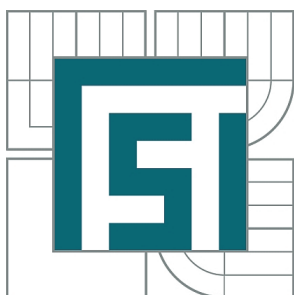


VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ  
LETECKÝ ÚSTAV

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING  
INSTITUTE OF AEROSPACE ENGINEERING

## POUŽITÍ BIOPALIV V LETECKÉ DOPRAVĚ

USING BIOFUELS IN AIR TRANSPORT (LEGISLATION, MEASURES)

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

PETR ADÁMEK

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. ONDŘEJ NASTÁLEK

BRNO 2013







## **Abstrakt**

Bakalářská práce obsahuje přehled předpisů a nařízeních v oblasti alternativních paliv – biopaliv a časové zmapování jejich vývoje. Základní rozdělení alternativních paliv a zaměření se na biopaliva a jejich základní rozdělení a popis technologie výroby, výhod či nevýhod vůči konvenčním palivům a zhodnocení připravenosti pro současné a budoucí použití v civilním letectví.

## **Klíčová slova**

Alternativní paliva, biopalivo, letecká doprava, předpisy, EU, směrnice.

## **Abstract**

Bachelor thesis contains an overview of the legislation and measures of alternative fuels – biofuels and time mapping their development. Basic division of alternative fuels and focused on biofuels and their basic division and description technology of production, advantages and disadvantages compared to conventional fuels and making evaluation of preparedness for current and future using in civil aviation.

## **Keywords**

Alternative fuels, biofuel, aviation, legislation, EU, directive.



### **Bibliografická citace mé práce**

ADÁMEK, P. Použití biopaliv v letecké dopravě. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2013. 41 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Ondřej Nastálek.



### **Čestné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně, pod odborným vedením vedoucího bakalářské práce a podkladem mi byly uvedená literatura a internet.

V Brně 2013

Petr Adámek

.....



## **Poděkování**

Chtěl bych poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce, panu Ing. Ondřeji Nastálkovi za velmi užitečné konzultace, díky kterým jsem dokázal zpracovat některá data. Dále bych chtěl poděkovat své rodině, která při mě stála a podporovala mne po celou dobu studia.

V Brně 2013

Petr Adámek

.....



## Obsah

<b>Obsah .....</b>	<b>13</b>
<b>1 Úvod .....</b>	<b>14</b>
<b>2 Alternativní paliva .....</b>	<b>15</b>
2. 1 Biopaliva .....	15
2. 1. 1 Tuhá biopaliva.....	16
2. 1. 2 Plynná biopaliva.....	16
2. 1. 3 Kapalná biopaliva.....	17
2. 2 Biopaliva I. generace.....	17
2. 3 Biopaliva II. generace.....	19
2. 4 Výroba biopaliv .....	20
2. 5 Certifikace biopaliv .....	21
<b>3 Vývoj předpisů a nařízení pro obnovitelné zdroje z hlediska EU.....</b>	<b>22</b>
3. 1 Historie vývoje předpisů v EU .....	22
3. 2 Akční plán .....	24
3. 3 Popis směrnic 2003/30/EC a 2003/96/EC .....	24
3. 4 Podpora biopaliv z hlediska legislativy EU .....	25
3. 5 Systém pro obchodování s emisemi (EU ETS).....	26
3. 5. 1 Základní údaje .....	26
3. 5. 2 Emisní povolenky.....	27
<b>4 Legislativa k využití biopaliv v ČR .....</b>	<b>29</b>
4. 1 Předpis 80/2007 Sb.....	29
4. 2 Zákon č. 201/2012 Sb.....	29
4. 3 Zákon 500/2012 Sb. ....	30
4. 4 Vyhláška č. 415/2012 Sb.....	30
<b>5 Důvody použití biopaliv v letectví .....</b>	<b>31</b>
5. 1 Vliv biopaliv na globální oteplování a životní prostředí.....	31
5. 2 Výhody a nevýhody používání biopaliv.....	32
<b>6 Závěr .....</b>	<b>34</b>
<b>Seznam použitých zkratk .....</b>	<b>35</b>
<b>Seznam literatury a použitých zdrojů.....</b>	<b>36</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>41</b>

## 1 Úvod

V dnešní době se letecká doprava považuje za nejbezpečnější, nejrychlejší a nejpohodlnější způsob dopravy. Letecká doprava je nejmladším druhem dopravy vůbec. Stala se nezbytnou součástí v přepravě osob i nákladu. Jako každý druh dopravy, má i letecká své nevýhody. Jedná se především o vysoké náklady spojené s provozem a především vysoké náklady pohonných hmot. Další nevýhodou je dopad na životní prostředí, které je v dnešní době kontrolováno a chráněno řadou směrnic a předpisů. S průmyslovým rozvojem v Evropě, v Americe a v některých státech Asie se zvyšuje i znečištění životního prostředí, především ovzduší, a to zejména díky enormnímu používání letadel. Závažnými zdroji znečišťování jsou neobnovitelné přírodní zdroje energie jako zemní plyn, ropa, pevná paliva a z nich vzniklé výrobky. Tento problém se však dá omezit, či dokonce se mu dá zabránit díky používání alternativních paliv.

