejných rostlin, surový nebo rafinovaný, avšak chemicky neupravovaný (Hönig, 2013; Vlk, 2006).

Kapalná biopaliva jsou biopaliva, která se v podmínkách, při nichž jsou skladována, dopravována a připravována pro energetické využití, nachází v kapalném stavu. Mezi kapalná biopaliva jsou řazena zejména následující biopaliva:

1. Alkoholová biopaliva:

1) bioethanol je etahnol vyráběný z rostlin obsahujících větší množství škrobu a sacharidů, nejčastěji z kukuřice, obilí, brambor, cukrové třtiny a cukrové řepy;
2) biomethanol je methanol vyrobený z biomasy. Jeho produkce je zatím neekonomická a methanol je silně jedovatý;
3) biobutanol lze vyrobit složitou fermentací biomasy. Může být použit přímo v existujících benzinových motorech a je méně korozivní než ethanol.

2. Biooleje (pro užití v naftových motorech):

1) rostlinný olej;
2) použitý olej, např. fritovací olej;
3) bionafta získávaná transesterifikací rostlinných olejů a živočišných tuků.

3. Zkapalněná plynná biopaliva:

1) bioplyn a dřevoplyn lze pomocí Fisher-Tropschovy syntézy přeměnit na kapalné uhlovodíky. Oproti bioethanolu a bionaftě, při jejichž výrobě se využívají pouze určité

části rostlin, lze k výrobě dřevoplynu použít celou plodinu, což zvyšuje energetický výnos a není nutné pěstovat neekologické monokultury.

2) odpadní produkty - termální depolymerizace poskytuje methan a ropě podobné uhlovodíky z různých odpadů (Hönig, 2013; Pastorek et al., 2004).

Termín **bionafta** byl zaveden pro metylestery (označované také jako metylestery mastných kyselin – FAME). Výroba bionafty patří k zavedeným technologiím a předpokládá se, že již nedozná podstatných změn. Její podstatou je transesterifikace v surovině přítomných triglyceridů realizovaná v přítomnosti vhodného katalyzátoru. Reagujícími látkami jsou rostlinný olej získaný z olejnatých rostlin (sója, řepka olejná, slunečnice), nebo živočišný (např. hovězí lůj, drůbeží a vepřové sádlo, rybí tuk), a methanol. Dále lze jako suroviny použít i upotřebené fritovací oleje a živočišné tuky. V současné době je však 80 % světové roční produkce realizováno na bázi řepkového oleje.

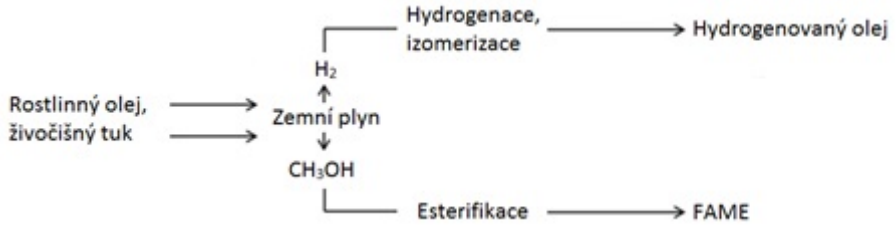
Řada výrobců ve světě vyvinula a následně otestovala také proces výroby hydrogenovaných rostlinných olejů. Jedná se například o: Neste Oil (Finsko), Conocophillips (USA and Irsko), Syntroleum (USA), Universal Oil Products (UOP)-Eni (Velká Británie a Itálie), Nippon Oil (Japonsko) a SK Energy (Korea). Některá z těchto paliv získala také své vlastní obchodní názvy jako NExBTL (zkratka "next generation bio-to-liquid") či HVO (Hydrotreated vegetable oil) představující obchodní název používané firmou Neste Oil Corporation. Dále také "Green Diesel" vyráběný UOP-Eni a HBD (hydrogen-treating biodiesel) vyráběný SK Energy (Hönig et al., 2015).

Výroba obnovitelných paliv z triglyceridů se v rafineriích praktikovala již před 60 lety. Pro reakci vodíku s rostlinnými oleji a vakuovaným plynovým olejem byly používány stejné katalyzátory i typy reaktorů a zařízení, jaké se používaly na zpracování ropy.

Vakuovaný plynový olej je pojem používaný k označení rozpracované suroviny v rafinériích nebo je jím označováno nehotové palivo k vytváření palivových směsí.

V posledních desetiletích byly patrné snahy vedoucí k nalezení nejlepších katalyzátorů, optimalizace procesů reakce vodíku a nalezení vhodných zdrojů rostlinného oleje nebo tuků. Právě posledně jmenovaná nedostatečná dostupnost zdrojů a velká spotřeba vodíku zvyšovaly výrobní náklady. Nedostatky se však podařilo komerčně zvládnout (Aatola et al., 2008; Kiatkittipong et al., 2013; Veriansyah et al., 2012).

Obr. 1.5 znázorňuje zjednodušeně rozdílnost mezi technologiemi výroby hydrogenovaných olejů a methylesterů mastných kyselin (FAME – Fatty Acid Methyl Ester).



Obr. 1.5 Zjednodušené schéma výroby hydrogenovaných olejů a methylesterů mastných kyselin.

Zdroj: Neste Oil Corporation, 2014

1.4.3 Nestandartní biopaliva

Směsi s biobutanolem pro vznětové motory

Pro účely disertační práce byly zohledněny i výhody nestandartních směsí butanolu směsím „AFME+butanol“ (Animal Fat Methyl Ester) a „BUTVO“ (Butanol+Vegetable Oil). Jedná se o směsná butanolová paliva publikovaná autorem disertační práce v *Polish Journal of Environmental Studies* a v *Proceedings of 14th International Scientific Conference Engineering for Rural Development* (Hönig et al., 2015; Hönig, et al. 2016; Hönig, et al. 2017).

Výzvou bylo zpracování odpadního oleje a živočišných tuků, které lze jako palivo velmi obtížně využít ve spalovacích motorech. Proto byla navržena a ověřena metoda standardizace bionafty z odpadního tuku AFME (Animal Fat Methyl Ester) pomocí butanolu a vlastností odpadního rostlinného oleje pomocí biobutanolu – palivo BUTVO (butanol + vegetable oil) a jako náhrada za proces výroby bionafty (FAME). Metoda je určena pro přímé využití ve vozidlech bez konstrukčních úprav. Příměsí biobutanolu v použitém rostlinném oleji bylo získáno palivo svými parametry podobné bionaftě. Přímým dávkováním butanolu odpadá nutnost esterifikace a je možné získat kvalitní palivo při využití odpadního materiálu.

Metodou standardizace odpadního rostlinného oleje a methylesteru u živočišného tuku pomocí biobutanolu byl především získán slibný energetický zdroj minimalizující odpad a jeho následky (Hönig et al., 2015; Hönig et al., 2016, Hönig, et al. 2017).

1.5 Sortiment motorových paliv na trhu ČR

1. Automobilové benziny
   - Normal (BA-91, Natural 91, Regular);
   - Super (BA-95, Natural 95, Premium);
   - Super Plus (BA-98, Natural 98, Super);
   - Special (BA-91 S - oranžovo červený, obsahuje VSRPA aditivum, náhrada olovnatých BA pro starší motory);
   - E85 (Ethanol 85).

2. Motorové nafty
   - Mírné klima (Diesel - třídy B, D, F podle ročního období);
   - Arktické klima (Arktická nafta - třída 2, Arctic diesel);
   - Bionafta (FAME, MEŘO, MEMK);
   - Směsná nafta (SMN 30, B30, Bionafta).

3. Plynná paliva
   - LPG (propan-butan, zkapalněné ropné plyny);
   - CNG (stlačený zemní plyn).

Mezi paliva dostupná na tuzemském trhu s pohonnými hmotami se řadí i tzv. prémiová paliva (Verva, V-power, Optimal, TOP Q, MaxxMotion, Plus atd.) jejichž smyslem je:

- vylepšení vybraných vlastností nad rámec technické normy pomocí aditivačních balíčků;

- odlišení jednotlivých prodejců;
- zvýraznění na trhu a rozšíření portfólia prodávaných paliv;
- oslovení potenciálních nerozhodných zákazníků (Pražák, 2013; Pražák 2013).

1.6 Legislativa motorových paliv a biopaliv

1. Legislativa platná v ČR
   a) Zákon o pohonných hmotách č. 311/2006 Sb., v platném znění;
   b) Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., v platném znění;
   c) Nařízení vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv;
   d) Zákon o spotřebních daních č. 353/2003 Sb., v platném znění - stanovuje daňové zatížení jednotlivých PHM a podmínky osvobození od daně.
   e) Zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích č. 56/2001 Sb., v platném znění;
   f) Vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot č. 133/2010 Sb., v platném znění.
   g) Zákon - definuje evidence, prodej a výdej PHM (pohonných hmot), podmínky distribuce PHM a evidence čerpacích stanic.

Vyhláška - definuje jednotlivé PHM, jejich ukazatele jakosti a způsob sledování složení a jakosti PHM.

2. Evropská legislativa
   a) Směrnice č. 2009/28/ES, v platném znění
   b) Směrnice č. 98/70/ES, v platném znění (zejména 2009/30/ES)

Obě směrnice jsou zapracovány do tuzemské legislativy, tedy do zákona o pohonných hmotách a zákonu o ochraně ovzduší.

Směrnice 2009/28/ES i 2009/30/ES obsahují mj. i povinnost vypracovat metodiku zohlednění produkce emisí skleníkových plynů vzniklých nepřímou změnou ve využívání půdy a provedení revize těchto směrnic.

Probíhá dále snaha o zohlednění změn ve využívání půdy s ohledem na faktor ILUC (Indirect Land Use Change), který je pro každé biopalivo jiný. Cílem je tedy zahájení přechodu na biopaliva poskytující významné úspory emisí i při zahrnutí ILUC faktoru. Např. pro olejniny je navrhován ILUC faktor 55 g $CO_2.MJ^{-1}$; dnešní MEŘO má emise cca 45–50 g $CO_2.MJ^{-1}$; to znamená, že při započtení ILUC by se zrušil nyní deklarovaný přínos tohoto biopaliva a stávající MEŘO by bylo z hlediska plnění daných cílů úspory emisí (2, 4 a 6 %) téměř nepoužitelné (Pražák, 2013).

Návrh Evropské komise zahrnuje také omezení příspěvku biopaliv vyrobených z „potravinářské“ biomasy na 5 % e/e a zvýšení úspor emisí skleníkových plynů u nově budovaných zařízení na výrobu biopaliv. Počítá se také s podporou využívání vyspělých biopaliv (druhé a třetí generace) a biopaliv s nízkým ILUC, zlepšením vykazování emisí tak, že státy EU zahrnou do zpráv i odhadované ILUC emise, zvýhodněním biopaliv s nízkým ILUC faktorem a v neposlední řadě také ochranou stávajících investic do výroby biopaliv do roku 2020 (Pražák, 2013).

3. Technické normy

a) ČSN EN 228 Bezolovnaté automobilové autobenziny;
b) ČSN EN 590 Motorové nafty;
c) ČSN 65 6500 Podmínky skladování a doporučená doba použitelnosti PHM;
d) ČSN EN 589 Zkapalněné ropné plyny (LPG);
e) ČSN EN 14214 Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory;
f) ČSN 65 6508 Směsné motorové nafty obsahující FAME (MEŘO);
g) ČSN P CEN/TS 15293 Ethanol E85;
h) ČSN EN ISO 15403-1 Zemní plyn používaný jako stlačené palivo pro motorová vozidla (CNG);
i) ČSN 65 6517 Stlačený zemní plyn (motorové palivo);
j) ČSN 65 6514 Bioplyn pro zážehové motory;
k) ČSN 65 6516 Řepkový olej pro spalovací motory na rostlinné oleje;
l) ČSN ISO 14687-1 Vodíkové palivo - Část 1: Pro všechny typy využití vyjma využití v palivových článcích s protonvýměnnou membránou (PEM) v silniční dopravě;
m) ČSN P ISO/TS 14687-2 Vodíkové palivo – Část 2: Využití v palivových článcích s protonvýměnnou membránou (PEM) v silniční dopravě.
n) Aktualizace stávajících norem a vydávání nových není synchronizována s legislativními požadavky, jejich vydávání se opožďuje (např. ČSN EN 228 s E5 a E10 vyšla až v dubnu 2013) (Pražák, 2013; Pražák 2013).

4. Ostatní normy

a) ČSN 65 6500 Skladování PHM;
b) ČSN 65 0201 Hořlavé kapaliny – Prostory pro výrobu, skladování a manipulaci;
c) ČSN EN ISO 3170 Kapalné ropné výrobky – Ruční odběr vzorků;
d) ČSN EN ISO 4257 Zkapalněné ropné plyny – Vzorkování;
e) ČSN EN 14274 Motorová paliva - Hodnocení kvality automobilového benzinu a motorové nafty - Systém monitorování kvality paliv;
f) ČSN EN 14275 Motorová paliva – Hodnocení kvality automobilového benzinu a motorové nafty – Vzorkování z výdejních pistolí veřejných a neveřejných čerpacích stanic;
g) ČSN EN ISO 4259 Ropné výrobky – Stanovení a využití údajů shodnosti ve vztahu ke zkušebním metodám.

Zákonem č. 180/2007 Sb. byly pro povinné osoby stanoveny následující minimální povinnosti náhrady fosilní složky odpovídajícím biopalivem:

a) od 1. 9. 2007 2,0 % V/V pro motorovou naftu,
b) rok 2008 2,0 % V/V pro motorovou naftu
2,0 % V/V pro automobilové benziny,
c) rok 2009 3,5 % V/V pro automobilové benziny
4,5 % V/V pro motorovou naftu.
d) Zákonem č. 172/2010 Sb. s účinností od 1. 6. 2010:
4,1 % V/V pro automobilové benziny
6,0 % V/V pro motorovou naftu.

Poznámka: Zákon umožňuje převod přeplněné povinnosti v kalendářním roce na následující kalendářní rok. Převod je limitován 0,2 % V/V (ČAPPO, 2015).

1.6.1 Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb.

1. §19 - motorové benziny a motorové nafty uváděné v ČR do volného daňového oběhu musí obsahovat minimální podíl biopaliv:
   a) 4,1 % V/V bioethanolu z celkového množství benzinů;
   b) 6,0 % V/V FAME z celkového množství motorové nafty.

Dodavatel pohonných hmot je povinen k 31. lednu podat zprávu o plnění povinnosti místně příslušnému celnímu úřadu.

2. §20 - Dodavatel pohonných hmot je povinen postupně snižovat emise skleníkových plynů na jednotku energie obsaženou v pohonné hmotě v úplném životním cyklu pohonné hmoty.
Toto snížení musí dosáhnout redukcí emisí:
   a) 2 % do 31. 12. 2014;
   b) 4 % do 31. 12. 2017;
   c) 6 % do 31. 12. 2020.

Dodavatel pohonných hmot je povinen každoročně do 15. března podat MŽP a celnímu úřadu „Zprávu o emisích“. Údaje v této zprávě musí být ověřeny autorizovanou osobou.

3. §21 - Pouze biopaliva splňující kritéria udržitelnosti (uváděná v %) mohou být započtena do plnění povinností podle §19 a 20.
Nařízení vlády č. 351/2012, o kritériích udržitelnosti biopaliv
   a) min. 35 % do 31. 12. 2016;
   b) min. 50 % od 1. 1. 2017;
   c) min. 60 % od 1. 1. 2018 (pro jednotky uvedené do provozu od 1.1 2017).

(Pražák, 2013)

Novela zákona č. 201/2012 Sb. – a N.V. č.351/2012-PT 13 s účinností od 1.7.2018 přináší i významnější změny:
1. Možnost dvojnásobného započítávání biopaliv vyrobených z použitých kuchyňských olejů nebo vedlejších živočišných tuků při plnění stanoveného přídavku biosložek dle §19, odst. 1.
2. Dodavatel může splnit povinnost snížení emisí SP dle §20, odst. 1 také:
a) uvedením čistého biopaliva nebo směsného paliva;
b) uvedením zkapalněného ropného plynu do VDO;
c) dodáním zemního plynu nebo bioplynu pro dopravní účely do prostor ČS;
d) prodejem vodíku pro dopravní účely;
e) dodáním elektřiny pro dopravní účely.
3. Dodavatel motorového benzinu nebo motorové nafty se může sdružit za účelem plnění povinnosti podle § 20 odst. 1 také s osobou, která uvádí do VDO na daňovém území ČR pro dopravní účely pohonné hmoty dle předchozích bodů a) až d) a elektřinu
4. Dodavatel bionafty nebo motorové nafty může povinnost snížení emisí skleníkových plynů podle § 20 odst. 1 splnit i zohledněním snížení emisí z těžby dosaženého v příslušném kalendářním roce v kterékoli zemi.

5. Za nesplnění úrovně úspory skleníkových plynů dle 20, odst. 1 se stanovuje pokuta 10 Kč za každý nesplněný kg CO_2
6. Stanovuje se základní hodnota produkce emisí skleníkových plynů pro fosilní pohonné hmoty činí 94,1 gCO_2ekv/MJ oproti stávající hodnotě 83,8 gCO_2ekv/MJ a nové hodnoty pro automobilový benzin, motorovou naftu a ostatní alternativní paliva (Cimpl et al., 2018).

1.6.2 Kritéria udržitelnosti

V zemích EU jsou kritéria udržitelnosti zakotvena ve Směrnici 2009/28/ES, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (dále jen RED - Renewable Energy Directive).

Požadavky na udržitelnost zahrnují úspory emisí GHG v rámci celého výrobního řetězce, změny ve využití půdy a zásobách uhlíku, ochranu biodiverzity, environmentální požadavky na pěstování plodin a požadavky na sledovatelnost (Hykyšová, 2012; Jevič a Šedivá, 2012). Problematika udržitelnosti biopaliv je řešena také novelou Směrnice o kvalitě paliv 98/70/ES přijatou v roce 2009, ve které jsou stanoveny redukční cíle pro emise CO_2 v rámci celého sektoru dopravy. Cílovou hodnotou je dosažení 10 % úspor emisí CO_2 v roce 2020 ve srovnání se stavem v roce 2010. Tento cíl je dosažitelný při minimálním podílu 15 % biopaliv (Hykyšová, 2012).

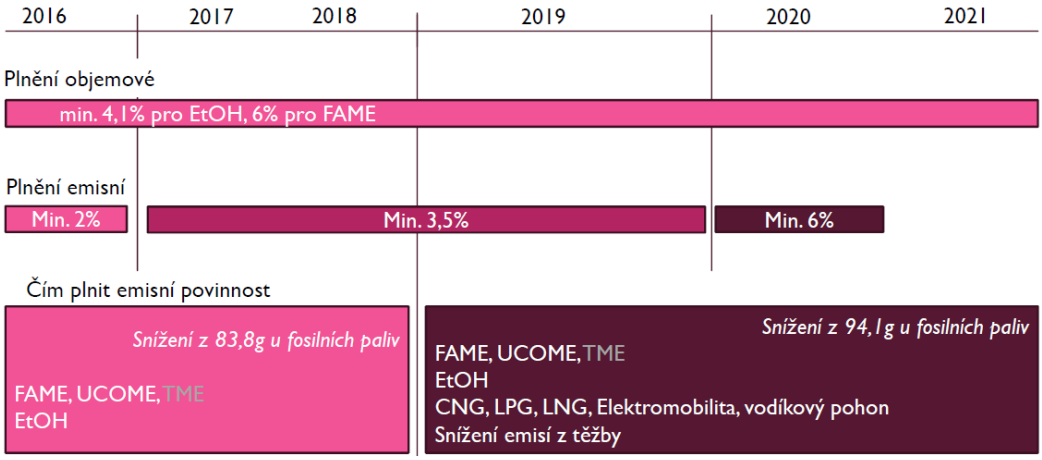
Členské státy jsou povinny zavést systém certifikace udržitelnosti biopaliv a biokapalin do své legislativy. Nejdále je v tomto směru Německo, kde se využívají dva systémy certifikace udržitelnosti biopaliv: ISCC (International Sustainable and Carbon Certification) a REDcert (Hykyšová, 2012).

Cílem je zajistit, aby při výrobě biopaliv nebylo vyprodukováno více skleníkových plynů, než kolik bude ušetřeno při jejich spotřebě. Dále aby suroviny pro výrobu těchto biopaliv nebyly pěstovány jiným, než udržitelným způsobem.

V podstatě se jedná o nepřímou ochranu trhu EU a podporu domácích pěstitelů a výrobců biopaliv. Biopaliva dle kritérií nesmí být vyrobena ze surovin získaných z půdy s vysokou hodnotou biologické rozmanitosti (původní les, vysoce biologicky rozmanité travní porosty), z půdy s velkou zásobou uhlíku (mokřady, souvisle zalesněné oblasti) a z původních rašelinišť. Musí vykazovat úsporu skleníkových plynů alespoň 35 % v rámci celého životního cyklu, přičemž tato hranice bude od roku 2017 dále navýšena (Hykyšová, 2012; Stupavský, 2009).

Zákonem č. 221/2011 Sb., o ochraně ovzduší, se převádí do české legislativy ustanovení směrnice 2009/28/ES o kritériích udržitelnosti biopaliv a povinnost snižovat emise skleníkových plynů. S platností od 1.1.2012 musí biopaliva použitá pro dopravní účely splňovat kritéria udržitelnosti. Od roku 2012 je kritérium udržitelnosti pro každé biopalivo definované zákonem ve výši 35 %, od roku 2017 je to 50 % a od roku 2018 činí 60 % úspory emisí skleníkových plynů. Výrobce, dovozce a distributor musí splnění kritéria udržitelnosti prokázat certifikátem. Kritériem udržitelnosti biopaliva se rozumí úspora skleníkových plynů vyjádřená v % oproti ekvivalentnímu čistému fosilnímu palivu pro dopravu. Nařízením vlády č. 351/2012 Sb., o kritériích udržitelnosti biopaliv, jsou stanovena administrativně technická pravidla prokazování kritérií udržitelnosti (ČAPPO, 2016).

Obrázek 1.6 ukazuje praktický dopad zákona o ochraně ovzduší č. 221/2011 Sb (EtOH znamená ethanol).



Obr. 1.6 Praktický vliv zákona o ovzduší na paliva pro dopravu a suroviny pro jejich výrobu
Zdroj: Delong, 2018

1.6.3 Certifikáty udržitelnosti, roční zprávy a systém kvality

Každá dodávka biopaliva musí být doprovázena certifikátem udržitelnosti, který musí obsahovat mj. následující údaje:

a) druh biomasy použité k výrobě biopaliva (podíl jednotlivých druhů);
b) stát původu biomasy;
c) hodnota emisí skleníkových plynů v g CO_{2ekv}/MJ.

Roční zpráva o emisích musí obsahovat:

a) celkový objem každého typu dodané pohonné hmoty s udáním místa nákupu a její původ.
b) množství emisí skleníkových plynů na jednotku energie v dodané pohonné hmotě včetně členění na jednotlivé typy dodaných pohonných hmot (Nařízení vlády č. 351/2012 Sb.).

Systém kvality musí umožňovat a zahrnovat:

a) prokázaní původu biomasy;
b) zavedení a vykazování systému hmotnostní bilance biopaliv prokazující původ biomasy a splnění kritérií udržitelnosti;
c) tento systém musí být provázaný na jednotlivé certifikáty (prohlášení o shodě s kritérii udržitelnosti) (Nařízení vlády č. 351/2012 Sb.) (Pražák, 2013).

1.7 Normy pro motorová paliva a obsah biopaliv

Tabulka 1.1, 1.2 a 1.3 představují podíl přidávaných biopaliv podle příslušných norem, pro automobilový benzin je limitní obsah max. 2,7 % hm. oxygenátů, palivo E10 je dostupné v německy mluvících zemích.

Tab. 1.1 Automobilový benzin ČSN EN 228

	E5	**E10**
Bioethanol	max. 5,0 % V/V	max. 10,0 % V/V
Ethery s min 5 atomy C	max. 15,0 % V/V	22,0 % V/V
Celkový obsah kyslíku	max. 2,7 % m/m	max. 3,7 % m/m
	musí být dostupný na trhu do 2018	může být na trhu

V tabulce 1.2 jsou uvedeny další směsná biopaliva dostupná na trhu v České republice.

Tab. 1.2 Další motorová paliva s obsahem biopaliv dostupná na trhu

Palivo	**Norma**	**Složení**
Ethanol E85	ČSN P CEN/TS 15293	70–85 % V/V. bioethanolu
Směsná motorová nafta	ČSN 65 6508	min. 30 % V/V FAME/MEŘO
Bionafta B100	ČSN EN 14214	100% FAME
Ethanol E95	ČSN 65 6513	95 % V/V bioethanolu
Řepkový olej	ČSN 65 6516	
Bioplyn	ČSN 65 6514	

V tabulce 1.3 je uveden požadavek normy ČSN EN 590 na povolené množství bionafty.

Tab. 1.3 Motorová nafta ČSN EN 590

	B7
Motorová nafta	max. 7,0 % V/V FAME

Splnění požadavků pro rok 2017 (4 % redukce) a 2020 (6 % redukce) však není možné bez použití vyspělých biopaliv s mnohem vyšším kritériem udržitelnosti započítávaných několikanásobně (tab. 1.4). V Evropě nejsou vyspělá biopaliva dosud prakticky dostupná, jejich ceny jsou v současné době vysoké.

Tab. 1.4 Kalkulace množství biopaliv potřebného na splnění povinnosti redukce emisí podle § 20 v závislosti na hodnotě kritérií udržitelnosti dodaného biopaliva

	Automobilový benzin			**Motorová nafta**		
Biokomponenty	Bioethanol			FAME		
Kritérium udržitelnosti (%)	35	50	60	35	50	60
Redukce emisí (%)						
2	8,3	5,9	4,9	6,2	4,4	3,6
4	16,1	11,5	9,6	12,3	8,7	7,2
6	23,4	16,8	14,2	18,3	12,9	10,8

Zdroj: Pražák, 2013

Rafinérie nemají v současné době jinou možnost splnit požadavky na úsporu emisí CO_2 než přimíchávat do fosilních motorových paliv stávající biopaliva na bázi potravinářské biomasy. Tato možnost je však limitována platnými technickými normami.

1.8 Současný stav a perspektivy biopaliv

Evropský parlament a Evropská rada přijaly akční plán týkající se problematiky biopaliv v dopravě. V akčním plánu je definována strategie pro dosažení plánované náhrady 20 % klasických kapalných motorových paliv alternativními palivy do roku 2020 (Šebor et al., 2006). Dále je podle evropské směrnice 2009/28/EC o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic cíl 20 % podílu energie z obnovitelných zdrojů a 10 % podílu energie z obnovitelných zdrojů v dopravě (EU Directive 2009/28/EC; Hromádko et al., 2010). Jedním z důvodů je závislost Evropy na importovaných ropných produktech. U Evropských zemí OECD se závislost na importované ropě v roce 2007 pohybovala na 65 % a do roku 2030 by měla stoupnout na 83 %. Doprava je v Evropě závislá na ropných produktech z 98 % (Doornbosch a Steenblik, 2015, IEA, 2009; Šebor et al., 2006).

Česká republika je vázána zajistit v roce 2020 podíl alespoň 10 % konečné spotřeby energie v dopravě energií z obnovitelných zdrojů, tj. biopalivy a elektrickou energií. Program na uplatnění biopaliv byl implementován do zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, zákonem č. 292/2009 Sb. s účinností od 1. 10. 2009. Podpora se poskytuje ve formě daňového zvýhodnění snížením spotřební daně u vysokoprocentních směsí v poměru obsahu biopaliv a osvobozením od spotřební daně u čistých biopaliv. Schválená podpora se týká těchto biopaliv: methylesterů a ethylesterů mastných kyselin (FAME a FAEE), bioethanolu využívaného ve vysokoprocentních směsných palivech E85 a E95, směsné motorové nafty SMN B30, rostlinného oleje (zejména řepkového) a bioplynu. Tato podpora je doposud využívána pouze u motorových paliv FAME, SMN B30 a E85. Ostatní biopaliva se zatím na trhu neuplatňují (Jevič, 2010; Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014).

Tabulka 1.5 znázorňuje výhled spotřeby energie v dopravě dle Akčního plánu pro biomasu a Národního akčního plánu pro energii z obnovitelných zdrojů v roce 2020.

Tab. 1.5 Výhled spotřeby energie v dopravě podle Akčního plánu pro biomasu (APB) a Národního akčního plánu pro energii z obnovitelných zdrojů (NAP OZE) v roce 2020

	APB	NAP OZE
Spotřeba energie celkem (benzin, motorová nafta, biopaliva, elektřina)	262 PJ	268,3 PJ
Spotřeba energie v dopravě z OZE v roce 2020 (10 % e.o.)	26,2 PJ	26,08 PJ
Ethanol konvenční	11,5 PJ	4,17 PJ
Ethanol moderní	-	1,2 PJ
Bionafta konvenční (MEŘO, SME, PME, HVO)	10,3 PJ	11,72 PJ
Bionafta moderní (UCOME, TME, HWVO, HEFA)	1,2 PJ	9 PJ
Biomethan z bioplynu	3,2 PJ	0,04 PJ
Biopaliva konvenční	21,8 PJ	15,89 PJ
Podíl konvenčních biopaliv	8,3 % e.o.	5,9 % e.o.
Biopaliva moderní	4,4 PJ	10,24 PJ
Podíl moderních biopaliv	1,7 % e.o.	3,82 % e.o.
Vícenásobné započítávání (2 x)	8,8 PJ	20,48 PJ
Podíl moderních biopaliv při 2 násobném započítávání	3,3 % e.o.	7,63 % e.o.

Zdroj: Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014)

MEŘO - Rape seed Methyl Ester (RME), methylester řepkového oleje,
SME - Soy Methyl Ester, methylester sojového oleje,
PME - Palm Oil Methyl Ester, methylester palmového oleje,
HVO (Hydrotreated Vegetable Oil and Fat) - hydrogenačně rafinované rostlinné oleje a tuky,
UCOME (Used Cooking Oil Methyl Ester) - methylestery mastných kyselin kuchyňských olejů,
TME (animal Fat Methyl Ester) - methylestery mastných kyselin živočišných tuků,
HWVO (Hydrotreated Waste Vegetable or Animal Oil) - hydrogenační rafinace rostlinných nebo živočišných olejů, resp. tuků,
HEFA (Hydroprocessed Esters and Fatty Acids) - hydrozpracované estery a mastné kyseliny. (Ministerstvo zemědělství - Akční plán pro biomasu, 2014; Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014)

Na základě dokumentů Evropské komise (EK) Evropský parlament a Rada EU (EP a Rada) s ohledem na výše uvedené věnují ochraně ovzduší odpovídající pozornost již více než 10 let (International energy agency, 2015). Během tohoto období vydaly řadu legislativních předpisů k omezení dopadu spalování pohonných hmot na kvalitu ovzduší (Anastopoulos et al., 2009; Kotus et al., 2013).

Mezi nejvýznamnější patří:
Směrnice EP a Rady 2003/30/ES ze dne 8. 5. 2003, o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných paliv pro dopravu;
Směrnice EP a Rady 2009/28/ES ze dne 23. 4. 2009, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES (směrnice RED);
Směrnice EP a Rady 2009/30/ES ze dne 23. 4. 2009, kterou se mění směrnice 98/70/ES, pokud jde o specifikaci benzinu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů, a směrnice Rady 1999/32/ES, pokud jde o specifikaci paliva používaného plavidly vnitrozemské plavby, a kterou se ruší směrnice 93/12/EHS (směrnice FQD - Fuel Quality Directive) (Směrnice EP Parlamentu a Rady, 2009).

Základní důvody pro implementaci záměrů a cílů legislativního předpisu, od níž se očekává zavedení širšího využívání biopaliv v dopravě v členských státech EU, jsou zejména tyto:

1. biopaliva jsou obnovitelný zdroj energie;
2. užitím biopaliv v dopravě se snižuje závislost na ropě, jejíž stávající zdroje jsou do určité míry omezené, zejména svojí dostupností. Předpokládá se, že zvýšená spotřeba biopaliv či jiných alternativních paliv v dopravě je jedním z prostředků na snížení závislosti EU na dovážené energii a následně tím i zvýšením své bezpečnosti v zásobování energií;
3. s užitím biopaliv se současně předpokládá i snižování emisí skleníkových plynů, zejména pak CO_2;
4. pěstování potřebné biomasy pro výrobu biopaliv a následně jejich užití by mělo pomoci udržet kulturní ráz krajiny v rámci podpory zemědělství za současného dodržování udržitelného zemědělství a lesnictví a vytvořit i nová pracovní místa v tomto rezortu (MZE, 2016).

V současné době probíhají změny v požadavcích na emise CO_2 vozidel a současně jsou stanoveny požadavky na snížení emisí CO_2 z dopravy (6 % snížení pro rok 2020). Důsledkem jsou nejen požadavky na technická vylepšení vozidel, ale i změny v požadavcích na technické standardy paliv.

Tab. 1.6 Současný stav a možné výroby biopaliv ze zbytků biomasy a biogenních odpadů klasifikovaných podle směrnice RED jako moderní

Palivo	Konverzní technologie	Výchozí surovina	Instalované kapacity v tržně relevantní velikosti		
			již zavedené	možné zavedení do roku 2020	očekávané zavedení po roce 2020
FAME	Transesterifikace	Odpadní rostlinné a živočišné oleje, resp. tuky kategorie I a II	ANO	ANO	ANO
HWVO, HEFA	Hydrogenační rafinace, hydrozpracování, izomerizace, metatheze	Odpadní rostlinné a živočišné oleje, resp. tuky kategorie I a II, estery, mastné kyseliny a podobné produkty	ANO (v EU)	ANO	ANO
Bioethanol	Aerobní fermentace, destilace	Sláma, lignocelulózové zbytky, celulózové podíly komunálních a průmyslových odpadů	ANO (v EU)	ANO	ANO
Biomethan	Anaerobní fermentace, úprava bioplynu na kvalitu methanu (CNG)	Kejda, hnůj, čistírenské kaly, biologicky rozložitelná část komunálních a průmyslových odpadů, technický surový glycerin, lihovarské výpalky	ANO (v EU)	ANO	ANO
Syntetická biopaliva BtL	Zplyňování, karbonizace, torrefakce, rychlá pyrolýza, hydrotermální karbonizace a jejich kombinace	Sláma, lignocelulózové zbytky a vláknina, kukuřičné klasy, plevy, biologicky rozložitelná část komunálních a průmyslových odpadů, technický surový glycerin, pryskyřice z tálového oleje	NE	NE	ANO

Zdroj: Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014

K dispozici je návrh normy pro směsnou motorovou naftu na evropské úrovni. Pro toto palivo jsou navrženy dvě alternativy s obsahem FAME v rozmezí 15 až 20 % V/V a 25 až 30 % V/V. K dispozici je i technická specifikace paliva na bázi HVO. Dále se předpokládá zásadní změna v oblasti zážehových motorů a paliv s vysokým obsahem ethanolu až do 25 % V/V. Pro tato paliva se předpokládá použití maloobjemových motorů s vysokým kompresním poměrem 13 až 14, která budou moci využít vysoké oktanové číslo paliva s vysokým obsahem ethanolu.

Současný stav a možné výroby biopaliv uvádí tabulka 1.6 (Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014).

Kromě uvedených změn lze předpokládat do budoucnosti i změny ve složení motorové nafty. Zejména se to týká zvýšení požadavků na cetanový index a cetanové číslo, úprava průběhu destilační křivky (snížení teploty 95% předestilovaného objemu), další redukce obsahu polyaromátů a zavedení limitu pro obsah aromátů podobně jako u automobilových benzinů, a zpřísnění požadavků na mazivost pro paliva pro vznětové motory. Zavedení těchto změn bude znamenat zvýšení nákladů na výrobu a rychlost jejich zavedení bude závislá na ekonomické situaci (Jevič a Šedivá, 2013).

Pravidelné kontroly kvality pohonných hmot provádí Česká obchodní inspekce (ČOI), která od roku 2011 také uvádí na svém webu informace o čerpacích stanicích, u nichž bylo zjištěno nekvalitní palivo.

Čerpací stanice se také stále více zapojují do programu Pečeť kvality. Jedná se o ochrannou známku, která informuje zákazníka čerpací stanice o tom, že na čerpací stanici natankuje kvalitní pohonné hmoty. Kvalita paliva je pravidelně kontrolována celosvětově uznávanou společností SGS, zda je ve shodě s evropskými normami. Známka je pouze propůjčená a může být v případě zhoršení kvality prodávaných pohonných hmot odebrána (Cimpl a Hynek, 2016; SGS, 2017).

1.8.1 Podpora biopaliv

Současné uplatňování biopaliv v České republice je založeno na nízkoprocentním přimíchávání do pohonných hmot. Podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší činí povinné uvádění minimálního množství biopaliv do volného daňového oběhu 6 % V/V FAME (Fatty Acids Methyl Ester = methylestery mastných kyselin, termín bionafta) do motorové nafty a 4,1 % V/V bioethanolu do benzínu. Výše biopaliv ve fosilním palivu je současně omezena technickými normami, které činí max. 7 % V/V FAME do motorové nafty (ČSN EN 590) a max. cca. 5 % V/V (resp. 10 % V/V) bioethanolu do benzinu (ČSN EN 228) vztaženo na maximální podíl oxygenátů (obsah kyslíku v alkoholech a etherech) (Gallas et al., 2016).

Jako vysokoprocentní čistá biopaliva jsou na českém trhu distribuována také paliva B100 (100% FAME), směsná motorová nafta B30 (30% obsah FAME v motorové naftě, také označováno jako SMN30, palivo v devadesátých letech označováno jako „bionafta“ a na řadě čerpacích stanic se toto označení udrželo) a ethanol E85. Ethanol E85 je směsí 70 až 85 % V/V ethanolu a 15 až 30 % V/V automobilového benzínu BA 95 Super (obchodní název Natural 95). V letních měsících obsahuje tato směs zpravidla nižší obsah benzínu v zimních měsících je obsah benzínu vyšší s tím, že vždy musí být dodržen předepsaný výše uvedený

koncentrační rozsah. Směsné palivo E85 je neomezeně mísitelné s klasickým benzínem fosilního původu splňujícím specifikaci ČSN EN 228 (Gallas et al., 2016).

Podpora biopaliv probíhá na základě zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních ve formě úlevy na spotřební dani z minerálních olejů. Podporována jsou pouze čistá a vysokoprocentní biopaliva, která splňují kritéria udržitelnosti (certifikace původu a úspory emisí). Podpora je nutná pro zajištění konkurenceschopnosti biopaliv, podporu domácího zemědělství a navazujícího průmyslu, snížení závislosti na dovážených neobnovitelných zdrojích, plnění cílů EU v oblasti OZE i snížení emisí skleníkových plynů. Je prováděna prostřednictvím osvobození, snížení nebo vrácení části spotřební daně z minerálních olejů a je určena pro osoby uvádějící biopaliva do volného daňového oběhu (tj. distributoři paliv a někteří výrobci biopaliv) (Hromádko, 2016; Jevič a Šedivá, 2016).

Víceletý program 2

Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015–2020 („Víceletý program 2“) schválený vládou ČR dne 6. 8. 2014 nahrazuje Víceletý program 1, který skončil dne 30. 6. 2015. Zajišťuje pokračování podpory biopaliv z roku 2009. Úroveň podpory je stanovena na základě porovnání nákladů na provoz vozidel využívající fosilní palivo vs. biopalivo (Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014).

Podporovaná biopaliva:

- FAME B100 (čistá bionafta);
- směsná motorová nafta B30 (směs nafty a min. 30 % FAME);
- ethanol E85 (směs benzínu a 70–85 % bioethanolu);
- rostlinné oleje, ethanol E95, bioplyn, pokročilá biopaliva. (Gallas et al., 2016)

Evropská komise dne 12. 8. 2015 schválila pokračování podpory biopaliv od 1.7. 2015 do 31. 12. 2020. V souladu s Rozhodnutím EK o schválení podpory byl přijat zákon č. 382/2015 Sb., kterým byly novelizovány zákony o spotřebních daních a o ochraně ovzduší s účinností od 1. 1. 2016. Ve druhém pololetí 2015 (po skončení platnosti Víceletého programu 1) byla poskytována nepřiměřená podpora podle starých pravidel – tato skutečnost byla předpokládána a Rozhodnutí EK proto ukládá přijmout nápravná opatření. Česká republika je povinna průběžně vyhodnocovat přiměřenost podpory a v případě potřeby upravit sazby daně nebo výši vrácené daně. Celkové povolené náklady na realizaci podpory do roku 2020 činí max. 8,7 mld. Kč.

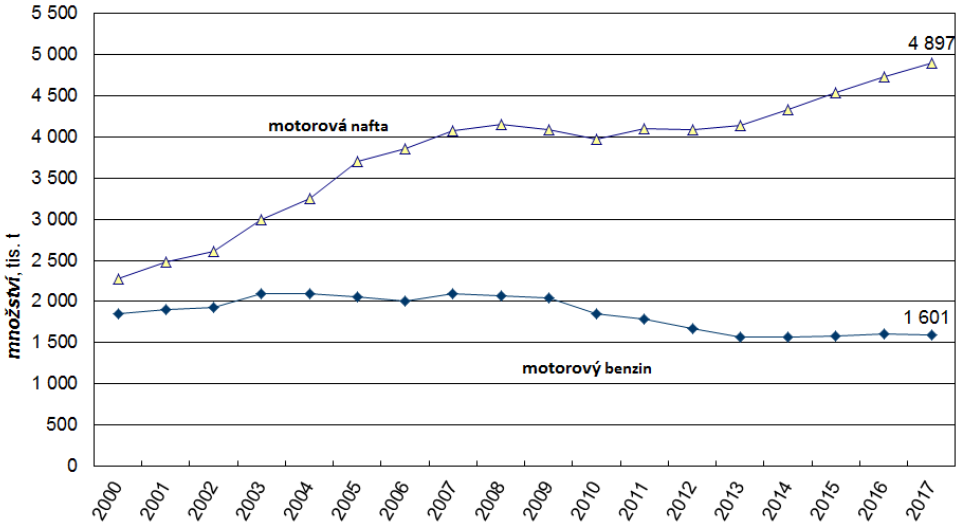
Na základě Rozhodnutí EK došlo ke změnám podpory oproti původnímu znění Víceletého programu 2:

- úprava výpočtu optimální výše podpory, snížení podpory pro jednotlivá biopaliva a zavedení minimálního zdanění biosložky;
- čistá a vysokoprocentní biopaliva již nelze započítat do plnění povinnosti distributorů uvádět na trh minimální podíl biopaliv podle zákona o ochraně ovzduší;
- zavedení mechanismu zpětné kompenzace nepřiměřené podpory z druhého pololetí 2015 navýšením sazeb spotřební daně v prvním 1,5 roce trvání podpory;

- zahrnutí nových druhů biopaliv: hydrogenovaných rostlinných olejů (HVO = Hydrotreated Vegetable Oil) v čisté podobě a v podobě směsí s motorovou naftou s obsahem HVO ve výši min. 30 %.

(Kotenová, 2016)

Konkurenceschopnost biopaliv závisí na cenách ropy, která v roce 2015 dosáhla svého dlouhodobého minima. Na obrázku 1.7 je vidět graf vývoje průměrných měsíčních cen motorové nafty a motorových benzinů od roku 2000 do roku 2017.



Obr. 1.7 Graf vývoje průměrných měsíčních cen motorové nafty a motorových benzinů v roce 2000–2017
Zdroj: ČSÚ, 2018

1.8.2 Cíle EU

Směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (ve znění směrnice 2015/1513) má za cíl pro členské státy nahradit 10 % energie v dopravě pomocí obnovitelných zdrojů do roku 2020. Je však uvažováno, že max. 7 % energie v dopravě v roce 2020 může pocházet z potravinářských surovin a alespoň 0,5 % energie by mělo být zajištěno pokročilými biopalivy.

Směrnice 98/70/ES o jakosti benzinu a motorové nafty (ve znění směrnice 2015/1513) má za cíl pro dodavatele: snížení emisí skleníkových plynů v dopravě o 6 % do roku 2020. Naplnění cílů má být dosaženo obecně prostřednictvím obnovitelných zdrojů energie – nejrozšířenější jsou biopaliva (Gallas et al., 2016).

Směrnice 2015/652/EU obsahuje standardní hodnoty produkce emisí skleníkových plynů pro každý typ fosilního paliva (motorový benzín, motorová nafta, CNG/LNG, LPG a vodík) a způsob výpočtu emisí skleníkových plynů z dodaných pohonných hmot a elektřiny. Dále obsahuje způsob zohlednění snížení emisí skleníkových plynů z těžby ropy či zemního plynu do 6% cíle snížení emisí skleníkových plynů z pohonných hmot, náležitosti a vzor zprávy o emisích skleníkových plynů, které předávají každoročně dodavatelé pohonných hmot členským státům, náležitosti zprávy o emisích, jež reportují členské státy EK (Gallas et al., 2016).

Směrnice 2015/1513/EU obsahuje 7% omezení příspěvku biopaliv vyrobených z potravinářské biomasy do povinného 10% cíle OZE v dopravě (transpozice v gesci MPO), indikativní 0,5% cíl pro podíl pokročilých biopaliv (transpozice v gesci MPO) a zavedení podpory pro využívání těchto biopaliv (částečně řešeno novelou zákona o ochraně ovzduší). Zavádí povinnost dodavatelů pohonných hmot reportovat členským státům tzv. ILUC emise (transpozice v gesci MŽP). Dále obsahuje dobrovolné zohlednění omezení biopaliv vyrobených z potravinářské biomasy i do 6% cíle snížení emisí skleníkových plynů (transpozice v gesci MŽP). Z hlediska strategického je důležitým aspektem dvojnásobné zohlednění biopaliv z použitých kuchyňských olejů, kafilerních tuků a pokročilých biopaliv do 10% cíle OZE v dopravě (transpozice v gesci MPO, částečně řešeno novelou zákona o ochraně ovzduší) (Hromádko, 2016).

Tab. 1.7 Revize směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED II)

Podíly energie	**Návrh Evropské komise**	**Návrh Rady EU**	**Návrh Evropského parlamentu**
Celkový cíl OZE v dopravě	-	14 %	12 %
Biopaliva z potravinářských a krmivářských surovin	Postupný pokles ze 7 % v roce 2021 na 3,8 % v roce 2030	max. 7 %	Setrvání na skutečném stavu z roku 2017, anebo max. 7 %
Biopaliva z palmového oleje	-	-	0 % od roku 2021
Pokročilá biopaliva (podle přílohy IX/A směrnice)	Postupný nárůst z 0,5 % v roce 2021 na 3,6 % v roce 2030	1 % v roce 2025 3 % v roce 2030	0,5 % v roce 2021 3,6 % v roce 2030
„Pokročilé OZE“ (pokročilá biopaliva podle přílohy IX směrnice, obnovitelná paliva nebiologického původu, energie z odpadů, elektřina z OZE…)	Postupný nárůst z 1,5 % v roce 2021 na 6,8 % v roce 2030	-	1,5 % v roce 2021 10 % v roce 2030
Omezení biopaliv z použitého kuchyňského oleje a živočišných tuků (podle přílohy IX/B směrnice)	max. 1,7 %	ČS mají možnost regulace	Max. 1,7 %
Započtení biopaliv ze surovin v příloze IX („double counting“)	1x	2x	1x
Započtení elektřiny z OZE v silniční dopravě	-	5x	2,5x
Započtení elektřiny z OZE v železniční dopravě	-	2x	-

Zdroj: MZE, 2018

Revize směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED II) (tab. 1.7)

- **30. 11. 2016** - návrh předložen Evropskou komisí
- **18. 12. 2017** – schválení Radou EU (obecný přístup)

- **17. 1. 2018** - Evropský parlament přijal na plenárním zasedání své pozměňovací návrhy
- **Současnost** – jednání v rámci trialogů, tzn. mezi Radou EU (předsednická země), Evropskou komisí a Evropským parlamentem
- Rada EU navrhuje celkový cíl OZE pro EU v roce 2030 27 % (Evropský parlament navrhuje 35 %), závazný sektorový cíl navrhován pouze pro OZE v dopravě (Zedek a Trapl, 2018).

Příloha IX návrhu směrnice
Suroviny pro výrobu pokročilých biopaliv

- **Část A** (výčet není kompletní):
  - řasy;
  - podíl biomasy na komunálním odpadu, průmyslovém odpadu (dle dalších kritérií);
  - biologický odpad z domácností ze tříděného sběru;
  - sláma;
  - chlévská mrva a kal z čistíren odpadních vod;
  - surový glycerin;
  - ořechové skořápky;
  - kukuřičné klasy zbavené zrn;
  - podíl biomasy na odpadu a zbytcích z lesnictví a z dřevozpracujícího průmyslu;
  - další nepotravinářské celulózové vláknoviny, lignocelulózové vláknoviny…
- **Část B**
  - použitý kuchyňský olej a živočišné tuky;
  - původně navržená melasa z cukrové třtiny nebo řepy byla z přílohy vypuštěna.

(Zedek a Trapl, 2018)

1.8.3 Důvod zavádění a aktuální stav

Důvodem zavádění biopaliv je plnění legislativního požadavku. Jedná se o zákon č. 201/2012 Sb., §19, který stanovuje minimální objem biopaliva 4,1% V/V (bioethanolu) z vydaného množství benzinu a minimální objem biopaliva 6,0% V/V (bionafty/FAME) z vydaného množství motorové nafty. Dále pak zákon č. 201/2012 Sb., §20 stanovuje úsporu skleníkových plynů min. 2% (do r. 2016), min. 4% (od r. 2017).

Vzhledem k dlouhodobě nízké ceně ropy následované zavedením spotřební daně v roce 2016 přestala být čistá a vysokoprocentní biopaliva uváděna na trh. Je tak ohroženo plnění požadavku EK na zpětnou kompenzaci nepřiměřené podpory z druhého pololetí 2015. Pro distributory pohonných hmot bude náročnější splnit povinnost snížení emisí skleníkových plynů o 4 % v roce 2017 a o 6 % v roce 2020 podle zákona o ochraně ovzduší.

Tabulka 1.8 shrnuje povinnost snižování skleníkových plynů dle zákona 201/2012 Sb. O ochraně ovzduší.

Tab. 1.8 Povinnost snižování emisí GHG z pohonných hmot podle zákona č. 201/2012 Sb.

	2007		2008		2009		2010		2011–2013		2014–2016		2017–2019		do 31.12.2020 ?	
	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.	% V/V	% e.o.
Podíl FAME v motorové naftě	0,7	0,6	2,0	1,8	4,5	4,1	5,4	5,0	6,0	5,5	6,0	5,5	6,0 (6,7)	5,5 (6,17)	6 (6,7)	5,5 (6,17)
Podíl etanolu v motorových benzinech	-	-	2,0	1,3	3,5	2,3	3,9	2,6	4,1	2,7	4,1	2,7	4,1 (4,7)	2,7 (3,14)	4,1 (9,7)	2,7 (6,6)
Podíl biosložky v pohonných hmotách celkem	-	0,3	-	1,6	-	3,3	-	3,8	-	4,2	-	4,2	-	4,2 (4,75)		4,2 (6,36)
Kritéria udržitelnosti biopaliv úspora emisí GHG[1)] (%)	- nebyla definována, pro výpočet snížení stanovena hodnota 35						min. 35 (48)						min. 50[1)] (74)		min. 60	
Snížení emisí GHG[2)] (%)	0,11		0,56		1,15		1,33		1,5		2		3,5		6	

[1)] V případě biopaliv vyrobených ve stacionárním zdroji uvedeném do provozu 1. 1. 2017 nebo později.

[2)] Vztaženo na součet všech pohonných hmot (motorová nafta a motorové benziny)

Zdroj: Jevič a Šedivá, 2018

Jedním z řešení je plošné zavedení paliva E10 (automobilový benzín s příměsí bioethanolu do 10 %). Toto řešení podporuje také ministerstvo zemědělství a v tomto duchu byla vznesena zásadní připomínka k novele zákona o pohonných hmotách. Pro zavedení paliva E10 hovoří snadnější dosažení cílů v oblasti OZE a snížení emisí v dopravě, podpora domácího zemědělství a průmyslu, zlepšení odbytu zemědělských komodit a zužitkování jejich přebytků. Na druhé straně v neprospěch E10 je bohužel vysoké stáří vozového parku ČR (v průměru cca 14,5 roku), vozidla vyrobená cca do roku 2000 jsou určena jen pro E5 (MZE, 2016).

1.8.4 Bilance biopaliv v České republice

Změna v daňové politice v roce 2016 znamenala výrazné změny na trhu s vysokoprocentními biopalivy. Následující tabulka 1.9 ukazuje podporu čistých a vysokoprocentních biopaliv od roku 2014 do roku 2017.

Tab.1.9 Podpora čistých a vysokoprocentních biopaliv

	2014	**2015**	**2016**	**2017**
Líh v Etanolu E85 (Kč)	290 930 013	150 808 249	37 099 646	36 164 182
Směsná motorová nafta B30 (Kč)	605 754 362	519 941 190	169 782	94 370
Čisté FAME B100 (Kč)	1 315 033 998	1 331 825 417	1 236 193	83 647
Celkem (Kč)	**2 211 718 373**	**2 002 574 856**	**38 505 620**	**36 342 199**

Zdroj: Celní správa, 2018

Vysokoprocentní biopaliva se od roku 2016 staly prakticky neprodejnými z důvodu zavedení spotřební daně (tab. 1.10 a 1.11).

Tab. 1.10 Sazby spotřební daně

Kč/l	do 31.12.2015	od 1.1.2016 do 30.6.2017	od 1.7.2017
SMN 30 (B 30) s MEŘO	7,665	9,265	8,515
FAME (B 100)	0	4,590	2,190
Rostlinné oleje	0	4,590	1,610
Ethanol E85	12,840 (vratka na líh 12,840)	12,840 (vratka na líh 10,230)	12,840 (vratka na líh 10,970)
Ethanol E95[1]	0	0	0
„B30“ s HVO[2]	10,950	10,950	bude upřesněno
Čisté HVO[1,2]	10,950	0	bude upřesněno

[1] pouze v rámci pilotních projektů

[2] podpora nově i pro hydrogenované rostlinné oleje (HVO)

Zdroj: Gallas et al., 2016

Tab. 1.11 Spotřební daně víceobjemových biopaliv pro období 2015–2020

Produkt	Spotřební daň (Kč/l)			Rozdíl oproti období do 30.6.2015	
	do 30.6.2015	od 1.1.2016 do 30.6.2017	od 1.7.2017	od 1.1.2016 do 30.6.2017	od 1.7.2017
E85-vratka za 1l ethanolu	12,84	10,23	10,97	-2,61	-1,87
E85-vratka za 0,78l ethanolu	10,02	7,98	8,56	-2,04	-1,46
E85 (22% BA, 78% ethanolu)	2,82	4,86	4,28	2,04	1,46
B100	0	4,59	2,19	4,59	2,19
SMN30	7,665	9,265	8,515	1,6	0,85

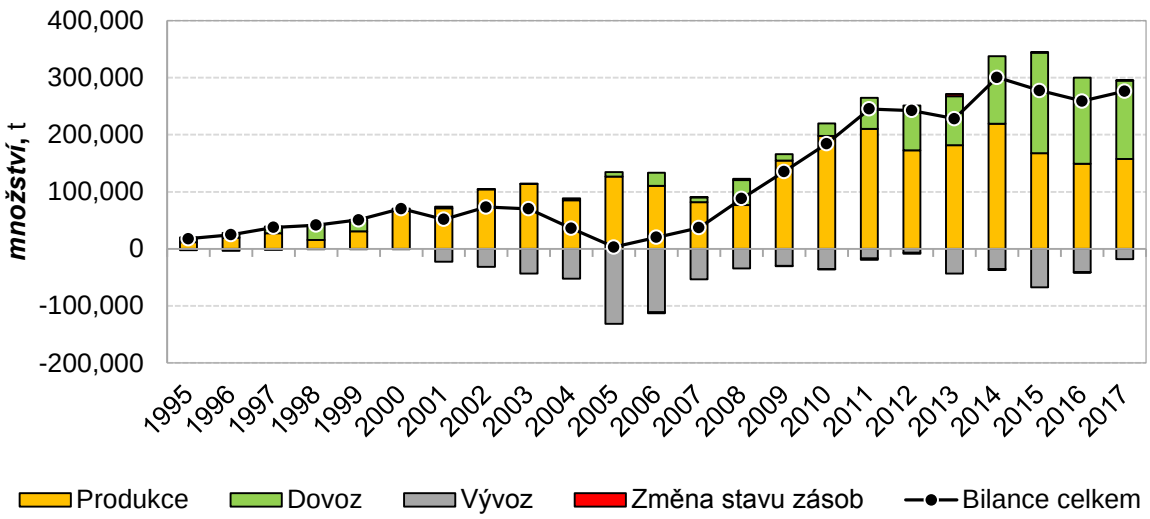
Zdroj: Cimpl et al., 2016

Tabulka 1.12 a obr. 1.8 znázorňují celkovou bilanci bionafty FAME/MEŘO v České republice v letech 2016 a 2017.

Tab. 1.12 Bilance FAME/MEŘO v ČR v letech 2016 až 2017

	2016	**2017**
Roční výrobní kapacity	340 000 t	340 000 t
Výroba FAME/MEŘO v ČR	148 832 t	157 429 t
Hrubá spotřeba v ČR	258 876 t	276 186 t
Spotřeba řepky olejky na výrobu MEŘO	366 627 t	376 159 t
Plocha řepky olejky určená pro výrobu MEŘO	105 962 ha	129 264 ha
Podíl ploch řepky olejky zpracované na MEŘO z celkových ploch	27,0 %	32,9 %

Zdroj: Jevič a Šedivá, 2018



Obr. 1.8 Bilance produkce, vývozu a dovozu FAME v ČR
Zdroj: Beran, 2018; MPO, 2018

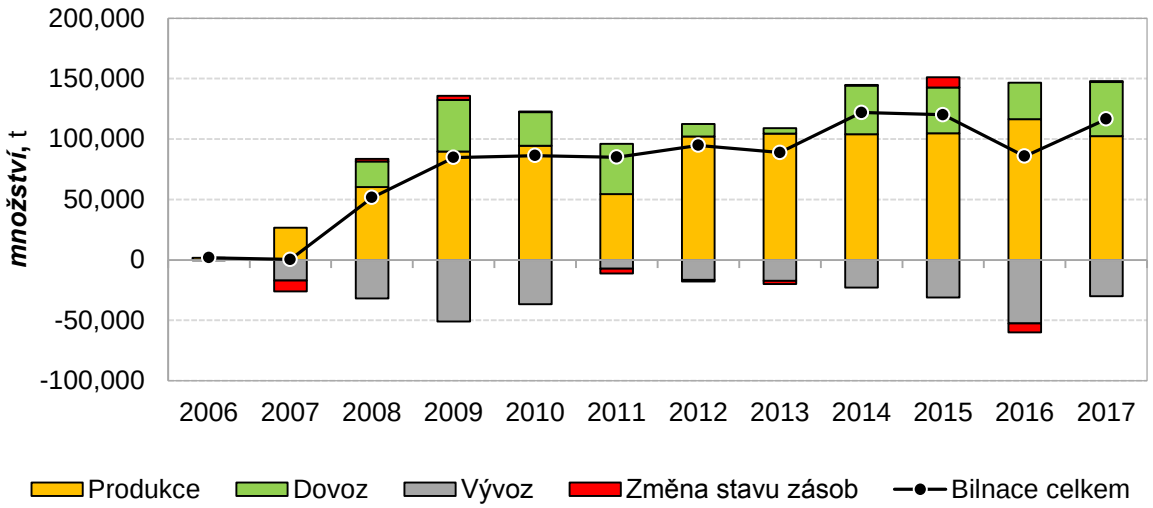
Tabulka 1.13 a obr. 1.9 znázorňují celkovou bilanci bioethanolu v letech 2016 a 2017.

Tab. 1.13 Bilance bioethanolu v ČR v letech 2016 až 2017

	2016	**2017**
Roční výrobní kapacity	292 200 t	292 200 t
Výroba	**115 575 t**	**102 346 t**
Hrubá spotřeba	**85 819 t**	**116 526 t**
Výroba palivového bioethanolu z	115 575 t	102 346 t
- cukrovky technické	69 763 t	50 000 t
- zrna kukuřice	45 812 t	52 346 t
Spotřeba výchozích surovin pro bioethanol z		
- cukrovky technické	816 227 t	585 000 t
- zrna kukuřice	147 057 t	168 031 t
Plocha:		
- cukrovky technické	12 037 ha	8 789 ha

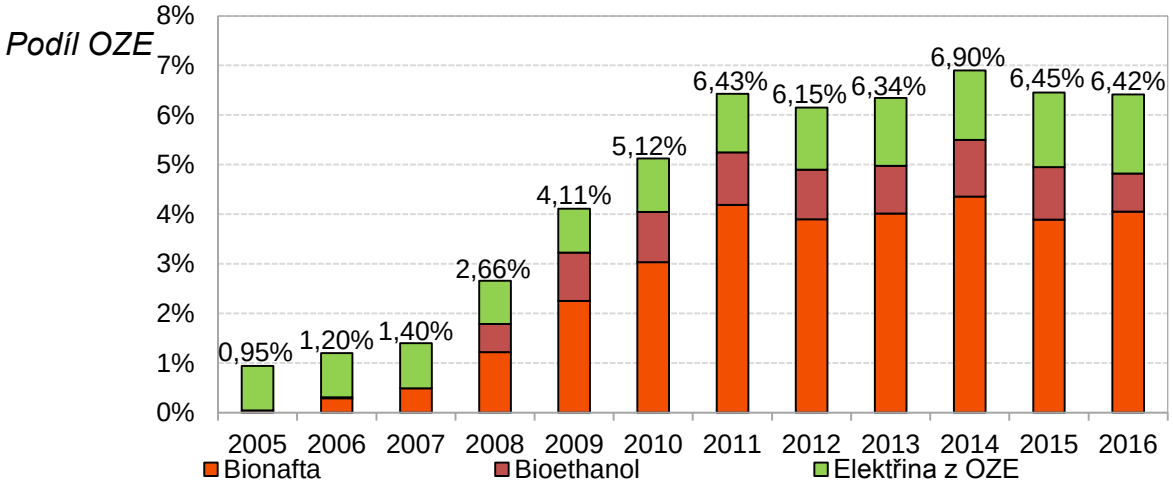
- kukuřice na zrno	15 021 ha	24 566 ha
při daném výnosu využitá pro výrobu bioethanolu		
Podíl ploch		
- cukrovky technické	**19,8 %**	**13,3 %**
- kukuřice na zrno	**17,4 %**	**28,6 %**
zpracovaných na bioethanol z celkových ploch těchto plodin		

Zdroj: Jevič a Šedivá, 2018



Obr. 1.9 Bilance produkce, vývozu a dovozu FAME v ČR
Zdroj: Beran, 2018; MPO, 2018

Na obrázku 1.10 je dále vidět podíl biopaliv (bionafty a bioethanolu na obnovitelných zdrojích energie.



Obr. 1.10 Podíl biopaliv na obnovitelných zdrojích energie
Zdroj: Beran, 2018; MPO, 2018

Národní klimaticko-energetické plány

V rámci tzv. zimního energetického balíčku, který byl zveřejněn v listopadu 2016, bylo zveřejněno Nařízení o správě energetické unie. Nařízení ukládá členským státům povinnost zpracovat tzv. Národní klimaticko-energetický plán na období až do roku 2030, kde musí členský stát uvést politiky a opatření v oblasti dekarbonizace (součástí této oblasti jsou také obnovitelné zdroje energie), energetické účinnosti, vnitřního trhu s energií a oblasti výzkumu, inovací a konkurenceschopnosti a vyčíslit jejich dopad, zejména v oblasti snížení emisí skleníkových plynů, podílu obnovitelných zdrojů energie na konečné spotřebě a zvýšení energetické účinnosti respektive energetických úspor.

V oblasti obnovitelných zdrojů bude ČR podle požadavků Nařízení muset představit příspěvek k Evropskému cíli na úrovni 27 % respektive 35 %. Prostým přepočtem s přihlédnutím k proporčnosti cílů 2020 by tyto cíle znamenaly podíl mezi 17,6 % a 22,8 % (ČR má aktuálně podíl na úrovni 15 %).

Národní klimaticko-energetický plán v sobě integruje dříve zpracovávané koncepční materiály (politiky, akční plány, atd.) (Beran, 2018).

2 Cíl disertační práce a hypotézy

Očekávané cíle disertační práce „Rozvoj trhu obnovitelných paliv“ lze shrnout do následujících bodů a hypotéz.

2.1 Cíl disertační práce

Doktorská disertační práce je zaměřena na analýzu poptávky po obnovitelných palivech.

Cílem práce je určit poptávku po obnovitelných palivech a předcházení jejího kolapsu v závislosti na ceně ropy, charakteristice parametrů surovin, technologiích a segmentech trhu a určení podmínek konkurenceschopnosti s ohledem na aktuální daňovou politiku i aktuální směrnice EU.

Surovinou se rozumí rostlinný olej, živočišný tuk, cukry, lignoceluloza a jejich kombinace v různých přírodních surovinách včetně odpadních.

Ke splnění základního cíle musí být naplněny dílčí kroky:

1. Rešerše stávajících poznatků v oblasti obnovitelných paliv, legislativních předpisů a daňové politiky.
2. Rešerše publikovaných i přímo nepublikovaných poznatků a zjištění v oblasti specifických metod a nástrojů k průzkumu trhu.
3. Komparace a zhodnocení jednotlivých specifických metod a nástrojů.
4. Provedení vlastního výzkumu zaměřeného na rozvoj trhu s obnovitelnýcmi palivy.

Pro formulace cíle, vědecké otázky, hypotéz a metodiky byl sestaven výzkumný rámec. V tabulce 2.1 je uveden výzkumný rámec jednotlivých typů kapalných obnovitelných paliv, které jsou v současné době uplatňovány, či se uvažuje o jejich zavední na trh, v tabulce 2.2 je pak uveden výzkumný rámec jednotlivých typů vysokoprocentních směsných paliv včetně vlastních navržených směsí s odkazem na publikovaný výzkum autora. Výzkumný rámec slouží k vymezení problému a stanovení cíle a hypotéz.

Tab. 2.1 Výzkumný rámec 1

	Letecká doprava	Veřejná doprava	Zemědělská doprava	Vojenská doprava	Šedá ekonomika
1. Obnovitelná paliva					
1a) Rostlinný olej	- nepoužívá se	- nutná přestavba vozu + absence technologie	- nutná přestavba vozu + absence technologie + využití lokálních zdrojů	- nutná přestavba vozu + absence technologie + využití lokálních zdrojů	+ daňové úniky, přestavby
1b) FAME (MEŘO)	- nepoužívá se	+ běžné pro naftové motory + odbyt řepky olejky + zavedené technologie - kvalita paliva	+ běžné pro naftové motory + odbyt řepky olejky + zavedené technologie - kvalita paliva	+ využití lokálních zdrojů - kvalita paliva	- methanolo-vá aféra (zcizení a zneužití suroviny)
1c) HVO	+ možná alternativa - v ČR se nevyrábí	+ „bionafta“ budoucnosti - technologická náročnost zavedení - v ČR se nevyrábí - stávající zdroj palmový olej + možné biopalivo II.generace + kvalita paliva	+ „bionafta“ budoucnosti + zpracování odpadních olejů a tuků - technologická náročnost zavedení + možné biopalivo II.generace + kvalita paliva	+ využití lokálních zdrojů - technologická náročnost zavedení + kvalita paliva	- prokazování energe-tických surovin jako odpadních
1d) bioethanol	+ malé sportovní	+ běžné pro benzinové	+ běžné pro benzinové	+ využití lokálních	

	letouny	motory + odbyt cukrové řepy + možné biopalivo II.generace	motory + odbyt cukrové řepy + možné biopalivo II.generace	zdrojů
1e) biobutanol	+ možná alternativa	+ možná alternativa + projekty v USA + odbyt cukrové řepy + možné biopalivo II.generace + vhodné pro benzinové motory + možná příměs i pro naftové motory	+ možná alternativa + projekty v USA + odbyt cukrové řepy + možné biopalivo II.generace + vhodné pro benzinové motory + možná příměs i pro naftové motory	+ univerzální příměs pro benzinové i naftové motory + využití lokálních zdrojů

Zdroj: vlastní zpracování

FAME - Fatty Acid Methyl Ester (FAME), methylester mastných kyselin neboli 100% bionafta
MEŘO - Rape seed Methyl Ester (RME), methylester řepkového oleje,
HVO - Hydrotreated Vegetable Oil and Fat, hydrogenačně rafinované rostlinné oleje a tuky

Tab. 2.2 Výzkumný rámec 2

	Letecká doprava	Veřejná doprava	Zemědělská doprava	Vojenská doprava	Šedá ekonomika
2. Směsná paliva					
2a) B30	- nepoužívá se	+ běžné pro naftové motory + odbyt řepky olejky - závislost na ceně ropy	+ běžné pro naftové motory + odbyt řepky olejky - závislost na ceně ropy	+ 30 % paliva z lokálního zdroje - závislost na ropných zdrojích	
2b) E85	- nepoužívá se + malé sportovní letouny	+ běžné pro benzinové motory + odbyt cukrové řepy - závislost na ceně ropy	+ běžné pro benzinové motory + odbyt cukrové řepy - závislost na ceně ropy	+ 85 % paliva z lokálního zdroje - závislost na ropných zdrojích	
2c) Butanol + použitý olej	- nepoužívá se	+ absence technologie + možné biopalivo II.generace + využití lokálních zdrojů - odchylky od normovaných hodnot + nezávislost na ceně ropy	+ absence technologie + možné biopalivo II.generace + využití lokálních zdrojů - odchylky od normovaných hodnot + nezávislost na ceně ropy	+ absence technologie + využití lokálních zdrojů + nezávislost na ropných zdrojích	- absence normy a spotřební daně na butanol
2d) AFME +butanol	- nepoužívá se	+ zavedená technologie pro FAME + možné biopalivo II.generace	+ zavedená technologie pro FAME + možné biopalivo II.generace	+ zavedená technologie pro FAME + využití lokálních zdrojů	- spotřební daň pouze na FAME (AFME)

	+ využití lokálních zdrojů + nezávislost na ceně ropy	+ využití lokálních zdrojů + nezávislost na ceně ropy	+ nezávislost na ropných zdrojích

Zdroj: vlastní zpracování

B30 - vícekomponentní směsná motorová nafta (také označována jako SMN30) obsahující min. 30 % V/V FAME
E85 - palivo tvořené z 85 % V/V. ethanolem, určeno pro zážehové motory
Butanol+použitý olej - směsné palivo navržené autorem na základě chemického a technického výzkumu tvořené 60 % V/V biobutanolem a ze 40 % V/V rostlinným olejem (Hönig et al., 2016)
AFME - Animal Fat Methyl Ester, methylester z odpadních živočišných tuků (jako směsné palivo standardizované butanolem dle chemického a technického výzkumu autora) (Hönig et al., 2015)

Na základě výzkumného rámce (tabulka 2.1 a 2.2) je možné stanovit výzkumnou otázku:

Jaké faktory ovlivňují konkurenceschopnost a odbyt biopaliv?

2.2 Hypotézy disertační práce

V souladu se stanovenými cíli, výzkumnou otázkou a uvedenou metodikou jsou definovány pro účely výzkumu následující hypotézy:

Hypotézy kapitoly 4.1

- $H1_0$: Neexistuje Grangerova kauzalita mezi ropou a palivem (kde palivo je nafta, směsná motorová nafta B30, bionafta B100, benzin natural 95N a bioethanol E85. Proto $GC_{oil,fuel} = 0$ a $GC_{fuel,oil} = 0$.
- $H2_0$: Neexistuje Grangerova kauzalita mezi Canola (řepkový olej) a alternativním palivem (kde alternativním palivem je bionafta B100, bioethanol E85 a směsná motorová nafta B30). Proto $GC_{oil,fuel} = 0$ a $GC_{fuel,oil} = 0$.

Pro lepší přehlednost jsou hypotézy v kapitole 4.1 zopakovány.

- Úroveň podpory nedostatečně kompenzuje vyšší výrobní náklady biopaliv oproti fosilním palivům.

Hypotézy kapitoly 4.2

- Chemicky zpracované HVO je připravené více k získání tržního podílu než biobutanol.

Hypotéza kapitoly 4.3

- Pro zajištění konkurenceschopnosti navrhovaného paliva E-Diesel je nutné dotovat cenu paliva minimálně 3,5 Kč/l.

Hypotéza kapitoly 4.4

- Zisková úrovneň ekonomiky pěstování *Jatrophy Curcas* je minimálně 600 USD/t.

Hypotéza kapitoly 4.5

- Doba návratnosti investice do elektrárny spalující surový palmový olej v podmínkách Indonéské republiky jsou minimálně 4 roky.

3 Metody disertační práce

Pro kapitolu 4.1 byly použity následující výpočty Grangerovy kauzality. Kritéria níže byla dále použita mimo kapitoly 4.1 i pro analýzy v kapitole 4.4 a 4.5.

Grangerova kauzalita (GC) byla vyvinuta v šedesátých letech (Granger, 1969) a byla široce používána v ekonomii, biologii, neurovědě apod. Základní myšlenkou Grangerova přístupu je, že minulost a současnost mohou způsobit budoucnost, ale budoucnost nemůže způsobit minulost (Granger, 1980). Jeho matematická formulace je založena na lineárním regresním modelování stochastických procesů. Vektorový autoregresivní model (VAR) je dle následující rovnice 3.1 a 3.2 (Sun et al., 2018):

$$y_t = \sum_{i=1}^{m} \alpha_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^{m} \beta_j x_{t-j} + \varepsilon_{1t} \tag{3.1}$$

$$x_t = \sum_{i=1}^{n} \gamma_i y_{t-i} + \sum_{j=1}^{n} \mu_j x_{t-j} + \varepsilon_{2t} \tag{3.2}$$

kde x_t a y_t jsou časové řady a ε_{1t} a ε_{2t} představují chybové termíny, které se předpokládají bez korelace; m a n představují maximální počet zpoždění. Pokud je nulová hypotéza $\beta_1 = \beta_2 = \ldots = \beta_m = 0$ v rovnici (1) je zamítnuta, znamená to, že x působí na y. Stejně tak když je $\mu_1 = \mu_2 = \ldots = \mu_n = 0$ v rovnici (2) zamítnuta, znamená to, že y působí na x. Pokud jsou obě nulové hypotézy zamítnuty současně, existuje dvojitá kauzalita mezi x a y. Pokud jsou obě nulové hypotézy přijaty, neexistuje kauzalita mezi x a y.

Existují tři druhy vztahů:

1. Jednosměrná kauzalita od i do j, potom $GC_{ij} = 1$ a $GC_{ji} = 0$.
2. Obousměrná kauzalita mezi i a j, potom $GC_{ij} = 1$ a $GC_{ji} = 1$.
3. Neexistuje kauzalita mezi i a j, potom $GC_{ij} = 0$ a $GC_{ji} = 0$.

Velikost Grangerovy kauzality může být odhadnuta logaritmem odpovídající F-statistiky. Aby bylo možné testovat Grangerovu kauzalitu mezi dvěma časovými řadami, je třeba vypočítat účinek všech proměnných „lag“ na aktuální proměnné (3.3) (Gao et al., 2017; Tsay, 2010):

$$FPE(n) = \det\left(\tilde{\Sigma}_{\mathrm{u}}(n)\right)\left(\frac{T+n^*}{T-n^*}\right)^{\mathrm{K}} \tag{3.3}$$

kde $\det\left(\tilde{\Sigma}_{\mathrm{u}}(n)\right)$ je odhad maximální pravděpodobnosti (přesněji jde o logaritmus determinantu odhadované matice kovariance šumu (chyba predikce) pro VAR model pořadí, který odpovídá datům M-kanálu), n označuje pořadí procesu VAR připojeného k datům, T je velikost vzorku a K je rozměr časové řady.

Kritérium podle Akaike (1973, 1974) je založené na zcela odlišném odůvodnění a odvozuje velmi podobné kritérium, obvykle je zkrácené jako AIC (Akaike's Information Criterion). Pro proces VAR(n) je kritérium definováno jako (3.4):

Akaikovo informační kritérium (Akaike, 1973):

$$AIC(n) = \ln\det\left(\tilde{\Sigma}_{\mathrm{u}}(n)\right) + \frac{2}{T}nK^2 \tag{3.4}$$

Hannan–Quinn informační kritérium (3.5) (Hannan a Quinn, 1979):

$$HQ(n) = \ln\det\left(\tilde{\Sigma}_{\mathrm{u}}(n)\right) + \frac{2\ln(\ln(T))}{T}nK^2 \tag{3.5}$$

Bayesian informační kritérium (Schwarz, 1978):

$$SC(n) = \ln\det\left(\tilde{\Sigma}_{\mathrm{u}}(n)\right) + \frac{\ln(T)}{T}nK^2 \tag{3.6}$$

Analýza Grangerovy kauzality byla provedena ve statistickém softwaru R spolu s CausalImpact a vars. R je k dispozici za podmínek GNU General Public License.

Pro stanovení vlivu změn daňové politiky na ekonomickou situaci biopaliv v kapitole 4.1, 4.2 a 4.3 byly použity následující vzorce (3.7–3.21). Představují modifikovanou a rozšířenou metodiku výpočtů úrovně kompenzačních podpor dokumentu „Víceletého programu podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015–2020“ (2014).

$$PRb = Db - Pb \tag{3.7}$$

kde *PRb* je vypočtená úroveň kompenzace (překompenzace) biopaliv, Kč/l; je-li hodnota záporná, k překompenzaci nedochází. Překompenzace zároveň představuje výši spotřební daně, která by měla být pro biopalivo nebo směsné palivo zavedena. *Db* je výše uplatňované daňové úlevy u biopaliva, Kč/l; *Pb* je potřebná podpora biopaliva, Kč/l.

$$PRs = Ds - Ps \tag{3.8}$$

kde *PRs* je vypočtená úroveň kompenzace (překompenzace) směsného paliva, Kč/l; je-li hodnota záporná, k překompenzaci nedochází. Překompenzace zároveň představuje výši spotřební daně, která by měla být pro biopalivo nebo směsné palivo zavedena. *Ds* je výše uplatňované daňové úlevy u směsného paliva, Kč/l; *Ps* je potřebná podpora směsného paliva, Kč/l.

$$Pb = \frac{Nb - Nf}{Sb} \tag{3.9}$$

kde *Pb* je potřebná podpora biopaliva, Kč/l; *Nb* jsou náklady na využívání biopaliva, Kč/100 km; *Nf j*sou náklady na využívání fosilního paliva, Kč/100 km; *Sb* je spotřeba biopaliva, l/100 km.

$$Ps = \frac{Ns - Nf}{Ss} \tag{3.10}$$

kde *Ps* je potřebná podpora směsného paliva, Kč/l; *Ns* jsou náklady na využívání směsného paliva, Kč/100 km; *Nf* jsou náklady na využívání fosilního paliva, Kč/100 km; *Ss* je spotřeba směsného paliva, l/100 km.

$$Nf = VOCf \cdot Sf + Uf \tag{3.11}$$

kde *Nf* jsou náklady na využívání fosilního paliva, Kč/100 km; *VOCf* je velkoobchodní cena fosilního paliva, Kč/l; zahrnuje plnou spotřební daň; *Sf* je spotřeba fosilního paliva, l/100 km; *Uf* jsou náklady na údržbu vozidla provozovaného na fosilní palivo, Kč/100 km.

$$Nb = (VOCb + Db + CMb) \cdot Sb + Ub \tag{3.12}$$

kde *Nb* jsou náklady na využívání biopaliva, Kč/100 km. Část vzorce v závorce představuje nedotovanou cenu biopaliva nebo směsného paliva. *VOCb* je velkoobchodní cena biopaliva, Kč/l; může zahrnovat částečnou spotřební daň; *Db* je výše uplatňované daňové úlevy u biopaliva, Kč/l; *CMb* je cenová spotřebitelská motivace u biopaliva, Kč/l; *Sb* je spotřeba biopaliva, l/100 km; *Ub* jsou náklady na údržbu vozidla provozovaného na biopalivo, Kč/100 km.

$$Ns = (VOCs + Ds + CMs) \cdot Ss + Us \tag{3.13}$$

kde *Ns* jsou náklady na využívání směsného paliva, Kč/100 km. Část vzorce v závorce představuje nedotovanou cenu biopaliva nebo směsného paliva. *VOCs* je velkoobchodní cena směsného paliva, Kč/l; může zahrnovat částečnou spotřební daň (podle aktuálního stavu); *Ds* je výše uplatňované daňové úlevy u směsného paliva, Kč/l; *CMs* je cenová spotřebitelská motivace u směsného paliva, Kč/l; *Ss* je spotřeba směsného paliva, l/100 km; *Us* jsou náklady na údržbu vozidla provozovaného na směsné palivo, Kč/100 km.

$$Uf = \frac{CO \cdot 100}{Vf} \tag{3.14}$$

kde *Uf* jsou náklady na údržbu vozidla provozovaného na fosilní palivo, Kč/100 km; *CO* je cena výměny oleje, Kč; *Vf* je četnost výměny oleje u vozidla provozovaného na fosilní palivo, která je dána vzdáleností ujeté na jednu náplň, km.

$$Ub = \frac{CO \cdot 100}{Vb} \tag{3.15}$$

kde *CO* je cena výměny oleje, Kč; *Vb* je četnost výměny oleje u vozidla provozovaného na biopalivo, která je dána vzdáleností ujeté na jednu náplň, km.

$$Us = \frac{CO \cdot 100}{Vs} \tag{3.16}$$

kde *Us* jsou náklady na údržbu vozidla provozovaného na směsné palivo, Kč/100 km; *CO* je cena výměny oleje, Kč; *Vs* je četnost výměny oleje u vozidla provozovaného na směsné palivo, která je dána vzdáleností ujeté na jednu náplň, km

$$Sb = Sf \cdot Kb \tag{3.17}$$

kde *Sb* je spotřeba biopaliva, l/100 km; *Sf* je spotřeba fosilního paliva, l/100 km; *Kb* je koeficient nárůstu spotřeby u biopaliva, bezrozměrný.

Výpočet spotřeby biopaliva nebo směsného paliva pomocí vzorce 4.17 lze uplatnit v případě, že není přímo tabelována hodnota spotřeby, ale pouze koeficient nárůstu spotřeby biopaliva nebo směsného paliva (3.18)

$$Ss = Sf \cdot Ks \tag{3.18}$$

kde *Ss* je spotřeba směsného paliva, l/100 km; *Sf* je spotřeba fosilního paliva, l/100 km; *Ks* je koeficient nárůstu spotřeby u směsného paliva, bezrozměrný.

Výpočet spotřeby biopaliva nebo směsného paliva pomocí vzorce 3.18 lze uplatnit v případě, že není přímo tabelována hodnota spotřeby, ale pouze koeficient nárůstu spotřeby biopaliva nebo směsného paliva (3.19).

$$Ks = \frac{Kb \cdot X}{100} + \frac{100 - X}{100} \tag{3.19}$$

kde *Ks* je koeficient nárůstu spotřeby u směsného paliva, bezrozměrný; *Kb* je koeficient nárůstu spotřeby u biopaliva, bezrozměrný; *X* je objemový podíl biosložky ve směsném palivu, %.

$$NUb = \frac{PRb \cdot 100}{SD} \tag{3.20}$$

kde *NUb* je nutná úroveň zdanění biopaliva; *PRb* je vypočtená úroveň kompenzace (překompenzace) biopaliva, Kč/l; je-li hodnota záporná, k překompenzaci nedochází. Překompenzace zároveň představuje výši spotřební daně, která by měla být pro biopalivo nebo směsné palivo zavedena. *SD* je spotřební daň, Kč/l.

Hodnota *NUb* je pouze pomocná pro rozhodování a není přímo uvedena v kalkulacích a tabulkách, aby nedošlo k záměně s jiným způsobem zdanění paliv. Hodnota nutné úrovně zdanění biopaliva/směsného paliva může být využita pro stanovení případné korekce daňových úlev.

$$NUsp = \frac{PRs \cdot 1000}{SD \cdot X} \tag{3.21}$$

kde *NUsp* je nutná úroveň zdanění směsného paliva; *PRs* je vypočtená úroveň kompenzace (překompenzace) směsného paliva, Kč/l; je-li hodnota záporná, k překompenzaci nedochází. Překompenzace zároveň představuje výši spotřební daně, která by měla být pro biopalivo nebo směsné palivo zavedena. *SD* je spotřební daň, Kč/l; X je objemový podíl biosložky ve směsném palivu, %.

Hodnota *NUsp* je pouze pomocná pro rozhodování a není přímo uvedena v kalkulacích a tabulkách, aby nedošlo k záměně s jiným způsobem zdanění paliv. Hodnota nutné úrovně zdanění biopaliva / směsného paliva může být využita pro stanovení případné korekce daňových úlev. Nutná úroveň zdanění biopaliva a nutná úroveň zdanění směsného paliva je procentuální hodnota odpovídající úrovni zdanění, jejímž základem je sazba spotřební daně fosilního paliva. Podle výsledné hodnoty nutné úrovně zdanění by se mělo rozhodnout o snížení daňových úlev a zavedení částečného zdanění pro biosložky; a to ve stejném poměru pro čistá biopaliva i směsná paliva, neboť není žádoucí stanovovat spotřební daň pro biosložky v jiném než stejném poměru.

V tabulce 3.1 je stanovení korekce koeficientu nárůstu spotřeby a cenové spotřebitelské motivace s ohledem na vyšší cenu vozidel a motorů způsobenou plněním emisních norem EURO 5, EURO 6 a skladování podle ČSN 65 6500/2012 u provozovatelů.

Tab. 3.1 Stanovení korekce koeficientu nárůstu spotřeby a cenové spotřebitelské motivace

	FAME B100	Řepkový olej	SMN B30	Ethanol E85	Ethanol E95	Motorová Nafta	Motorový benzin
Výhřevnost (MJ/l)	33	34	0,3 x 33 + 0,7 x 36 = 35,10	0,7 x 21 + 0,3 x 32 = 24,30	21	36	32
Koeficient nárůstu spotřeby oproti fosilním palivům (-)	1,1	1,12	1,03	1,3	1,7	1	1
Cenová spotřebitelská motivace celkem, z toho: (Kč/l)	**2,00**	**2,75**	**1,20**	**1,52**	**8,32**	-	-
- vyšší cena vozidel, motorů,	1,30	1,30	0,90	1,10	1,30	-	-
- vyšší požadavky na skladování a dobu použitelnosti,	0,50	0,60	0,20	0,42	0,42	-	-
- použití reagentů (Ad Blue) a aditiv pro zvyšován cetanového čísla a schopnosti vznícení	0,20	0,85	0,10	-	6,60	Ano	-

Zdroj: VÚZT, v.v.i.

V tabulce 3.2 jsou uvedeny ostatní vstupní data kalkulace bionafty B100 (FAME)

Tab. 3.2 Vstupní data kalkulace B100

Parametr	Značení	Jednotka	Hodnota
Spotřeba nafty	*Sf*	l/100km	5
Koef. nárůstu spotřeby B10	*Kb*	-	1,1
Spotřeba B100	*Sb*	l/100km	5,5
Podíl biosložky ve směsi	*X*	%	100
Cena výměny oleje	*CO*	Kč	1500
Četnost výměny oleje u nafty	*Vf*	km	30000
Četnost výměny oleje u B100	*Vb*	km	15000
Cenová spotřebitelská motivace u B100	*CMb*	Kč/l	2
Náklady na údržbu vozidla na naftu	*Uf*	Kč/100km	5
Náklady na údržbu vozidla na B100	*Ub*	Kč/100km	10

V tabulce 3.3 jsou uvedeny ostatní vstupní data kalkulace bionafty B30 (SMN30)

Tab. 3.3 Vstupní data kalkulace B30

Parametr	Značení	Jednotka	Hodnota
Spotřeba nafty	*Sf*	l/100km	5
Koef. nárůstu spotřeby B30	*Ks*	-	1,03
Spotřeba B30	*Ss*	l/100km	5,15
Podíl biosložky ve směsi	*X*	%	30
Cena výměny oleje	*CO*	Kč	1500
Četnost výměny oleje u nafty	*Vf*	km	30000
Četnost výměny oleje u B30	*Vs*	km	25000
Cenová spotřebitelská motivace u B30	*CMs*	Kč/l	1,2
Náklady na údržbu vozidla na naftu	*Uf*	Kč/100km	5
Náklady na údržbu vozidla na B30	*Us*	Kč/100km	6

V tabulce 3.4 jsou uvedeny ostatní vstupní data kalkulace bioethanolu E85.

Tab. 3.4 Vstupní data kalkulace E85

Parametr	Značení	Jednotka	Hodnota
Spotřeba benzinu	*Sf*	l/100km	6
Koef. nárůstu spotřeby ethanolu E85	*Ks*	-	1,3
Spotřeba ethanolu E85	*Ss*	l/100km	7,8
Podíl biosložky ve směsi	*X*	%	85
Cena výměny oleje	*CO*	Kč	1500
Četnost výměny oleje u benzinu	*Vf*	km	30000
Četnost výměny oleje u ethanolu E85	*Vs*	km	15000
Cenová spotřebitelská motivace u ethanolu E85	*CMs*	Kč/l	1,52
Náklady na údržbu vozidla na benzin	*Uf*	Kč/100km	5
Náklady na údržbu vozidla na ethanol E85	*Us*	Kč/100km	10

Podíl se pohybuje 70–85 %, pro účel kalkulace je hodnota konstantní, ve skutečnosti je výše úlevy (vratky) proměnlivá v závislosti na aktuálním obsahu biosložky

Pro kapitolu 4.2 byly dále použity následující vzorce (3.22–3.25)

Párový dvouvýběrový test

Existují dva výběry, jejichž hodnoty spolu tvoří páry závislých pozorování. Test hypotézy, že výběry $X_1, \ldots X_n$ a $Y_1, \ldots Y_n$ pocházejí z rozdělení se stejnými středními hodnotami μ_1 a μ_2 lze převést na jednovýběrový *z*-test (*t*-test) aplikovaný na hodnoty diferencí daných měření d_i. Soubor diferencí lze považovat za náhodný výběr o rozsahu *n* z rozdělení $N(\mu_d, \sigma_d^2)$, kde:

$$\mu_d = \mu_1 - \mu_2 \tag{3.22}$$

Aritmetický průměr tohoto výběru (diferencí) je:

$$\bar{d} = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} d_i = \bar{x} - \bar{y} \tag{3.23}$$

Rozptyl tohoto výběru je:

$$s_d^2 = \frac{1}{n-1}\sum_{i=1}^{n}(d_i - \bar{d})^2 = \frac{n\sum_{i=1}^{n} d_i - \left(\sum_{i=1}^{n} d_i\right)^2}{n(n-1)} \tag{3.24}$$

Místo hypotézy: H_0: $\mu_1 = \mu_2$ testuje hypotézu:

H_0: $\mu_d = 0$ oproti alternativě

H_1: $\mu_d \neq 0$

Testové kritérium má tvar:

$$z = \frac{\bar{d} - E(\bar{d})}{\sqrt{\frac{s_d^2}{n}}} = \frac{\bar{d}}{s_d}\sqrt{n} \tag{3.25}$$

Kritický obor *W*: $\left(-\infty; -u_{1-\alpha/2}\right\rangle \vee \left\langle u_{1-\alpha/2}; \infty\right)$

Jednostranné testy: kritický obor *W*: $\left\langle u_{1-\alpha}; \infty\right)$ - **pravostranný test**, *W*: $\left(-\infty; -u_{1-\alpha}\right\rangle$ - **levostranný test.** Pokud je malý počet pozorování, je možné použít testové kritérium *t*, které má Studentovo rozdělení $t(\nu)$.

Tento je možné použít i u nezávislých výběrů se stejnými rozsahy, tedy v situaci, kdy by se měl použít dvouvýběrový *z*-test (*t*-test). V takovém případě dojde pouze k méně efektivnímu zpracování informace obsažené ve výběrových datech.

Pro vyhodnocení byl použit analytický software IBM SPSS, který výpočty doplnil o korelaci.

Pro kapitolu 4.4 a 4.5 byly dále použity následující výpočty a vzorce (3.26–3.44)

Model AutoRegressive Integrated Moving-Average ARIMA

Pro nestacionární řady, které lze převést na stacionární pomocí diferencování, jsou v rámci Box-Jenkinsovy metodologie určeny procesy typu ARIMA. Model ARIMA má tři

parametry *p,d,q*. Skládá se z autoregresního procesu řádu *p* (značí se AR (p)), z integrovaného procesu řádu *d* (značí se I(d) - parametr *d* představuje řád použité diference, abychom časovou řadu stacionarizovali) a z procesu klouzavých průměrů řádu *q* (značí se MA (q)). Model lze zapsat ve tvaru:

$$\phi_p(B)(1-B)^d T_t = \Theta_q(B)e_t \tag{3.26}$$

kde *Φp(B)* značí (operátorovou) část autoregresní procesu řádu *p*, $(1 - B)^d$ představuje část integrovaného procesu řádu *d* a $\Theta q(B)$ značí část procesu klouzavých průměrů řádu *q* v modelu ARIMA (vše s využitím operátoru časového posuvu *q*. Pokud *d* = 0 model ARIMA se redukuje na ARMA(*p,q*), pokud p = 0 redukuje se na IMA(*d, q*) a v případě na ARI(*p, d*).
Identifikace modelu ARIMA probíhá ve třech krocích. V prvním kroku je nutné zhodnotit situaci z grafu. Posoudí se stacionarita časové řady, výskyt odlehlých pozorování. Byly určeny a vytvořeny funkce ACF (autokorelační funkce) a PACF (parciální autokorelační funkce) a společně s DF (Dickey-Fuller viz. níže). Určí se řád diference ke stacionarizace časové řady:

Autokorelační funkce:

$$\rho_k = \frac{\operatorname{cov}(T_t, T_{t-k})}{\sqrt{D(T_t)\sqrt{D(T_t - k)}}} = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} \tag{3.27}$$

kde $\gamma_k = \operatorname{cov}(T_t, T_{t-k})$ je autokovarianční funkce mezi veličinami T_t a T_{t-k}, a vzhledem ke stacionaritě procesu $D(Tt) = D(T_{t-k}) = \gamma_0$. ACF je symetrická kolem $k = 0$, proto se pro její popis je možné omezit na $k \geq 0$. Nabývá hodnot v intervalu ⟨-1;1⟩ a její graf se nazývá korelogram. (Kozák, 1994)

$$\rho_{kk} = \frac{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \cdots & \rho_1 \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \cdots & \rho_2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \rho_{k-3} & \cdots & \rho_k \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} 1 & \rho_1 & \rho_2 & \rho_{k-2} & \rho_{k-1} \\ \rho_1 & 1 & \rho_1 & \rho_{k-3} & \rho_{k-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \rho_{k-1} & \rho_{k-2} & \cdots & \rho_1 & 1 \end{vmatrix}} \tag{3.28}$$

kde || označuje determinant matice. Parciální autokorelace dává informaci o korelaci veličin y_t a y_{t-k} očištěné o vliv veličin ležících mezi nimi (Arlt, 1999). Z ACF a PACF je pak možné ověřit, zda je řada diferencovaná dostatečně a následně použít pro identifikaci parametru *p* a *q* (pro identifikaci modelu AR a MA), která je založena na principu porovnávání odhadnutých ACF a PACF s teoretickými ACF a PACF.

Po identifikaci modelu následuje jeho ověřování, které je založeno na testech, které zkoumají, zda jsou rezidua nekorelovaná a následně testování významnosti parametrů modelu

pomocí t-testu. Boxova-Jenkinsova metodologie má softwarovou podobu, která obsahuje jak výpočty ACF a PACF tak i potřebné testy na ověřování modelu, jenž je dnes běžně dostupná (STATISTICA, STRATGRAPHICS jiné). Pro výpočet byl použit počítačový statistický systém Gretl.

Dickey-Fullerův test

Aby mohly být proměnné kointegrované, existují dle definice dvě podmínky. První podmínkou je, že každá z proměnných musí být nestacionární. Speciálním případem nestacionární proměnné je proměnná obsahující jednotkový kořen, neboli *I(1)*. K testování jednotkového kořene v časové řadě je určen Dickeyho-Fullerův test.

Dickey-Fullerův test (DF-test) vyvinuli Dickey a Fuller (viz Dickey a Fuller (1979)). Základním úkolem tohoto testu je zkoumat nulovou hypotézu, že β = 1 v rovnici:

$$y_t = \beta_1 y_{t-1} + \epsilon_t \tag{3.29}$$

proti jednostranné alternativě β<1, ϵ_t je reziduální složka. Toto odpovídá nulové hypotéze, že časová řada obsahuje jednotkový kořen. V praxi se častěji používá vyjádření:

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \epsilon_t \tag{3.30}$$

kde ϕ=β−1, tudíž testování hypotézy β=1 je ekvivalentní testování hypotézy ϕ=0.

DF-test je znám jako τ-testy a byly navrženy jeho tři varianty, respektive tři regresní rovnice, které můžou být použity pro testování přítomnosti jednotkového kořene:

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \epsilon_t \tag{3.31}$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \phi_{y-t} + \epsilon_t \tag{3.32}$$

$$\Delta y_t = \beta_0 + \phi_{y-t} + \beta_2 + \epsilon_t \tag{3.33}$$

kde rovnice 4.32 obsahuje úrovňovou konstantu a rovnice 3.33 obsahuje úrovňovou konstantu a deterministický trend, přičemž nás ve všech rovnicích zajímá pouze to, zda je ϕ = 0.

DF-test používá pro všechny tři varianty (rovnice (3.31), (3.32) a (3.33)) klasickou *t*-statistiku:

$$DF = \frac{\hat{\phi}}{\hat{\sigma}(\hat{\phi})} \tag{3.34}$$

V Tabulce 3.5 jsou uvedeny vybrané kritické hodnoty Dickey-Fullerova testu pro velikost vzorku 500 a pro asymptotický případ, kdy se velikost vzorku blíží nekonečnu. Některé softwary (např. Gretl) používají pro výpočet odpovídajících p-hodnot DF-testu algoritmus s větší přesností na malých vzorcích, který vyvinul MacKinnon (1996).

Tab. 3.5 Kritické hodnoty Dickey-Fullerova testu

	1%	5 %	10 %
	Bezúrovňové konstanty a deterministického trendu		
T=500	-2,58	-1,95	-1,62
T=∞	-2,58	-1,95	-1,62
	S úrovňovou konstantou, bez deterministického trendu		
T=500	-3,44	-2,87	-2,57
T=∞	-3,43	-2,86	-2,57
	S úrovňovou konstantou a deterministickým trendem		
T=500	-3,98	-3,42	-3,13
T=∞	-3,96	-3,41	-3,12

(Brooks, 2008)

Ne všechny proměnné můžou být reprezentovány pomocí zmíněných modelů. Na tyto modely lze použít DF-test pouze za předpokladu, že reziduální složka ϵt představuje bílý šum. Pokud ovšem závisle proměnná Δy_t obsahuje autokorelovanost, která není dostatečně zohledněna v uvažovaném modelu, pak DF-test nelze použít. Tento případ může způsobit, že pravděpodobnost zamítnutí platné nulové hypotézy bude větší než uvažovaná hladina významnosti (např. 5 %). Řešením je rozšířit odhadovanou rovnici o p zpoždění závislé proměnné. Tyto zpoždění absorbují dynamickou strukturu obsaženou v této proměnné, což zajistí, že reziduální složka ϵ_t není autokorelovaná. Tento test se nazývá rozšířený Dickey-Fullerův test (augmented DF test, ADF test) a např. původní rovnice (3.29) má tvar 3.35–3.37:

$$\Delta y_t = \phi y_{t-1} + \sum_{i=1}^{p} \alpha_i \Delta y_{t-1} + \epsilon_t \tag{3.35}$$

kde

$$\phi = -(1 - \sum_{i=1}^{p} \alpha_i) \tag{3.36}$$

a

$$\alpha_i = -\sum_{j=i}^{p} \alpha_j \tag{3.37}$$

Také v rovnici (3.35) je podstatná pouze hodnota ϕ, pokud je ϕ=0, proměnná obsahuje jednotkový kořen. Kritické hodnoty opět závisí na tom, zda je do rovnice zahrnuta úrovňová konstanta nebo deterministický člen a jsou stejné jako v případě Dickey-Fullerova testu bez rozšíření (viz tab. 3.5).

Dále je počítána **doba návratnosti investice**, tedy doba (počet let), za kterou peněžní příjmy z investice vyrovnají počáteční kapitálový výdaj na investici. Doba návratnosti (Payback Period) tak udává počet let, které jsou zapotřebí k tomu, aby se kumulované hotovostní toky od roku 1 vyrovnaly investici, tedy počet let, po který se investice bude vracet. Jestliže je výsledná hodnota menší než doba životnosti projektu, náklady na něj vynaložené se v době jeho provozu vrátí.

Pro finanční analýzu jsou použity následující vzorce. Doba návratnosti vypočtena pomocí rovnice 3.38:

$$pp = \frac{p-n}{p} + n_y = 1 + n_y - \frac{n}{p} \tag{3.38}$$

kde *pp* je doba návratnosti, a n_y je počet let (po počáteční investici), při které nastane poslední záporná hodnota kumulativního peněžního toku; *n* je hodnota kumulativního peněžního toku, při němž nastává poslední záporná hodnota kumulativního peněžního toku; *p* je hodnota peněžního toku, při němž nastává první kladná hodnota kumulativního peněžního toku.

Také návratnost investice *ROI* (Return of Investment) se vypočte podle rovnice 3.39:

$$ROI = \frac{P}{C} \cdot 100 \tag{3.39}$$

kde *P* je čistý zisk a *C* jsou investiční výdaje.

Dobu návratnosti lze použít jako:

1. statickou metodu, která nezohledňuje faktor času
2. dynamickou metodu, kdy zohledníme faktor času tím, že doplníme dobu návratnosti o diskontování hotovostních toků.

Metoda se používá spíše jako doplňková, její nevýhodou je, že nezohledňuje finanční toky plynoucí z investice, které následují po dosažení doby návratnosti.

Další aplikovanou statistikou je **výpočet volatility výnosů**, který se v praxi provádí za pomocí směrodatné odchylky (statisticky odmocniny rozptylu). Jedná se zjednodušeně o násobky vzdáleností výnosů za jednotlivé období od průměru těchto výnosů. Čím jsou tyto vzdálenosti od průměrného výnosu větší, tím je větší volatilita vyjádřena směrodatnou odchylkou. Graficky si pak můžeme představit situaci, kdy dosáhneme stejného zhodnocení na konci sledované periody, ale v jednom případě méně volatilní cestou a v druhém případě více volatilní cestou (3.40).

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{N} (x_i - \bar{x})^2}{N}} \tag{3.40}$$

kde σ je volatilita (směrodatná odchylka), x_i výnosy za jednotlivá *i*-tá období, $\bar{x}$ je průměrný výnos, *N* je počet zkoumaných období.

Vyšší hodnota směrodatné odchylky pak vyjadřuje vyšší hodnotu volatility výnosů a více rozkolísanou equity křivku. Jestliže mají dvě různé křivky stejnou volatilitu (směrodatnou odchylku), neznamená to stejný konečný výnos. Při stejné volatilitě výnosů může jedna investice vydělat a druhá prodělat. Proto je nutné brát v potaz jak výnos, tak volatilitu výnosů.

Čistá současná hodnota jako součet současných (diskontovaných) hodnot všech peněžních toků transakce (investice). Čistá současná hodnota je finanční veličina vyjadřující celkovou současnou (tj. diskontovanou) hodnotu všech peněžních toků souvisejících

s investičním projektem. Používá se jako kritérium pro hodnocení výnosnosti investičních projektů. Hlavní výhodou tohoto kritéria je zohlednění faktoru času. Je jedním z nejvhodnějších a nejpoužívanějších finančních ukazatelů. Je v něm zahrnuta celá doba životnosti projektu, i možnost investování do jiného stejně rizikového projektu. Bere v úvahu časovou hodnotu peněz, závisí pouze na předvídaných hotovostních tocích a alternativních nákladech kapitálu (3.41).

$$NPV = \sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+r)^t} \tag{3.41}$$

kde *NPV* je čistá současná hodnota; CF_t jsou peněžní toky v jednotlivých letech; *n* je doba životnosti projektu; *r* je diskontní úroková míra.

Výhodou této metody je, že jí lze popsat libovolné peněžní toky, a také fakt, že výsledkem je absolutní hodnota přínosu investice v dnešních cenách. Výsledná hodnota udává, kolik peněz realizace investice podniku přinese.

Je-li *NPV* kladná, investice se podniku vyplatí. Je-li *NPV* záporná, investice se nevyplatí a v případě, že je *NPV* = 0 investice podniku nic nepřinese vzhledem ke stavu před investováním. V případě srovnání více investičních alternativ, je preferována vyšší NPV (McLaney a Atrill, 2012; Pesaran a Pesaran, 2009).

Diskontní sazba se stanovuje jako bezriziková sazba tzv. risk-free rate a přirážka za riziko tzv. risk premium. Pro účely disertační práce byla stanovena bezriziková sazba jako průměr výnosu státních dluhopisů s nejmenším rizikem Německa tzv. Bunds a USA státních dluhopisů tzv. T-bill. Výnos německých dluhopisů byl stanoven za předchozí období ve výši 0,29 % a výnos dluhopisů USA byl 2,83 %. V portfoliu bylo předpokládáno stejné zastoupení dluhopisů Německa a USA, t j. bezriziková sazba byla stanovena jako vážený průměr 0,29 % a 2,83 % tedy 1,56 %. Dále je třeba stanovit tzv. přirážku za riziko tedy risk premium. Risk premium je stanoveno jako koeficient β investice násobeno rozdílem očekávaného tržního výnosu a bezrizikové sazby (3.42):

$$\bar{r}_a = r_f + \beta_a (\bar{r}_m - r_f) \tag{3.42}$$

kde r_f je bezriziková sazba, β_a je koef. investice, systematický rizikový faktor, r_m je očekávaný tržní výnos. Jako hodnota pro výnos z trhu byla zvolena průměrná hodnota 5ti největších společností v odvětví.

Vnitřní výnosové procento (Internal Rate of Return), obvykle se používá zkratka *IRR*, je ukazatel pro relativní výnos (rentabilitu), kterou projekt během svého životního cyklu poskytuje (3.43)

$$\sum_{t=0}^{n} \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} = 0 \tag{3.43}$$

kde *IRR* je vnitřní výnosové procento; *CFt* jsou peněžní toky v jednotlivých letech; *n* je doba životnosti projektu.

Číselně je rovna diskontní sazbě, při které je *NPV* rovna nule. U investic s dobou životnosti přesahující 2 roky se počítá použitím iteračních metod či metodou pokusů a omylů. Investice dle tohoto kritéria přijatelná, pokud je *IRR* větší než diskontní sazba či *WACC* (Weighted Average Cost of Capital Vážený průměr nákladů kapitálu).

Čím vyšší je *IRR*, tím vyšší je návratnost investice. *IRR* lze použít pouze u investic s konvenčními peněžními toky, kdy znaménko u finančních toků v jednotlivých obdobích se změní pouze jednou. U nekonvenčních peněžních toků, kdy dochází ke změně znaménka u finančních toků v jednotlivých obdobích několikrát, může nabývat *IRR* více hodnot. V případě, že jsou samá kladná cash flow (v případě dotaci na počáteční investici), nemusí *IRR* vůbec existovat.

Bod zvratu (anglicky Break-Even Point, někdy se mu říká i bod zlomu) je takový objem produkce, při které se celkové náklady vyrovnají s celkovými výnosy. Bod zvratu vyjadřuje vztah mezi obratem, náklady a ziskem a to formou tzv. kritického bodu, který vyjadřuje okamžik, kdy obrat kryje celkové náklady podniku.

Od tohoto bodu se ve firmě či v projektu začíná tvořit zisk. Bod zvratu ve své klasické podobě informuje o tom, jaké množství produkce je nutné prodat, aby se začal tvořit zisk. Jde tedy v podstatě o objemový ukazatel (3.44).

$$Q = \frac{F}{P - VC} \tag{3.44}$$

kde *Q* je množství bodu zvratu, *P* je cena produktu, *F* jsou fixní náklady, *VC* jsou variabilní náklady na jednotku produktu.

Výpočet bodu zvratu pomáhá identifikovat vliv změny tržeb, fixních a variabilních nákladů na rentabilitu podnikání a je jedním z klíčových prvků pro finanční analýzu výsledovky a řízení a plánování firmy.

4 Výsledky analýzy dat

Kapitoly 4.1–4.5 představují výsledky experimentální analýzy. Obsahují i některé rešeršní informace pro snadnější orientaci v textu. Data byla získána především z následujících zdrojů: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i., Kurzy.cz, Ropa Brent a WTI, ČSÚ, MPO, MZe. Zmíněné zdroje data evidují a aplikují pro modifikaci EU.

4.1 Analýza časových řad cen biopaliv a jejich daňového zvýhodnění

Primární data byla získána z **Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v.v.i.** Tato data reprezentují vývoj cen paliv v průběhu let 2015–2017 na týdenní bázi. Skupina dvou vysvětlujících proměnných – Ropa Brent (N = 157, $\bar{x}$ = 50.99, SD = 7.81) a řepka olejka (N = 156, $\bar{x}$ = 0.49, SD = 0.025) – byla použita k výpočtu skupiny pěti vysvětlovaných proměnných – Motorová nafta (N = 157, $\bar{x}$ = 22.30, SD = 1.41), směsná motorová nafta B30 (N = 157, $\bar{x}$ = 22.32, SD = 1.18), bionafta B100 (N = 157, $\bar{x}$ = 22.83, SD = 2.87), benzín Natural 95 (N = 157, $\bar{x}$ = 23.05, SD = 1.41) a bioethanol E85 (N = 133, $\bar{x}$ = 19.84, SD = 1.09).

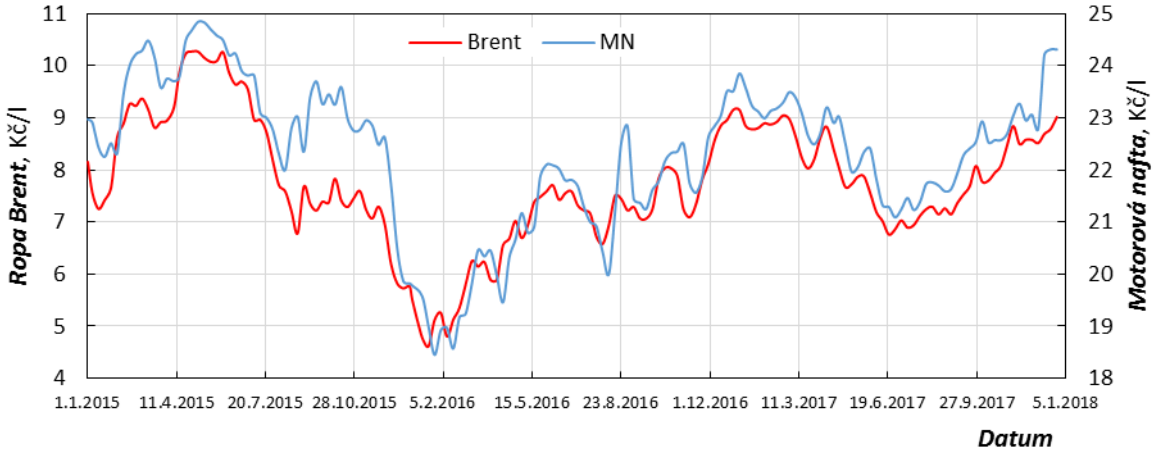
Hypotézy jsou hodnoceny na úrovni významnosti α = 0,05. Znamená to, že pokud hodnota p<hodnota významnosti, pak nulová hypotéza bude odmítnuta. V opačném případě, pokud hodnota p>hodnota významnosti, nulová hypotéza nelze odmítnout. Pokud mohou být nulové hypotézy odmítnuty, výsledek se zobrazí tučně.

$H1_0$: Neexistuje Grangerova kauzalita mezi ropou a palivem (kde palivo je nafta, směsná motorová nafta B30, bionafta B100, benzin natural 95N a bioethanol E85. Proto $GC_{oil,fuel} = 0$ a $GC_{fuel,oil} = 0$.

$H2_0$: Neexistuje Grangerova kauzalita mezi Canola (řepkový olej) a alternativním palivem (kde alternativním palivem je bionafta B100, bioethanol E85 a směsná motorová nafta B30). Proto $GC_{oil,fuel} = 0$ a $GC_{fuel,oil} = 0$ (viz. kapitola 3.2).

Kapitola se dále zabývá mírou kompenzace výrobních nákladů biopaliv ve vztahu k běžným ropným palivům pro motorová vozidla. Kompenzace si musí odpovídat podle nařízení Evropské unie.

V následujících obrázkách jsou znázorněny vývoje cen jednotlivých paliv překryvem dvou křivek. Hlavní vertikální osa *y* popisuje cenu vysvětlující proměnné (ropa, řepka) a vedlejší horizontální osa *y* popisuje cenu vysvětlované proměnné (nafta, směsná motorová nafta B30, bionafta B100, benzin natural 95 a bioethanol E85). Jednotky na osách *y* jsou vůči sobě vždy v poměru 1:1 – tedy 1 Kč.



Obr. 4.1 Porovnání vývoje cen ropy a motorové nafty 2015–2018
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.1 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje naftu

Model	Lag – stupeň volnosti	F-test	p-hodnota
AIC	df1 = 3, df2 = 292	75.655	**2.20E-16**
HQ	df1 = 2, df2 = 298	112.42	**2.20E-16**
SC	df1 = 2, df2 = 298	112.42	**2.20E-16**
FPE	df1 = 3, df2 = 292	75.655	**2.20E-16**

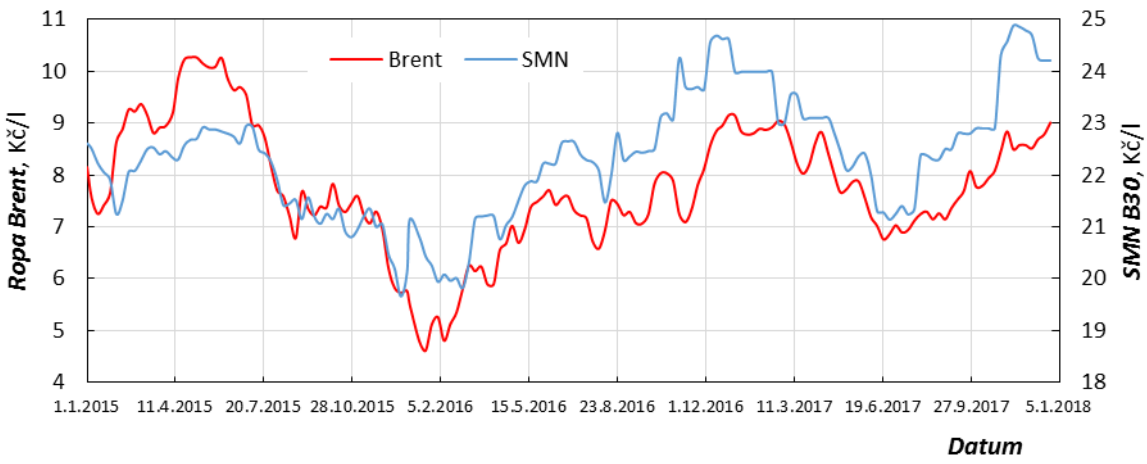
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.2 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality nafta ovlivňuje ropu Brent

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
HQ	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
SC	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
FPE	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků statistické analýzy (tab. 4.1 a 4.2 a obr. 4.1) je vidět významnou jednostrannou závislost. Dále z dat vyplývá, že nárůst ceny ropy o 1 Kč má průměrný nárůst ceny motorové nafty po započítání zpoždění jeden týden také cca 1 Kč. Z toho můžeme usuzovat, že výkyvy ceny motorové nafty jsou závislé především na výkyvech ceny ropy.



Obr. 4.2 Porovnání vývoje cen ropy a směsné motorové nafty B30 2015–2018
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.3 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje SMN B30

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 2, df2 = 298	25.238	**7.49E-11**
HQ	df1 = 2, df2 = 298	25.238	**7.49E-11**
SC	df1 = 2, df2 = 298	25.238	**7.49E-11**
FPE	df1 = 2, df2 = 298	25.238	**7.49E-11**

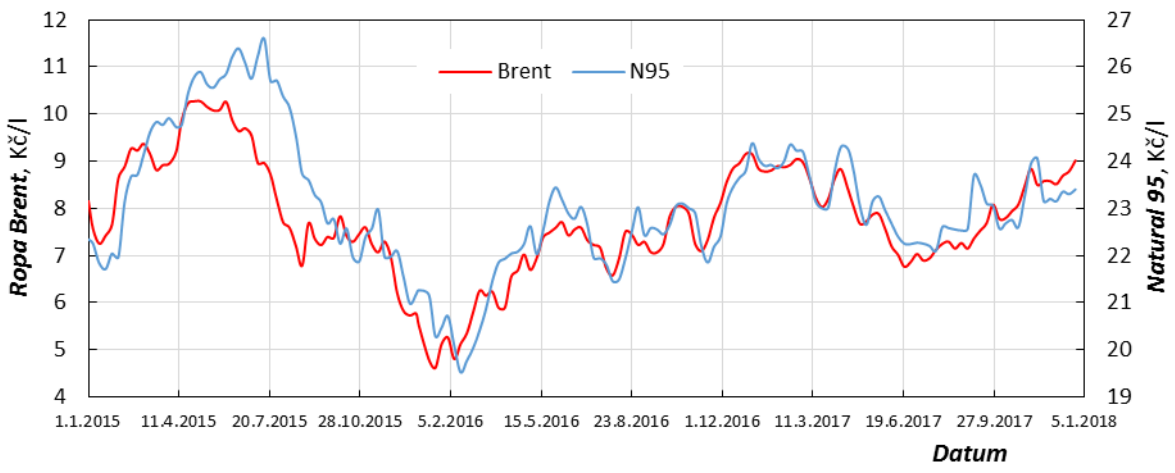
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.4 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality SMN B30 ovlivňuje ropa Brent

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 3, df2 = 292	0.63294	0.59430
HQ	df1 = 2, df2 = 298	0.67578	0.50950
SC	df1 = 1, df2 = 304	1.1805	0.27810
FPE	df1 = 3, df2 = 292	0.63294	0.59430

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků statistické analýzy (tab. 4.3 a 4.4 a obr. 4.2) je zřejmá významná jednostrannou závislost. Dále z dat vyplývá, že nárůst ceny ropy o 1 Kč měl v prvním roce analýzy vliv na růst ceny o cca 1,2 Kč. Během druhého a třetího roku je závislost nárůst spíše 1,3 Kč. Jelikož z předchozí analýzy motorové nafty je vidět vztah 1:1, lze usuzovat, že vliv ceny methylesteru oleje (FAME), ze kterého se směsná motorová nafta skládá, začíná být vyšší.



Obr. 4.3 Porovnání vývoje cen ropy a Naturalu 95 2015–2018
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.5 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje benzin Natural 95.

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 8, df2 = 262	9.9629	**4.16E-12**
HQ	df1 = 2, df2 = 298	38.777	**1.11E-15**
SC	df1 = 1, df2 = 304	54.514	**1.49E-12**
FPE	df1 = 8, df2 = 262	9.9629	**4.16E-12**

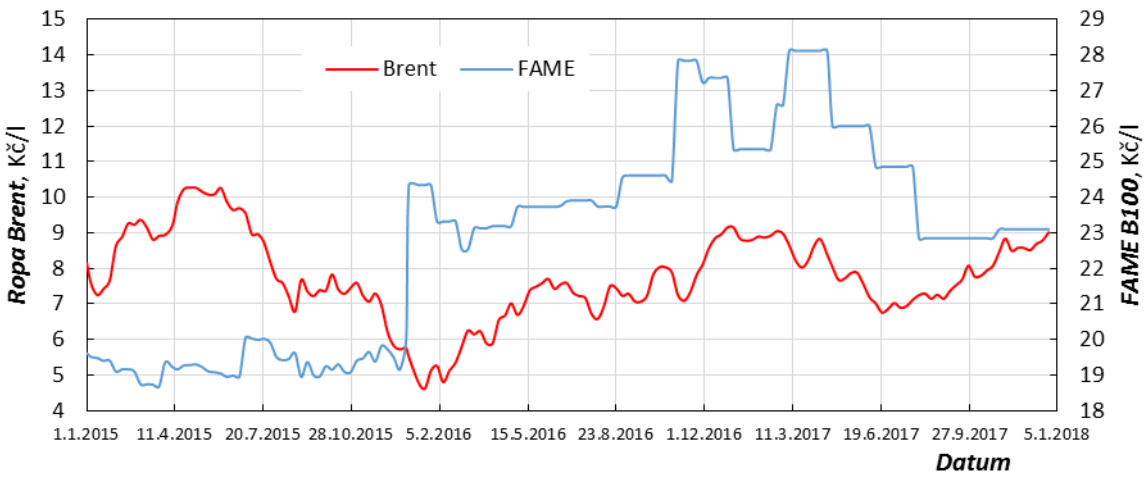
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.6 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality benzin Natural 95 ovlivňuje ropu Brent.

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 2, df2 = 298	2.3412	0.09798
HQ	df1 = 2, df2 = 298	2.3412	0.09798
SC	df1 = 2, df2 = 298	2.3412	0.09798
FPE	df1 = 2, df2 = 298	2.3412	0.09798

Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků statistické analýzy (tab. 4.5 a 4.6 a obr. 4.3) je vidět významná jednostranná závislost. Dále z dat vyplývá, že nárůst ceny ropy o 1 Kč má vliv na růst ceny o cca 1,2 Kč benzinu. Je zde vidět vyšší závislost než u motorové nafty.



Obr. 4.4 Porovnání vývoje cen ropy a bionafty B100 (FAME) 2015–2018
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.7 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje FAME (B100).

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 2, df2 = 298	0.60165	0.54860
HQ	df1 = 1, df2 = 304	0.35724	0.55050
SC	df1 = 1, df2 = 304	0.35724	0.55050
FPE	df1 = 2, df2 = 298	0.60165	0.54860

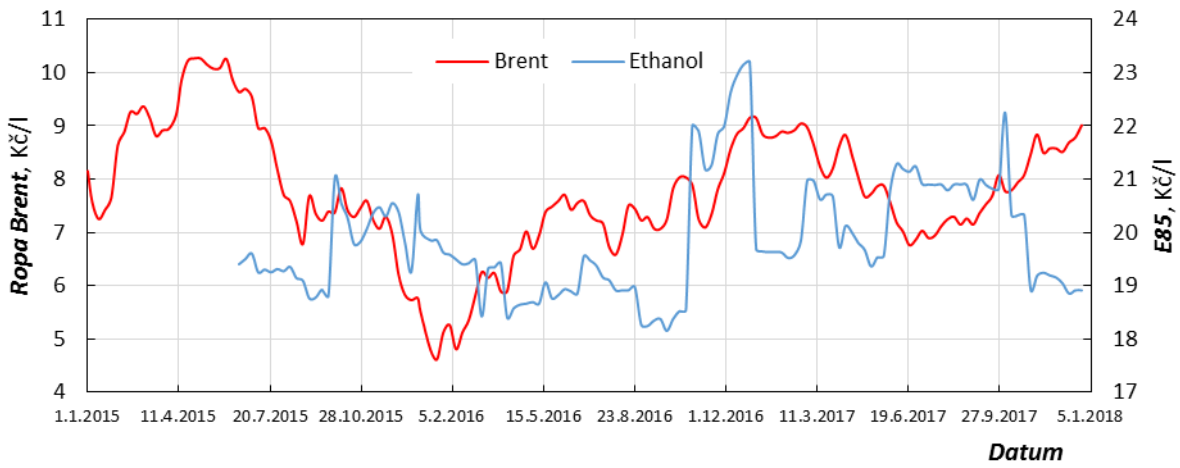
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.8 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality FAME (B100) ovlivňuje ropu Brent.

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
HQ	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
SC	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470
FPE	df1 = 2, df2 = 298	0.25545	0.77470

Zdroj: vlastní zpracování

Mezi těmito časovými řadami (tab. 4.7 a 4.8 a obr. 4.4) nebyl zjištěn statisticky významný účinek. Cena FAME (B100) je dle analýzy od 1.1.2016 se zavedením spotřební daně uměle nastavovaná.



Obr. 4.5 Porovnání cen ropy Brent a ethanolu E85 2015–2018
Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.9 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje E85.

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 5, df2 = 100	7.7162	**3.59E-06**
HQ	df1 = 2, df2 = 250	1.3115	0.27
SC	df1 = 2, df2 = 250	1.3115	0.27
FPE	df1 = 5, df2 = 100	7.7162	**3.59E-06**

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.10 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality E85 ovlivňuje ropu Brent.

Model	Lag - stupeň volnosti	F- test	p-hodnota
AIC	df1 = 11, df2 = 64	1.3644	0.21170
HQ	df1 = 2, df2 = 118	2.0688	0.13090
SC	df1 = 1, df2 = 124	0.22508	0.63600
FPE	df1 = 11, df2 = 64	1.3644	0.21170

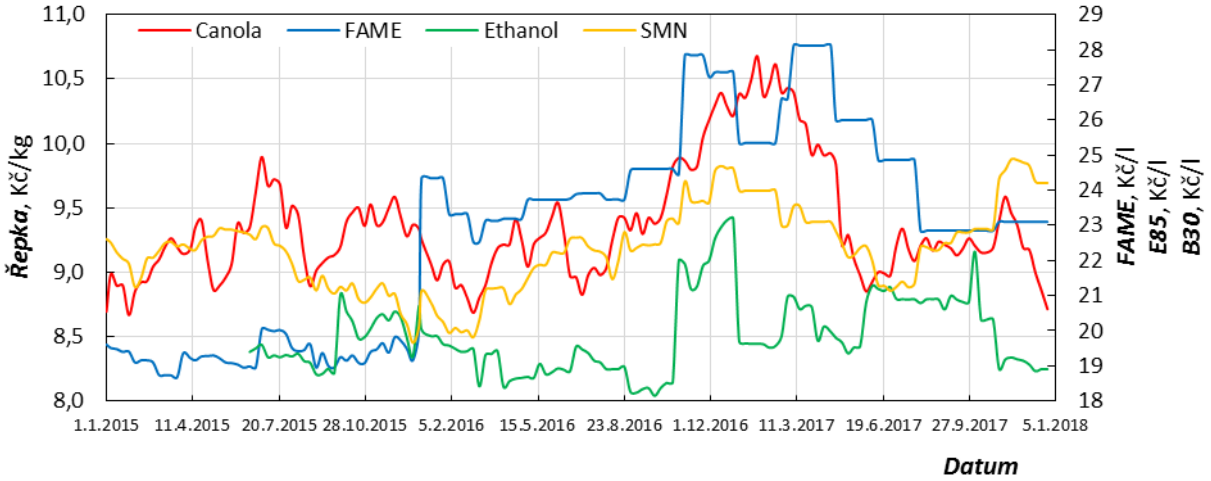
Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky této analýzy jsou klasickým příkladem různých výsledků mezi AIC / FPE a HQ / SC (tab. 4.9 a 4.10 a obr. 4.5). Ve výše uvedené metodice bylo uvedeno, že v malých vzorcích mohou mít AIC a FPE lepší vlastnosti než HQ a SC. Je tedy možné usoudit, že v tomto případě je AIC/FPE důvěryhodnějším řešením. Proto je nutné zmínit, že na úrovni významu je možné odmítnout nulovou hypotézu o neexistenci účinků Grangerovy kauzality z ropy Brent na E85. A samozřejmě je toto řešení pochopitelné, jelikož složení E85 je tvořeno mezi 70–85 % bioetanolem a zbytek je benzín.

Růst ceny ropy Brent je ve všech analyzovaných letech stejný – nárůstem ceny ropy o 1 Kč došlo k nárůstu ceny E85 o cca 1,3 Kč. Stejné zvýšení bylo zjištěno u směsi motorové nafty SMN B30 v letech 2016 a 2017. K porovnání obou vývojů byl použit test Wilcoxonův sign-rank test. Tato metoda byla vybrána (namísto párového t-testu), protože data nejsou z normální distribuce (B30: W = 0,87431, hodnota p = 6,667e-08, E85: W = 0,93387, hodnota

p = 5,992e-05). Výsledek ukázal, že obě časové řady se chovají stejně - hodnota p <2.2e-16. Tedy je možné přijmout závěr, že ačkoliv se jedná o jiný druh alternativního paliva (vysokoprocentních biopaliv) zvýšení ceny je obdobné.

Byla analyzována všechna data potřebná k vyhodnocení hypotézy $H1_0$: Zamítnutí nulové hypotézy. Grangerova kauzalita byla zjištěna mezi ropou Brent a benzínem Natural 95, naftou, směsnou naftou SMN B30 a E85. Všechny Grangerovy kauzality jsou jednostranné. Pouze FAME B100 a Brent mezi sebou nevykazují Grangerovu kauzalitu.



Obr. 4.6 Porovnání vývoje cen řepky (Canola), FAME B100, ethanolu E85 a SMN B30 2015–2018; Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.11 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje FAME.

Model	Lag - Degree of Freedom	F-test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 304	5.5032	**0.01962**
HQ	df1 = 1, df2 = 304	5.5032	**0.01962**
SC	df1 = 1, df2 = 304	5.5032	**0.01962**
FPE	df1 = 1, df2 = 304	5.5032	**0.01962**

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.12 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality FAME ovlivňuje Canolu

Model	Lag – Degree of Freedom	F-test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 100	4.2042	**0.04294**
HQ	df1 = 1, df2 = 100	4.2042	**0.04294**
SC	df1 = 1, df2 = 100	4.2042	**0.04294**
FPE	df1 = 1, df2 = 100	4.2042	**0.04294**

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.13 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje E85.

Model	Lag – Degree of Freedom	F- test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 256	1.5012	0.2216
HQ	df1 = 1, df2 = 256	1.5012	0.2216
SC	df1 = 1, df2 = 256	1.5012	0.2216
FPE	df1 = 1, df2 = 256	1.5012	0.2216

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.14 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality E85 ovlivňuje Canolu

Model	Lag – Degree of Freedom	F- test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 256	1.3004	0.2552
HQ	df1 = 1, df2 = 256	1.3004	0.2552
SC	df1 = 1, df2 = 256	1.3004	0.2552
FPE	df1 = 1, df2 = 256	1.3004	0.2552

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.15 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje B30

Model	Lag - Degree of Freedom	F-test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 304	0.11414	0.7357
HQ	df1 = 1, df2 = 304	0.11414	0.7357
SC	df1 = 1, df2 = 304	0.11414	0.7357
FPE	df1 = 1, df2 = 304	0.11414	0.7357

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.16 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzalita B30 ovlivňuje Canolu

Model	Lag – Degree of Freedom	F-test	p-value
AIC	df1 = 1, df2 = 304	1.0768	0.3002
HQ	df1 = 1, df2 = 304	1.0768	0.3002
SC	df1 = 1, df2 = 304	1.0768	0.3002
FPE	df1 = 1, df2 = 304	1.0768	0.3002

Zdroj: vlastní zpracování

Pravděpodobně nejvýraznější je chování ceny FAME od počátku roku 2016. Nárůst ceny o několik korun na litr byl způsoben tím, že vstoupil v platnost zákon o spotřební dani č. 353/2003 Sb., který stanovil sazbu spotřební daně 4,590 Kč na litr paliva. Následně od 1.7.2017 byla snížena sazba s daně na 2,190 Kč. Je také možné vidět (obr. 4.6), že během tohoto zvýšení nebyla cena E85 změněna. To je další indikace, že vývoj cen Canola a E85 si nejsou blízké (obr. 4.13 a 4.14).

Další významnou změnou bylo v případě Canola v roce 2016, kdy cena vzrostla meziročně v průměru o 11 %. Světová poptávka po rostlinném oleji nadále prudce stoupala, ale produkce poprvé klesla za více než 30 let, což vedlo ke vzniku deficitu produkce a prudkého snížení zásob.

V případě výsledků p-hodnot Grangerovy kauzality mezi Canola a FAME (tab. 4.11 a 4.12 i 4.15 a 4.16 pro B30) je vidět obousměrná příčina Grangerova kauzalita. Jednorázová kauzalita Canola - FAME lze vysvětlit jednoznačně, jelikož z oleje se vytváří mono-, di- a triglycerid a transesterifikační reakcí se produkuje FAME. Z tohoto pohledu je logické, že cena oleje souvisí s cenou FAME.

Nicméně vztah se objevuje i obráceným způsobem Grangerovy příčinné souvislosti. Z obrázku 4.6 je zřejmý i dopad zákona o spotřební dani. Cena Canoly a FAME klesla od ledna 2017 a v červenci 2017 došlo k úpravě spotřební daně. Cena Canoly se snižovala, ale cena FAME byla stále vyšší kvůli pokračujícímu zdanění. V červenci 2017 byla cena FAME opět stabilní. Neexistuje tedy opravdová kauzalita, jen opožděné chování způsobené vnějšími vlivy.

Dopočet škod a nadějí podle principu komplementarity tržního a administrativního řízení společnosti je diskutován ve spojení se zemědělskými přebytky, obavami z růstu cen zásob fosilních energií, obavami ze škod vlivem oteplování klimatu, s pozicemi úředníků a obchodníků. Komplementarita je statistická technika, která ze dvou stran umožňuje vysvětlit střety zájmů, kvůli kterým alternace zdrojů získala politickou podporu zákona o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb., §19.

Zákon stanovuje minimální objem bioetanolu 4,1 % V/V z vydaného množství automobilového benzinu, aby uspořil min. 2 % (do roku 2016) a min. 4 % (od roku 2017) skleníkových plynů. Ostatní dotčení účastníci se museli podřídit takto vytvořenému systému regulace. Například distributoři PHM spojili zavedení biopaliv k omezení skleníkových plynů se stažením automobilového benzinu BA 91 Speciál z trhu a využili tak uvolněné skladovací kapacity (Gallas et al., 2016).

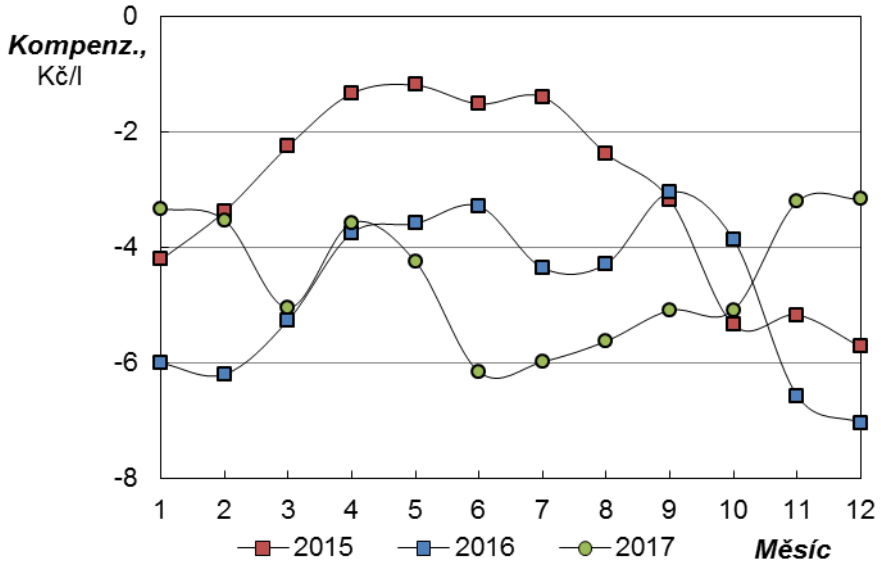
Trh biopaliv se natolik úspěšně rozvinul, že z něj bylo možné odčerpávat spotřební daň. Ta je v České republice s platností od 1. 1. 1993 upravena zákonem č. 587/1992 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů, který byl mnohokrát novelizován. Smyslem je sbližování právní úpravy spotřebních daní platných v České republice s právním režimem EU (Vančurová a Láchová, 2016; Svátková, 2009). Postupně docházelo ke zpřesňování definice předmětu spotřebních daní, sazby spotřebních daní se přibližovaly minimálním sazbám platným v Evropské unii, upravoval se také režim osvobození od daně atd. Nejdůležitějším krokem ve sbližování právní úpravy spotřebních daní v České republice s právní úpravou Evropské unie bylo přijetí zákona č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních. Základem daně je množství minerálních olejů vyjádřené v 1 000 l při teplotě 15 °C.

Zákon definuje také osvobození od daně na směsi minerálních olejů a kvasného bezvodého lihu, zvláštně denaturovaného, splňujícího kritéria udržitelnosti biopaliv uvedené v § 45 odst. 2 písm. m), používané jako testované pohonné hmoty pro vybraná motorová vozidla v rámci schválených pilotních projektů uvedených v § 3 písm. q), a dále pak minerální oleje vyrobené z nepotravinářských částí biomasy nebo z biologického odpadu, které svým použitím odpovídají minerálním olejům uvedeným v § 45 odst. 1 písm. a) nebo b), nebo směsím uvedeným v § 45 odst. 2 písm. l), které splňují kritéria udržitelnosti biopaliv a které jsou určeny k použití, nabízeny k prodeji nebo používány pro pohon motorů vybraných motorových vozidel v rámci pilotních projektů uvedených v § 3 písm. r) (Generální ředitelství cel, 2017; Široký 2010).

V souladu s Rozhodnutím EK o schválení podpory byl přijat zákon č. 382/2015 Sb., kterým byly novelizovány zákony o spotřebních daních a o ochraně ovzduší s účinností od 1. 1. 2016. Ve druhém pololetí roku 2015 (po skončení platnosti tzv. Víceletého programu 1) byla poskytována nepřiměřená podpora podle starých pravidel – tato skutečnost byla předpokládána a Rozhodnutí EK proto ukládá přijmout nápravná opatření.

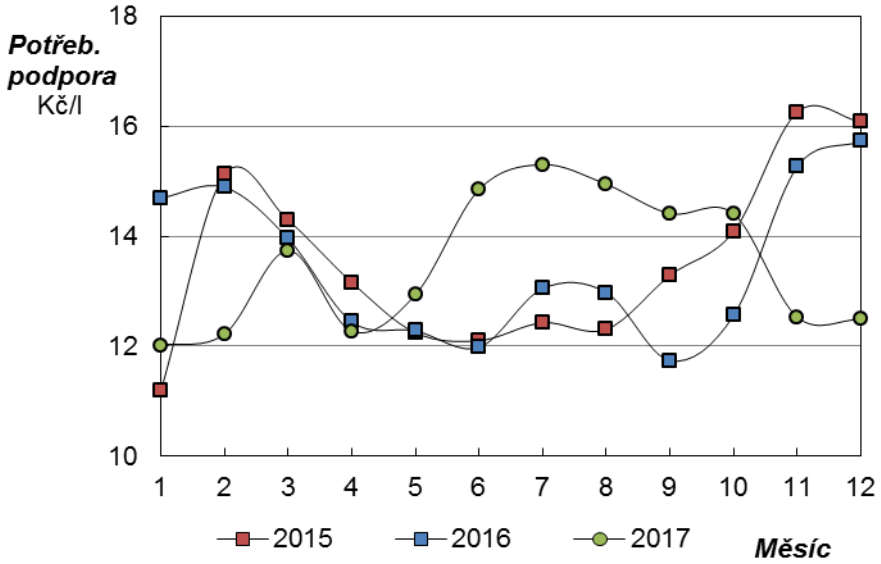
Česká republika je povinna průběžně vyhodnocovat přiměřenost podpory a v případě potřeby upravit sazby daně nebo výši vrácené daně. Celkové povolené náklady na realizaci podpory do roku 2020 činí max. 8,7 mld. Kč (Hönig et al., 2017).

Na základě tohoto rozhodnutí došlo ke změnám podpory a byl upraven výpočet optimální výše podpory, snížení podpory pro jednotlivá biopaliva a zavedení minimálního zdanění biosložky. Dále také zavedení mechanismu zpětné kompenzace nepřiměřené podpory z druhého pololetí 2015 navýšením sazeb spotřební daně v prvním 1,5 roce trvání podpory.

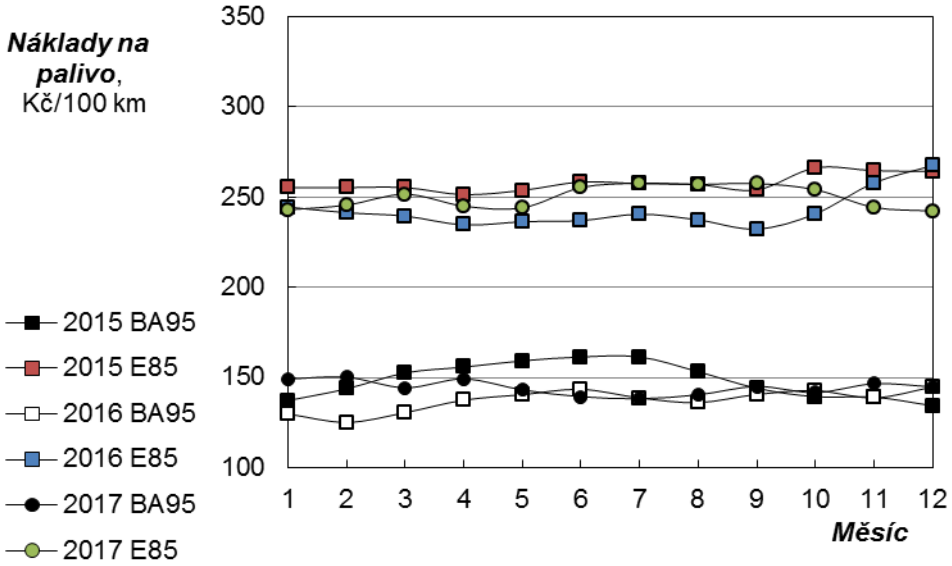


Obr. 4.7 Úroveň kompenzace bioetanolu E85 v letech 2015, 2016 a 2017
Zdroj: vlastní zpracování

Právě změna daňové politiky v souvislosti s tlakem ze strany orgánů EU kvůli nesouladu s pravidly způsobila změnu cen vysokoprocentních biopaliv, která se tak stala téměř neprodejnými i s ohledem na dramatický pokles cen ropy a fosilních paliv.

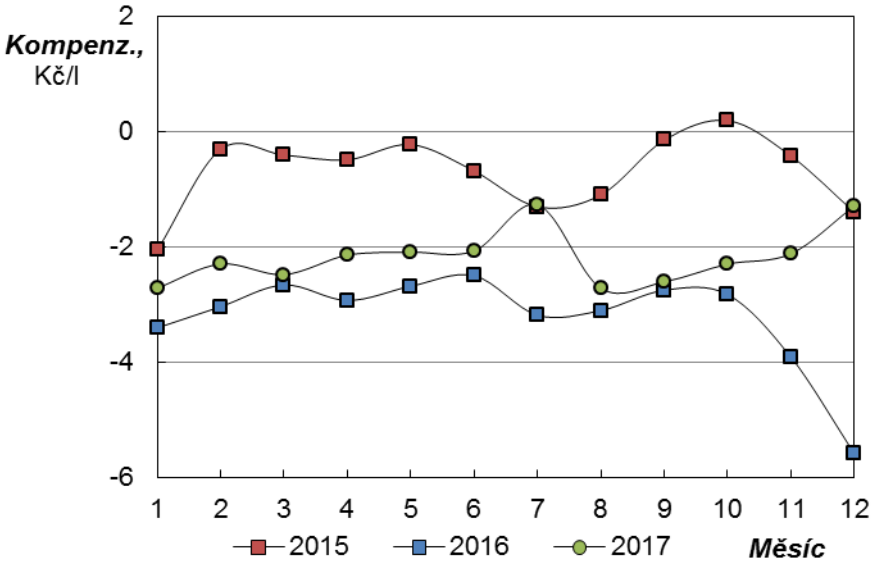


Obr. 4.8 Vypočtená potřebná podpora bioethanolu E85 v letech 2015, 2016 a 2017
Zdroj: vlastní zpracování

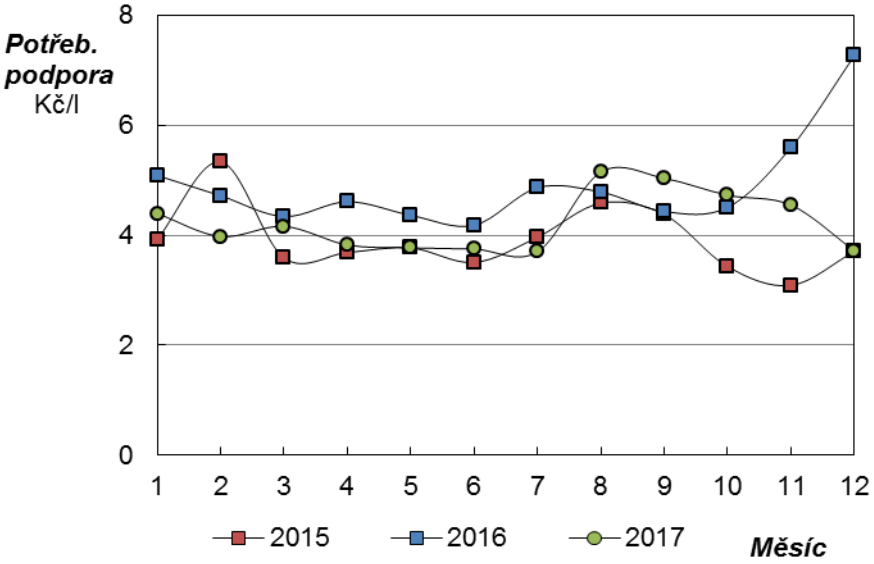


Obr. 4.9 Vypočtené náklady na automobilový benzin BA 95N a bioetanol E85 v letech 2015, 2016 a 2017; Zdroj: vlastní zpracování

Ethanol E85 měl po všechny tři roky téměř stejnou situaci (obr. 4.7–4.9). Průměrná kompenzace v roce 2015 byla -3,1 Kč/l, v roce 2016 byla -4,8 Kč/l a 2017 byla -4,5 Kč/l.

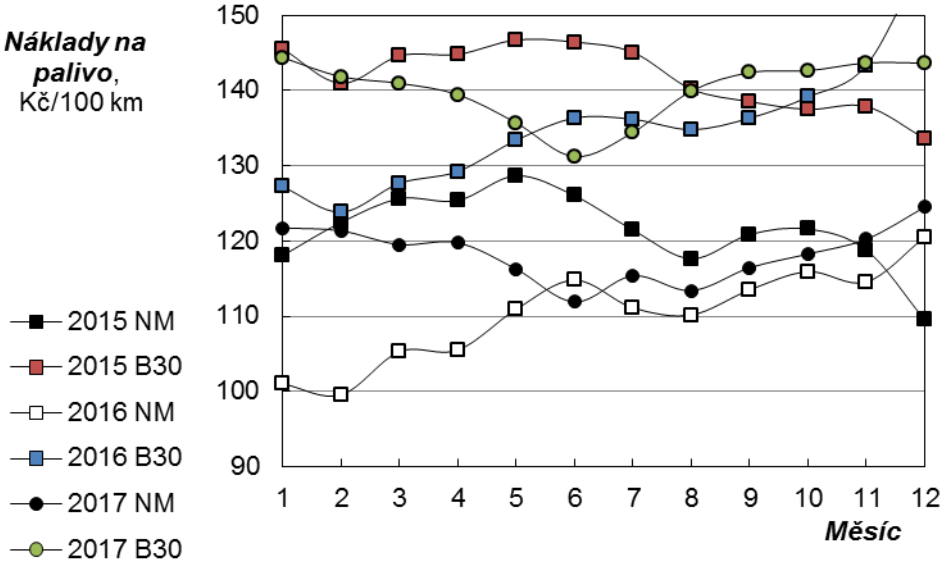


Obr. 4.10 Úroveň kompenzace směsné motorové nafty B30 v letech 2015, 2016 a 2017
Zdroj: vlastní zpracování



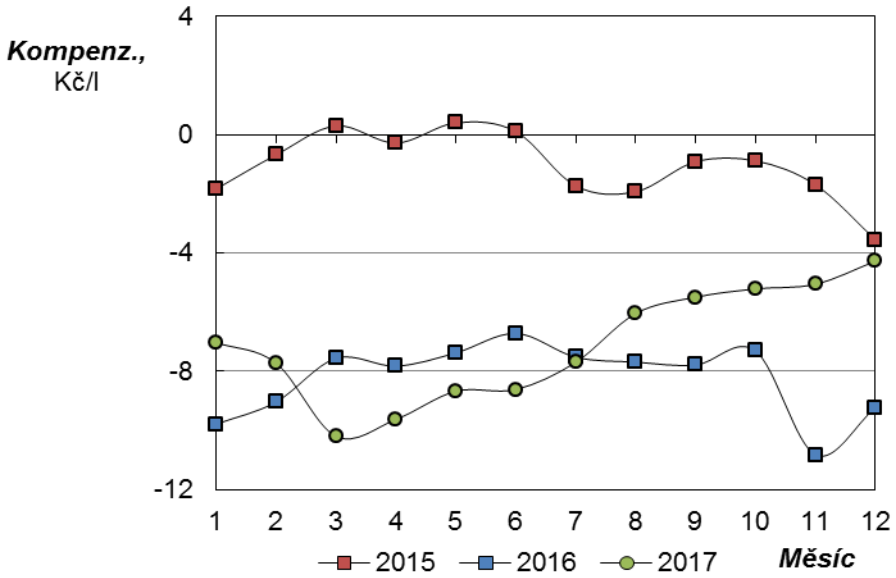
Obr. 4.11 Vypočtená potřebná podpora směsné motorové nafty B30 v letech 2015, 2016 a 2017; Zdroj: vlastní zpracování

Potřebná podpora v roce 2015 byla 14 Kč l, v roce 2016 13,5 Kč/l a v roce 2017 13,5 Kč/l.



Obr. 4.12 Vypočtené náklady na motorovou naftu (NM) a směsnou motorovou naftu B30 v letech; Zdroj: vlastní zpracování

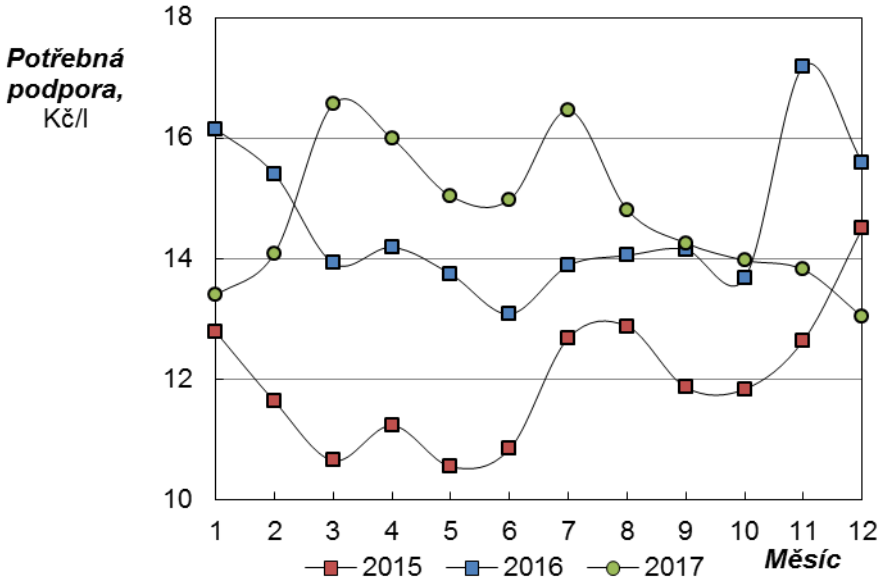
Průměrná kompenzace směsné motorové nafty B30 v roce 2015 byla -0,69 Kč/l a potřebná podpora byla 4 Kč/l (obr. 4.10). Průměrná kompenzace v roce 2016 byla -3,2 Kč/l a potřebná podpora 4,9 Kč/l. Průměrná kompenzace v posledním analyzovaném roce byla -2,2 Kč/l a potřebná podpora 4,2 Kč/l. Z obrázků 4.11 a 4.12 je vidět, že po dobu všech tří analyzovaných let bylo použití B30 dražší než použití klasické nafty.



Obr. 4.13 Úroveň kompenzace bionafty B100 v letech 2015, 2016 a 2017 Zdroj: vlastní zpracování

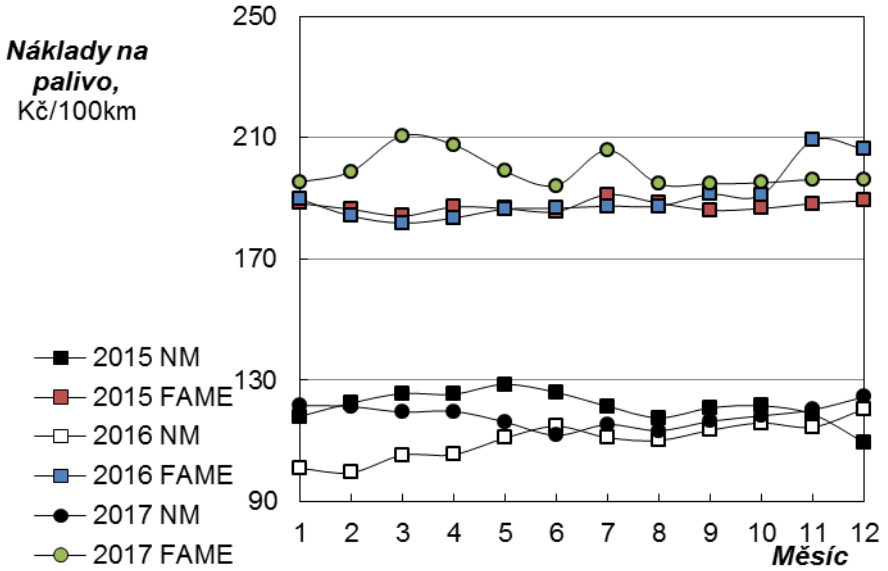
Průměrná kompenzace bionafty B100 byla v roce 2015 -1,1 Kč/l (obr. 4.13) a potřebná podpora byla 12 Kč/l (obr. 4.14). V letech 2016 a 2017 byla podobná situace. V roce 2016

byla průměrná kompenzace kolem -8,2 Kč/l a v roce 2017 byla -7,1 Kč/l. Potřebná podpora v roce 2016 byla kolem 14,6 Kč/l a v roce 2017 byla kolem 14,7 Kč/l.



Obr. 4.14 Vypočtená potřebná podpora bionafty B100 v letech 2015, 2016 a 2017
Zdroj: vlastní zpracování

Z výsledků je zřejmé, že použití FAME podobně jako B30 bylo dražší než použití klasické nafty (obr. 4.15). I když podpora FAME je již v českém právu - § 57 zákona č. 353/2003 Sb., O spotřebních daních. Tento zákon však lze uplatnit pouze na primární zemědělskou produkci a lesní hospodářství, což jako podpora nepostačuje.

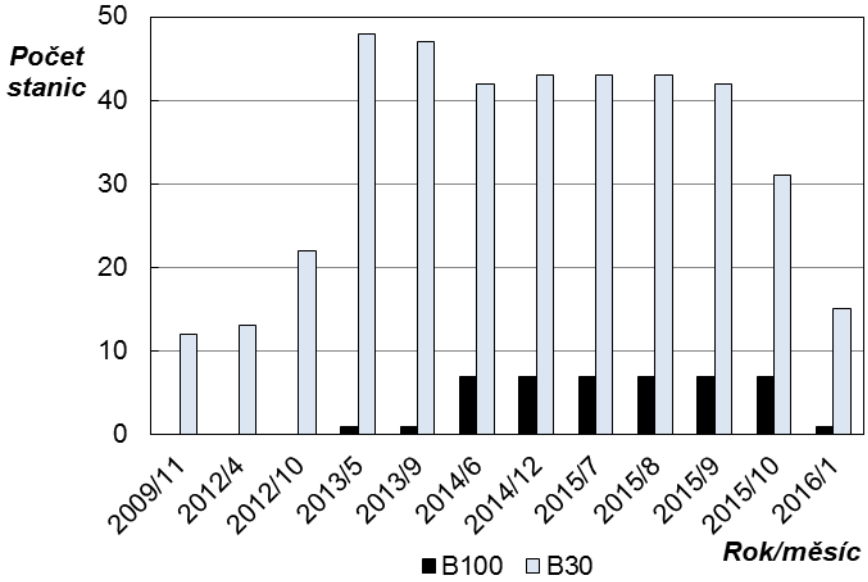


Obr. 4.15 Vypočtené náklady na motorovou naftu (NM) a bionaftu B100 (FAME) v letech 2015, 2016 a 2017; Zdroj: vlastní zpracování

Při posouzení míry kompenzace je nutné uvažovat jednak tržní ceny biopaliv ve srovnání s automobilovým benzinem a motorovou naftou a jednak zvýšení nákladů na úpravu motorů

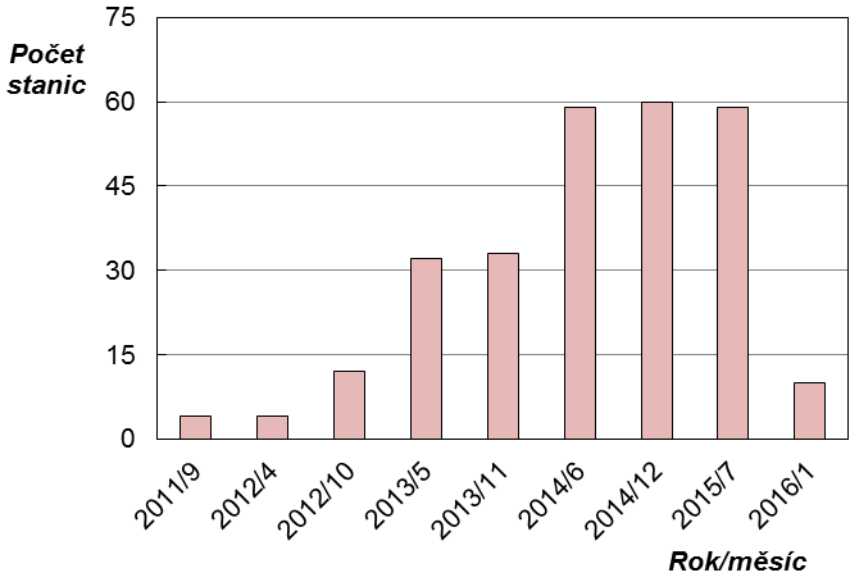
a příslušenství vozidel, resp. vyšší náklady na pořízení vozidla umožňujícího využívání biopaliv a jejich vysokoprocentních směsí. Zvýšené náklady jsou dále spojeny s údržbou, zkráceným intervalem výměny olejové náplně, olejových a palivových filtrů a s investicemi a provozními náklady na skladování a manipulaci s těmito palivy. Zvýšené náklady vyplývají také z rozdílných energetických obsahů těchto paliv (výhřevností) a koeficientem nárůstu spotřeby (Víceletý program dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě, 2014).

Záporná hodnota kompenzace v obou sledovaných letech vysvětluje nárůst ceny E85, B30 a B100 (obr. 4.7, 4.10 a 4.13). Kladná hodnota kompenzace v roce 2015, která nastala na bionaftu, představuje výši její spotřební daně, avšak na E85 byla i v roce 2015 podkompenzace. Úroveň kompenzací vysvětluje také potřebnou podporu biopaliv (obr. 4.8, 4.11 a 4.14).



Obr. 4.16 Počet čerpacích stanic v síti EuroOil se zavedeným výdejem bioetanolu bionafty B100 a směsné motorové nafty B30; Zdroj: vlastní zpracování

S ročním zpožděním síť EuroOil snížila počet čerpacích stanic s výdejem vysokoprocentních biopaliv (obr. 4.16 a 4.17). Roční zpoždění vyplývá z toho, že kompenzace se projevuje nejvíce negativně, ačkoliv je kompenzována nárůstem ceny (obr. 4.6) až v konci druhého roku.



Obr. 4.17 Počet čerpacích stanic v síti EuroOil se zavedeným výdejem bioetanolu E85
Zdroj: vlastní zpracování

Z analýzy vyplývá, že E85, B30 a B100 vykazují vysokou míru podkompenzace v průběhu celého roku 2016 a první poloviny roku 2017. Z těchto důvodů je nutná změna daňového zvýhodnění, jestliže dochází dlouhodobě k podkompenzaci způsobené nárůstem velkoobchodních cen. Také po úpravě výše spotřební daně 1. 7. 2017 je nutné úroveň kompenzace monitorovat a případně daňové zvýhodnění dále upravit, aby byla zajištěna konkurenceschopnost paliva E85, B30 a B100.

Dílčí závěr

Úroveň podpory nedostatečně kompenzuje vyšší výrobní náklady u těchto biopaliv oproti konvenčním palivům a zajišťuje jejich konkurenceschopnost na trhu s pohonnými hmotami. Cílem kapitoly 4.1 bylo na příkladu biopaliva E85, B30 a B100 ověřit vliv zákonů na předcházení klimatickým změnám konkretizací metodiky a omezit tak objem zmařených investic a škod na životním prostředí. Odvození kompenzačních podpor má přímý vliv na podnikovou ekonomiku v odvětví.

Jelikož kotované burzovní ceny biopaliv jsou stále vyšší než v případě fosilních paliv, bude potřebná podpora čistých biopaliv a vysokoprocentních směsí biopaliv s fosilními palivy opět zcela záviset na jejich přiměřeném daňovém zvýhodnění.

V ČR také neexistují žádné přímé nebo nepřímé podpory nákupu vozidel upravených na pohon E85 a výše spotřební daně je v podstatě způsobem, jakým je možné motivovat dopravce k jejich pořízení. Na druhé straně však přiměřená podpora nižší sazbou spotřební daně může působit i jako regulace zneužívání čistých biopaliv a vysokoprocentních směsí, protože k pohonu motoru vozidla lze používat pouze pohonné hmoty předepsané výrobcem vozidla nebo motoru.

V kapitole 4.1 ověřovaná metodika kumulativní (jednostranné nastavování pravidel a opatření) a komplementární statistiky je výzvou pro doplňování databází a další výzkum škod z nepřipravené realizace regulativů a plánů.

4.2 Procesní kompenzace alternativ HVO a biobutanolu

Kompenzací se rozumí podpora nebo zátěž vyvíjeného alternativního zdroje za účelem jeho modifikace pro zvýšení konkurenceschopnosti produktu na trhu. Procesní kompenzace alternativ jsou motivované požadavky dodavatelů. V navazující kapitole 4.2 jsou vymezovány podmínky kulturní přípustnosti vývoje alternativních zdrojů.

Tab. 4.17 Statistika párových vzorků

		Průměr	*N*	Standardní odchylka	Průměr standardní odchylky
Pár 1	B100*Nf*Kc100km	116,6133	36	6,87712	1,14619
	B100*Ns*Kc100km	192,3118	36	7,72662	1,28777
Pár 2	B30*Nf*Kc100km	116,6133	36	6,87712	1,14619
	B30*Ns*Kc100km	139,1162	36	6,63936	1,10656
Pár 3	E85*Nf*Kc100km	143,3631	36	8,28809	1,38135
	E85*Ns*Kc100km	249,9089	36	9,59935	1,59989
Pár 4	B100*Nf*Kc100km	116,6133[a]	36	6,87712	1,14619
	B30*Nf*Kc100km	116,6133[a]	36	6,87712	1,14619
Pár 5	B30*Nf*Kc100km	116,6133	36	6,87712	1,14619
	E85*Nf*Kc100km	143,3631	36	8,28809	1,38135
Pár 6	B100*Ns*Kc100km	192,3118	36	7,72662	1,28777
	B30*Ns*Kc100km	139,1162	36	6,63936	1,10656
Pár 7	B30*Ns*Kc100km	139,1162	36	6,63936	1,10656
	E85*Ns*Kc100km	249,9089	36	9,59935	1,59989
Pár 8	E85*Ns*Kc100km	249,9089	36	9,59935	1,59989
	B100*Nf*Kc100km	116,6133	36	6,87712	1,14619
Pár 9	E85*Nf*Kc100km	143,3631	36	8,28809	1,38135
	B100*Nf*Kc100km	116,6133	36	6,87712	1,14619

a. Korelace a *t* hodnota nebyly počítány kvůli shodě hodnot.
Zdroj: vlastní zpracování

Přesnost regulace

Zranitelnost alternativy nového zdroje konkurencí je kompenzována dotacemi nebo úlevami na dani. Dotovány mohou být investice, provoz nebo majitel, či uživatel. Úlevy se poskytují především na dani, u paliv na spotřební. V časovém srovnání je patrné, zda regulace spíš podporuje zavedení, nebo odnětí nové alternativy produktu z trhu. Komparace byla provedena mezi třemi produkty palivy s biosložkou, kde číslo označuje procentní obsah biosložky, ať konvertované pro dieselové motory (B100, B30), nebo pro benzinové motory (E85). Výsledky analýzy jsou uvedeny v tabulce 4.17–4.19.

Konzistence regulačních zásahů je sledována z pohledu spotřebitele – řidiče na nákladech na 100 km fosilní složky (*Nf*) a biosložky (*Ns*). Spolehlivost, vyjádřená p-hodnotami (p=0,000) ve všech testovaných kombinacích párového t-testu vyplývá, že regulace není stejná pro žádnou kombinaci ať paliv fosilních, nebo s biosložkou. Nejvyšší hodnota koeficientu t (E85*Ns*Kc100km - B100*Nf*Kc100km t=87,164) ukazuje, že původcem největší zátěže je fosilní nafta, která byla použita jako nezapočítaný komparátor pro palivo B100 oproti E85. Daňové zvýhodnění biosložky v E85 a spotřební daň fosilní nafty tvoří největší

rozdíl. Rozhodnutí regulátora vyjmout palivo biodiesel z trhu je patrné i ze srovnání B30 s E85, kde *t* hodnota je druhá nejvyšší (B30*Ns*Kc100km - E85*Ns*Kc100km *t* = -76,263).

Přesnost regulace u obou paliv na bázi bionafty je absolutní, což dokládá nulová odchylka i nejvyšší korelace jak mezi fosilní a biosložkou (B30*Nf*Kc100km & B30*Ns*Kc100km *r*=0,828, *p*=0,000), tak mezi regulací biosložek (B30*Nf*Kc100km & E85*Nf*Kc100km *r*=0,835, *p*=0,000). Stejně významná shoda je i u regulace fosilní složky jak benzinu, tak nafty (E85*Nf*Kc100km & B100*Nf*Kc100km *r*=0,835, *p*=0,000). To znamená, že regulátor se ve sledovaném období let 2015 až 2017 rozhodl spotřební daní penalizovat více bio, než fosilní složku. Před tímto obdobím totiž biosložka nebyla daněna spotřební daní vůbec.

Jelikož zavedení spotřební daně na biosložku neproběhlo bez chyb, tak na komparované hodnoty měla vliv i udělená pokuta v podobě dočasného navýšení spotřební daně. V důsledku tohoto opatření B100 na trhu skončila, což zachytila nejnižší a ještě k tomu nespolehlivá korelace mezi fosilní naftou a B100 (B100*Nf*Kc100km & B100*Ns*Kc100km *r*=0,182, *p*=0,287).

Tab. 4.18 Korelace párových vzorků

			N	Korelace	Spolehlivost
Pár 1	B100*Nf*Kc100km B100*Ns*Kc100km	&	36	,182	,287
Pár 2	B30*Nf*Kc100km B30*Ns*Kc100km	&	36	,828	,000
Pár 3	E85*Nf*Kc100km E85*Ns*Kc100km	&	36	,239	,160
Pár 5	B30*Nf*Kc100km E85*Nf*Kc100km	&	36	,835	,000
Pár 6	B100*Ns*Kc100km B30*Ns*Kc100km	&	36	,351	,036
Pár 7	B30*Ns*Kc100km E85*Ns*Kc100km	&	36	,473	,004
Pár 8	E85*Ns*Kc100km B100*Nf*Kc100km	&	36	,418	,011
Pár 9	E85*Nf*Kc100km B100*Nf*Kc100km	&	36	,835	,000

Zdroj: vlastní zpracování

Tab. 4.19 Test párových vzorků

		Párové rozdíly							Spolehlivost (v obou koncích rozdělení)
		Průměr	Standardní odchylka	Průměr standardní odchylky	95% interval spolehlivosti odchylky Dolní	Horní	*t*	*df*	
Pár 1	B100*Nf*Kc100km-B100*Ns*Kc100km	-75,69852	9,35961	1,55993	-78,86536	-72,53169	-48,527	35	,000
Pár 2	B30*Nf*Kc100km-B30*Ns*Kc100km	-22,50293	3,96834	,66139	-23,84563	-21,16024	-34,024	35	,000
Pár 3	E85*Nf*Kc100km-E85*Ns*Kc100km	-106,54584	11,07860	1,84643	-110,29430	-102,79739	-57,704	35	,000
Pár 5	B30*Nf*Kc100km-E85*Nf*Kc100km	-26,74982	4,56020	,76003	-28,29277	-25,20687	-35,196	35	,000
Pár 6	B100*Ns*Kc100km -B30*Ns*Kc100km	53,19559	8,23229	1,37205	50,41018	55,98099	38,771	35	,000
Pár 7	B30*Ns*Kc100km - E85*Ns*Kc100km	-110,79273	8,71657	1,45276	-113,74199	-107,84346	-76,263	35	,000
Pár 8	E85*Ns*Kc100km-B100*Nf*Kc100km	133,29566	9,17552	1,52925	130,19111	136,40021	87,164	35	,000
Pár 9	E85*Nf*Kc100km - B100*Nf*Kc100km	26,74982	4,56020	,76003	25,20687	28,29277	35,196	35	,000

Zdroj: vlastní zpracování

Konstanty a specifika perspektiv investic do alternativních zdrojů

Obnovitelná paliva nejsou vnímána jako náhrada fosilních paliv, až na malajský a palmový olej. Ač byly hydrogenované rostlinné oleje (HVO) již na trhy rozšířeny globálním byznysem, o jejich trhy usiluje nejvíce maskultinních konkurentů. Vyhýbání se riziku (UAI) spojuje úspory emisí s diverzitou, avšak prostředkem v EU jsou methylestery z odpadních živočišných tuků (AFME Animal Fat Methyl Ester) a použitých rostlinných olejů (WCOME Waste Cooking Oil Methyl Ester) a v USA biobutanol. Jednotlivci také spojují diverzitu s úsporou emisí, avšak volí solární domácnosti s podporou pevných paliv v kombinaci s dopravou, ať dobíjení baterií elektromobilu nebo naopak. Maskulinní jednotlivci zkouší konverzi biomasy do paliva (BTL), ale nikoliv pro účely diverzity nýbrž pouze pro úsporu emisí. Maskulinní zemědělci doplňují bílkoviny řepkou nebo sójou, ale Malajci jasně chápou palmu olejnou jako zdroj energie. Maskulinní průmyslníci dělají experimenty se syntetickým dieselem nebo s přímým spalováním rostlinného oleje v modifikovaných motorech vozidel. Vzdálená vládní nadstavba je pod vlivem globálních palivářských firem a plynařů. Vzdálenou vládní nadstavbou se rozumí ta, která dokáže udržovat stabilitu pro investory hospodářskou politikou (nikoliv politikařením) a projevuje se hned po volbách sbíráním úplatků za kolabování konkurentů pro financování příští volební kampaně.

Suroviny pro výrobu FAME, HVO a níže také bioethanolu a biobutanolu jsou porovnávány z pohledu zdrojů a vlastností konečného palivového produktu. Rovněž jsou zohledněny náklady a počítání faktorů úspory emisí skleníkových plynů z kulturního hlediska. Význam odpadů, náklady na dopravu a uvolňování ukládaného uhlíku jsou strukturovány podle interkulturních indexů (Hofstede, 2010), které měří konzistenci kultury: *Power Distance (PDI) - Vztah k autoritě – vzdálenost moci, Individualism (IND) - Individualismus – kolektivismus, Uncertainty avoidance index (UAI) - Vztah k nejistotě – vyhýbání se nejistotě, Masculinity versus Femininity (MAS) - Maskulinita – feminita* a akulturaci (*Long Term*

Orientation (LTO) - Dlouhodobá orientace – krátkodobost a *indulgence* – shovívavost efektem). Dlouhodobé cíle (LTO) představují institucionální, zatímco schovívavost instrumentální postoje jednotlivců.

Směrnice 2009/28/ES a 2009/30/ES uplatňují metodiku, která prokazuje snížení znečištění skleníkových plodin při produkci paliv, včetně nepřímé změny ve využívání půdy (ILUC) nejvíce pro každou jednotlivou plodinu. Například u olejnatých semen pro výrobu biopaliv je navržen ILUC faktor 55 g $CO_2.MJ^{-1}$. V poslední době produkuje FAME z řepky olejové emise asi 45–50 g $CO_2.MJ^{-1}$. To znamená, že přidaný faktor ILUC by snížil úspory emisí skleníkových plynů z FAME z řepky téměř na nulu u všech prodaných směsí FAME s naftou (2, 4 a 6 %). Aktuálně uvažovaná směrnice o obnovitelných zdrojích energie (RED II) také snižuje objem biopaliv vyrobený z potravinářské biomasy na 5 % e/e a zvyšuje kvóty na úsporu emisí skleníkových plynů pro nově vybudované zpracovatelské zařízení. RED II rovněž očekává podporu druhé a třetí generace biopaliv s nízkým faktorem ILUC. Nahlašování emisí ILUC z biopaliv s nízkými emisemi mezi členskými státy EU je vnímáno jako opatření na ochranu investic do roku 2020.

Proto rafinérie, které splňují úsporné kvóty pro skleníkové plyny, nemají jinou možnost, než kombinovat fosilní paliva s biopalivy, která jsou vyrobena z potravinové biomasy v poslední době. Další opatření snižující emise skleníkových plynů z dopravy je do roku 2020 o 6 %. Tlak na zlepšené palivo a vozidla umožňuje dosáhnout cílů úspory emisí skleníkových plynů. Emise skleníkových plynů z bionafty se sníží kvůli zvýšenému obsahu FAME v naftě, a to buď z 15 až 20 % obj., nebo od 25 do 30 % obj. po zavedení nové normy pro palivo. HVO je konkurent FAME. HVO proto může také snížit cíle emisí skleníkových plynů pro biopaliva do roku 2020. Je však třeba ještě schválit technické normy pro taková pokročilá biopaliva (jako je HVO) s cílem vyjasnit pravidla pro jejich používání. Očekává se, že vzhledem k vynikající kvalitě HVO bude norma pro fosilní paliva zvyšovat cetanové číslo a cetanový index. Dále se sníží bod destilace 95 % destilační křivky, zatímco obsah polyaromátů sníží limit celkového obsahu aromátů. Provádění na normu bude probíhat podle ekonomické situace a schválení souvisejících směrnic a norem v EU.

FAME (bionafta) a HVO jsou substituty, zatímco rostlinný olej, biodimethyl ether, biodiethyleter a syntetická nafta jsou považovány za alternativy. Sortiment fosilních paliv pro dieselové motory na českém trhu se podřizuje následujícím vlastnostem nafty, které v rámci standardu mohou doplňovat biopaliva takto: objem vyrobené bionafty z odpadních živočišných tuků (AFME - metylestery živočišných tuků) je asi 2 %. Ziskovost takového methylesteru závisí z více než 80 % celkových výrobních nákladů na ceně tuku. Výrobci se proto snaží snižovat náklady zpracováním odpadních tuků nebo nejedlých tuků. Rozdíl v konečné výrobě biopaliv nesmí klesnout pod hodnoty stanovené v ČSN EN 14214 (FAME) pro vznětové motory. Ale AFME má problémy s dodržováním této normy. Zejména nízkoteplotní vlastnosti a karbonizace pístů zkracují životnost motorů, pokud není pravidelně prováděna dekarbonizace pístů a trysek. Odpadní živočišné tuky lze zakoupit v kafiléríích a jako vedlejší produkt z ryb, hovězího, vepřového masa, zpracování drůbežího masa z jatek. Problémy s kvalitou pohonných hmot neexistují v případě, že odpadní živočišný tuk je zpracován místo FAME technologií HVO (Baladincz a Hancsok, 2015). Příčinou vysoké

jakosti HVO je vysoké cetanové číslo, dobré nízko-teplotní vlastnosti a ochrana trysek (tab. 4.20).

Tab. 4.20 Identifikace faktorů ze seznamu konkurenčních výhod HVO ve srovnání s FAME

FAME	HVO
Zdroje	
Rostlinné oleje (řepkový, palmový…)	Rostlinné oleje (řepkový, palmový…) Odpadní tuky Použité rostlinné oleje
Vlastnosti	
Úspory GHG Absence síry Absence polyarom. Uhlovodíků	Úspory GHG Absence síry Absence polyarom. uhlovodíků Vysoké cetanové číslo Dobré nízkoteplotní vlastnosti Nepoškozuje tryksy

Zdroj: vlastní zpracování

Malajští a indonéští producenti palmového oleje zamlčují spálené tropické lesy ve výčtech úspor emisí skleníkových plynů. Sluneční technologie spoří emise skleníkových plynů spojením zájmů jednotlivců i institucí. Technologie zpracování sojových a olejnatých semen řepky (OSR), vedle redukce znečištění skleníkovými plyny 40 % až 73 %, ještě produkují v EU nedostatkové bílkoviny. Tím snižují závislost na dovezené sójové bílkovině pro krmné účely EU z 80 % na 50 %, protože řepkové pokrutiny mají vysoký obsah bílkovin, který se násobí objemem vyrobených biopaliv.

Řádky a sloupce tabulky 4.21 jsou označeny zkratkami Hofstedeových interkulturních indexů (Hofstede et al., 2010). Zvládnutím řízení kultury lze proto obrátit převedení výroby do východní Asie zpět na původní místa. Podmínkou je změnit zejména index vyhýbání se riziku (UAI).

Po takové akulturaci mohou být HVO zpracovávány i lokálně. Avšak instituce by musely od liberálního přejít k inovativnímu postoji. Snadnější než změna institucionálního postoje je změna jednotlivců jako Elon Musk ve vedení inovací na dimenzi individualismus - kolektivismus (IND). Velké investice si produktivističtí vůdci na dimenzi maskulinita feminita (MAS) vždy prosadí i za cenu zpomalení rozvoje trhu i četnosti subjektů, které si tam konkurují. Důsledkem velkých investic je, že tržní infrastruktura má krátkou životnost a celé vyjednávání se musí opakovat, což zvětšuje vzdálenost moci (PDI) izolací mezi nadstavbou a základnou společnosti.

Tyto podmínky reprodukce průmyslu jsou podmíněny rozhodnutím politiků, kteří se tak podílejí na kolabování vůdčích jednotlivců typu Elon Musk. Shovívavost je pozitivní extrém na bipolárním měřítku, kde negativním extrémem je radost z poškození ostatních. Shovívavost by musela nahradit vzdálenost moci (PDI), aby se situace změnila ve prospěch trvalé radikalizace inovací mobility. Bez shovívavosti se kultura lhostejnosti objevuje opakovaně v podobě dotací na velké investice podnikatelům.

Tab. 4.21 HVO - alternativy kultury a výživy pro přechod od fosilního k cirkulární ekonomice

	LTO		Indulgence	
Hofstedeho interkulturní dimenze	C (uhlík, carbon)	GHG savings = úspory skleníkových plynů	Diverzia	N (bílkovina)
UAI		AFME		
IND		Solární doprava a domácnosti s podporou pevných paliv		DME, DEE
MAS		Syntetická nafta		Rostlinný olej jako palivo
PDI	Nafta		FAME	
Global		HVO		

Zdroj: vlastní zpracování

Velká vzdálenost moci (PDI) v EU neumožňuje modifikovat návrh direktivy pro obnovitelné energie RED II v odvětví biopaliv pro řepku olejnou, zatímco parametr indulgence (shovívavost) v USA umožňuje podnikatelům rozvíjet HVO, biobutanol a solární energii a další inovace. Nehledě na EU a USA globální palivové společnosti uvedly HVO na světové trhy s palivy, aniž by spotřebitele na tuto skutečnost upozornily, aby se vyhnuli kulturním reakcím. Spotřebitelé si na úspory emisí skleníkových plynů a produkci bílkovin v krmivech vlivem paliv nestěžují. Proto není HVO na globálním trhu kulturně blokováno. Investoři nemusí zohledňovat kulturu země, pokud má produkt pozitivní externality, neboť zpracovávají nejen místní produkty, ale i obnovitelnou energií spoří emise skleníkových plynů v cirkulární ekonomice včetně vlivu na přímé nebo nepřímé vyvažování diety i objemu potravin.

Převzetí práv a trhů radikální akulturací

Převzetí práv a trhů radikální akulturací lze zkomplikovat vložením krátkodobě působících lží k dlouhým seznamům neovlivnitelných faktorů. Dva příklady testu přijatelnosti lží technikou spin doctoringu před potvrzením spolehlivých reakcí pro design prefabrikovaného výzkumu:

1. EU uzavřela s Malajsií barter na seznamu senzitivních produktů výměnou palmového oleje do EU za Airbusy do Malajsie
2. EU opustila agendu omezování znečištění, měřeno ekvivalentem CO_2, včetně biopaliv, protože se za dekády podpory neukázal její pozitivní účinek.

Kontrola nerovností a procesu vlivem projektů s inkrementální akulturací

Propagace hodnot kultury synonymy přispěla do rámce akulturace následujícími zjištěními:

Jednotkový výkon akulturované osoby > jednotkový výkon držitele kultury, trhu; ANO, protože komparuje alternativy butanol s HVO podle norem a procesů jejich schvalování. Umí vyrobit FAME, AFME a butanol, o výsledcích pokusů píše a má ohlasy.

Suma kapacit akulturovaných osob > kapacita držitele kultury, trhu; NE. Absence kontroly nad trhem a kulturou je patrná ze zvýhodňování solární a bioplynové technologie a penalizace biopalivových technologií.
Obraz akulturovaných na veřejnosti > obraz držitele kultury, trhu; ANO, protože v USA se o biobutanolu uvažuje jako o potenciálním palivu.

Biobutanol

Příroda ukládá energii do cukrů s nižším a do tuků a vyšším obsahem koncentrace. Pokud se oba cukry a tuky nekonzumují jako potraviny nebo krmivo, stávají se biologickým odpadem. Biopaliva jsou obnovitelným zdrojem oproti fosilním palivům, ale jejich vývoj je stále ještě v úvodním období. Profitující první generace biopaliv je vyráběna z cukru nebo škrobu. Ziskovost druhé generace biopaliv má být ještě rozvinuta. Biopaliva druhé generace mohou být bioethanol pocházející z lignocelulózové biomasy, Btl (biomasa-kapalina) z tepelného zpracování biomasy a vodíku z obnovitelných zdrojů. Všechny technologie vyrábějící biopaliva druhé generace jsou stále ve vývoji. Již nyní je však jasné, že investice budou obrovské v rozporu se zpracováním paliva první generace. Komercializace politické vůle, která podporuje biopaliva druhé generace, je proto stále daleko a obtížná. Energetika, životní prostředí a ziskovost podniků musí být součástí metody hodnocení. Proto je vyloučeno, že druhá generace se stane alternativním palivem před rokem 2020.

Podíl doplňkových látek obsahujících kyslík podle normy EN 228 pro benzín vykazuje mez max. 2,7% hm. oxygenátů, pokud je do paliva přidáván bioethanol. Palivo E10 se prodává v německy mluvících zemích podle normy E DIN 51 626-1. Parametry paliva **E85** musí splňovat normu ČSN P CEN / TS 15293 a obsahovat 70–85 % obj. bioethanolu. Biobutanol částečně patří k biopalivům druhé generace.

Tab. 4.22 Identifikace faktorů ze seznamu konkurenčních výhod biobutanolu ve srovnání s bioethanolem

Bioethanol		**Biobutanol**
	Zdroje	
Cukernaté plodiny Škrob Lignocelulóza		Cukernaté plodiny Škrob Lignocelulóza
	Vlastnosti	
Úspory GHG Absence síry Absence polyarom. Uhlovodíků		Úspory GHG Absence síry Absence polyarom. uhlovodíků Větší výhřevnost Není hygroskopický Může být přidán i do nafty Menší obsahO_2 Více podobný benzinu

Zdroj: vlastní zpracování

Biobutanol může být zpracován z cukrů v biologickém odpadu. Biobutanol lze také použít pro standardizaci biopaliv jednoduchým mícháním bez jakéhokoliv chemického

zpracování. Může být použit jako palivo pro výrobu biopaliva první generace z polních plodin, nebo jako biopaliva druhé generace z biologického odpadu. Oproti USA, které již uznaly jeho hodnotu, jiné země nepoužívají biobutanol pro převedení biologického odpadu na směsi paliv, což zvyšuje návratnost investic pro investory. Náklady na zpracování paliva lze demostrovat skutečností, že smícháním biobutanolu s kuchyňským olejem je možné vyprodukovat palivo, které splňuje normu ČSN EN 590 pro motorovu naftu (Hönig, 2017 – Polish Journal of Environmental Studies). Náročnost technologií pro zpracování sekundárních biopaliv na investice, kromě biobutanolu, je velká. Nejbližším produktem zpracování odpadů s identickou technologií je bioethanol. Biobutanol je výhodnější než bioetanol kvůli nízké ceně místního zpracování, které kompenzuje dopravní náklady u ethanolu (tab. 4.22).

Další zlevnění je vysvětlitelné souhrnným obratem hlavního produktu, vedlejšího produktu a odpadového produktu podle pravidel cirkulární ekonomiky viz změna portfoliových matic a modelů (tab. 4.23). C: N je známý poměr zabudování makro živin. Čím lepší C:N, tím méně odpadu, který by ohříval klima. Když Slunce na rovníku „pálí“ více, generuje více C. Výnos palmového oleje je proto cca 4 t/h oproti výnosu řepkového oleje cca 1 t/ha. Avšak malajští producenti palmového oleje nezahrnují spálené tropické pralesy do úspory emisí skleníkových plynů z nahrazení fosilních paliv biopalivem z palmového oleje. Solární technologie nezahrnují znečištění plynů ze zpracování svého odpadu. Technologie zpracování sójových bobů a olejnatých semen řepky (OSR) šetří 73% skleníkových plynů a bílkovin. OSR snižuje 80% závislost EU na dovozu bílkovin na krmné účely na 50%. Tato snížená závislost nastala, když byla podporována biopaliva, protože pokrutiny řepky obsahují vysoký obsah krmných bílkovin.

Tab. 4.23 Biobutanol - alternativy kultury a výživy pro přechod od fosilního k cirkulární ekonomice

	LTO, PDI		Indulgence	
Hofstedeho interkulturní dimenze	C (uhlík, carbon)	GHG savings = úspory skleníkových plynů	Diverzia	N (bílkovina)
UAI			Biobutanol, bioethanol (USA)	
IND		Solární doprava a domácnosti s podporou pevných paliv		
MAS	Palmový olej (Malajsie)			
PDI	Benzin, LPG, CNG	BTL, Bioethanol		Sója, řepka

Zdroj: vlastní zpracování

Z uvedených rozdílů preferencí PDI v EU a shovívavosti k inovacím biopaliv v USA vyplývá, že investoři by měli vzít v úvahu kulturu země. Vliv shovívavosti byl diskutován na biopalivech, ale týká se i místního hospodářství. Zpracování místních odpadů v cirkulární ekonomice vytváří nejen obnovitelnou energii, úsporu skleníkových plynů, ale nepřímo

ukazuje jak bilancovat z jednotkového na objemový výkon - ať na globálním trhu, místní ekonomice nebo u soběstačnosti a nákupu potravin.

Dílčí závěr

Cílem kapitoly bylo mj. specifikovat období mezi uvedením a poklesem trhu s biobutanolem, aby se místním investorům umožnilo rozhodnout o objemu investic do zařízení, které jim umožní tranzit z fosilní na další ekonomiku. Výroba a využití biobutanolu v místní ekonomice zvýhodňují jeho vlastnosti (tab. 4.22), které umožňují standardizaci i odpadních živočišných tuků do pohonných hmot. Investoři do biobutanolu mohou vzít v úvahu skutečnost, že místní kultura zatím nevidí HVO na globálních trzích.

Podobně není dosud dobře známo vzájemné propojení cukrů a tuků na trzích místního zpracování odpadů do produktů. Pokročilé technologie jsou buď zakázány, nebo nebyly vyjednány v EU oproti USA. Avšak i v USA byly pokrokové sluneční technologie vyvinuty v jedné společnosti proti vůli institucí v USA (Vance, 2015). Proto byla do navrhované analýzy portfolia zabudována proinovativní kultura (tab. 4.23).

Hlavní argumenty pro biobutanol jako produkt: Pro produkci biobutanolu je k dispozici více cukru a biomasy škrobu než pro bionaftu. Produkce bioethanolu a biobutanolu z biohmoty lignocelulózového odpadu je předmětem výzkumu, neboť dosud není zisková. Proto chemicky zpracované HVO získá pravděpodobně tržní podíl dříve než biobutanol. Podíl biobutanolu na trhu je otevřen v objemu 10 % při současném zachování normy ČSN EN 228 bez nutnosti zavedení paliva E10. Ale relativně starý vozový park v České republice zatím vylučuje prodej E10. Hlavní výhodou biobutanolu je přeměna biologického odpadu na produkt. Zaplacená spotřební daň z výroby biopaliv prodejci nepřímo snižuje užitek ze zemědělských dotací. Pokud nedávná jednání EU prohlásí melasu za odpad, otevře se trh s bioethanolem i biobutanolem. Zatím se tak nestalo a asi nestane.

Zpochybňování jakékoliv alternativy však těm, kteří jí vyvíjejí, na klidu nepřidá. Odpovědí je opačná lobby. Veřejné mínění požaduje úplný zákaz výroby biopaliv první generace z polních plodin, ale bez investic do technologie biobutanolu může dojít ke zvýšení cen. Místní investice do technologie biobutanolu jsou splatné, protože doba jejich využití není omezena kvůli environmentálním, energetickým a biologickým rizikům. V brzké době se biobutanol může prodávat pro zředění nebo aditivaci obdobně jako v USA. Omezením pro všechna biopaliva je dostupnost biomasy a právní definice odpadů. Diskutovaný dopad shovívavosti (Hofstede, et.al., 2010; Porter, 2008) na výkonnost produktu může zlepšit přesnost prognózy místního hospodářství, pokud bude vypracována v budoucím výzkumu.

4.3 Odhad spotřební daně u paliva E-diesel v České republice

Vedle emisí oxidu uhličitého jsou do vzduchu uvolňovány i další látky, které přímo znečišťují ovzduší a mají přímý vliv na životní prostředí a veřejné zdraví ve velkém měřítku. Emise pocházející ze vznětových motorů jsou kvůli chemické struktuře vysoce nebezpečné při inhalaci. Vdechnutí částic z výfukových plynů ze vznětového motoru proniká hluboko do dýchacích cest, ukládají se a tím je zabráněno jejich vyloučení. Jelikož nesou na svém povrchu kondenzované sloučeniny s potenciálně vysokou toxicitou, fungují tyto částice jako adsorpční činidla a umožňují těmto chemikáliím přístup k orgánům, kam by se normálně nemohly dostat bez částic jako nosičů. Celkovým výsledkem je akumulace kyslíkových radikálů (oxidativní stres), plicní nebo systémový zánět, popř. poškození DNA a tím potenciální tvorba mutací nebo dokonce vznik nádorů (Klener a Klener, 2013; Steiner et al., 2016; Van Dorn, 2015).

Dalším důvodem zavádění alternativních paliv může být stále častěji se objevující zprávy o zákazu vjezdu do měst naftovým automobilům od roku 2020 popř. 2025, které nesplňují normy pro emise EURO V nebo EURO VI a dále úplný zákaz automobilů poháněných čistě na fosilní paliva od roku 2040. Důvodem je opět snížení produkce pevných částic a emisí CO_2 a NO_x.

Určitým řešením snížení redukce pevných částic a škodlivých emisí je přidávání ethanolu do motorové nafty.

Vedle enviromentálního důvodu existují i podložené ekonomické přínosy. Ze studií vyplývá, že zavádění politiky biopaliv má tendenci přinášet větší stabilitu cen biopaliv na světových trzích, neboť prosazují určitou úroveň spotřeby a produkce. Zrušení politiky alternativních paliv má naopak velký negativní dopad na využívání a výrobu biopaliv, přičemž se ukazuje, že změny by byly výraznější právně v těch regionech, kde jsou tyto regulace zrušeny. Pokud jde o dopad na ceny biopaliv, výsledky naznačují, že biopaliva mají vliv na celkové zvýšení cenové hladiny, ale zároveň snižují variabilitu cen na světových trzích. Tím, že jsou biopaliva k dispozici na více trzích, získávají stabilnější cenu pro výrobu a spotřebu, což má za následek snížení volatility ceny. Naopak při omezování prodeje biopaliv dochází ke kolísání ceny mezi regiony. Obecně tedy hraje obchod významnou roli při změně cen na světových trzích s biopalivy (Araujo Enciso et al., 2016; Babcock, 2012; Condon, 2015).

Dále se ukazuje, že i u nízkoprocentních směsí alternativních paliv můžeme snížit emise v dopravě, podporovat domácí zemědělství a průmysl, zlepšit odbyt zemědělských komodit a navíc zužitkovat jejich přebytky (Hönig et al. 2017 - Listy cukrovarnické a řepařské).

Přidání alkoholů do motorové nafty je ale spojeno s několika problémy. Zaprvé směs paliv netvoří homogenní směs. Stabilita směsi je silně závislá na teplotě, koncentraci jednotlivých složek a případně přítomností kosolventů. Při teplotě cca 10 °C, popř. při zvýšené koncentraci vody, dochází ke vzniku vícefázové směsi. Stabilita vlivem teploty může být ovlivněna přidáním ethylesteru kyseliny octové, zvýšené množství vody zase pomocí tetrahydrofuranu (Hromádko et al., 2011).

Využití bioalkoholu ve formě bioethanolu je celá řada. V případě bioethanolu je možné zmínit například palivo E95, které se skládá z 95 % ethanolu a 5 % aditiv podporujících mazivost a vznětlivost. V zahraničí lze najít i paliva s nižším obsahem ethanolu v naftě.

Palivo E-Diesel obsahuje 7–15 % obj. bioethanolu, popř. palivo O2Diesel™ obsahující 7,7 % obj. ethanolu (Hromádko et al., 2011; Hönig et al., 2015 – Chemické listy). Distribuce tohoto paliva probíhá především v jižní a jihovýchodní části USA, kde s ohledem na celoroční teploty nehrozí riziko rozfázování paliva a kde je možné dovážet levnější bioethanol z Brazílie.

Nejprve byl zanalyzován současný stav paliva E85 oproti konvenčnímu benzinu, které E85 také obsahuje. Nejvíce paliva v České republice spálí v osobních automobilech - 41,43 % (ČSÚ, 2017). Z tohoto důvodu byl výpočet vztažený na osobní automobily - vážený průměr spotřeby osobních aut 6,95 l na 100 km a nájezd 15 000 km za rok. Spotřeba byla dále přepočítána pro motorovou naftu pomocí výhřevnosti podle vzorce (4.1).

$$s_n = s_b \frac{\varepsilon_b}{\varepsilon_n} \tag{4.1}$$

kde s_i je spotřeba paliva i, MJ/l; ε_i je výhřevnost paliva i, MJ/l.

Pro stanovení vlivu změn daňové politiky na ekonomickou situaci paliva E-Diesel byly použity vzorec (4.2) a výpočty kompenzačních podpor (viz. metody disertační práce kapitola 3). Výše spotřební daně pro E85 a E-Diesel se vypočítá podle vzorce:

$$E_t = E_{tf} - Ta \cdot X_{bio} \tag{4.2}$$

kde E_t je spotřební daň na biopalivo, Kč/l; E_{tf} je spotřební daň na fosilní složku, Kč/l; Ta je výše daňové úlevy směsného paliva, Kč/l; X_{bio} je objemový podíl biosložky ve směsném palivu, bezrozměrné.

Výhřevnost pro jednotlivá paliva je v tab. 4.24 (Andrews, 2013; Lukeš et al., 2015).

Tab. 4.24 Výhřevnost jednotlivých paliv

Palivo	Výhřevnost [MJ/l]
Benzín	32,18
Motorová nafta	35,86
E85	24,97
E-Diesel	34,00

Zdroj: vlastní zpracování

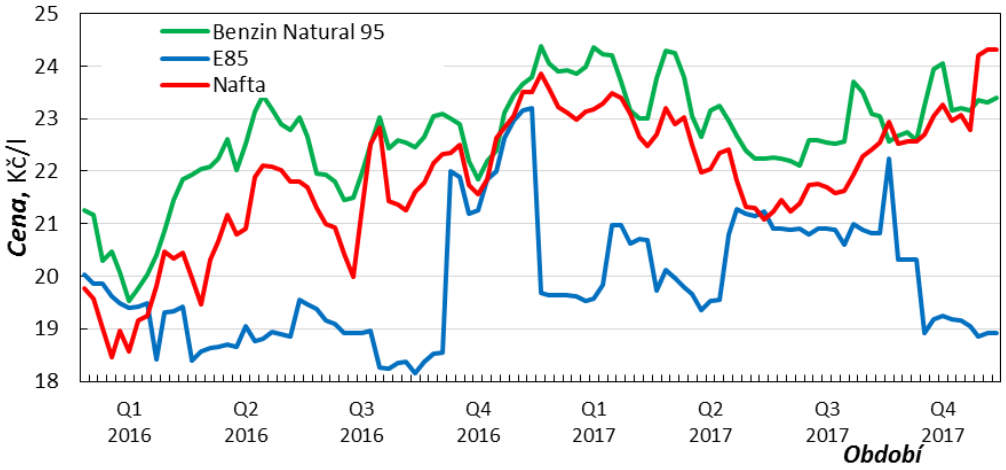
Systematiku výpočtů tvoří všechny kompenzační položky, které jsou relativně dlouhodobě používány při stanovení přiměřenosti daňové podpory

Vývoj velkoobchodních cen ethanolu E85 byl získán prostřednictvím Výzkumného ústavu zemědělské techniky, v.v.i. V tab. 4.25 jsou průměrné hodnoty cen paliv bez DPH za rok 2016 a 2017 a na obr. 4.18 je jejich grafické vyjádření.

Tab. 4.25 Průměrné ceny paliv bez DPH

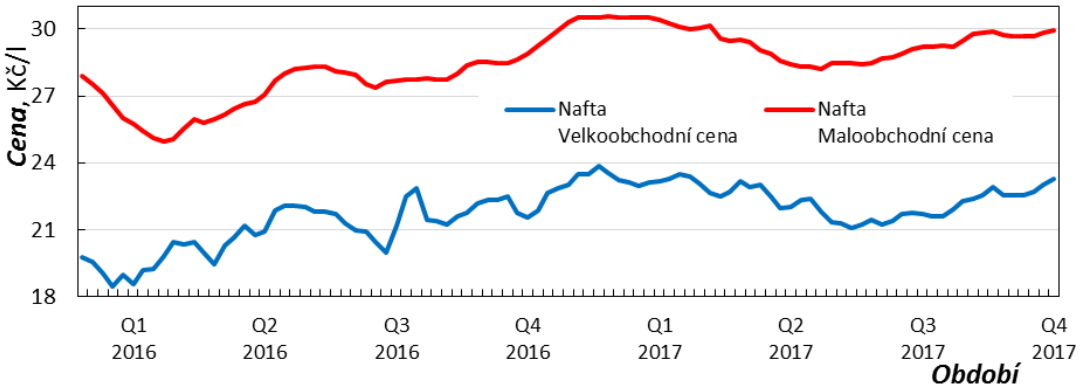
Rok	Období	Benzin 95 Natural [Kč · l^{-1}]	E85 [Kč · l^{-1}]	Motorová nafta [Kč · l^{-1}]
2016	Q1	20,41	19,48	19,24
	Q2	22,52	18,76	20,90
	Q3	22,43	18,91	21,29
	Q4	22,90	21,85	22,32
2017	Q1	23,92	19,69	23,23
	Q2	23,03	20,05	22,45
	Q3	22,55	20,90	21,63
	Q4	23,18	19,19	22,94

Zdroj: vlastní zpracování



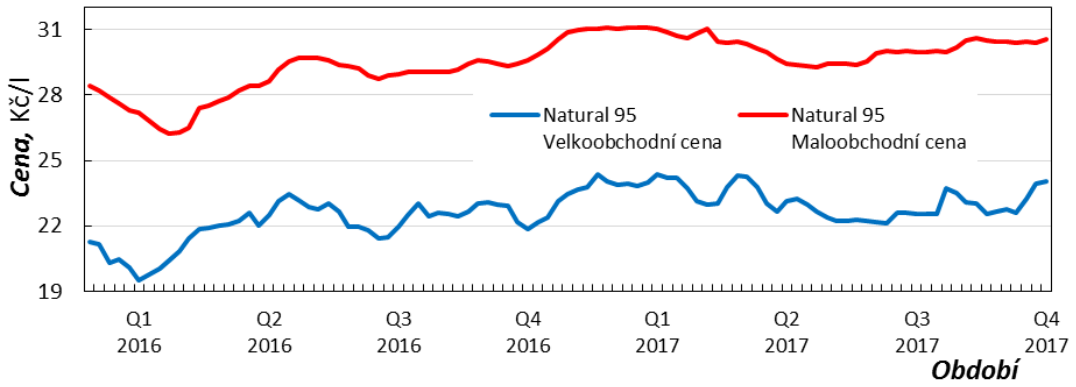
Obr. 4.18 Vývoj cen paliv v letech 2016 a 2017
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Pro zjištění průměrné přirážky byla porovnána velkoobchodní cena s cenou udávající Český statistický úřad (ČSÚ, 2017).



Obr. 4.19 Vývoj velkoobchodních a maloobchodních cen motorové nafty
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Zjištěna průměrná přirážka pro benzín a naftu, z nichž pak byla odhadnuta přirážka pro E85 a E-Diesel. Rozdíl cen je v obr. 4.19 a 4.20.



Obr. 4.20 Vývoj velkoobchodních a maloobchodních cen benzínu
Zdroj: ČSÚ, vlastní zpracování

Porovnání nákladů na benzin, naftu, E85 a E-Diesel je v tab. 4.26 (ČSÚ, 2017). U E85 a E-Dieselu byly započítány náklady na přestavbu auta za 20 000 Kč a rovnoměrně rozpočítány do pěti let podle 2. odpisové skupiny.

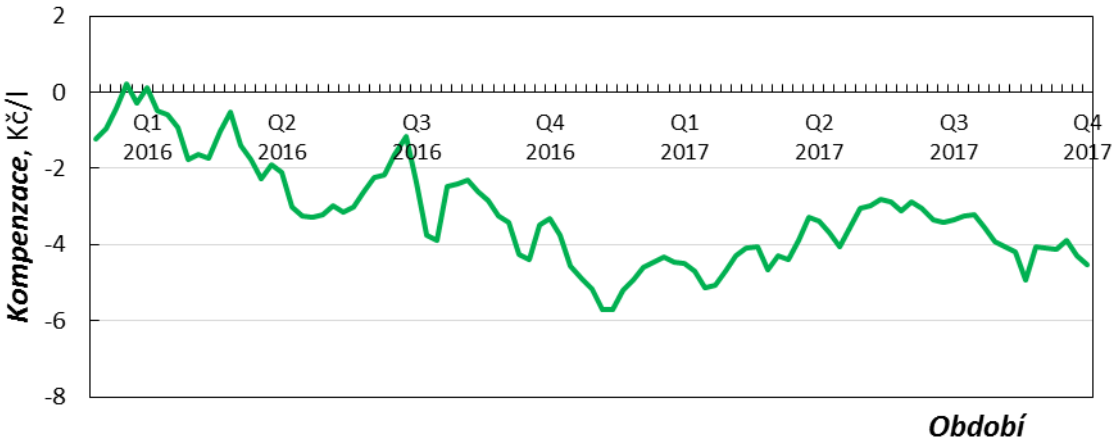
Pro výpočet bylo zvoleno složení E85 78 % ethanolu a 22 % benzínu (koncentrace kolísá v průběhu roku kvůli teplotě) a složení E-Dieselu 15 % ethanolu a 85 % dieselu.

Tab. 4.26 Porovnání nákladů na jednotlivá paliva

Palivo	Cena [Kč/l]	Průměrná přirážka [%]	Spotřební daň [Kč/l]	Vrácení daně [Kč/l]	Náklady [Kč/l]	Celkové náklady [Kč/l]
Benzín	27,43	7,87 %	12,84	0	29,59	30, 837
E85	23,74	7,87 % (odhad dle benzínu)	2,82	8,56	19,88	30, 695
Diesel	26,58	7,17 %	10,95	0	28,49	26, 644
E-Diesel	26,41	7,17 % (odhad dle nafty)	9,30	9,31	26,66	30, 302

Zdroj: vlastní zpracování

V porovnání s čistou naftou jsou tedy celkové náklady o 13,7 % vyšší. Pokud se na získané ceny aplikuje kompenzační model, získají se náklady, které jsou velmi blízké nákladům na čistou naftu. Úroveň kompenzačních podpor pro E-Diesel v letech 2016–2017 jsou vyčíslené na obr. 4.21.



Obr. 4.21 Vývoj úrovně kompenzačních podpor
Zdroj: vlastní zpracování

V roce 2016 by byla průměrná hodnota kompenzace přibližně -2.4 Kč/l a v roce 2017 hodnota klesla v průměru až na -4.1 Kč/l. Pro oba roky byly tedy náklady na využívání E-Dieselu vyšší než náklady na čistou naftu. V průměru -3,37 Kč/l. Pokud by se tyto kompenzace započítaly do průměrné ceny, získá se cena 23,27 Kč/l a celkové náklady 26,956 Kč/l. Což je částka jen o 1,17 % vyšší než za standardní naftu. Touto podporou by se mohl E-Diesel stát konkurenceschopným.

Dílčí závěr

V kapitole byly rozebrány negativní vlivy spalování nafty a její možné částečné nahrazení alternativním palivem.

Aby bylo zavedení alternativních paliv možné, musí být konkurenceschopné vůči ostatním konvenčním palivům. Byla zanalyzována situace za poslední dva roky z pohledu zatím nezavedeného E-Dieselu. Pro E-Diesel se ukazuje, že podle současného zákona by nebyl konkurenceschopný. Náklady by byly o cca 14 % vyšší než u klasického Dieselu. Pro výpočet optimální státní podpory byl použitý kompenzační model, ze kterého vyplývá, že by měl stát dotovat E-Diesel v míře 3,37 Kč/l. Tím by se náklady palivo vyrovnaly klasickým palivům a E-Diesel by se tak stal konkurenceschopný.

Samozřejmě by stát mohl dotovat palivo více, tím by se začalo více prodávat a tím byl mohl stát v dlouhém období nepřímo ušetřit na výdajích za zdravotnictví, jelikož by se mohly snížit počty nemocných v důsledku vlivu spalin.

4.4 Ekonomika pěstování *Jatrophy Curcas* a její energetické využití

Již v říjnu 2008 Evropský parlament navrhl, že pětina energie by měla pocházet z nových alternativ, které "nesouvisí s výrobou potravin". *Jatropha Curcas* nekonkuruje produkci potravin, může se stát volbou pro posouzení mezinárodními investory a zpracovateli bionafty, výrobci energie a mezinárodními institucemi. *Jatrophové* plantáže nejsou však tolik úspěšné jako například plantáže palmy olejné (Castellanos-Navarrete a Jansen, 2015; De Wit a Faai, A. 2010, Gilbert, 2012; Saetae et al., 2011). Problém *Jatropha Curcas* ve srovnání například s rostlinou z palmového oleje vyvolává velké obavy ohledně rychlosti vegetativního růstu rostlin a výnosu semen.

Je proto důležité zhodnotit ekonomiku odrůdy *Jatrophy* a dále například dopad cen na ziskovost plodin (Benešová et al., 2017; Groenendaal, 1995).

Hmotnost semen (na 1000) je přibližně 727 g, což je v průměru 1,375 g na semeno s průměrným množstvím obsaženého oleje 33 až 35 %. Životnost *Jatrophy Curcas* se odhaduje na 40 let. Pro komerční pěstování jsou uspokojivé šířky 2 m x 2 m a 3 m x 2 m, což dává hustotu plodiny 2 500 až 1 666 rostlin na ha (Paramananthan, 1987).

Plantáž *Jatrophy* má také následující zvláštnosti. Plodiny mohou být pěstovány na široké škále půdy včetně pustin. Pro dosažení potenciálních výnosů však vyžaduje dobře odvodněné hluboké půdy s dobrým provzdušňováním a mírnou plodností. Výsadba je možná v průběhu celého roku v zajištěných zavlažovacích zařízeních pomocí kapičkového zavlažování, které zpočátku zvyšuje vstupní náklady. Výnos začíná od 18 měsíců, ale hospodářský výnos se získává od 3. roku po výsadbě. U *Jatrophy* se zdá, že kapkové zavlažování je optimálním řešením (FAO, 1976; FAO, 1990; Kall et al., 2016; Rancane a kol., 2016; Zimelis et al., 2016).

Když se plodina pěstuje v pustinách a špatných půdách, je kapkové zavlažování a hnojení *Jatrophy* nezbytné, aby se dosáhlo maximálního výnosu. Požadavek vody je však velmi nízký a je uveden v tabulce 4.27.

Tab. 4.27 Požadavek vody *Jatropha Curcas*

Věk (v letech)	Hloubka vody (mm/ha)	Litry/rostlina
1	0,75–1,25	3–5
2	1,50–2,00	6–8
3 a více	2,5–3,00	10–12

Zdroj: Gunaseelan, 2009

Podle experimentálních polních podmínek je průměrný výnos osiva se stávajícími odrůdami v podmínkách zavlažování po 3 letech odhadován na 4,0 až 5,0 tuny na hektar (4 až 6 kg/rostlina/rok). Zemědělci však zaznamenali také výnos 6 tun osiva na hektar (Patil et al., 2015). Podle Santany et al. (2015) je nejvíce omezujícím faktorem *Jatrophy* kromě vody poměrně vysoká potřeba práce. *Jatrophové* plantáže velkého rozsahu proto dnes nejsou (v současných podmínkách) ekonomicky proveditelné, jelikož jsou velice pracné a lze je jen do malé míry nahradit mechanizací. Na základě výše uvedených skutečností jsou podmínky pro plantáž *Jatrophy* uvedeny v tabulce 4.28 níže.

Tab. 4.28 Podmínky pro plantáž

Sklizeň (musí být stále ruční)
Žádné existující vylepšené odrůdy
Nízké ceny rostlinného oleje
Nízká produktivita na jednotlivých polích

Zdroj: Rosado et al., 2015

Bioplyn může být využit pro výrobu elektrické a tepelné energie v jednotkách kombinované výroby tepla a elektřiny (CHP) (Cho a Lee, 2014). Následující tabulka 4.29 ukazuje často používané potenciálně konkurenceschopné suroviny pro výrobu biomasy.

Tab. 4.29 Konkurenční materiály pro tvorbu biomasy

Surovina	**Bioplyn** (m^3/t fs)
Tuk (přepalovaný)	960
Glycerol	930
Pšenice	660
Zbytky z řepky olejné	640
Seno	450
Sláma (ječmen)	345
Melasa	340
Tuhé zbytky z ovoce	280
Tráva	220
Kukuřičná siláž	200
Organické komunální odpady	100
Kuchyňské zbytky	80
Hnůj (drůbež)	62
Bramborové zbytky	40
Hnůj (skot)	22

fs…čerstvá hmota
Zdroj: Patil et al., 2009

V tabulce 4.29 jsou uvedeny některé příklady zemědělských, průmyslových a komunálních zbytků, v tabulce 4.30 pak využitelnost *Jatrophy Curcas* pro výrobu bioplynu.

Tab. 4.30 Parametry složek Jatropha Curcas pro výrobu bioplynu

	Bioplyn (m^3/t fs)
Jatropha výlisky	360
Jatropha dužnina	200
Jatropha dužnina a výlisky mix	310

fs…čerstvá hmota
Zdroj: Sinbuathong et al., 2011

Výtěžek bioplynu 310 $m^3.t^{-1}$ *Jatrophy Curcas* je mnohem vyšší než srovnatelné energetické rostliny, skočec obecný (*Ricinus Communis*) a lníčka setá (*Camelina Sativa*) (Patil et al., 2009),

Výlisek je dále výborně biologicky odbouratelný. Výlisek z *Jatrophy Curcas* má objem 360 $m^3.t^{-1}$. Zbytky výlisku mají vysokou výhřevnost, nicméně spálení by zničilo živiny, které jsou potřebné na plantážích pro správné pěstování stromů. Proto je vhodnější využít *Jatrophu* pro výrobu bioplynu, než ji spálit v parní elektrárně. Dužnina je na rozdíl od výlisku hůře odbouratelná. Mohla by však mít významnou hodnotu pro výrobu bioplynu a zvýšit výtěžek bioplynu v elektrárně. Výnos z dužniny je zhruba 200 $m^3.t^{-1}$ (Sinbuathong et al., 2011).

Pokud se výlisek z *Jatrophy* a dostatečné množství dužniny z Jatrophy (odpovídající část) zpracovávají na bioplyn, bylo by to asi 310 $m^3.t^{-1}$ (Raheman a Mondal, 2012).

Jatropha je nejen cenná, protože má relativně vysoký výtěžek bioplynu, ale má také potenciál pro výrobu hnojiv. Hnojivo z výlisku *Jatrophy* a dužniny po výrobě bioplynu má vysoký potenciál a hodnotu jako komerční hnojivo. Může být použita pro vlastní *Jatrophovou* plantáž (podle Aryal et al. (2013) přibližně 1 kg takového hnojiva na rostlinu), nebo může být prodáváno jiným majitelům plantáže.

V ideálním případě se doporučuje používat tyto vedlejší produkty pro vlastní *Jatrophové* plantáže, neboť toto hnojivo přivádí všechny výživné látky a minerály zpět do půdy a dá se očekávat nárůst produktivity (Srinophakun et al., 2011). Na základě současných tržních podmínek odpovídá 1 t hnojiva z *Jatrophy* po výrobě bioplynu ceně v hodnotě minimálně 20 USD/t. Cena však může být i výrazně vyšší. Toto hnojivo má vysoké nutriční hodnoty.

Jatropha Curcas potřebuje méně vody než stromy s palmovými oleji, což znamená, že je levnější k zavlažování v oblastech s nízkým přívodem vody. Lisovací stroje *Jatropha* jsou mnohem levnější než investice do lisů palmového oleje. *Jatropha Curcas* má mnohem vyšší potenciál bioplynu a hnojiva než palma olejná.

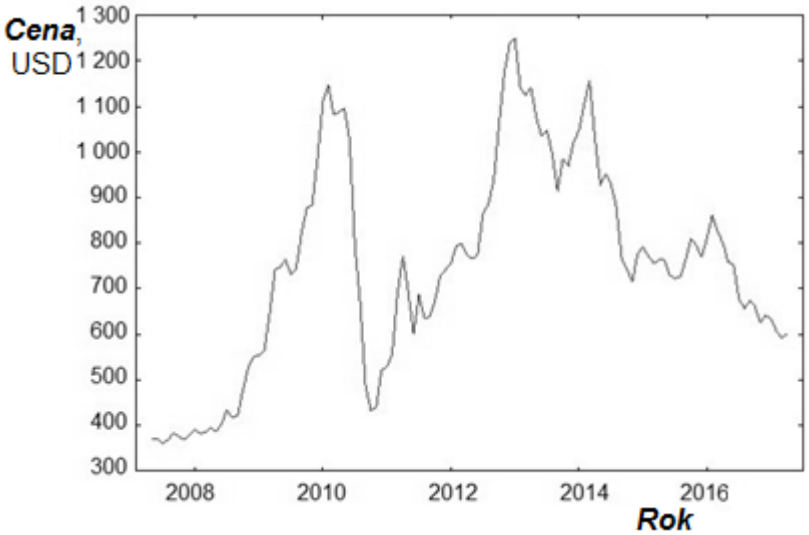
Ekonomika pěstování vychází z předpokladu, že pro investory je optimální nejvýše 1000 ha zavlažovaných plantáží *Jatrophy Curcas*, které nejsou zavlažovány společně s jinými plodinami, jelikož ruční sklizeň může být pro větší plochu těžko zvládnutelná.

Na základě literatury je jasné, že pro sklizeň 25 kg semen *Jatropha* je zapotřebí 1 osoba denně. Jestliže plocha plantáže přesahuje 1000 hektarů, organizace práce se může stát problémem pro efektivní výrobu. Podle různých studií, např. podle Behera (2010), dosahuje výnos této plodiny mezi (4 až 8 tun na hektar).

V modelu jsou zahrnuty následující náklady: kapkové zavlažování, příprava místa, kopání jam, výsadbový materiál, náklady na výsadbu, náklady na kontrolu plevele, náklady na organické hnojení, náklady na hnojivo, náklady na zavlažování, náklady na ochranu rostlin, náklady na stříhání, náklady na sklizeň, náklady na dopravu i školení. Rozhodující pro náklady je počáteční investice do kapkového zavlažování. Tyto náklady byly naměřeny a vypočteny výzkumnými pracovníky na experimentální stanici v Indonésii v roce 2016. Pro stanovení příjmů je výroba *Jatrophy* vynásobena její cenou.

Pro *NPV* analýzu je vybrána zvýhodněná sazba r 9 %, která odpovídá převládajícímu riziku pro daný průmysl. Analyzovaný časový úsek *t* vybraný pro projekt se skládá z deseti časových období. Pro předběžnou cenu je použit model ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving Average) a rozšířený Dickey Fullerův test (ADF).

Jedním z nejdůležitějších ekonomických faktorů, které ovlivňují ziskovost a tedy i možnost růstu plodiny *Jatropha Curcas*, je cena této plodiny na trhu. Vzhledem k tomu, že *Jatropha Curcas* není žádnou komoditou, je nezbytné odvodit její cenu na základě další produkce oleje v této oblasti, jako je palmový olej. Vývoj ceny palmového oleje daný indexem Mundi (Djankov, 2008) je znázorněn na obr. 4.22.



Obr. 4.22 Vývoj ceny palmového oleje od roku 2008
Zdroj: vlastní zpracování, data z Indexmundi.com (2017)

Údaje na obrázku 4.22 ukazují, že i když mezi lety 2008 až 2010 došlo k rostoucímu trendu, v roce 2011 klesla cena na minimální úroveň přibližně 450 USD za tunu. Po roce 2011 se ceny zotavily na přibližně 1250 USD v roce 2013. Od té doby se ceny snížily na úroveň 600 USD za tunu.

Pro zajištění realistické analýzy je nutné předpovědět ceny *Jatropha Curcas* s tím, že palmový olej je považován za dokonalý substitut. To se provádí pomocí testu ARIMA a Rozšířeného Dickey Fuller testu (ADF) (viz metodika disertační práce kapitola 4).

Pro pokračování v modelu ARIMA je nezbytné testovat proměnnou pro existenci kořenové jednotky. Nejběžnějším testem je rozšířený Dickey Fuller test. Parametry testu jsou uvedeny v tabulce 4.31.

Tab. 4.31 Rozšířený Dickey-Fuller test

Rozšířený Dickey-Fullerův test ceny
obsahující 2 zpoždění (1-L)ceny
(max bylo 12, kriterií modif. AIC testu)
velikost vzorku 117
jednotkový kořen nulová hypotéza: a = 1

Zdroj: vlastní zpracování

Podrobné výsledky testu jsou uvedeny v tabulce 4.32.

Tab. 4.32 Výsledky Dickey-Fullerova testu

test s konstantou	s konstantou a trendem
model: (1-L)y = b0 + (a-1)*y(-1) + ... + e autokorelační koeficient 1. řádu pro e: 0.011 zpožděné diference: F(2, 113) = 14.796 [0.0000] odhadovaná hodnota (a - 1): -0.0518326 test statist.: tau_c(1) = -2.39326 asymptotická p-hodnota 0.1436	model: (1-L)y = b0 + b1*t + (a-1)*y(-1) + ... + e autokorelační koeficient 1. řádu pro e: -0.001 zpožděné diference:: F(8, 100) = 4.779 [0.0001] odhadovaná hodnota (a - 1): -0.0492756 test statist.: tau_ct(1) = -1.64713 asymptotická p-hodnota 0.7743

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky ukazují, že model ARIMA bude mít formu ARIMA (1,1,1). Parametry modelu ARIMA jsou uvedeny v tabulce 4.33.

Tab. 4.33 ARIMA model

vyhodnocení funkce: 42 vyhodnocení gradientu: 22 Model 1: ARIMA, s využitím pozorování 2005:06-2017:04 (T = 119) odhad s využitím Kalmanova filtru (přesnát ML) závislá proměnná: (1-L) price standartní chyba na základě Hessianu

Zdroj: vlastní zpracování

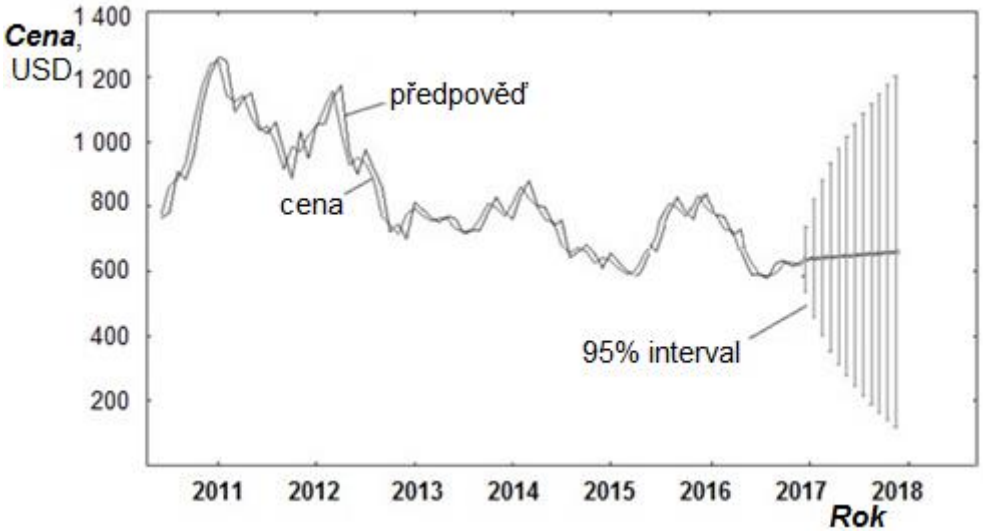
Výsledky odhadu modelu jsou uvedeny níže v tabulce 4.34.

Tab. 4.34 Výsledky ARIMA modelu

	Koef.	**std. Chyba**	**z**	**p-hodnota**
Const	2.00289	7.53459	0.2658	0.7904
phi_1	0.181133	0.181551	0.9977	0.3184
theta_1	0.301837	0.172609	1.749	0.0803 *
Stř. hodnota závislé prom.	1.941176	**S.D. závisl. prom.**	58.14495	
Stř. hodnota inovací	-0.007602	**S.D. hodn. Inovací**	51.88554	
Log-pravděpodobnost	-638.9071	**Akaike kritérium**	1285.814	
Schwarz kritérium	1296.931	**Hannan-Quinn**	1290.328	
	Real	**Imaginární**	**Mod.**	**Frekvence**
AR				
Kořen 1	5.5208	0.0000	5.5208	0.0000
MA				
Kořen 1	-3.3130	0.0000	3.3130	0.5000

Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky tohoto testu lze použít k předpovědi budoucích cen palmového oleje, které poskytnou vodítko pro ceny ropy *Jatropha Curcus*. Tato předpověď je graficky znázorněna na obrázku 4.23.



Obr. 4.23 Předpověď budoucí ceny palmového oleje
Zdroj: vlastní zpracování

Výsledky předpovědi v příštích měsících ukazují, že cena palmového oleje pravděpodobně dosáhla dna při 600 USD za tunu a mírný růst lze očekávat v nadcházejících měsících.

Pro analýzu byla určena cena 630 USD jako predikce budoucí hodnoty. Tato cena je pak začleněna do výpočtů NPV (ČSH) a IRR (VVR). Při ceně 630 USD za tunu je NPV záporné. Bod zvratu nastává při hodnotě 690 USD za tunu. V důsledku toho je pro další výpočty brána hodnota 800 USD za tunu. To znamená zhruba 25% nárůst ceny. Tabulka 4.35 znázorňuje výsledné hodnoty právě při této ceně.

Tab. 4.35 Výsledky analýzy *Jatrophy Curcas*

	Jednotka
Plodina	*Jatropha*
Cena (USD za tunu)	800
Časový horizont (rok)	10
NPV čistá současná hodnota (USD)	503
IRR vnitřní výnosové procento (%)	19,8
Bod zvratu - cena (USD za tunu)	690

Zdroj: vlastní zpracování

Zatímco předpověď ceny ukazuje, že by měla růst přibližně o pět procent, to nestačí k dosažení ziskové úrovně, která se odhaduje na přibližně 690 USD za tunu. Dynamické ukazatele ziskovosti, které vycházely z deseti období, ukazují, že za daných podmínek (cena 800 USD za tunu) je dosažena kladná čistá současná hodnota a vnitřní výnosové procento je 19,8 %. Podle Santany et al. (2015) je nejvíce omezujícím faktorem pro *Jatropha Curcas*

kromě vody poměrně vysoká potřeba práce. *Jatrophové* planiny velkého rozsahu proto nejsou v současných podmínkách ekonomicky proveditelné, protože je zapotřebí velké množství práce bez mechanizace.

Dílčí závěr

Analýza plantáže s *Jatropha Curcas* ukazuje, že při současných převažujících cenách na trhu nelze dosáhnout ziskovosti. Dalším velkým faktorem kromě kolísavých cen je potřeba zavlažování, která výrazně zvyšuje náklady na plantáž.

Výsadba založenou na výsledcích je při současné ceně neekonomická. To by se mohlo změnit, jestliže ceny olejnin porostou. To nastane mj. v případě, pokud by olejniny konkurovaly potravinovým komoditám. Dále by bylo vhodné podporovat olejniny, které nekonkurují potravinářským plodinám určitými dotačními stimuly pro oblasti především v rozvojových zemích i z důvodu politiky zaměstnanosti.

Ekonomické hodnocení **výroby bioplynu** v závodě zpracující *Jatrophu* je aplikováno na 2 MWh bioplynové elektrárně (tab. 4.36). Aby bylo možné splnit potřeby takovéto elektrárny, je zapotřebí více než 1000 hektarů plně zavlažovaných plantáží, aby se zajistila dodávka surovin. Při ekonomickém hodnocení se zvažuje směs výlisků z *Jatrophy* a dužniny. Průměrná výtěžnost bioplynu z této suroviny je brána 310 m^3/t. Náklady na výrobu bioplynu se skládají ze dvou částí: fixní náklady (FC) a variabilní náklady (VC). Pevná cena se skládá především z nákladů na elektrárnu. Experiment vycházel z nabídky od různých dodavatelů a následně byla vypočtena průměrná cena za elektrárnu přibližně 3 miliony dolarů. Dalším typem nákladů důležitým pro analýzu jsou roční provozní náklady. Provoz se skládá z následujících položek: personál (provoz, dozor), spotřební materiál (benzín), údržba (elektromechanická, biologická), pojištění, správa.

Tab. 4.36 Technické údaje elektrárny *Jatropha Curcas*

Surovina	***Jatropha* výlisky/*Jatropha* dužnina**
Sušina (%)	35
Výtěžnost bioplynu (m^3)	310
Výtěžnost elektřiny (kWh/t fs)	1695
Dostupnost materiálu (t fs/rok)	26 000
Doba provozu (d/rok)	365
Čistý provozní čas (h/rok)	7884
Průměrná denní doba provozu (h/rok)	21,6
Roční výtěžnost bioplynu (m^3/rok)	8 060 000
Roční energetický výnos (MWh/rok)	44,064
Celková elektrická kapacita (MW)	2
Roční výroba elektřiny (MWh/rok)	16 366
Spotřeba el. energie elektrárny (%)	5
Čistá výroba elektřiny (MWh/rok)	15 519

fs…čerstvá hmota
Zdroj: Pandey et al.,2012

Provozní náklady jsou náklady spojené s administrací podniku na denní bázi. Provozní náklady zahrnují jak fixní náklady, tak variabilní náklady. Fixní náklady, jako režie, zůstanou stejné bez ohledu na počet vyrobených produktů; variabilní náklady, jako jsou materiály, se mohou lišit podle toho, kolik produktů se vyrábí (Kaplan, 2010). Variabilní náklady byly vypočítány 0,014 USD za kWh. Ideální plantáž o rozloze 1000 hektarů může produkovat 8 tun semen na hektar *Jatropha* (a ještě více), jestliže je použito kapičkové zavlažování. Náklady uvažují zavlažovací zařízení, přípravu místa, kopání jam, náklady na výsadbu, náklady na kontrolu plevele, náklady na organické hnojivo, náklady na zavlažování, náklady na ochranu rostlin, náklady na stříhání a školení, náklady na sklizeň, náklady na dopravu) a činí 430 000 USD. Výlisek z *Jatrophy* a dužnina jsou vedlejší produkty, které jsou obvykle vyhozeny a náklady ztracené příležitosti na jejich využití se rovnají nule (Sinbuathong et al., 2011). Shrnutí ekonomických údajů je uvedeno v tabulce 4.37 níže.

Tab. 4.37 Shrnutí ekonomických údajů výlisku a dužniny z *Jatrophy*

Vstupní data	**Hodnota**
Cena elektřiny USD/kWh	0.1
Provozní náklady (USD p.a.)	0,23 mil.
Fixní náklady (USD)	3 mil.
Prodej elektřiny (USD p.a.)	1,63 mil.
Prodej hnojiv (USD p.a.)	0,36 mil.
Celkový prodej (USD p.a.)	1,99 mil.
Hrubý zisk (USD p.a.)	1,76 mil.
Provozní výnosy (USD) Odpisy (15y)	1,63 mil.

Zdroj: vlastní zpracování

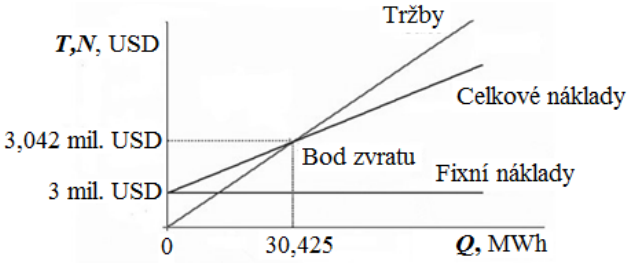
Cena vstupního materiálu (výlisek z *Jatrophy* a dužnina) není zahrnuta do výpočtů, jelikož je vedlejším produktem produkce sadby *Jatrophy*. V případě, že se *Jatropha* pěstuje a nepočítá se s využitím osiva, náklady se odhadují na zhruba 0,4 milionů dolarů na 1000 hektarů. Analyzovaná elektrárna na výrobu bioplynu o výkonu 2 MWh vyrobí hnojivo v objemu kolem 18 200 tun, pakliže budeme mít 26 000 tun zbylého materiálu a 30 % se využije bioplynovém procesu. Na základě čísel v analýze jsou vypočteny následující ukazatele rentability, doba návratnosti, čistá současná hodnota (NPV) a bod zvratu. Výsledky jsou uvedeny v tabulce 4.38.

Tab. 4.38 Výsledky ekonomické analýzy tvorby bioplynu

Proměnná modelu	**Výsledek**
Doba návratnosti (roky)	1,5
Časový horizont (roky)	10
Čistá současná hodnota NPV (USD) (diskontní sazba 8%, neuvažován exit)	0,11 mil.
Bod zvratu - objem (MWh)	30 425

Zdroj: vlastní zpracování

Doba návratnosti, stejně jako čistá současná hodnota vykazují velmi dobré výsledky. Je však důležité si uvědomit, že předpoklady pro investice jsou omezené. Za prvé se předpokládá, že vstupní ceny jsou nulové. Je to způsobeno předpoklady stávajícího vlastnictví plantáže. Zadruhé se předpokládá, že pozemky vlastní majitel plantáže. Zatřetí by pravděpodobně vznikly dodatečné náklady, které se předpokládají jako nulové.



Obr. 4.24 Analýza bodu zvratu
Zdroj: vlastní zpracování

Za těchto podmínek je bod zvratu pro analyzovaný projekt analyzován také graficky na obr. 4.24.

Dílčí závěr

Experiment poskytuje relativně unikátní analýzu toho, jak ekonomicky využít vedlejší produkt plantáže *Jatropha Curcas* ve formě výlisku a dužniny. Z experimentu vychází návrh využití těchto vedlejších produktů pro elektrárnu. V kapitole byly vyčísleny všechny náklady a přínosy projektu a stanovili důležité parametry, jako je časový horizont a diskontní sazba. Zatímco předpoklady investičního projektu mohou být v praxi omezené, všechny ukazatele ziskovosti použité v analýze ukazují velmi slibné výsledky. *Jatropha Curcas*, založená na této analýze, může být velmi úspěšná plodina pro výrobu bioplynu. Bylo by však důležité posoudit i další dopady tohoto projektu z hlediska jeho sociálního a environmentálního dopadu.

4.5 Ekonomická analýza náhrady nafty surovým palmovým olejem pro výrobu elektřiny v indonéské elektrárně

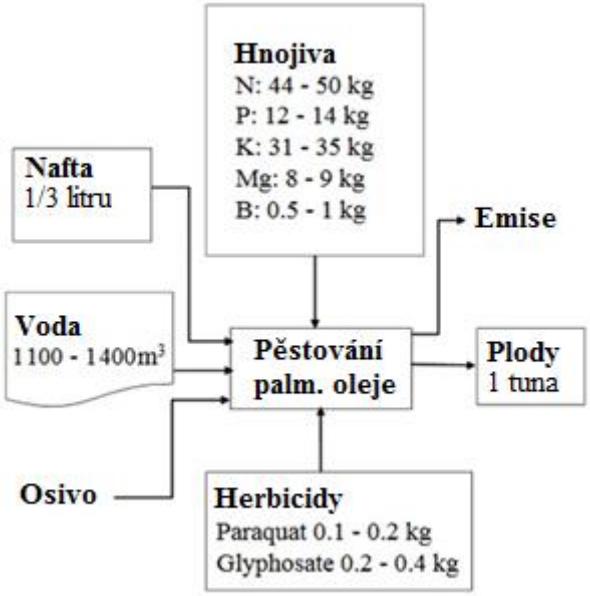
Zvýšenou poptávku po biopalivech lze pozorovat v mnoha zemích po celém světě. Indonésie se stala největším světovým producentem palmového oleje s více než 20 miliony tun produkce surového palmového oleje s roční mírou růstu přibližně 10 % (McKinsey, 2017). Tato skutečnost bohužel také vedla k odlesňování a snižování biologické rozmanitosti. Zatímco odlesňování je samo o sobě špatné, je možné vidět, že toto odlesňování může být částečně kompenzováno - z hlediska životního prostředí - záměnou motorové nafty za surový palmový olej v indonéských elektrárnách. Podle analýzy se zdá, že cena nafty kolísá ve srovnání s cenou CPO (Crude Palm Oil – surový palmový olej) (Azad et al., 2014; Azad et al., 2015). Surový palmový olej je obnovitelným zdrojem. Proto se zdá, že jeho využití pro výrobu elektřiny je pro Indonésii udržitelnějším řešením ve srovnání se současným používáním nafty (Gresshoff et al., 2015; Bhuiya, et al., 2015). Současně je třeba zmínit, že změna využití půdy pro plantáže palmového oleje je spojena s určitým poškozením životního prostředí. Palmový olej se také používá k výrobě elektřiny v Malajsii. Podle statistik elektřiny PLN Perusahaan Listrik Negara, je průmyslová sféra druhým největším kupujícím elektřiny v Indonésii. Vláda Indonésie má za cíl snížit spotřebu ropného paliva tím, že ji nahradí jinými formami energie (diverzifikace) a zlepší účinnost (zachování) využití energie jak proti proudu, tak i s proudem současných trendů. Cílem Indonésie je snížit spotřebu ropy o 20 % a zvýšit využití obnovitelných zdrojů energie ze současných 17 % na 25 % do roku 2025 a současně dosáhnout cíle snížení emisí skleníkových plynů o 26 % do roku 2020. V roce 2014 představovaly ropné elektrárny 23 % energetické spotřeby pro průmyslový sektor v Indonésii. Samotná PLN má podle svých statistik za rok 2014 asi 2,6 GW instalované kapacity, která je poháněna dieselovými elektrárnami (Begum et al., 2013; Coleman; 2012; Murphy et al., 2017; Pleanjai et al., 2007). Všechny druhy kapalných paliv, které se vyskytují v přírodním (surovém) stavu, se skládají ze tří hlavních složek: celkový obsah vody, popelu a hořlaviny. Tato kompozice může být vyjádřena vzorcem (4.3):

$$\sigma(Wtr) + \sigma(Ctr) + \sigma(Htr) + \sigma(Or) + \sigma(Str) + \sigma(Nr) + \sigma(Atr) = 100\ \% \qquad (4.3)$$

kde: σ(Wtr), σ(Ctr), σ(Htr), σ(Or), σ(Str), σ(Nr), a σ(Atr) jsou hmotnostní části celkového množství vody, uhlíku, vodíku, kyslíku, síry, dusíku a popela v původním vzorku (% hmotnostních) (Bradna a Malaťák, 2008). Voda a popel jsou obsaženy jako nehořlavá část paliva, která je označována jako zátěž. Hořlavá část paliva je složena z uhlíku, vodíku, síry a dusíku. Pouze uhlík, vodík a síra se podílejí na exotermické reakci s oxidačně autogenním spalováním. Kyslík, který je obsažen v palivu pracuje jako okysličovadlo, a dusík je jedinou součástí, která se nepodílí na hoření (Agarwal a Agarwal, 2007; Dorado et al., 2003; Demirbas, 2007; Liu et al., 2008; Song et al., 2014;)

Všechny tři hlavní palivové komponenty (voda, popel a hořlaviny) jsou velmi důležitými faktory v procesu spalování. Jejich vlastnosti výrazně ovlivňují konstrukci spalovacího zařízení i jeho provozní režim (Barnwal a Sharma, 2005; Canakci a Van Grepen, 2001; Hönig

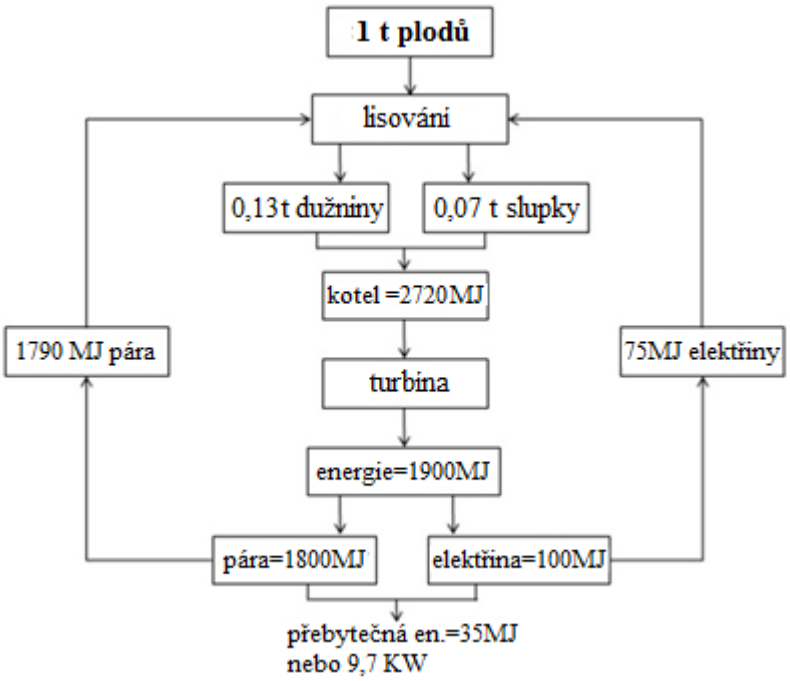
et al., 2014; Ramírez-Verduzco et al., 2012; Nasutiom et al., 2005). Obrázek 4.25 ukazuje jednotkový proces plantáže palmového oleje.



Obr. 4.25 Jednotkové procesní schéma plantáže palmového oleje
Zdroj: Pleanjai et al., 2007; vlastní úprava

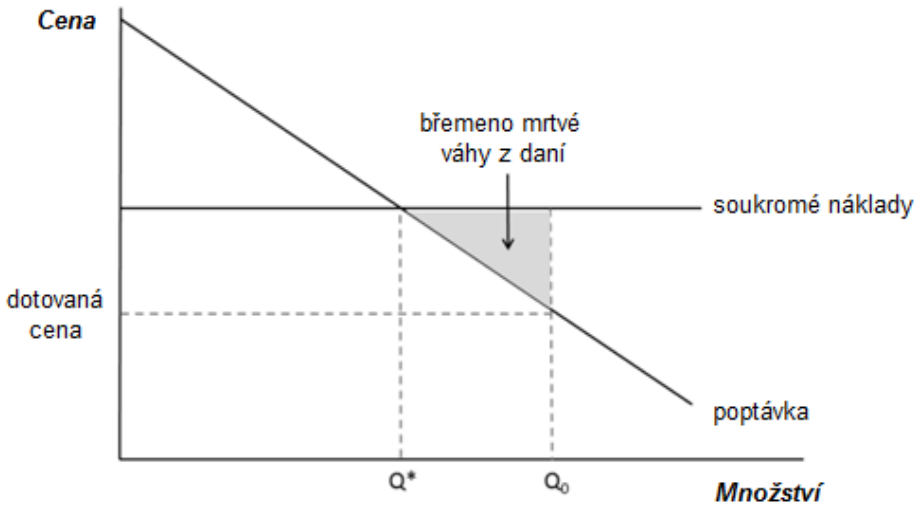
Ekologický proces výroby a zpracování palmového oleje je již dlouho známý. Společnost Perusahaan Listrik Negara (PLN) postavila v Dumai v provincii Riau 10-megawatovou elektrárnu poháněnou surovým palmovým olejem (CPO). Elektrárna byla zpočátku poháněná naftou, ale později byla přeměněna na elektrárnu na výrobu surového palmového oleje (CPO) instalací konvertorových zařízení v závodě. Tyto modifikace stávajících zařízení se mimo jiné skládají z nových modulů pro cirkulaci a zpracování. Je tedy nutné provést důkladnou ekonomickou analýzu této investice do elektrárny. To je nezbytné zejména proto, že existuje několik faktorů, které hrají dominantní roli v úspěchu závodu. Jsou to dotace na motorovou naftu poskytované indonéskou vládou či cena podkladových komodit, konkrétně surová ropa West Texas Intermediate (WTI) (GlobalPetrolPrices.com, 2018; Machek a Hnilica, 2015; Machek a Hnilica, 2015; Ng et al., 2013; The Jakarta Post, 2008).

Obrázek 4.26 ukazuje energetickou účinnost palmového oleje jako přebytek potenciální energie palmového oleje.



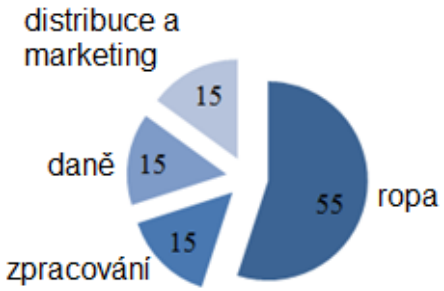
Obr. 4.26 Přebytek potenciální energie z palmového oleje
Zdroj: Nasution et al., 2014; vlastní úprava

V poslední době se v Indonésii zvýšila cena nafty. Cena dotované nafty byla zvýšena z IDR 6400 (USD 0,49) na IDR 6900 (USD 0,53) na litr (+ 7,8 %). Výchozí cena palmového oleje je 10,116 IDR (0,77 USD) (GlobalPetrolPrices.com; 2018). Růst cen byl považován za nezbytný, protože ceny ropy se za poslední měsíc zvýšily, zatímco rupie nadále klesala. Počínaje rokem 2015 indonéská vláda drasticky snížila veřejné výdaje na dotace na pohonné hmoty při přechodu na uvolnění finančních prostředků na strukturální hospodářský a sociální rozvoj tím, že zlikvidovala velké množství dotací na pohonné hmoty. Systém dotací na motorovou naftu lze popsat následujícím způsobem, který je znázorněn na obrázku 4.27 (Indonesia-Investment, 2017).



Obr. 4.27 Dotace na naftu v Indonésii
Zdroj: vlastní zpracování

Z obrázku 4.27 je patrné, že systém dotací vždy vede k neefektivní ekonomice. Část znázorněná šedým trojúhelníkem je ztráta pro společnost v důsledku vládního zásahu. Zatímco Q * znamená efektivní tržní úroveň, Q_0 je úroveň spojená s danými indonéskými dotacemi. Aby se pochopila tržní cena nafty, musí být představena její struktura. Obecně platí, že cena nafty může být rozložena do následujících částí, jak je znázorněno na obr. 4.28 (Parry et al., 2007).



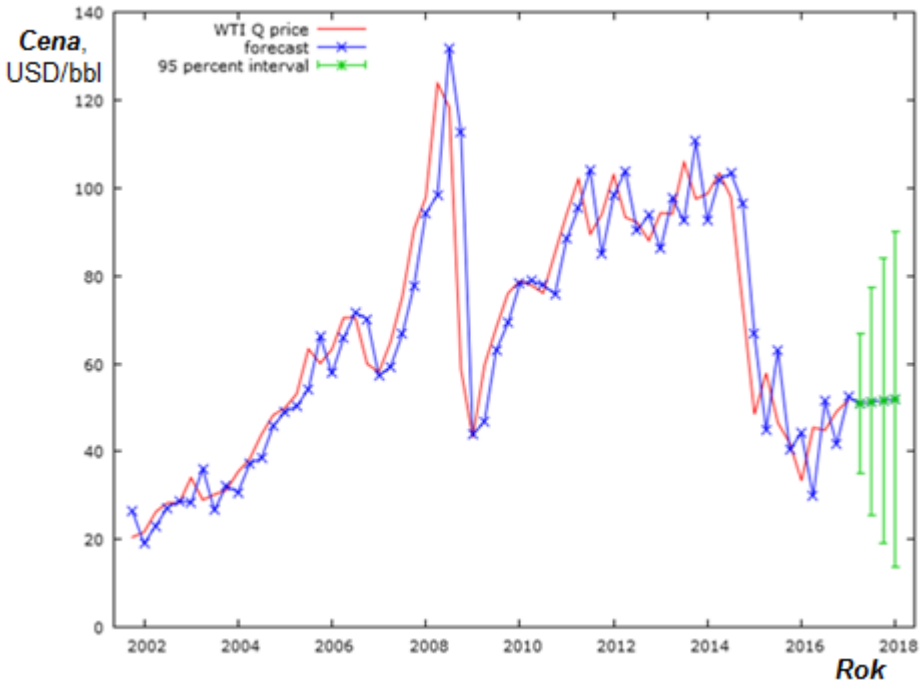
Obr. 4.28 Typická cenová struktura pro motorovou naftu
Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 4.28 ukazuje, že cena ropy má obecně více než 55% vliv na konečnou cenu nafty. To se liší podle různých právních a ekonomických podmínek, obecně však přibližně polovina ceny motorové nafty závisí na ceně ropné komodity Struktura cen surového palmového oleje je podobná struktuře motorové nafty. Největším rozdílem je uplatňování nižší sazby daně pro CPO. Nezbytné ekonomické hodnocení nové elektrárny závisí nejen na aktuální ceně a směnném kurzu, ale také na budoucích cenách a měnové hodnotě (Azad, 2017; Knothe, 2010; Rasid et al., 2013).

Měření spotřeby CPO a spotřeby nafty byla provedena v Indonésii na základě měření úbytku hmotnosti přepočteno na objem. To se opakovalo desetkrát a byl vypočítán aritmetický průměr těchto měření a odhadnuta roční spotřeba. Toto bylo provedeno jak pro naftu, tak pro CPO. Výroba elektřiny v indonéské elektrárně byla odhadnuta za předpokladu, že elektrárna nebude k dispozici 10 % ze svého času během roku.

Pro výpočty byl použit model ARIMA (AutoRegressive Integrated Moving-Average) a Dickey Fullerův test (viz. metodika disertační práce kapitola 3).

Obrázek 4.29 znázorňuje vývoj cen ropy WTI v letech 2002 až 2018 s předpovědí ve čtyřech po sobě jdoucích čtvrtletích s využitím identifikovaného modelu ARIMA (Fred Economic Data, 2017). Předpověď na období 2018 nezohledňuje faktory fundamentální analýzy, jako je vliv břidlicového plynu či politika Organizace zemí vyvážejících ropu OPEC.



Obr. 4.29 Vývoj cen WTI a předpověď
Zdroj: vlastní zpracování

Predikce pro rok 2018 je založena na modelu ARIMA (Model 1: ARIMA, s využitím pozorování 1986:2-2018:1 (T = 124) Závislá proměnná: (1-L) v1 - standartní chyba na základě Hessianu) a je shrnuta v tabulce 4.39.

Tab. 4.39 Výsledky ARIMA modelu

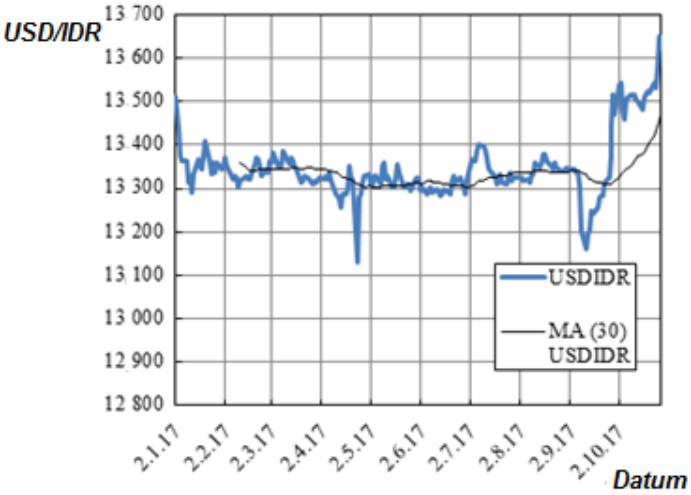
	Koef.	**Std. Chyba**	**Z**	**p-hodnota**	
Konst	0.254807	0.710035	0.3589	0.71970	
phi_1	0.142828	0.14087	1.0139	0.31063	
theta_1	0.340985	0.128735	2.6487	0.00808	***
Stř. hodnota závislé prom.	0.251909	S.D. závisl. prom.	6.801058		
Stř. hodnota inovací	0.000911	S.D. hodn. Inovací	6.086578		
Log-pravděpodobnost	- 577.3991	Akaike kritérium	1162.798		
Schwarz kritérium	1175.548	Hannan-Quinn	1167.968		

Zdroj: vlastní zpracování

*** významnost na úrovni 99% v tabulce 4.39 představuje konstantu (const), vektor koeficientů AR (phi_1) a vektor MA koeficientů (theta_1). Výsledky ukazují, že theta pohyblivý průměr (MA) operátor (theta_1), který je reprezentován jako polynom v operátoru zpětného posunu, je významný na úrovni 99 %. Současně je parametr autoregresivních koeficientů (AR) nevýznamný.

Tento model byl proto srovnáván s jinými variantami pomocí informačních kritérií, aby se zjistilo, jak dobře model odpovídá datům. Odhadovaná kritéria (Akaike, Hannah-Quinn a Schwarz) byla použita k identifikaci nejlepšího modelu ARIMA. Ty jsou také uvedeny v tabulce 4.39. Pomocí těchto kritérií bylo rozhodnuto zachovat model a provést předpověď, která je na obrázku 4.29.

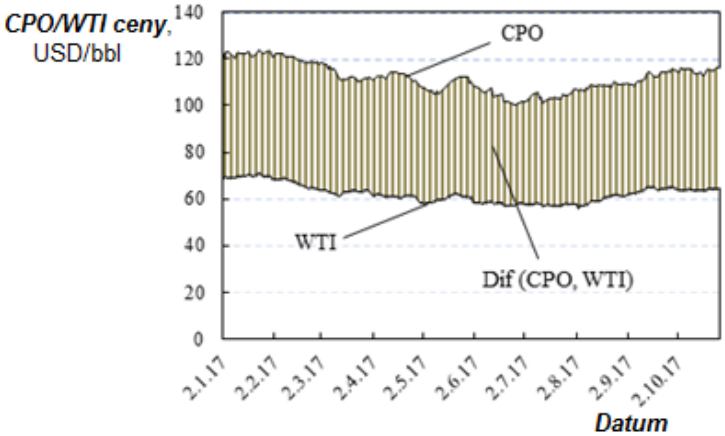
Cenová predikce pro období 2017 vykazuje mírný nárůst, přičemž úroveň posledního čtvrtletí roku 2018 dosáhla téměř 60 USD. Model predikce nezohledňuje celkovou nabídku na trhu. Současně, jak již bylo zmíněno výše, měnový kurz ovlivňuje také domácí ceny nafty. Indonéská rupie (IDR) v posledních několika měsících klesá. Z obr. 4.30 je zřejmé, že srovnání amerického dolaru USD/IDR ukazuje rostoucí oslabení indonéské rupie vůči americkému dolaru od září 2017. Cenová předpověď ukazuje také klouzavý průměr 30 dnů (MA, 30), který lze použít pro prognózu budoucího vývoje tohoto směnného kurzu. Tento klouzavý průměr (MA, 30) dává vyhlazený průběh funkce ceny.



Obr. 4.30 Vývoj indonéské rupie (IDR) vs. sazba amerického dolaru (USD) v roce 2017 Zdroj: vlastní zpracování

Od začátku září 2017 klesla indonéská rupie oproti americkému dolaru o 2,1%. Stala se tak v roce 2017 jednou z nejhorších asijských měn (Kurzy.cz; 2017). To je také zřejmé z indikátoru pohyblivého průměru na obrázku 4.30.

Vzhledem k tomu, že cena ropy je základním faktorem určujícím cenu nafty, je třeba vyhodnotit cenu CPO ve vztahu k ceně ropy. To je provedeno na obrázku 4.31. Ceny surového palmového oleje jsou založeny na pevné konverzi z tun na barely, která zohledňuje vhodnou teplotu a hustotu CPO (Aussie Mandarins, 2016).



Obr. 4.31 WTI (West Texas Intermediate) cena ropy (plná) vs. cena CPO (Crude Palm Oil - tečkovaná); Zdroj: vlastní zpracování

Obrázek 4.31 ukazuje rozdíl mezi WTI a CPO. Zatímco cena ropy WTI je v současné době nižší, není zřejmé, která z cen je poměrně stabilnější. To lze také prověřit vyhodnocením volatility. Historická cenová volatilita je měřítkem velikosti denních cenových změn za určité časové období v procentech. Standardní odchylka se vypočítává (pohyb z průměru) v posledních 30 dnech denních cenových změn v procentech a poté jsou procenta zúročena (Bhuiya et al., 2015; Demirbas; 2005). Toto bylo provedeno pro obě série s následujícími výsledky, které jsou shrnuty v tabulce 4.40.

Tab. 4.40 Směrodatná odchylka u ropy WTI a CPO

CPO	WTI
3,81	2,84

Výsledky ukazují, že cena WTI je méně nestálá. Tuto analýzu lze využít k hodnocení ekonomiky elektráren na výrobu surového palmového oleje v Indonésii. Je také zřejmé, že průběh obou časových řad je obdobný. Vzhledem k uvedeným údajům lze analyzovat ekonomiku elektrárny o výkonu 0,75 MW. Pro cenu nafty se vybírá aktuální dotovaná cena. Pro cenu CPO je zvolena aktuální cena na trhu. Roční spotřeba v litrech nafty nebo CPO byla stanovena na základě experimentů provedených v Indonésii, které jsou popsány výše. Z experimentů vyplývá, že díky své chemické povaze poskytuje CPO méně energie na litr a proto k výrobě stejného množství elektrické energie je zapotřebí vyšší objem paliva. Roční výroba energie byla odhadnuta na základě údajů indonéské elektrárny. Analýza uvažuje technologickou přestávku cca 10 % z času v rámci roku. Fixní náklady v tabulce 4.41 vycházejí z celkových nákladů spojených s konverzí, které provedla nezveřejněná technologická firma. Všechna data jsou shrnutá v tabulce 4.41. Je třeba uznat, že s větším výkonem, jako je například stávající elektrárna o výkonu 10 MW, mohou úspory z rozsahu přispět k dokonce ještě lepším hospodářským výsledkům.

Tab. 4.41 Ekonomika elektrárny CPO v Indonésii .

	Nafta	CPO
Cena (USD/l)	0,99	0,86
Roční spotřeba (l/rok)	1 397 530	1 533 211
Fixní náklady (USD)		280 000
Celková vyrobená energie (kWh/rok)		5 913 000
Náklady na palivo (USD/rok)	1 383 554,7	1 318 561,46
Úspory nákladů na palivo 1 kWh (USD/kWh)	0,23	0,22
Roční úspory paliva/kWh (USD/kWh)		0,01
Roční úspory paliva (USD/rok)		64 993,24
Doba návratnosti (rok)		4,3
ROI návratnost investice (%)		23,21

Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka 4.41 ukazuje dobré výsledky pro investice, přičemž ukazatele ziskovosti jsou extrémně vysoké (období návratnosti přibližně 4 roky a návratnost investic 23,2 %). Ekonomika tohoto projektu vypadá ještě lépe, zatímco vyhlídky na ceny vznětových motorů jsou v Indonésii poměrně nízké kvůli snížení vládních výdajů na dotace na motorovou naftu.

Výsledky mohou být změněny ve světle předvídaného zvýšení cen z prognózy ARIMA (obr. 4.39).

Účastníci trhu používají hodnoty volatility k posuzování nejistoty u faktorů, které mají vliv na trhy s ropou včetně nabídky, poptávky a geopolitických nebo makroekonomických událostí (Schwartz et al., 2011). Toto bylo provedeno pro obě série s následujícími výsledky, které jsou shrnuty v tabulce 4.40.

Současně hospodářská výkonnost za posledních deset let charakterizovaná průměrným růstem reálného HDP o 5,2 % zvýšila poptávku po elektřině. Kvůli vyšší poptávce a nedostatečnému zásobování byla Perusahaan Listrik Negara (PLN) nucena provádět časté výpadky na Javě a na Bali. Také podle PLN asi jedna třetina obyvatel Indonésie stále nemá přístup k elektřině. Očekává se, že celosvětová poptávka po elektřině roste v období od roku 2015 do roku 2021 v průměru kolem 8,5 % ročně, což naznačuje poptávku po elektrické energii přibližně ve výši 358 TWh v roce 2019 (Aghamohammadi et al. 2016; Bazmi, et. al, 2011; Syafii, 2012).

Dieselové elektrárny mají nejvyšší výrobní náklady na kWh ve srovnání s jinými typy elektráren v Indonésii (Asianpower, 2017;). Takže elektrárny na výrobu energie z obnovitelných zdrojů vytvářejí životaschopný business jak pro PLN, tak pro soukromý sektor. Investice potřebné k přeměně elektrárny na dieselovou elektrárnu poháněnou motorem na 10 MW jsou kdekoli mezi 22 miliardami IDR (1,9 milionu USD) a 29 miliardami IDR. Investiční hodnota závisí na tom, kolik motorů má elektrárna a o jakém výkonu. Výměna nafty za CPO pro pohonnou jednotku by mohla podle agentury Indonesia-Investments případně snížit výrobní náklady o 40 až 60%. Na základě současné ceny ropy ušetří přepočet elektrárny s dieselovým pohonem o výkonu 15 MW úsporu až 4,5 milionu USD ročně z nákladů na výrobu elektřiny (Gillespie, 2012; Wang et al., 2014).

Lze argumentovat tím, že zavedením většího počtu obnovitelných zdrojů energie může být například nedostatečná síťová infrastruktura. Současně může využívání obnovitelných zdrojů energie přispět k vyšší energetické bezpečnosti.

Je nezbytné zajistit včasné poskytování zdrojů pro výrobu energie. To znamená, že může být použito více rostlin, které budou aplikovány pro obnovitelné zdroje. Je také možné, že vláda může poskytnout určité pobídky potenciálním investorům, kteří by investovali do této konverze. Mohly by zahrnovat různé daňové výhody nebo dotace (Warr, 2008).

Dopravní paliva jsou v Indonésii vysoce dotována, což vede k cenám pohonných hmot, které patří mezi nejnižší v Asii. V současné době vláda pokrývá přibližně 43 % skutečných nákladů na motorovou naftu prostřednictvím dotací. Indonéská administrativa navrhne v průběhu roku 2018 stálou pevnou sazbu subvencí, která by mohla činit 1000 nebo 2000 rupií na litr (Rieka et al., 2014).

Dílčí závěr

Použití CPO namísto nafty může být v Indonésii velmi perspektivní, protože CPO ceny jsou nízké a podpory nafty klesají. Analýza konverze elektrárny dosahuje přibližně 23,2% návratnosti investic a období návratnosti zhruba 4 let. Indonésie má šanci stát se jedním ze světových lídrů v oblasti výroby zelené elektřiny, protože CPO je obnovitelným zdrojem. Hlavní překážkou navrhovaného projektu může být vysoká počáteční investice. Dá se také doporučit pokračovat v projektu náhrady fosilní nafty, protože se zdá, že předpokládaná cena

ropy vychází z předpokládaného modelu časových řad. To může, jak již bylo zmíněno, vést k nárůstu ceny nafty v Indonésii. Další faktory, které ovlivňují ekonomiku náhrady nafty, jsou pro projekt příznivé. Například indonéská měna klesá, čímž přispívá k vyšší ceně nafty. Odhady volatility, které jsou vypočítány v kapitole, na druhé straně podporují používání nafty, protože ropa, která je hlavním určujícím faktorem nafty, je méně volatilní než surový palmový olej.

5 Diskuze

Závazný cíl EU stanovuje 32% podíl obnovitelné energie (elektřina, teplo, doprava) do roku 2030. Evropský parlament k nelibosti členských států vyžadoval vyšší zastoupení OZE a přepdokládaný návrh tedy představuje kompromisní řešení. Podle statistik MPO byl podíl OZE v České republice v roce 2016 pouze 14,89 % a naplněnění cílů je tak komplikované.

Pro využití vysokoprocentních paliv je nutné uvažovat rozdílnost ve srovnání s klasickým benzinem či naftou, jelikož vozidla jsou vyrobena a navržena pro pohon na fosilní paliva, aby byly minimalizovány negativní účinky. Potom zvýšené náklady na biopaliva jsou vedle výroby z převážně záměrně pěstované biomasy spojena i se zvýšenými náklady, které jsou v disertační práci uvažovány a započítány. Především je nutné uvažovat zvýšení nákladů na úpravu motorů a příslušenství vozidel v případě E85 či vyšší náklady na pořízení vozidla umožňujícího využívání biopaliv a jejich vysokoprocentních směsí (FFV vozidla).

Zvýšené náklady na E85 i na bionaftu ve formě čistého FAME B100 či směsnou motorovou naftu ve formě B30 jsou dále spojeny s údržbou, zkrácením intervalu výměny olejové náplně, olejových a palivových filtrů a také s investicemi a provozními náklady na skladování (příp. manipulaci s těmito palivy).

Zvýšené náklady na biopaliva vyplývají dále z rozdílných energetických obsahů těchto paliv (výhřevností) a koeficientem nárůstu spotřeby.

V souladu s Rozhodnutím EK o schválení podpory byl přijat zákon č. 382/2015 Sb., kterým byly novelizovány zákony o spotřebních daních a o ochraně ovzduší s účinností od 1. 1. 2016. Na základě tohoto rozhodnutí došlo ke změnám podpory biopaliv a byl následně upraven výpočet optimální výše podpory, snížení podpory pro jednotlivá biopaliva a zavedení minimálního zdanění biosložky. Současně však byl uplatněn princip zavedení mechanismu zpětné kompenzace nepřiměřené podpory z druhého pololetí 2015 navýšením sazeb spotřební daně v prvním 1,5 roce trvání podpory. Nárůst ceny o několik korun na litr byl způsoben tím, že vstoupil v platnost zákon o spotřební dani č. 353/2003 Sb.

Na základě uvedených skutečností byla v kapitole 4.1 (Analýza časových řad cen biopaliv a jejich daňového zvýhodnění) vypočítána úroveň kompenzačních podpor. Průměrná kompenzace ethanolu E85 v roce 2015 byla -3,1 Kč/l, v roce 2016 byla -4,8 Kč/l a 2017 byla -4,5 Kč/l. Potřebná podpora v roce 2015 byla 14 Kč l, v roce 2016 13,5 Kč/l a v roce 2017 13,5 Kč/l. Průměrná kompenzace směsné motorové nafty B30 v roce 2015 byla -0,69 Kč/l a potřebná podpora byla 4 Kč/l. Průměrná kompenzace v roce 2016 byla -3,2 Kč/l a potřebná podpora 4,9 Kč/l. Průměrná kompenzace v roce 2017 byla -2,2 Kč/l a potřebná podpora 4,2 Kč/l. Průměrná kompenzace bionafty B100 byla v roce 2015 -1,1 Kč/l a potřebná podpora byla 12 Kč/l. V roce 2016 byla průměrná kompenzace kolem -8,2 Kč/l a v roce 2017 byla 7,1 Kč/l. Potřebná podpora v roce 2016 byla kolem 14,6 Kč/l a v roce 2017 byla kolem 14,7 Kč/l.

Na jedné straně existují závazné požadavky EU a zákon o ochraně ovzduší 201/2012 Sb., na druhé straně úplné uzavření trhu s vysokoprocentními biopalivy po zavedení zpětné kompenzace a spotřební daně na biopaliva, které ani po úpravě v roce 2017 neznamenaly návrat na trh. Konkurenceschopnost biopaliv vzniká i padá se spotřební daní.

Z analýz v disertační práci vyplývá, že biopaliva od roku 2016 vykazují vysokou míru podkompenzace. Z těchto důvodů je nutná změna daňového zvýhodnění, jestliže dochází

dlouhodobě k podkompenzaci způsobené nárůstem velkoobchodních cen. Také po úpravě výše spotřební daně 1. 7. 2017 je nutné úroveň kompenzace monitorovat a případně daňové zvýhodnění dále upravit, aby byla zajištěna konkurenceschopnost biopaliv, jelikož pro hospodářství České republiky hrají významnou úlohu. Jednoznačná obousměrná Grangerova kauzalita mezi Canola a FAME byla také ověřena a je zřejmý i dopad zákona o spotřební dani. Cena Canoly a FAME klesla od ledna 2017 a v červenci 2017 došlo k úpravě spotřební daně. Cena Canoly se snižovala, ale cena FAME byla stále vyšší kvůli pokračujícímu zdanění. V červenci 2017 byla cena FAME opět stabilní. Neexistuje tedy opravdová kauzalita, jen opožděné chování způsobené vnějšími vlivy. Také palivo E85 má výrazný význam v zemědělství, jelikož díky jeho fungování je možné vykupovat také zemědělské přebytky a udržovat tak stabilní cenu i výkon zemědělských komodit.

Konzistence regulačních zásahů byla sledována z pohledu spotřebitele a vyjádřena dále náklady na 100 km fosilní složky a biosložky. Z výsledku párového v kapitole 4.2 (Procesní kompenzace alternativ HVO a biobutanolu) t-testu vyplývá, že regulace není stejná pro žádnou kombinaci ať paliv fosilních, nebo s biosložkou. Z výsledků kapitoly je patrné, že regulátor se ve sledovaném období let 2015–2017 rozhodl spotřební daní penalizovat více bio, než fosilní složku. Do roku 2015 biosložka nepodléhala spotřební daní vůbec, a protože zavedení spotřební daně na biosložku neproběhlo bez chyb, tak na komparované hodnoty měla vliv i udělená pokuta v podobě dočasného navýšení spotřební daně. V důsledku tohoto opatření B100 na trhu skončila, což zachytila nejnižší a ještě k tomu nespolehlivá korelace mezi fosilní naftou a B100 (B100*Nf*Kc100km & B100*Ns*Kc100km r=0,182, p=0,287). Rozhodnutí regulátora vyjmout palivo biodiesel z trhu je patrné i ze srovnání B30 s E85, kde t hodnota je druhá nejvyšší (B30*Ns*Kc100km - E85*Ns*Kc100km t = -76,263). Přesnost regulace u obou paliv na bázi bionafty je absolutní, což dokládá nulová odchylka i nejvyšší korelace jak mezi fosilní a biosložkou (B30*Nf*Kc100km & B30*Ns*Kc100km r=0,828, p=0,000), tak mezi regulací biosložek (B30*Nf*Kc100km & E85*Nf*Kc100km r=0,835, p=0,000).

V rámci tzv. zimního energetického balíčku, který byl zveřejněn v listopadu 2016, bylo zveřejněno Nařízení o správě energetické unie. Nařízení ukládá členským státům povinnost zpracovat tzv. Národní klimaticko-energetický plán na období až do roku 2030 (MPO, 2018).

V oblasti obnovitelných zdrojů bude ČR podle požadavků Nařízení muset představit příspěvek k Evropskému cíli na úrovni 27 % respektive 35 %. Prostým přepočtem s přihlédnutím k proporčnosti cílů 2020 by tyto cíle znamenaly podíl mezi 17,6 % a 22,8 %

Cíl v dopravě pro rok 2020 by se měl splnit možným (ale zatím pouze uvažovaným) přechodem na benzín E10, přimícháváním pokročilých biopaliv do motorové nafty a oživením trhu s vysokoprocentními biopalivy (MPO, 2018).

Pro dosažení plánovaného cíle 10 % biopaliv v dopravě v roce 2020 bez přechodu na E10 znamená pokračování spotřeby E5 (4,1 % obj. bioethanolu 1. generace) a B7 (6,0 % obj. MEŘO 1. generace).

Do roku 2020 se však předpokládá nedostupnost pokročilých biopaliv. Prodejem 235,0 tun B30 a 117,5 tun B100 při pokračování přimíchávání 4,1 % obj. EtOH 1. generace do E5 a 6,0 % obj. MEŘO 1. generace do B7 je v roce 2020 dosaženo povoleného maxima 7 % pro biopaliva 1. generace (MPO, 2018). V případě přechodu na E10 (9,7 % obj. bioethanolu

1. generace), prodeji 125 tun B30 a 65 tun B100 je dosaženo 7% podílu biopaliv 1. generace (více již není možno započítat). (Beran, 2018; MPO, 2018)

Bez pokročilých biopaliv není možné splnit cíl na úrovni 10 %, protože při omezení biopaliv 1. generace na úrovni 7 % by podíl elektřiny musel tvořit 3 %.

V souvislosti s výše uvedenými skutečnostmi byla dále v kapitole 4.2 provedena strategická analýza HVO a biobutanolu. Byla provedena identifikace faktorů ze seznamu konkurenčních výhod biobutanolu oproti bioethanolu a HVO oproti FAME. Obě paliva je možné klasifikovat jako tzv. pokročilá, nebo jako biopaliva II. generace, jelikož surovinou pro jejich výrobu mohou být odpadní materiály. To hraje významnou úlohu s ohledem na kritéria urdžitelnosti a další výše jmenované podmínky (Abánades, 2012).

Biobutanol jako vyšší alkohol svými parametry lépe odpovídá benzinu než bioethanol. Také s ohledem na obsah kyslíku (34,7 % hm.) je možné biobutanol přidávat do automobilového benzinu ve větším množství než bioethanol (obsahuje 21,6 % hm.), aby byla splněna podmína normy ČSN EN 228, která umožňuje maximální množství kyslíku v benzinu <2,7 hm. (Karabektas a Hosoz, 2009; Sladký, 2007).

Je možné také jej přidávat v omezeném množství do motorové nafty a jeho příměsí standardizovat méně kvalitní bionaftu či dokonce přepálený rostlinný olej, jak vychází z předchozího výzkumu autora disertační práce dle (Hönig et al., 2015, Chemické listy; Hönig et al., 2015, Polish Journal of Environmental Studies; Hönig et al. 2017, Polish Journal of Environmental Studies). Překážkou na trhu není paradoxně cena, která je zatím uvažována, že i bez subvencí se bude pohybovat v intervalu 0,19–0,25 USD/l (0,14–0,19 €/l resp. 4–5 Kč/l) (Pospíšil et al. 2009), ale absence normy ze strany Evropské unie a možnost využít biobutanol jako pohonnou hmotu v dopravě. (Pospíšil et al., 2009)

Produkce bioethanolu a biobutanolu z bio-hmoty lignocelulózového odpadu je předmětem výzkumu, neboť dosud není zisková. Proto chemicky zpracované HVO získá pravděpodobně tržní podíl dříve než biobutanol a je uvažován také jako subsitut vůči FAME. HVO již podléhá normě ČSN EN 15940 Parafinické motorové nafty získané syntézou nebo hydrogenací. Pro splnění cílů OZE v roce 2020 a dosažení 12 % v roce 2030 by byl možný následující scénář dle Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky. Ukončení prodeje benzínu E5 (4,1 %–4,7 % obj. bioethanolu 1. generace) a přechod na benzín E10 (9,7 % obj. bioethanolu 1. generace). Začátek přimíchávání pokročilých biopaliv do motorové nafty B7 (6,0 % obj. MEŘO 1. genenerace) v roce 2020, a to v poměru: 1 % obj. HVO + 0,7 % obj. FAME 2. generace. Přechod na E10 s 9,7% podílem bioetanolu 2. generace v roce 2025. Opětovné oživení trhu s vysokoprocentními palivy – 150 tis. tun B30 a 75 tis. tun B100 (předpokládaný poměr 2:1) v roce 2020; růst na 200 tis. tun (B30) a 100 tis. tun (B100) do roku 2030 (na úrovni 1. generace se již nepřidává k podílu OZE – max. 7 %). Stagnace prodeje E85 na relativně nízké úrovni – 5 tis. tun. Multiplikátory: zrušení dvojnásobného započtení biopaliv 2. generace po roce 2020; 5 násobné započtení OZE v silniční dopravě; 2,5 násobné započtení OZE v železniční dopravě; nezapočtení železniční dopravy do jmenovatele. Nepostihnuto: přidání LPG a ostatní do jmenovatele; omezení spotřeby PHM pouze na silniční dopravu

Předpoklady scénáře pro splnění cíle OZE v roce 2020 a dosažení 12% v roce 2030 (1,5% pokročilých biopaliv) potom znamenají: Ukončení prodeje benzínu E5 (4,1%-4,7% obj. EtOH 1. generace) a přechod na benzín E10 (7,7% obj. EtOH 1. generace a 2,0 % obj. EtOH

2. gen.). Začátek přimíchávání pokročilých biopaliv do motorové nafty B7 (6,0 % obj. MEŘO 1. genenerace) v roce 2020, a to v poměru: 1,2 % obj. HVO + 0,7 % obj. FAME 2. generace. Opětovné oživení trhu s vysokoprocentními palivy – 150 tis. tun B30 a 75 tis. tun B100 (předpokládaný poměr 2:1) v roce 2020; růst na 200 tis. tun (B30) a 100 tis. tun (B100) do roku 2030 (na úrovni 1. generace již nepřidává k podílu OZE – max. 7 %). Stagnace prodeje E85 na relativně nízké úrovni – 5 tis. tun. Multiplikátory: zrušení dvojnásobného započtení biopaliv 2. generace po roce 2020; 5 násobné započtení OZE v silniční dopravě; 2,5 násobné započtení OZE v železniční dopravě; nezapočtení železniční dopravy do jmenovatele. Nepostihnuto: přidání LPG a ostatní do jmenovatele; omezení spotřeby PHM pouze na silniční dopravu. (MPO, 2018)

V souvislosti s omezenou možností aplikace paliva E10 a nutností přimíchávání vyššího množství bioethanolu byla v kapitole 4.3 (Odhad spotřební daně u paliva E-diesel v České republice) provedena ekonomická analýza směsného paliva složené z motorové nafty a 15 % obj. bioethanolu.

Spalování nafty ve velkém množství produkuje oxid uhličitý, oxidy dusíku a pevné částice. Tyto emise mají v důsledku negativní vliv na životní prostředí a zdraví obyvatel, především ve velkých městech. Spaliny se dostávají do dýchacích cest, ve kterých jsou uvolňovány toxické sloučeniny. Z toho důvodu přistoupily některé státy k občasnému zákazu vjezdu automobilů poháněných motorovou naftou do center měst. Některé státy dokonce chtějí od určitého roku zakázat dieselová auta ve městech úplně. Společně s omezováním dieselových automobilů se ukazuje, že rozšiřování alternativních paliv má v důsledku pozitivní vliv na ekonomickou situaci státu a zavádění tak zajišťuje nejen stabilitu cen paliv, ale i podporu domácího zemědělství a průmyslu.

Stejně jako v případě již zavedených biopaliv byla také pro navržené palivo E-diesel analyzována jeho konkurenceschopnost. Jeho jednoznačnými výhodami je úspora škodlivých emisí a pevných částic, avšak ani E-Diesel by podle současného zákona nebyl konkurenceschopný. Náklady vycházejí přibližně o 14 % vyšší než u klasického nafty. Pro výpočet optimální státní podpory byl použitý kompenzační model, ze kterého vyplývá, že by měl stát dotovat E-Diesel v míře 3,37 Kč/l. Environmentální podporu tomuto palivu dávají i další autoři. (Alptekin et. al, 2015; Arapatsakos, 2009 či Kumar et al., 2013)

Z hlediska možnosti řešení změn zákona o ochraně ovzduší se nabízí zvyšování podílu biosložek do max. přípustné úrovně dle technické normy. Používání biosložek s nižší hodnotou produkce skleníkových plynů – s vyšší hodnotou procentní úspory spotřební daně. Používání alternativních paliv a zdrojů energie – syntetická paliva, plynná paliva, vyspělá biopaliva, vodík, elektrická energie. (Cimpl et al., 2018)

Vše nasvědčuje tomu, že v roce 2019 bude schválena nová směrnice RED II, která znamená zlepšení podmínek pro samovýrobce a současně změnu postoje k decentralizaci zdrojů. Česká republika současně žádá nejnižší podíl obnovitelných zdrojů v rámci EU, jelikož z technického hlediska se splnění požadavků pro rok 2020 není reálné.

Směrnice REDII v rámci decentralizace dává prostor pro samovýrobce, posiluje energetickou nezávislost a apeluje na splnění klimatických cílů.

Směrnice však současně znamená omezení biopaliv vyrobených z potravinářských a krmivářských surovin pod úroveň 7 %. Podle MZE (2018) to však znamená ohrožení

investic, riziko omezení pracovních míst v zemědělství, propad odbytu komodit jako je řepka, kukuřice, pšenice, aj., nedostatek vedlejších produktů.

Vedlejším produktem výroby biopaliv jsou např. pokrutiny, které se využívají jako krmivo hospodářských zvířat, hrozilo by zvýšení jejich dovozů do ČR (Zedek a Trapl, 2018).

Závazný cíl uplatňování pokročilých biopaliv od roku 2021 je obecně z pozice MZE a MPO České republiky přijímán, avšak nejsou zatím zcela dostupná a konkurenceschopná. V ČR nejsou žádné výrobní kapacity a současně je nutná pečlivá analýza surovin, jelikož také chybí stále vymezení pojmu „odpad“.

Prioritou MZe je zachování udržitelné zemědělské produkce, výroba udržitelných biopaliv a udržitelnost ekonomiky zemědělských podniků (Zedek a Trapl, 2018).

Zemědělské odvětví na celém světě stojí na čele trendů zvyšování produktivity a poklesu zaměstnanosti a hodnoty produkce v zemědělství. Současně s tímto trendem přispívá zvyšující se přidaná hodnota v zemědělském potravinářském odvětví, neboť tradiční zemědělské komodity byly přeměněny na pohodlnější a výše ceněné spotřebitelské produkty. Vlády se k tomu snaží dosáhnout přilákáním přímých zahraničních investic do svých ekonomik, aby pomohly určitým odvětvím a snížily míru nezaměstnanosti. (Maitah a kol., 2013, Maitah et al., 2014, Maitah et al., 2015). Některé plodiny, jako je cukrová třtina a cukrová řepa, mohou být použity jako výchozí suroviny jak pro konvenční biopaliva (ethanol přes fermentaci cukru), tak pro moderní biopaliva (Maitah a Smutka, 2016; Smutka et al., 2014).

V celosvětovém měřítku vzrůstá obava, zda by plodiny biopaliv měly být pěstovány v rozsáhlém měřítku. Důvodem je zejména pokles produkce potravinářských plodin a související rostoucí ceny potravinových komodit (Ivanova et al., 2015, Zimelis et kol., 2016).

V rámci disertační práce byly vypracovány 2 projekty týkající se změn daných směrnicí REDII a konce biopaliv z palmového oleje v EU od roku 2021. Jako návrh řešení pro lokální výrobce je navrženo pěstování *Jatrophy Curcas* pro energetické účely a projekt náhrady motorové nafty surovým palmovým olejem v indonéské elektrárně.

Kapitola 4.4 (Ekonomika pěstování *Jatrophy Curcas* a její energetické využití). Ekonomika pěstování vychází z předpokladu, že pro investory je optimální nejvýše 1000 ha zavlažovaných plantáží *Jatrophy Curcas*, které nejsou zavlažovány společně s jinými plodinami, jelikož ruční sklizeň může být pro větší plochu těžko zvládnutelná. *Jatropha Curcas* není žádnou komoditou a pro odvození ceny byl použit vývoj ceny palmového oleje jako substitutu. Pro analýzu byla určena cena 630 USD jako predikce budoucí hodnoty. Dosažení ziskové úrovně je však odhaduta na přibližně 690 USD za tunu. Analýza plantáže s *Jatropha Curcas* tak ukazuje, že při současných převažujících cenách na trhu nelze dosáhnout ziskovosti, jak potvrzuje i (Stelyusa a Faith, 2012). Dalším velkým faktorem kromě kolísavých cen je potřeba zavlažování, která výrazně zvyšuje náklady na plantáž. Výsadba založenou na výsledcích je při současné ceně neekonomická při současných cenách olejnin. Nicméně pro případ *Jatrophy Cucrcas* se jedná o plodinu, která nekonkuruje potravinářským plodinám a bylo by vhodné určitými dotačními stimuly její produkci podpořit pro rozvoj lokálního zemědělství především v rozvojových zemích (Foidl et al., 1996). Výroba bioplynu ekonomicky analyzovaná v kapitole – konkrétně doba návratnosti, čistá současná hodnota a bod zvratu vykazují velmi dobré výsledky při modelových podmínkách. Bod zvratu nastává

při produkci 30 422 MWh v případě analyzované elektrárny na výrobu bioplynu o výkonu 2 MWh. Výsledky jsou srovnatelné s dalšími autory Pandey et al. 2012; Edrisi, 2015).

Kapitola 4.5 (Ekonomická analýza náhrady nafty surovým palmovým olejem pro výrobu elektřiny v indonéské elektrárně). Vláda Indonéské republiky má za cíl snížení spotřeby ropného paliva náhradou jinými formami energie a zlepší účinnosti využití energie jak proti proudu, tak i s proudem současných trendů. Cílem je snížit spotřebu ropy o 20 % a zvýšit využití OZE ze současných 17 % na 25 % do roku 2025 a současně dosáhnout cíle snížení emisí skleníkových plynů o 26 % do roku 2020. Dieselové elektrárny mají nejvyšší výrobní náklady na kWh ve srovnání s jinými typy elektráren. Investiční hodnota závisí na tom, kolik motorů má elektrárna a na velikosti motorů (De Almeida a Silva, 2009; De Almeida a Silva, 2011). Analýza konverze elektrárny dle kapitoly 4.5 dosahuje přibližně 23,2% návratnosti investic a období návratnosti zhruba 4 let.

Některé často zmiňované principy udržitelnosti lze jen obtížně převádět na různá stanovená kritéria či indikátory. To se týká konkurenceschopnosti plodin na výrobu biopaliv z pohledu zemědělské ekonomiky v podmínkách České republiky, ale i *Jatrophy Curcas* či palmového oleje v rozvojových zemích. Pozitivní vliv na politiku zaměstnanosti, decentralizaci zdrojů, podnikovou ekonomiku v sektoru i rozvoj venkova je nepopíratelný.

6 Závěr

Evropská unie se staví do pozice hlavních představitelů boje za snižování skleníkových plynů. Z hlediska dlouhodobé udržitelnosti dopravy a průmyslu představují dva největší problémy spotřeba fosilních paliv a produkce škodlivých emisí a skleníkových plynů (oxid uhličitý, oxidy dusíku, pevné částice atd.). Možným způsobem snižování produkce skleníkových plynů je zavádění obnovitelných zdrojů energie v sektoru energetiky a průmyslu. V oblasti dopravy se jedná o zlepšení účinnosti spalovacích motorů, nárůst využívání biopaliv a zavedení pokročilých biopaliv z odpadních materiálů splňující potřebná kritéria udržitelnosti. Doposud však nebyl vymezen pojem odpad a současně odpadní biopaliva neposkytují dostatek zdrojů k pokrytí poptávky ani po samotných biopalivech a už vůbec po ropě. Používání biopaliv I. generace se v současné době jeví jako nejjednodušší možnost a s ohledem na držitelnost zemědělského sektoru také dlouhodobě udržitelný zdroj.

Problém konkurenceschopnosti biopaliv se však skrývá ve značné závislosti na podpoře státu a dotacích, bez nichž nemají tato paliva zatím šanci překonat fosilní pohonné hmoty. Právě díky výhodám, které biopaliva nabízí, ať už v podobě nižších emisí, či lepšímu využití surovin a vytvořením určité nezávislosti, je důležité, aby se biopaliva na českém trhu udržela.

S ohledem na Rozhodnutí EK o schválení podpory byl přijat zákon č. 382/2015 Sb., kterým byly novelizovány zákony o spotřebních daních a o ochraně ovzduší na základě kterého došlo ke změnám podpory biopaliv, byl upraven výpočet optimální výše podpory, došlo ke snížení podpory pro jednotlivá biopaliva a bylo zavedeno minimální zdanění biosložky. Současně se zavedením zpětné kompenzace nepřiměřené podpory z druhého pololetí 2015 navýšením sazeb spotřební daně v prvním 1,5 roce trvání podpory došlo k situaci, že vysokoprocentní biopaliva zcela zmizela z trhu. Tento nárůst ceny o několik korun na litr byl způsoben zavedením zákona o spotřební dani č. 353/2003 Sb.

Od roku 2015 se společnosti produkující biopaliva potýkají se značnými problémy. Ze strany zákazníků zde dochází k výraznému poklesu poptávky a zájmu o biopaliva. Tato skutečnost je dána především růstem cen biopaliv a nízkou cenou ropy. K největším změnám pak došlo v roce 2016 v rámci zrušení daňového zvýhodnění. Kamiony i motoristé začali přecházet na motorovou naftu a petrolejářské společnosti doprodávají biopaliva, a tento postup vede postupně k ukončení využívání vysokoprocentních biopaliv na území ČR a přináší problémy se splněním emisních nařízení Evropské unie. Minimální požadavky byly i po úpravě výše spotřební daně v roce 2017 plněny pouze na základě 201/2012 Sb. Zákona o ochraně ovzduší a biopaliva jsou i v roce 2018 přimíchávána pouze do maximálního přípustného obsahu dle normy ČSN EN 590, která udává maximální množství FAME $\leq$ 7 % obj. v motorové naftě, a normy ČSN EN 228 udávající maximální množství oxygenátů (alkoholy a ethery) $\leq$ 2,7 % hm O_2.

Kvůli plnění emisních norem se dá očekávat, že i nadále budou distributoři nuceni přimíchávat biosložky do klasických paliv povinně, nedá se tedy říci, že by byly společnosti zabývající se biopalivy zcela ohroženy.

Po spuštění výroby biopaliv II. generace bude nutno zejména v prvních letech osvobodit tyto výrobky od spotřební daně. Tím budou výrobci těchto paliv motivováni k dalšímu rozvoji a ke snižování výrobních nákladů tak, aby byla biopaliva II. generace konkurenceschopná na trhu.

Využívání biopaliv jako náhrady fosilních paliv je v ČR i v EU žádoucí, avšak z uvedených kalkulací vyplývá, že k žádanému rozšíření v uplatňování čistých biopaliv a vysokoprocentních směsí biopaliv nemůže dojít bez dostatečných finančních podpor ze strany státu. Principem je daňové zvýhodnění vždy pouze biosložky. To znamená, že u směsných paliv zůstává fosilní část zdaněna plnou sazbou spotřební daně. Nejvhodnějším způsobem podpory je plné osvobození, resp. snížení, spotřební daně u čistých biopaliv a vratka spotřební daně u vysokoprocentních směsí biopaliv.

V případě biopaliv je možné sledovat rozporuplný názor veřejnosti. Na jedné straně jsou zastánci tohoto proudu ekologizace energie a na druhé straně odpůrci upozorňující například na negativní vliv na motory či cenu potravin. Obě skupiny se doslova slepě drží svých názorů a nedokáží připustit, že biopaliva na jedné straně sice mají určité negativní účinky, ale na druhé straně se také dají minimalizovat. Samotným problémem je člověk samotný, který ve snaze o úsporu na palivu dovede naslouchat různým neodborným řešením, jakými je například lití surového fritovacího oleje ze supermarketu přímo do nádrže bez technických úprav vozidla. Následky na sebe nejen nenechají dlouho čekat, ale informace o negativních účincích biopaliva se šíří doslova raketovou rychlostí.

Otázkou je, zda lidé mohou přijmout, nebo dokonce uvítat inovativní myšlenky na využití stávajících biopaliv například využitím odpadních tuků a zlepšení vlastností za použití biobutanolu s možností individuální přípravy směsného paliva.

Rozporuplný názor veřejnosti vyvolává také palmový olej, který se běžně dováží do zemí EU z důvodu nižší ceny ve srovnání s evropskými olejninami. V podstatě je možné říci, že rozvinuté země ve snaze snížit dovozní závislost na fosilních zdrojích, snížit množství skleníkových plynů a dalších škodlivých emisí a současně pomoci zemědělskému sektoru zavedly a nařídily uplatňování biopaliv. Následkem je zneužívání ze strany Indonésie a Malajsie, které ve snaze maximalizovat výnos kácí lesy. Situaci pomůže změnit nová směrnice REDII, která dovoz takovýchto olejnin zakazuje a jako jiná a z pohledu snadnějšího uplatnění palmového oleje byla v disertační práci představena také možnost využití CPO k výrobě elektřiny namísto spalování nafty a využití olejniny *Jatropha Curcas* pro výrobu bioplynu. Takovéto olejniny mohou pomoci zemědělskému sektoru a politice zaměstnanosti v rozvojových zemích a znamenají dlouhodobě udržitelný energetický zdroj.

Disertační práce předchází kolapsu poptávky po obnovitelných palivech, optimalizuje podporu a kombinuje alternativy.

Odpovědi na hypotézy

Hypotézy kapitoly 4.1

- Vyvrácení nulové hypotézy $H1_0$. Grangerova kauzalita byla podle analýzy zjištěna mezi ropou Brent a benzínem Natural 95, naftou, směsnou naftou SMN B30. Na úrovni významu je možné též odmítnout nulovou hypotézu o neexistenci účinků Grangerovy kauzality z ropy Brent na E85.
- Vyvrácení nulové hypotézy $H2_0$ pouze v případě výsledků Grangerovy kauzality mezi Canola a FAME je vidět obousměrná příčina Grangerova kauzalita. Neexistuje však opravdová kauzalita, jen opožděné chování způsobené vnějšími vlivy. Jednorázová kauzalita Canola - FAME lze vysvětlit jednoznačně, jelikož z oleje se vytváří mono-,

di- a triglycerid a transesterifikační reakcí se produkuje FAME. Neplatí pro E85, hypotéza $H2_0$ potvrzena.

- Potvrzení hypotézy. Úroveň podpory nedostatečně kompenzuje vyšší výrobní náklady biopaliv oproti fosilním palivům. Průměrná kompenzace ethanolu E85 v roce 2015 byla -3,1 Kč/l, v roce 2016 byla -4,8 Kč/l a 2017 byla -4,5 Kč/l. Průměrná kompenzace směsné motorové nafty B30 v roce 2015 byla -0,69 Kč/l, v roce 2016 byla -3,2 Kč/l, průměrná kompenzace v roce 2017 byla -2,2 Kč/l. Průměrná kompenzace bionafty B100 byla v roce 2015 -1,1 Kč/l, v roce 2016 byla průměrná kompenzace kolem -8,2 Kč/l a v roce 2017 byla 7,1 Kč/l.

Hypotéza kapitoly 4.2

- Potvrzení hypotézy. Chemicky zpracované HVO je připravené více k získání tržního podílu než biobutanol. Zpracování odpadních tuků na HVO znamená konkurenční výhodu ve srovnání s FAME s ohledem na kvalitu výstupu a počítá se s postupným zaváděním. Výroba biobutanolu z lignocelulózové odpadní biomasy naráží na zvýšené náklady stejně jako bioethanol II. generace. Norma umožňující provoz vozidel na biobutanol stále chybí. Směrnice REDII znamená omezení biopaliv vyrobených z potravinářských a krmivářských surovin pod úroveň 7 % a postupné nahrazování záměrně pěstované biomasy odpadními zdroji.

Hypotéza kapitoly 4.3

- Vyvrácení hypotézy. Z výpočtu optimální státní podpory dle použitého kompenzačního modelu vychází, že pro zajištění konkurenceschopnosti paliva E-Diesel by měl stát dotovat palivo v míře 3,37 Kč/l ke stavu v roce 2017.

Hypotéza kapitoly 4.4

- Vyvrácení hypotézy. Zisková úrovneň ekonomiky pěstování *Jatrophy Curcas* je dle výpočtů stanovena na přibližně 690 USD/t.

Hypotéza kapitoly 4.5

- Potvrzení hypotézy. Doba návratnosti investice do elektrárny spalující surový palmový olej v podmínkách Indonéské republiky je dle výpočtů odhadována na 4 roky.

Manažerské aplikace

Výsledky disertační práce shrnují poznatky vhodné pro investory, šlechtitele (v případě řepky olejné viz kapitola 4.1, *Jatrophy Curcas* viz kapitola 4.4 a palmy olejné viz kapitola 4.5). Kapitoly 4.2 a 4.3 tvoří podklad pro Český institut pro akreditaci, o.p.s., pro notifikační orgány Evropské komise a to i z důvodu cirkulární ekonomiky. Výsledky kapitoly 4.4 a 4.5 jsou určeny nejen pro potenciální investory, ale také např. pro Food and Agriculture Organization of the United Nations, proces ILUC Evropské komise a odvětví LULUCF (Land use, land-use change and forestry). Dalšími zájmovými skupinami jsou dle výsledků kapitoly 4.1, 4.2 i 4.3 státní instituce a „decision makeři“ MPO, MZe a MF ČR. Výsledky analýz v kapitole 4.1 a 4.2 jsou dále podkladem pro podnikovou ekonomiku výrobců biopaliv

a distributorů pohonných hmot. Data v disertační práci jsou dále důležitá pro komparaci s různými databázemi a současně slouží manažérům jako argumentační a strategický podklad pro rozvoj trhu obnovitelných paliv. Právě podcenění environmentální argumentace na podnikatelské a institucionální úrovni na úkor nevládní argumentace způsobila stav analyzovaný v kapitole 4.1 a 4.2 a je i důvodem, proč Česká republika neumí naplnit environmentální požadavky EU v daném odvětví.

Přínos disertační práce

1. Na základě analýz byly stanoveny kauzality mezi ropou, fosilními palivy, řepkovým olejem a biopalivy B30, B100 a E85 ve vzájemných kombinacích.
2. Na základě analýz byla vyhodnocena úroveň kompenzačních podpor jakožto hlavní podmínka konkurenceschopnosti vysokoprocentních biopaliv s ohledem na požadavky EU a podnikovou ekonomiku.
3. Bylo navrženo a ekonomicky vyhodnoceno palivo E-Diesel reagující na požadavky EU na zvýšení množství distribuovaných obnovitelných paliv i požadavky úspory GHG a pevných částic.
4. Byla strategicky analyzovaná nová biopaliva HVO a biobutanol a jejich připravenost k uplatnění na trhu.
5. Byly stanoveny podmínky ekonomičnosti pěstování plodiny *Jatrophy Curcas* a její využití pro výrobu bioplynu.
6. Na základě projektu s Indonéskou republikou byla navržena a ekonomicky vyhodnocena výroba elektřiny ze surového palmového oleje. Výsledky výzkumu jsou již uplatnovány v praxi.
7. Výsledky a poznatky disertační práce jsou aplikované i do výuky předmětu „Získávání a zpracování surovin“ na VŠE v Praze a byly autorem prezentovány také na přednáškách na zahraničních univerzitách.

Publikované výstupy v průběhu Ph.D. studia vztahující se k disertační práci

Články s IF

[1] Hönig, V., Strouhal, J., Smrčka, L., Linhart, Z. & Pernica, K. (2017). Změny daňové politiky na trhu s bioetanolem. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 133(4), 145–148.

[2] Procházka, P. & Hönig, V. (2018). Economic Analysis of Diesel-Fuel Replacement by Crude Palm Oil in Indonesian Power Plants. *Energies* 11(3), 1–12. DOI: 10.3390/en11030504

[3] Hönig, V., Procházka, P., Linhart, Z. & Smrčka, L. (2018) Vliv změn daňové politiky na trh s bioetanolem. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 134(2), 74–78.

[4] Hönig, V., Obergruber, M., Procházka, P. & Smrčka, L. (2018). Odhad spotřební daně u paliva E-diesel v České republice. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 134(12), 411–414.

Články v databázi Scopus

[1] Hönig, V., Linhart, Z., Procházka, P. & Pernica, K. (2017). Regulatives for biorefineries. *Agronomy research*, 15(2), 406–416.

[2] Obergruber, M., Hönig, V., Procházka, P. & Zeman, P. (2018). Energy analysis of hydrogen as a fuel in the Czech Republic. *Agronomy Research* 16(1), s. 188–197. DOI: 10.15159/AR.18.015

Proceedings z konferencí v databázi WoS

[1] Hönig, V. & Strouhal, J. (2017). Evaluation of financial performance of Czech bioethanol procedures. In: *8th International Scientific Conference Finance and Performance of Firms in Science, Education and Practice*, (s. 254–266). Zlín, Česká republika.

[2] Hönig, V., Linhart, Z. & Procházka, Petr. (2017). Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) for Local Bio-Wastes. In: *Agrarian perspectives XXVI. Competitiveness of European agriculture and foods sectors proceedings of the 26th International Scientific Conference*, (109–115). Praha, Česká republika. Dostupné také z: https://ap.pef.czu.cz/dl/58880?lang=en

[3] Hönig, V., Linhart, Z. & Procházka, P. (2017). Biobutanol from Local Bio-Wastes. In: *Agrarian perspectives XXVI. Competitiveness of European agriculture and foods sectors proceedings of the 26th International Scientific Conference* (102–108). Praha, Česká republika. Dostupné také z: https://ap.pef.czu.cz/dl/58880?lang=en

[4] Hönig, V., Linhart, Z. & Procházka, P. (2018). Environmental Aspects of Mobility. In: *Agrarian perspectives XXVII. Food Safety and Food Security proceedings of the 27th International Scientific Conference.* (74–80) Dostupné také z: https://ap.pef.czu.cz/en/r-12193-conference-proceedings

Research Note v databázi WoS

Hönig, V., Strouhal, J. & Linhart, Z. (2016.) Biodiesel from Waste Animal Fat: Efficient Fuel of the Future? *International Advances in Economic Research*, 22(4), 465–466. DOI: 10.1007/s11294-016-9603-y

Použitá literatura

[1] Aatola, H., Larmi, M., Sarjovaara, T., & Mikkonen, S. (2009). Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) as a Renewable Diesel Fuel: Trade-off between NOx, Particulate Emission, and Fuel Consumption of a Heavy Duty Engine. *Sae International Journal Of Engines*, 1(1), 1251-1262. doi: 10.4271/2008-01-2500

[2] Abánades, A., (2012). The challenge of Hydrogen production for the transition to a CO_2-free economy. *Agronomy Research Biosystem Engineering Special Issue,* 1, 11–16.

[3] Agarwal, D. & Agarwal, A.K. (2007). Performance and emissions characteristics of Jatropha oil (preheated and blends) in a direct injection compression ignition engine. *Appl. Therm. Eng.*, 27, 2314–2323. doi:10.1016/j.applthermaleng.2007.01.009.

[4] Aghamohammadi, N.; Reginald, S.S.; Shamiri, A.; Zinatizadeh, A.A.; Wong, L.P.; Sulaiman, N.M.B.N. An Investigation of Sustainable Power Generation from Oil Palm Biomass: A Case Study in Sarawak. Sustainabillity 2016, 8, 1–19, doi:10.3390/su8050416.

[5] Akaike, H. (1969). Fitting autoregressive models for prediction. *Annals of the Institute of Statistical Mathematics,* 21(1), 243–247.

[6] Akaike, H. (1973). Information theory and an extension of the maximum likelihood principle. Petrov. 2nd International Symposium on Information Theory, Tsahkadsor, Armenia, U Budapest: Akadémiai Kiadó, 267–281.

[7] Alptekin, E., Canakci, M., Ozsezen, A.N., Turkcan, A., & Sanli, H. (2015) Using waste animal fat based biodiesels-bioethanol-diesel fuel blends in a DI diesel engine. *Fuel*, 157, 245–254.

[8] Alquist, R., & Kilian, L. (2010). What do we learn from the price of crude oil futures? *Journal Of Applied Econometrics*, 25(4), 539-573. doi:10.1002/jae.1159

[9] Anastopoulos, G., Zannikou, Y., Stournas, S., & Kalligeros, S. (2009). Transesterification of Vegetable Oils with Ethanol and Characterization of the Key Fuel Properties of Ethyl Esters. *Energies*, 2(2), 362-376. doi:10.3390/en20200362

[10] Andrews, J., & Jelley, N. A. (2007). Energy science: principles, technologies, and impacts. New York: Oxford University Press.

[11] Arapatsakos, Ch. (2009) Application of diesel - ethanol mixtures in tractor engine. *International journal of energy and environment,* 3, 77–84.

[12] Araujo Enciso, S. R., Fellmann, T., Pérez Dominguez, I., & Santini, F. (2016). Abolishing biofuel policies: Possible impacts on agricultural price levels, price variability and global food security. *Food Policy*, 61, 9-26. doi: 10.1016/j.foodpol.2016.01.007

[13] Arlt, J. (1999). Moderní metody modelování ekonomických časových řad. Praha, Česko: Grada.

[14] Aryal, K., Das, A., Timilsina, Y. & Baral, S. (2013). Effects of fertilizer application on fruiting-yield of Jatropha Curcas Linn. *Banko Janakari*, 23(1), 57–60.

[15] Azad, A.K. (2017) Biodiesel from Mandarin Seed Oil: A Surprising Source of Alternative Fuel 2017. *Energies*, 10, 22, doi:10.3390/en10111689.

[16] Azad, A.K., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Omri, A., Bhuiya, M.M.K. & Hazrat, M.A.(2014). Modelling of renewable energy economy in Australia. *Energy Procedia*, 61, 1902–1906. doi:10.1016/j.egypro.2014.12.238.

[17] Azad, A.K., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Sharma, S.C. & Hazrat, M.A. (2015). Prospect of biofuels as an alternative transport fuel in Australia. Renew. Sustain. Energy Rev., 43, 331–351. doi:10.1016/j.rser.2014.11.047

[18] Babcock., B. A. (2012). The Impact of US Biofuel Policies on Agricultural Price Levels and Volatility, *China Agricultural Economic Review*, 4 (4), 407–426.

[19] Barnwal, B.K., & Sharma, M.P. (2005). Prospects of biodiesel production from vegetable oils in India. Renew. Sustain. *Energy Rev.*, 9, 363–378. doi:10.1016/j.rser.2004.05.007.

[20] Bazmi, A.A., Zahedi, G., & Hashim, H. (2011).Progress and challenges in utilization of palm oil biomass as fuel for decentralized electricity generation. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 15, 574–583. doi:10.1016/j.rser.2010.09.031.

[21] Begum, S., Kumaran, P., & Jayakumar, M. (2013). Use of oil palm waste as a renewable energy source and its impact on reduction of air pollution in context of Malaysia. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci*, 16, 1–4. doi:10.1088/1755-1315/16/1/012026

[22] Behera, SK., Srivastava, P., Tripathi, R., Singh, JP. & Singh, N. (2010). Evaluation of plant performance of Jatropha curcas L. under different agro-practices for optimizing biomass - A case study, *Biomass & Bioenergy*, 34(1), 30–41.

[23] Benešová, I., Maitah, M., Smutka, L., Tomšík, K., & Ishchukova, N. (2017). Perspectives of the Russian agricultural exports in terms of comparative advantage. *Aric. Econ.—Zemedelska Ekonomika*, 63, 318–330. doi:10.17221/344/2015-AGRICECON.

[24] Beran, A. (2018, 11. duben) *Úloha udržitelných biopaliv v sektoru dopravy.* Příspěvek byl prezentován na 13. mezinárodní konferenci: Současné postavení a výhled využívání certifikovaných biopaliv v nízkoemisní mobilitě, Brno.

[25] Bhuiya, M.M.K., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Ashwath, N. & Azad, A.K. (2016). Prospects of 2nd generation biodiesel as a sustainable fuel—Part: 1 Selection of feedstocks, oil extraction techniques and conversion technologies. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 55, 1109–1128. doi:10.1016/j.rser.2015.04.163.

[26] Bhuiya, M.M.K., Rasul, M.G., Khan, M.M.K., Ashwath, N., Azad, A.K., & Mofijur, M. (2015).Optimisation of Oil Extraction Process from Australian Native Beauty Leaf

Seed (Calophyllum Inophyllum). Energy Procedia, 75, 56–61. doi:10.1016/j.egypro.2015.07.137.

[27] Blažek, J., & Rábl, V. (2006). *Základy zpracování a využití ropy: průvodce ropným světem* (Vyd. 2., přeprac). Praha: Vydavatelství VŠCHT.

[28] Bradna, J., & Malaťák, J. (2008) By-products from methyl ester oil production and their thermal-emission properties. *Res. Agric. Eng.*, 54, 9–21.

[29] Canakci, M., & Van Gerpen, J. (2001). Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. Trans. *Am. Soc. Agric. Eng.*, 44, 1429–1436.

[30] Castellanos-Navarrete, A. & Jansen, K., (2015). Oil palm expansion without enclosure: smallholders and environmental narratives, *Journal of Peasant Studies,* 42(3–4), 791–816.

[31] Chen, S. -S. (2010). Do higher oil prices push the stock market into bear territory? *Energy Economics*, 32(2), 490-495. doi:10.1016/j.eneco.2009.08.018

[32] Cho, W. & Lee, K. (2014). A simple sizing method for combined heat and power units. *Energy*, 65, 123–133.

[33] Cílek, V., & Kašík, M. (2008). *Nejistý plamen: průvodce ropným světem* (2., dopl. a aktualiz. vyd). Praha: Dokořán.

[34] Cimpl, P. a Hynek, J. (2016, 7. duben). *Vysokoobjemová biopaliva v Čeptro, a.s*. v kontekxtu legislativních změn. Příspěvek byl prezentován na 12. mezinárodní konferenci Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a udržitelná mobilita s certifikovanými biopalivy, Brno.

[35] Cimpl, P., Hynek, J.,& Rážková, M. (2018, 11. duben). *Nové cesty plnění cílů snižování emisí skleníkových plynů v ČEPRO, a.s.* Příspěvek byl prezentován na 13. mezinárodní konferenci: Současné postavení a výhled využívání certifikovaných biopaliv v nízkoemisní mobilitě, Brno.

[36] Coleman, L. (2012). Explaining crude oil prices using fundamental measures. *Energy Policy*, 40, 318-324. doi: 10.1016/j.enpol.2011.10.012

[37] Condon, N., Klemick, H., & Wolverton, A. (2015). Impacts of ethanol policy on corn prices: A review and meta-analysis of recent evidence. *Food Policy*, 51, 63-73. doi: 10.1016/j.foodpol.2014.12.007

[38] De Almeida, P. & Silva, P. D. (2009). The peak of oil production—timings and market recognition. *Energy Policy*, 37(4), pp. 1267–1276.

[39] De Almeida, P., & Silva, P. D. (2011). Timing and future consequences of the peak of oil production. *Futures*, 43(10), 1044-1055. doi: 10.1016/j.futures.2011.07.004

[40] De Santana, TA, Oliveira, PS., Silva, LD., Laviola, BG., de Almeida, AAF. & Gomes, FP. (2015). Water use efficiency and consumption in different Brazilian genotypes of Jatropha Curcas L. subjected to soil water deficit, *Biomass & Bioenergy*, 75, 119–125.

[41] De Wit, M. & Faai, A. (2010). European biomass resource potential and costs. *Biomass & Bioenergy*, 34, 188–202.

[42] Delong, D. (2018, 11. duben) *Praktický vliv zákona o ovzduší na paliva pro dopravu a suroviny pro jejich výrobu.* Příspěvek byl prezentován na 13. mezinárodní konferenci: Současné postavení a výhled využívání certifikovaných biopaliv v nízkoemisní mobilitě, Brno.

[43] Demirbas, A. (2005) Biodiesel production from vegetable oils via catalytic and non-catalytic supercritical methanol transesterification methods. *Prog. Energy Combust. Sci.*, 31, 466–487. doi:10.1016/j.pecs.2005.09.001.

[44] Demirbas, A. (2007). Importance of biodiesel as transportation fuel. *Energy Policy*, 35, 4661–4670. doi:10.1016/j.enpol.2007.04.003.

[45] Djankov, S., La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F. & Shleifer, A. (2008). The law and economics of self-dealing. *Journal of Financial Economics,* 88(3), 430–465.

[46] Doornbosch, R., & Steenblik, R. Round Table on Sustanainable Development-Organasation for Economic Co-operation and Development. Dostupné z: http://www.oecd.org/dataoecd/ 15/46/39348696.pdf

[47] Dorado, M.P., Ballesteros, E., Arnal, J.M., Gómez, J. & López, F.J. (2003) Exhaust emissions from a Diesel engine fueled with transesterified waste olive oil. *Fuel*, 82, 1311–1315. doi:10.1016/S0016-2361(03)00034-6.

[48] Edrisi, S. A., Dubey, R. K., Tripathi, V., Bakshi, M., Srivastava, P., Jamil, S., … Abhislah, P.C. (2015). Jatropha curcas L: A crucified plant waiting for resurgence. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 41, 855-862. https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.08.082

[49] Foidl, N., Foidl, G., Sanchez, M., Mittelbach, M. & Hackel, S. (1996). Jatropha Curcas L. as a source for the production of biofuel in Nicaragua. *Bioresource Technology,* 58(1), 77–82.

[50] FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION (1990). FAO-UNESCO Soil Map of the World Revised Legend. World Soil Resources Report 60, Italy, Rome: FAO. 119.

[51] FOOD AND AGRICULTURE ORGANISATION. (1976). A Framework for Land Evaluation. Rome, Italy: FAO

[52] Gallas, J., Zedek, V., & Trapl, K. (2016). Evropskou komisí schválená podpora čistých a vysokoprocentních biopaliv v dopravě na období 2016–2020. Příspěvek byl prezentován na Mezinárodním semináři Techagro 2016.

[53] Gao, W., Cui, W., & Ye, W. (2017). Directed information graphs for the Granger causality of multivariate time series. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*. Dostupné z: https://doi.org/10.1016/j.physa.2017.05.035

[54] Gilbert, N. (2012). Palm-oil boom raises conservation concerns, *Nature*, 487(7405), 14–15.

[55] Gillespie, P. (2012). Participation and Power in Indonesian Oil Palm Plantations. *Asia Pac. Viewp.*, 53, 254–271. doi:10.1111/j.1467-8373.2012.01494.x

[56] Granger, C.W.J. (1969). Investigating Causal Relations by Econometric Models and Cross-spectral Methods. *Econometrica*. 37(3), 424-438.

[57] Gresshoff, P.M., Hayashi, S., Biswas, B., Mirzaei, S., Indrasumunar, A., Reid, D., Samuel, S., Tollenaere, A., van Hameren, B. & Hastwell, A. (2015). The value of biodiversity in legume symbiotic nitrogen fixation and nodulation for biofuel and food production. J. Plant Physiol., 172, 128–136. doi:10.1016/j.jplph.2014.05.013.

[58] Groenendaal, W.J.H. van. (1995). Estimating Net Present Value Variability For Deterministic Models. Tilbur, Nizozemsko: Print.

[59] Gunaseelan, V. & Nallathambi, 2009. Biomass estimates, characteristics, biochemical methane potential, kinetics and energy flow from Jatropha curcus on dry lands, *Biomass & Bioenergy*, 33(4), 589–596.

[60] Hofstede, G., Hofstede, G.J., & Minkov, M. (2010) *Cultures and Organizations: Software of the Mind*. 3rd Edition, McGraw-Hill USA.

[61] Hönig, V. (2013). *Cvičení z paliv a maziv*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

[62] Hönig, V. (2013). *Paliva a maziv*a. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze.

[63] Hönig, V., Pexa, M., & Linhart, Z. (2015). Biobutanol standardizing biodiesel from waste animal fat. *Polish Journal of Environmental Studies*, 24(6), 2433–2439.

[64] Hönig, V., & Hromádko, J. (2014). Possibilities of using vegetable oil to power diesel engines as well as their impact on engine oil. *Agron. Res.*, 12, 323–332.

[65] Hönig, V., Hromádko, J., & Orsák, M. (2015). Využití biobutanolu ve vznětových motorech a jeho vliv na parametry motorové nafty. *Chemické listy,* 109, 722-725.

[66] Hönig, V., Linhart, Z., & Orsák, M. (2015). Use of blend of hydrotreated vegetable oil with biobutanol for applications in diesel engines. In: *14th International Scientific Conference Engineering for Rural Development*, (s. 324–329). Jelgava, Latvia.

[67] Hönig, V., Pexa, M., & Linhart, Z. (2015). Biobutanol standardizing biodiesel from waste animal fat. *Polish Journal of Environmental* Studies, 24(6), 2433–2439.

[68] Hönig, V., Pexa, M., Mařík, J., & Zeman, P. (2015). The Blend of biobutanol and rapeseed oil as fuel for diesel engines. *Polish Journal of Environmental Studies*, 10.

[69] Hönig, V., Pexa, M., Mařík, J., Linhart, Z., & Zeman, P. (2017). Biobutanol Standardizing Waste Cooking Oil as a Biofuel. *Polish Journal of Environmental Studies*, 26(1), 69-77.

[70] Hönig, V., Procházka, P., Linhart, Z., & Smrčka, L. (2018) Vliv změn daňové politiky na trh s bioetanolem. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 134(2), 74–78.

[71] Hönig, V., Strouhal, J., Smrčka, L., Linhart, Z., & Pernica, K. (2017). Změny daňové politiky na trhu s bioetanolem, *Listy cukrovarnické a řepařské*, 132(4), 145–148.

[72] Hönig, V.,Strouhal, J., Smrčka, L., Linhart, Z., & Pernica, K. (2017). Změny daňové politiky na trhu s bioetanolem. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 133(4), 145–148.

[73] Hromádko, J. (2016, 7. duben). *Novela zákona o ochraně ovzduší.* Příspěvek byl prezentován na 12. mezinárodní konferenci Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a udržitelná mobilita s certifikovanými biopalivy, Brno.

[74] Hromádko, J., Hromádko J., Miler, P., & Štěrba P. (2011). Využití paliva E95 ve vznětových motorech. *Listy cukrovarnické a řepařské*, 127(2), 63–66.

[75] Hromádko, J., Hromádko, J., Miler, P., & Honig, V. (2009). Ekonomická analýza uplatnění biopaliv v podmínkách České republiky. *Ekonomická Revue - Central European Review Of Economic Issues*, 12(2), 61-68. doi: 10.7327/cerei.2009.06.02

[76] Hromádko, J., Hromádko, J., Miler, P., Hönig, V., & Cindr, M. (2010). Technologie výroby biopaliv druhé generace. *Chemické listy,* 104, 784–790.

[77] Hykyšová, S. (2012, 13. září). Kritéria udržitelnosti výroby biopaliv. Dostupné z: http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kriteria-udrzitelnosti-vyroby-biopaliv

[78] Ivanova, T., Muntean, A., Titei, V., Havrland, B., Kolarikova & M. (2015). Energy crops utilization as an alternative agricultural Production, *Agronomy Research*, 13(2), 311–317.

[79] Jevič, P. (2010). Motorová biopaliva v otázkách a odpovědích, *Energie 21*, 3(10). Dostupné z: http://energie21.cz/motorova-biopaliva-v-otazkach-a odpove-dich

[80] Jevič, P., & Šedivá, Z. (Ed.). (2013). *Potravinová soběstačnost a udržitelná výroba směsných a biogenních pohonných hmot - stav a rozvoj do roku 2020*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky

[81] Jevič, P., Šedivá, Z. (Ed.). (2012). *Stav a požadavky na udržitelnou výrobu směsných a biogenních pohonných hmot*. Praha: Výzkumný ústav zemědělské techniky

[82] Jevič, P. & Šedivá, P. (2016, 7. duben). *Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a příspěvek udržitelných biopaliv pro její splnění*. Příspěvek byl prezentován na 12. mezinárodní konferenci Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a udržitelná mobilita s certifikovanými biopalivy, Brno.

[83] Jevič, P. & Šedivá, Z. (2018, 11. duben) *Nové požadavky na stanovení emisních faktorů biopaliv, biokapalin a surovin pro jejich výrobu*. Příspěvek byl prezentován na 13. mezinárodní konferenci: Současné postavení a výhled využívání certifikovaných biopaliv v nízkoemisní mobilitě, Brno.

[84] Jiříček, I., & Rábl, V. (2005) *Energie z biomasy*. [vid. 2017-07-16] Dostupné z: http://www.vscht.cz/ktt/zdrene/5.0_Energie_z_biomasy.pdf

[85] Kall, K., Roosmaa, Ü., & Viiralt, R. (2016). Assessment of the economic value of cattle slurry and biogas digestate used on grassland, *Agronomy Research*, 14(1),54–66

[86] Kaplan, S. (2010). Power plant characteristics and costs. *New York: Nova Science Publishers*.

[87] Karabektas, M., Hosoz, M. Performance and emission characteristics of a diesel engine using isobutanol–diesel fuel blends. *Renewable Energy*, 34, 2009 (6), 1554–1559.

[88] Kiatkittipong, W., Phimsen, S., Kiatkittipong, K., Wongsakulphasatch, S., Laosiripojana, N., & Assabumrungrat, S. (2013). Diesel-like hydrocarbon production from hydroprocessing of relevant refining palm oil. *Fuel Processing Technology*, 116, 16–26.

[89] Klener, P. (2013). *Principy systémové protinádorové léčby* [vid. 2018-01-24], Praha: Grada.

[90] Knothe, G. (2010) Biodiesel derived from a model oil enriched in palmitoleic acid, macadamia nut oil. *Energy Fuels*, 24, 2098–2103.

[91] Kotenová, B. (2016, 7. duben). *Novela zákona o SPD zdanění čistých paliv a vysokoprocentních směsí.* Příspěvek byl prezentován na 12. mezinárodní konferenci Snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a udržitelná mobilita s certifikovanými biopalivy, Brno.

[92] Kotus, M., Pexa, M., & Kubín, K. (2013). Modelling of non-road transient cycle. *Journal Central European Agriculture*, 14(4), 1281–1294.

[93] Kozák, J., Arlt, J., & Hindls, R. (1994). Úvod do analýzy ekonomických časových řad. Praha, Česko: Vysoká škola ekonomická.

[94] Kumar, S., Cho, J.H., Park, J., Moon, I.. (2013). Advances in diesel-alcohol blends and their effects on the performance and emissions of diesel engines, *Renewable & Sustainable Energy Reviews* 22, 46–72.

[95] Liu, X., He, H., Wang, Y., Zhu, S. & Piao, X. (2008). Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a solid base catalyst. *Fuel*, 87, 216–221. doi:10.1016/j.fuel.2007.04.013.

[96] Lukeš, M., Kotek, M., & Růžička, M. (2015). The energy consumption of public transit under rural and suburban conditions. *Agronomy Research*, 13(2), 585–595.

[97] MacKinnon, J. Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. Dostupné z https://ageconsearch.umn.edu/record/273322/files/qed_wp_918.pdf

[98] Machek, O., & Hnilica, J. (2015). Copreneurship and its Impact on Financial Characteristics of Companies. *Ekonomicky Casopis*, 63, 152–166.

[99] Machek, O., & Hnilica, J. (2015). Evaluating the Impact of Family Presence in Ownership and Management on Financial Performance of Firms using Mathed-Pair Investigation. *Politicka Ekonomie*, 63, 347–362, doi:10.18267/j.polek.1007

[100] Maitah, M. & Smutka, L. (2016). Restoration and Growth of the Russian Sugar Market. *Sugar Tech*, 18(2), 115–123.

[101] Maitah, M., Hayat, A., Malec, K. & Eldeeb, O. (2014). The impact of foreign direct investments on employment in the Czech Republic. *Reserach Journal of Applied Sciences*, 9(12), 1001–1008.

[102] Maitah, M., Saleem, N., Malec, K, Boubaker, M. & Gouda, S. (2015). Economic value added and stock market development in Egypt. Asian Social Science 11(3), 126–134.

[103] Maitah, M., Smutka, L., Pulkrábek, J., Benešová, I. & Belová, A. (2013) Sugar production and consumption in Egypt in 1995–2009. *Listy Cukrovarnicke a Reparské,* 129(9–10), 300–304.

[104] McLaney, E. & Atrill, P. (2012). Accounting. Harlow: Financial Times/Prentice Hall.

[105] Murphy, F. McDonnell, K. (2017). Investigation of the potential impact of the Paris Agreement on national mitigation policies and the risk of carbon leakage; an analysis of the Irish bioenergy industry. *Energy Policy*, 104, 80–88. doi:10.1016/j.enpol.2017.01.042.

[106] Nasution, MA, Herawan, T, & Rivani, M. (2014). Analysis of Palm Biomass as Electricity from Palm Oil Mills in North Sumatera. *Energy Procedia*, 47, 166–172. doi:10.1016/j.egypro.2014.01.210.

[107] Ng, Y.G., Shamsul Bahri, M.T., Irwan Sayah, M.Y., Mori, I, & Hasim, Z. (2013). Ergonomics Observation: Harvesting Tasks at Oil Palm Plantation. J. Occup. *Health*, 55, 405–414.

[108] Noskievič, P. (1996). *Biomasa a její energetické využití*. Ostrava: VŠB-Technická univerzita.

[109] Pandey, V., Singh, K., Singh, J., Kumar, A., Singh, B. & Singh, R. (2012). Jatropha curcas: A potential biofuel plant for sustainable environmental development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2870–2883.

[110] Paramananthan, S. (1987). Soil suitability and management implications of Soil Taxonomy with special reference to tree crop cultivation. *Pertanika*, 10, 125–134.

[111] Parry, IWH, Walls, M., & Harrington, W. (2007). Automobile Externalities And Policies. J. *Econ. Lit.*, 45, 373–399. doi:10.1257/jel.45.2.373

[112] Pastorek, Z., Kára, J., & Jevič, P. (2004). *Biomasa: obnovitelný zdroj energie*. Praha: FCC Public

[113] Patil, P., Gude, V. & Deng, S. (2009). Biodiesel Production from Jatropha Curcas, Waste Cooking, and Camelina Sativa Oils. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 48(24), 10850–10856.

[114] Patil, VK., Bhandare, P., Kulkarni, PB., & Naik, GR. (2015). Progeny evaluation of Jatropha Curcas and Pongamia pinnata with comparison to bioproductivity and biodiesel parameters, *Journal of Forestry Research*, 26(1), 137–142.

[115] Pesaran, B. & Hashem Pesaran, M. (2009). *Time Series Econometrics. Oxford, UK: Oxford University Press*

[116] Pirs, V., & Gailis, M. (2013). Research in use of fuel conversion adapters in automobiles running on bioethanol and gasoline mixtures. *Agronomy Research*, 11 (1), 205–214.

[117] Pleanjai, S., Gheewala, S.H. & Garivait, S. (2007) Environmental Evaluation of Biodiesel Production from Palm Oil in a Life Cycle Perspective. *Asian J. Energy Environ*, 8, 15–32.

[118] Porter, M.E (2008). The Five Competitive Forces that Shape Strategy. *Harvard Business Review*. 86–104.

[119] Pospíšil, M., Šiška, J., & Šeborm, G. (2009, 16. leden). Biobutanol jako pohonná hmota v dopravě. Dostupné z: http://biom.cz/cz/odborne-clanky/kapalna-biopaliva-cile-a-perspektivy

[120] Pražák, V. (2013). Aktuální legislativa užití biopaliv v dopravě. *Seminář ČAPPO Kralupy nad Vltavou 28. listopadu 2013*. [vid. 2017-08-17] Dostupné z: http://www.cappo.cz/res/data/000147.pdf

[121] Pražák, V. (2013, 20. červen). Motorová paliva současnosti, Kulatý stůl „Motorová paliva pro silniční dopravu“. Příspěvek byl prezentován na konferenci *Dostihový klub, Hipodrom Most 20. června 2013*. [vid. 2017-08-15] Dostupné z: http://www.cappo.cz/res/archive/000120.pdf? seek=1374064964/

[122] Raheman, H. & Mondal, S. (2012). Biogas production potential of jatropha seed cake. *Biomass and Bioenergy*, 37, 25–30.

[123] Ramírez-Verduzco, L.F., Rodríguez-Rodríguez, J.E., & del Jaramillo-Jacob, A.R. (2012). Predicting cetane number, kinematic viscosity, density and higher heating value of biodiesel from its fatty acid methyl ester composition. *Fuel*, 91, 102–111. doi:10.1016/j.fuel.2011.06.070.

[124] Rancane, S., Karklins, A., Lazdina, D., Berzins, P., Bardule, A., Butlers, A. & Lazdins, A. (2016). The evaluation of biomass yield and quality of Phalaris arundinacea and Festulolium fertilised with bio-energy waste products. *Agronomy Research*, 14(1), 198–210.

[125] Rasid, N.S.A., Syed-Hassan, S.S.A., Kadir, S.A.S.A., & Asadullah, M. (2013). Life Cycle Assessment to Evaluate The Green House Gas Emission from Oil Palm Bio-Oil Based Power Plant. Korean J. *Chem. Eng.*, 30, 1277–1283. doi:10.1007/s11814-013-0022-y

[126] Rieka, R., Agus, S., & Hendaru, P. (2014). Bank Indonesia Raises Key Rate after Fuel-Price Increase. [vid. 2017-08-16]. Dostupné z: http://www.bloomberg.com/news/articles/2014-11-17/indonesia-s-widodo-increases-subsidized- gasoline-diesel-prices

[127] Rosado, JF., Picanco, MC., Sarmento, RA, da Silva RS, Pedro-Neto M, Carvalho MA, Erasmo EA. & Silva LC. (2015). Seasonal variation in the populations of

Polyphagotarsonemus latus and Tetranychus bastosi in physic nut (Jatropha curcas) plantations, *Experimental and Applied Acarology*, 66(3), 415–426.

[128] Říha, Z. (2015) Doprava, životní prostředí a energetika [vid. 2017-08-12]. Dostupné z: http://slideplayer.cz/slide/2872917/

[129] Saetae, D., Kleekayai, T., Jayasena, V. & Suntornsuk, W. (2011). Functional properties of protein isolate obtained from physic nut (Jatropha curcas L.) seed cake. *Food Science and Biotechnology*, 20(1), 29–37.

[130] Sladký, V. (2007) Biobutanol – vhodnější náhrada benzinu. *Biom.cz.* [vid. 2018-08-18]. Dostupné z WWW: https://biom.cz/cz/odborne-clanky/biobutanol-vhodnejsi-nahrada-benzinu.

[131] Schwartz, R. A., Byrne, J. A., & Colaninno, A. (2011). Volatility Risk and Uncertainty in Financial Markets. New York, USA: Springer.

[132] Šebor, G., Pospíšil, M., & Žákovec, J. (2006) Technicko-ekonomická analýza v, hodných alternativních paliv v dopravě, výzkumná zpráva vypracovaná pro Ministerstvo dopravy ČR. VŠCHT Praha. [vid. 2018-01-25] Dostupné z: http://www.mdcr.cz/cs/Strategie/Zivotni_prostredi

[133] Šebor, G., Pospíšil, M., Maxa, D. (2006). Využití kapalných biopaliv pro pohon motorových vozidel. *Chemické listy,* 100, 30–35.

[134] Sinbuathong, N., Marr, J., Sillapacharoenkul, B. & Chulalaksananukul, S. (2011). Effect of the solid content on biogas production from Jatropha curcas seed cake. *International Journal of Global Warming*, 3(4), 403.

[135] Široký, J. (2010). *Daně v Evropské unii: daňové systémy všech 27 členských států EU, legislativní základy daňové harmonizace v EU se základními judikáty SD EU včetně zapracování Lisabonské smlouvy a novelizací směrnice 2006/112/ES* (4., aktualiz. vyd). Praha, Česko: Linde.

[136] Smutka, L., Hinke, J., & Pulkrabek, J. (2017). Characteristics of Sugar Production in Asian Region. *Listy Cukrovarnicke a Reparske*, 133, 360–365.

[137] Smutka, L., Maitah, M. & Zhuravleva, E.A. (2014).The Russian Federation - Specifics of the Sugar Market. *Agris On-Line Pap. Econ. Inform*., 6(1), 73–86.

[138] Song, Y., Penmatsa, V., & Wang, CL. (2014). Modeling and Simulation of Enzymatic Biofuel Cells with Three-Dimensional Microelectrodes. *Energies*, 7, 4694–4709. doi:10.3390/en7074694.

[139] Srinophakun, P., Titapiwatanakun, B., Sooksathan, I. & Punsuvon, V. (2011). Prospect of Deoiled Jatropha curcas Seedcake as Fertilizer for Vegetables Crops – A Case Study. *Journal of Agricultural Science*, 4(3), 211–226.

[140] Steiner, S., Bisig, C., Petri-Fink, A., & Rothen-Rutishauser, B. (2016). Diesel exhaust: current knowledge of adverse effects and underlying cellular mechanisms. *Archives Of Toxicology*, 90(7), 1541-1553. doi: 10.1007/s00204-016-1736-5

[141] Stelyus, LM. & Faith, PM. (2012). Jatropha as energy potential biofuel in Tanzania. *IJES,* 2(3),1553–1564.

[142] Stupavský, V. (2009, 5. února). Kapalná biopaliva – cíle a perspektivy. [vid. 2017-08-26]. Dostupné z: http://biom.cz/cz/odborneclanky/ kapalna-biopaliva-cile-a-perspektivy

[143] Sun, Q., Gao, X., Wen, S., Chen, Z., & Hao, X. (2018). The transmission of fluctuation among price indices based on Granger causality network. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 506, 36–49.

[144] Svátková, S. (2009). Spotřební a ekologické daně v České republice. Praha, Česko: Wolters Kluwer Česká republika.

[145] Švihlíková, I. (2008). *Energetická bezpečnost - geopolitické souvislosti: (projekt Nadace ČEZ)*. Praha: Vysoká škola mezinárodních a veřejných vztahů Praha.

[146] Švihlíková, I. (2009). *Energetická bezpečnost: reakce na krizi.* Praha: Vysoká škola mezinárodních a veřejných vztahů.

[147] Švihlíková, I. (2011). *Energetická bezpečnost a mezinárodní politika: konference pod záštitou místopředsedy Senátu Parlamentu ČR Zdeňka Škromacha 18. října 2011, Senát Parlamentu České republiky*. Praha: Professional Publishing.

[148] Švihlíková, I. *Britské listy* (2009, 14.prosince). Ropný trh: reakce na krizi [vid 2018–11–01]. Dostupné z: http://www.blisty.cz/art/ 50290.html

[149] Syafii, R.N. (2012). Analisis Kontingensi Sistem Tenaga Listrik dengan Metode Bounding. *Jurnal Rekayasa Elektrika,* 10, 92–97. Dostupné z: http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/JRE/article/view/139/132

[150] Tsay, R. S. (2010). *Analysis of financial time series* (3rd ed). Cambridge, Mass.: Wiley. doi:10.1002/9780470644560

[151] *Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.V.*, [vid 2018–11–01]. Dostupné z: *http:// www.ufop.de*

[152] Van Dorn, A. (2019). Diesel and petrol cars to be banned by 2040. *The Lancet Respiratory Medicine*, 5(9), 684.

[153] Vance, A. (2015). *Elon Musk: Tesla, SpaceX a hledání fantastické budoucnosti*. Brno, Česko: Jan Melvil Publishing.

[154] Vančurová, A., Láchová, L., & Vítková, J. (1997). Daňový systém ČR. V Praze: 1. VOX.

[155] Veriansyah, B., Han, J., Y., Kim, S., K., Hong, S., K., Kim, Y., J., Lim, J., S., ... Kim, J. (2012). Production of renewable diesel by hydroprocessing of soybean oil: Effect of catalysts. *Fuel*, 94, 578–585.

[156] Vlk, F. (2006). *Paliva a maziva motorových vozidel.* Brno: František Vlk.

[157] Voříšek, J., Novotný O. (2010). ICT a konkurenceschopnost České republiky. 32. Dostupné z: http://www.cssi.cz/ cssi/studie-ict-konkurenceschopnost

[158] Voříšek, J., Novotný, O. Technologické aspekty konkurenceschopnosti České republiky. *Systémová integrace.* [vid. 2017-08-21]. Dostupné z: http:// www.cssi.cz/cssi/technologicke-aspekty-konkurenceschopnosti-ceske-republiky.

[159] Wang, R., Sun, L., Xie, X., Ma, L., Liu, Z., Liu, X., Ji, N., & Xie, G. (2014). Biodiesel production from Stauntonia chinensis seed oil (waste from food processing): Heterogeneous catalysis by modified calcite, biodiesel purification, and fuel properties. *Ind. Crops Prod.*, 62, 8–13. doi:10.1016/j.indcrop.2014.08.002.

[160] Warr, P. (2008). The Transmission of Import Prices to Domestic Prices: An Application to Indonesia. *Appl. Econ. Lett.*, 15, 499–503. doi:10.1080/13504850500425410

[161] Zedek, V. & Trapl, K. (2018, 11. duben) *Udržitelné využívání zemědělské biomasy a související cíle na rok 2030 podle návrhu evropské směrnice o energii z obnovitelných zdrojů.* Příspěvek byl prezentován na 13. mezinárodní konferenci: Současné postavení a výhled využívání certifikovaných biopaliv v nízkoemisní mobilitě, Brno.

[162] Zimelis, A., Spalva, G., Saule, G., Daugaviete, M. & Lazdi, A. (2016). Productivity and cost of biofuel in ditch cleaning operations using tracked excavator based harvester, *Agronomy Research*, 14(2), 579–589.

[163] Zimelis, A., Spalva, G., Saule, G., Daugaviete, M., & Lazdi, A. (2016). Productivity and cost of biofuel in ditch cleaning operations using tracked excavator based harvester. *Agronomy Research*, 14(2), 579–589.

Internetové zdroje

[1] Aptech Systems, Inc. [vid. 2017-05-10]. Dostupné z: https://store.aptech.com/gauss-platform-category.html

[2] Asianpower. [vid. 2017-04-19]. Dostupné z: http://asian-power.com/power-utility/commentary/ how-strong-regulatory-push-can-jumpstart-indonesias-biomass-sector#sthash.98Yiabl8.dpuf

[3] Aussie Mandarins. [vid. 2018-02-14]. Dostupné z: http://www.aussiemandarins.com.au/industry

[4] *Celní správa*. [vid. 2017-08-16]. Dostupné z https://www.celnisprava.cz

[5] Čepro, a.s.. [vid. 2017-09-22]. Dostupné z: *https://www.ceproas.cz*

[6] Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu (ČAPPO). Zhodnocení používání biopaliv v dopravě v České republice k 30.6.2015. [vid. 2018-01-24] Dostupné z: http://www.cappo.cz/res/archive/001/000196.pdf?seek=1438333180

[7] Český statistický úřad. [vid. 2017-09-13]. Dostupné z: *https://www.czso.cz.*

[8] ČSÚ. Šetření průměrných cen vybraných výrobků – pohonné hmoty a topné oleje – časové řady [vid. 2017-08-26]. Dostupné z: https://www.czso.cz/csu/czso/setreni-prumernych-cen-vybranych-vyrobku-pohonne-hmoty-a-topne-oleje-casove-rady

[9] Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. [vid. 2017-09-15]. Dostupné z: http://www.giz.de/expertise/html/4282.html

[10] DIRECTIVE 2003/30/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 8 May 2003 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport. (2003). [vid. 2017-09-13] Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L: 2003:123:0042:0046:EN:PDF

[11] DIRECTIVE 2003/96/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on restructuring the Community framework for the taxation of energy products and electricity. [vid. 2017-09-13] Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ: L:2003:283: 0051:0070:EN:PDF

[12] DIRECTIVE 2009/28/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 on the promotion of the use of energy from renewable sources and amending and subsequently repealing Directives 2001/77/EC and 2003/30/EC. (2009). [vid. 2017-09-13] Dostupné z: http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:en: PDF

[13] DIRECTIVE 2009/30/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 23 April 2009 amending Directive 98/70/EC as regards the specification of petrol, diesel and gas-oil and introducing a mechanism to monitor and reduce greenhouse gas emissions and amending Council Directive 1999/32/EC as regards the specification of fuel used by inland waterway vessels and repealing Directive 93/12/EEC. [vid. 2017-09-13] Dostupné z: http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do ?uri=OJ:L:2009:140:0088:0113:EN:PDF

[14] F.O. Licht. *Agribusiness Intelligence* [vid. 2018-01-19]. Dostupné z: *https://agribusiness intelli gence.informa.com/product/fo-licht/*

[15] Fred Economic Data, Economic Research. [vid. 201-09-13]. Dostupné z: https://fred.stlouisfed.org

[16] Generální ředitelství cel [vid. 2017-08-21]. Dostupné z: https://www.celnisprava.cz/cz/ *Stranky/default.aspx*

[17] Generální ředitelství cel [vid. 2018-01-24]. Dostupné z: http://www.celnisprava.cz/cz/ dane/spotrebni-dane/stranky/default.aspx

[18] GlobalPetrolPrices.com. [vid. 2017-09-10]. Dostupné z: http://www.globalpetrolprices.com/Indonesia/diesel_prices/ (accessed on 20 February 2018).

[19] Indexmundi.com, (2015). Palm Oil - Monthly Price - Commodity Prices - Price Charts, Data, And News Indexmundi. -[vid. 2017-08-25]. N.p.Web.

[20] Indonesia-Investments. Subsidized Fuel Prices Indonesia Raised due to Oil Price & Rupiah. [vid. 2017-09-10]. Dostupné z: http://www.indonesia-

investments.com/news/todays-headlines/subsidized-fuel-prices-indonesia- raised-due-to-oil-price-rupiah/item5429

[21] International Energy Agency. (2015). *Key Word Energy Statistics 2015* [vid. 2017-08-21]. Dostupné z: https://www.iea.org/publications/freepublications/publication/KeyWorld_Statistics_2015.pdf

[22] *Investujeme.cz*. [vid. 2017-08-22]. Dostupné z: http://www.investujeme.cz/jaka-je-skutecna-hodnota-ropy/

[23] KURZYCZ. [vid. 2017-09-11]. Dostupné z: http://www.kurzy.cz/kurzy-men/nejlepsi-kurzy/IDR-indoneska-rupie/

[24] McKinsey & Company. The Archipelago Economy: Unleashing Indonesia's Potential. [vid. 2017-08-26]. Dostupné z: http://www.mckinsey.com/insights/asia-pacific/the_archipelago_economy

[25] Ministerstvo průmyslu a obchodu. [vid. 2017-08-24] Dostupné z: *https://www.mpo.cz*

[26] Ministerstvo zemědělství (2012). *Akční plán pro biomasu na období 2012–2020*. [vid. 2017-10-11] Dostupné z: *http://eagri.cz/public/web/file/179051/ APB_final_web.pdf*

[27] Ministerstvo zemědělství (2014). Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015–2020.Pro Ministerstvo zemědělství vypracoval Výzkumný ústav zemědělské techniky, v.v.i. [vid. 2017-10-13] Dostupné z: http://eagri.cz/public/web/file/327185/Vicelety_ program_ 2014.pdf.

[28] Ministerstvo zemědělství. [vid. 2017-10-13] Dostupné z: *https://www.eagri.cz*

[29] Ministerstvo životního prostředí, [vid. 2017-10-13] Dostupné z: *https:// http://www.mzp.cz*

[30] Nařízení vlády. č. 351/2012 Sb. ze dne 3. října 2012 o kritériích udržitelnosti biopaliv [vid. 2017-10-13]. Dostupné z: *https://www.kr-olomoucky.cz/download.html?id=15918*

[31] *Neste Oil Corporation*. (2014). Hydrotreated vegetable oil (HVO) – premium renewable biofuel for diesel engines. [vid. 2017-08-24] Dostupné z: https://www.neste.com/sites/default/files/attachments/hvo_handbook_original_2014.pdf

[32] *Oenergetice.cz* [vid. 2017-08-16]. Dostupné z: http://oenergetice.cz/ ropa/duvody-poklesu-ceny-ropy/

[33] Rajendra Singh. (2013). The "Waterman of India". HydrateLife. Dostupné z: http://www.hydratelife.org/?page_id=935

[34] *Ropa.cz* [vid. 2017-08-23]. Dostupné z: http://www.ropa.cz/ropa-a-ekonomika

[35] Sdružení pro výrobu bionafty [vid. 2017-08-25]. Dostupné z: *http://www.svbio.cz*

[36] The Jakarta Post, PLN Operates First Power Plant Fired by Crude Palm Oil. [vid. 2017-08-24]. Dostupné z: http://www.thejakartapost.com/news/2008/10/30/pln-operates-first-power-plant-fired-crude-palm-oil.html#sthash.fMP8j0Up.dpuf

[37] Víceletý program dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015-2020. Ministerstvo zemědělství [vid. 2017-08-19]. Dostupné z: http://xcappo.iservis.info/prilohyarchiv/128/POLITIKY%20%20Vicelety_program_biopaliva%202015-202.pdf

[38] VÚZT, v.v.i. [vid. 2017-11-12]. Dostupné z: http://www.vuzt.cz/

[39] Výzkumný ústav zemědělské techniky, *v.v.i.* [vid. 2018-01-13] Dostupné z: *http://www.vuzt.cz*

Legislativa a normy

[1] ČSN EN 14214 – Motorová paliva – Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory – Technické požadavky a metody zkoušení.

[2] ČSN EN 228 – Motorová paliva – Bezolovnaté automobilové benzíny – Technické požadavky a metody zkoušení.

[3] ČSN EN 590 – Motorová paliva – Motorové nafty – Technické požadavky a metody zkoušení.

[4] Nařízení vlády č. 351/2012 Sb. ze dne 3. října 2012 o kritériích udržitelnosti biopaliv [online] 2012-03-10 [cit. 2018-05-05]. Dostupné na*:* <https://www.kr-olomoucky.cz/download.html?id=15918>.

[5] Zákon o ochraně ovzduší č. 201/2012 Sb. ze dne 2.května 2012.

Seznam obrázků

Obr. 1.1 Podíl zdrojů na výrobě primární energie v roce 2014 ... 3
Obr. 1.2 Faktory ovlivňující cenu ropy ... 4
Obr. 1.3 Vývoj potávky a nabídky po ropě ... 7
Obr. 1.4 Konverze biomasy na paliva ... 11
Obr. 1.5 Zjednodušené schéma výroby hydrogenovaných olejů a methylesterů mastných kyselin. ... 15
Obr. 1.6 Praktický vliv zákona o ovzduší na paliva pro dopravu a suroviny pro jejich výrobu ... 21
Obr. 1.7 Graf vývoje průměrných měsíčních cen motorové nafty a motorových benzinů v roce 2000–2017 ... 28
Obr. 1.8 Bilance produkce, vývozu a dovozu FAME v ČR ... 33
Obr. 1.9 Bilance produkce, vývozu a dovozu FAME v ČR ... 34
Obr. 1.10 Podíl biopaliv na obnovitelných zdrojích energie ... 34
Obr. 4.1 Porovnání vývoje cen ropy a motorové nafty 2015–2018 ... 56
Obr. 4.2 Porovnání vývoje cen ropy a směsné motorové nafty B30 2015–2018 ... 57
Obr. 4.3 Porovnání vývoje cen ropy a Naturalu 95 2015–2018 ... 58
Obr. 4.4 Porovnání vývoje cen ropy a bionafty B100 (FAME) 2015–2018 ... 59
Obr. 4.5 Porovnání cen ropy Brent a ethanolu E85 2015–2018 ... 60
Obr. 4.6 Porovnání vývoje cen řepky (Canola), FAME B100, ethanolu E85 a SMN B30 2015–2018 ... 61
Obr. 4.7 Úroveň kompenzace bioetanolu E85 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 64
Obr. 4.8 Vypočtená potřebná podpora bioethanolu E85 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 65
Obr. 4.9 Vypočtené náklady na automobilový benzin BA 95N a bioetanol E85 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 65
Obr. 4.10 Úroveň kompenzace směsné motorové nafty B30 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 66
Obr. 4.11 Vypočtená potřebná podpora směsné motorové nafty B30 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 66
Obr. 4.12 Vypočtené náklady na motorovou naftu (NM) a směsnou motorovou naftu B30 v letech ... 67
Obr. 4.13 Úroveň kompenzace bionafty B100 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 67
Obr. 4.14 Vypočtená potřebná podpora bionafty B100 v letech 2015, 2016 a 2017 ... 68
Obr. 4.15 Vypočtené náklady na motorovou naftu (NM) a bionaftu B100 (FAME) v letech 2015, 2016 a 2017 ... 68
Obr. 4.16 Počet čerpacích stanic v síti EuroOil se zavedeným výdejem bioetanolu bionafty B100 a směsné motorové nafty B30 ... 69
Obr. 4.17 Počet čerpacích stanic v síti EuroOil se zavedeným výdejem bioetanolu E85 ... 70
Obr. 4.18 Vývoj cen paliv v letech 2016 a 2017 ... 82
Obr. 4.19 Vývoj velkoobchodních a maloobchodních cen motorové nafty ... 82
Obr. 4.20 Vývoj velkoobchodních a maloobchodních cen benzínu ... 83
Obr. 4.21 Vývoj úrovně kompenzačních podpor ... 84
Obr. 4.22 Vývoj ceny palmového oleje od roku 2008 ... 88
Obr. 4.23 Předpověď budoucí ceny palmového oleje ... 90
Obr. 4.24 Analýza bodu zvratu ... 93

Obr. 4.25 Jednotkové procesní schéma plantáže palmového oleje 95
Obr. 4.26 Přebytek potenciální energie z palmového oleje 96
Obr. 4.27 Dotace na naftu v Indonésii 96
Obr. 4.28 Typická cenová struktura pro motorovou naftu 97
Obr. 4.29 Vývoj cen WTI a předpověď (vlastní zpracování) 98
Obr. 4.30 Vývoj indonéské rupie (IDR) vs. sazba amerického dolaru (USD) v roce 2017 99
Obr. 4.31 WTI (West Texas Intermediate) cena ropy (plná) vs. cena CPO (Crude Palm Oil - tečkovaná) 99

Seznam tabulek

Tab. 1.1 Automobilový benzin ČSN EN 228 ... 22
Tab. 1.2 Další motorová paliva s obsahem biopaliv dostupná na trhu ... 22
Tab. 1.3 Motorová nafta ČSN EN 590 ... 22
Tab. 1.4 Kalkulace množství biopaliv potřebného na splnění povinnosti redukce emisí podle § 20 v závislosti na hodnotě kritérií udržitelnosti dodaného biopaliva ... 22
Tab. 1.5 Výhled spotřeby energie v dopravě podle Akčního plánu pro biomasu (APB) a Národního akčního plánu pro energii z obnovitelných zdrojů (NAP OZE) v roce 2020 ... 23
Tab. 1.6 Současný stav a možné výroby biopaliv ze zbytků biomasy a biogenních odpadů klasifikovaných podle směrnice RED jako moderní ... 25
Tab. 1.7 Revize směrnice o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů (RED II) ... 29
Tab. 1.8 Povinnost snižování emisí GHG z pohonných hmot podle zákona č. 201/2012 Sb. 31
Tab.1.9 Podpora čistých a vysokoprocentních biopaliv ... 32
Tab. 1.10 Sazby spotřební daně ... 32
Tab. 1.11 Spotřební daně víceobjemových biopaliv pro období 2015–2020 ... 32
Tab. 1.12 Bilance FAME/MEŘO v ČR v letech 2016 až 2017 ... 33
Tab. 1.13 Bilance bioethanolu v ČR v letech 2016 až 2017 ... 33
Tab. 2.1 Výzkumný rámec 1 ... 37
Tab. 2.2 Výzkumný rámec 2 ... 39
Tab. 3.1 Stanovení korekce koeficientu nárůstu spotřeby a cenové spotřebitelské motivace. 46
Tab. 3.2 Vstupní data kalkulace B100 ... 47
Tab. 3.3 Vstupní data kalkulace B30 ... 47
Tab. 3.4 Vstupní data kalkulace E85 ... 47
Tab. 3.5 Kritické hodnoty Dickey-Fullerova testu ... 51
Tab. 4.1 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje naftu ... 56
Tab. 4.2 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality nafta ovlivňuje ropu Brent ... 56
Tab. 4.3 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje SMN B30 ... 57
Tab. 4.4 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality SMN B30 ovlivňuje ropa Brent ... 57
Tab. 4.5 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje benzin Natural 95. ... 58
Tab. 4.6 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality benzin Natural 95 ovlivňuje ropu Brent. ... 58
Tab. 4.7 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje FAME (B100). 59
Tab. 4.8 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality FAME (B100) ovlivňuje ropu Brent. 59
Tab. 4.9 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality ropa Brent ovlivňuje E85. ... 60
Tab. 4.10 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality E85 ovlivňuje ropu Brent. ... 60
Tab. 4.11 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje FAME. ... 61
Tab. 4.12 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality FAME ovlivňuje Canolu ... 61
Tab. 4.13 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje E85. ... 62
Tab. 4.14 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality E85 ovlivňuje Canolu ... 62
Tab. 4.15 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzality Canola ovlivňuje B30 ... 62
Tab. 4.16 Výsledky jednostranné Grangerovy kauzalita B30 ovlivňuje Canolu ... 62
Tab. 4.17 Statistika párových vzorků ... 71
Tab. 4.18 Korelace párových vzorků ... 72

Tab. 4.19 Test párových vzorků 73
Tab. 4.20 Identifikace faktorů ze seznamu konkurenčních výhod HVO ve srovnání s FAME 75
Tab. 4.21 HVO - alternativy kultury a výživy pro přechod od fosilního k cirkulární ekonomice 76
Tab. 4.22 Identifikace faktorů ze seznamu konkurenčních výhod biobutanolu ve srovnání s bioethanolem 77
Tab. 4.23 Biobutanol - alternativy kultury a výživy pro přechod od fosilního k cirkulární ekonomice 78
Tab. 4.24 Výhřevnost jednotlivých paliv 81
Tab. 4.25 Průměrné ceny paliv bez DPH 82
Tab. 4.26 Porovnání nákladů na jednotlivá paliva 83
Tab. 4.27 Požadavek vody *Jatropha Curcas* 85
Tab. 4.28 Podmínky pro plantáž 86
Tab. 4.29 Konkurenční materiály pro tvorbu biomasy 86
Tab. 4.30 Parametry složek Jatropha Curcas pro výrobu bioplynu 86
Tab. 4.31 Rozšířený Dickey-Fuller test 88
Tab. 4.32 Výsledky Dickey-Fullerova testu 89
Tab. 4.33 ARIMA model 89
Tab. 4.34 Výsledky ARIMA modelu 89
Tab. 4.35 Výsledky analýzy *Jatrophy Curcas* 90
Tab. 4.36 Technické údaje elektrárny *Jatropha Curcas* 91
Tab. 4.37 Shrnutí ekonomických údajů výlisku a dužniny z *Jatrophy* 92
Tab. 4.38 Výsledky ekonomické analýzy tvorby bioplynu 92
Tab. 4.39 Výsledky ARIMA modelu 98
Tab. 4.40 Směrodatná odchylka u ropy WTI a CPO 100
Tab. 4.41 Ekonomika elektrárny CPO v Indonésii 100

Seznam zkratek

AFME	Animal Fat Methyl Ester, methylester z odpadních živočišných tuků (jako směsné palivo standardizované butanolem dle chemického a technického výzkumu autora)
APB	Akční plán pro biomasu
BA 91	automobilový benzin, oktanové číslo 91
BA 95	automobilový benzin, oktanové číslo 95
BA 98	automobilový benzin, oktanové číslo 98
BtL	biomass to liquid, zkapalňování biomasy
BUTVO	butanol + vegetable oil, směsné palivo navržené autorem na základě chemického a technického výzkumu tvořené 60 % V/V biobutanolem a ze 40 % rostlinným olejem
B100	100% bionafta tvořená FAME a aditivy
B30	vícekomponentní směsná motorová nafta (také označována jako SMN30) obsahující min. 30 % V/V FAME
CNG	stlačený zemní plyn (compressed natural gas)
CO_2	oxid uhličitý
ČOI	Česká obchodní inspekce
ČSN	chráněné označení českých technických norem
ČSÚ	Český statistický úřad
DF	Dickeyho-Fullerův test
EEŘO	Rape seed Ethyl Ester (REE), ethylester řepkového oleje
EIA	U.S. Energy Information Administration
EK	Evropská komise
EN	evropská norma
EP	Evropský parlament
ES	Evropská směrnice
ETBE	ethyltercbutylether, příměs do benzínu
EU	Evropská unie
E5	palivo tvořené z 5 % V/V ethanolem, určeno pro zážehové motory
E10	palivo tvořené z 10 % V/V ethanolem, určeno pro zážehové motory
E85	palivo tvořené z 85 % V/V ethanolem, určeno pro zážehové motory
E95	palivo tvořené z 95 % V/V ethanolem, určeno pro vznětové motory
FAEE	ethylestery mastných kyselin
FAME	Fatty Acid Methyl Ester, methylester mastných kyselin neboli 100% bionafta B100
FED	Americká centrální banka
FQD	Fuel Quality Directive
GHG	greenhouse gases, skleníkové plyny
GC	Grangerova kauzalita
GTL	gas to liquid, zkapalňování zemního plynu
HEFA	Hydroprocessed Esters and Fatty Acids, hydrozpracované estery a mastné kyseliny
HDP	hrubý domácí produkt

HVO	Hydrotreated Vegetable Oil and Fat, hydrogenačně rafinované rostlinné oleje a tuky
HWVO	Hydrotreated Waste Vegetable or Animal Oil, hydrogenační rafinace rostlinných nebo živočišných olejů, resp. tuků
IEA	International Energy Agency
ILUC	Indirect Land Use Change
IND	Individualism - individualismus
ISCC	International Sustainable and Carbon Certification
LFA	Less Favoured Areas, méně příznivé oblasti
LNG	Liquefied Natural Gas, zkapalněný zemní plyn
LPG	Liquid Petroleum Gas, propan-butan
LTO	Long Term Orientation - dlouhodobá orientace
LULUCF	Land use, land-use change and forestry
MAS	Masculinity versus Femininity
MEMK	methylestery mastných kyselin (FAME)
MF ČR	Ministerstvo financí České republiky
MPO	Ministerstvo průmyslu a obchodu
MEŘO	Rape seed Methyl Ester (RME), methylester řepkového oleje, druhové označení pro FAME
MTBE	metyltercbutylether, příměs do benzínu
MZE	Ministerstvo zemědělství
MŽP	Ministerstvo životního prostředí
NAP OZE	Národní akční plán pro energii z obnovitelných zdrojů
NSD	North Sea Dated
N.V.	nařízení Vlády ČR
OPEC	Organization of the Petroleum Exporting Countries, organizace zemí vyvážejících ropu
OZE	obnovitelné zdroje energie
PEM	protonovýměnná membrána
PHM	pohonné hmoty
PME	Palm Oil Methyl Ester, methylester palmového oleje
PDI	Power Distance - vzdálenost moci
RED	Renewable Energy Directive, Směrnice 2009/28/ES, o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů
SME	Soy Methyl Ester, methylester sojového oleje
SMN	směsná motorová nafta
TME	animal Fat Methyl Ester, methylestery mastných kyselin živočišných tuků
UAI	Uncertainty Avoidance Index - vztah k nejistotě
UCOME	Used Cooking Oil Methyl Ester - methylestery mastných kyselin kuchyň. olejů
UFOP	Union zur Förderung von Oel- und Proteinpflanzen e.v.
UOP	Universal Oil Products
VDO	volný daňový oběh
VÚZT	Výzkumný ústav zemědělské techniky v.v.i.
WTI	West Texas Intermediate