V současnosti je letecká doprava závislá na ropě, která představuje hlavní složku pro výrobu paliv pro letecké motory. Vzhledem k nepříznivé situaci s množstvím neobnovitelných zdrojů Evropská unie přistoupila k opatřením, jejichž realizace by měla zajistit postupný přechod z tradičních pohonných hmot na alternativní paliva a omezit vznik skleníkových plynů. Avšak směrnice Evropské Unie nepřikazují leteckým společnostem používat alternativní paliva. Momentálně se směrnice zabývají pouze pozemní dopravou, ve které se podíl alternativních paliv již přimíchává do paliv fosilních. Evropský parlament a Rada přijali několik směrnic a předpisů, od kterých se očekává zavedení širšího využívání biopaliv v dopravě v členských státech EU.

Tato práce obsahuje popis alternativních paliv, jejich rozdělení a zaměření se na biopaliva. Stručně také popisuje jejich výrobu. Především se však práce zabývá vývojem předpisů a nařízení pro obnovitelné zdroje v rámci EU. Jsou zde popsána základní stanoviska EU, podle kterých se v dnešní době odvíjí mnoho dalších směrnic a dodatků. Je zde také popsán problém s využíváním emisních povolenek v rámci letecké dopravy. Práce je kromě EU zaměřena na legislativu ČR, která se odvíjí ze směrnic EU. V práci je popsáno mnoho zákonů a předpisů, které se zabývají používáním alternativních paliv v letecké dopravě, a obsahuje možné dopady, které by mohly nastat při využívání, či nevyužívání alternativních paliv v letectví, na životní prostředí.

## 2 Alternativní paliva

Alternativní paliva v dopravě omezují jak emise limitovaných, tak emise nelimitovaných znečišťujících látek a skleníkových plynů. Dlouhodobý plán pro alternativní paliva musí zahrnovat všechny druhy dopravy z hlediska jejich energetických potřeb a jejich nákladů na výrobu. To však může být komplikované z důvodu rozdílné energetické náročnosti u různých typů dopravy. Prospěch z používání alternativních paliv v dopravě se zpočátku projeví v městských oblastech, kde se alternativní paliva vyskytují již dnes a to v podobě příměsí, které jsou přidávány do motorových paliv určených pro vozidla silniční dopravy. Avšak v letecké dopravě jsou možnosti poněkud omezené. Proto se musí sledovat všechny druhy alternativních paliv, které by mohly být zaměřeny na potřeby jednotlivých druhů doprav [9,12].

V dnešní době jsou v dopravě využívána jako alternativní paliva především plynná paliva a biopaliva. Jako plynné palivo se používá zejména stlačený zemní plyn a podmíněně zkapalněný ropný plyn. Biopaliva se používají buď v čisté podobě jako některé estery mastných kyselin (FAME), čisté rostlinné oleje, nebo v různě koncentrovaných směsích s fosilními palivy [9].

### 2.1 Biopaliva

V současné době jedním z nejdůležitějších druhů alternativních paliv jsou biopaliva. V členských státech EU se biopaliva podílejí na dopravě 4,4% [1]. Jsou-li vyráběna způsobem, který neomezuje kulturní ráz krajiny či průmysl v dané zemi, mohou být biopaliva velkým přínosem ke snížení emisí a skleníkových plynů. Mohla by nabízet cestu k nezávislosti na neobnovitelných zdrojích a energii pro všechny druhy dopravy. Překážkou ovšem může být dodávka tohoto paliva či stálost výroby [12].

Biopaliva se získávají úpravou biomasy, lze je používat buď jako příměs do fosilních paliv nebo samostatně. Tyto úpravy mohou být různého charakteru (mechanické, chemické, bio-chemické, mechanicko-chemické). Podle typu skupenství dělíme dále biopaliva na tuhá, plynná a kapalná [6].

Podle iniciativy „Flightpath 2050“ [2] mají být emise CO<sub>2</sub> sníženy o 75% a emise oxidů dusíku o 90 %. Jedinou nízkouhlíkovou alternativou podobnou petroleji jsou v případě letecké dopravy pouze vyspělá biopaliva. Biopetrolej je s dnešními letouny kompatibilní, avšak cenou se nedá srovnávat [12].

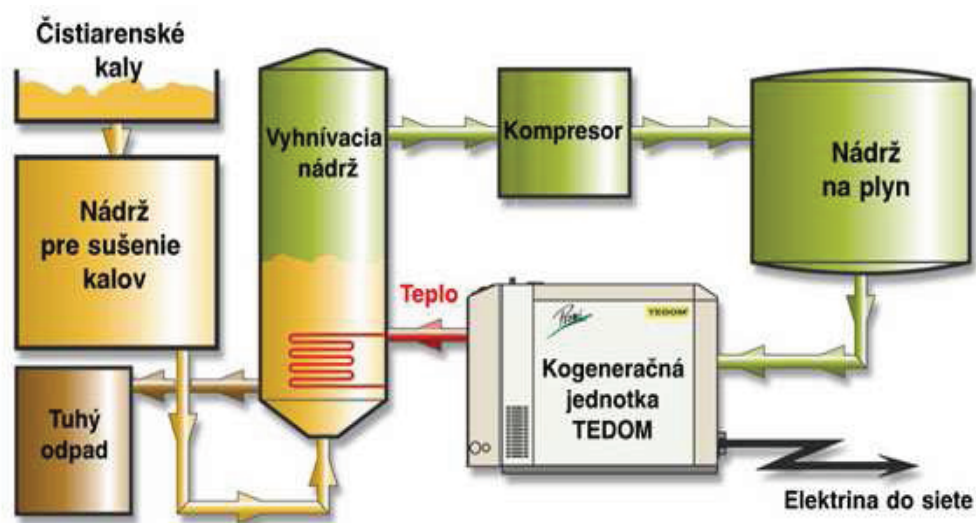
### 2. 1. 1 Tuhá biopaliva

Tuhá biopaliva jsou taková, která se nacházejí v tuhém stavu při přepravě, skladování a při připravování pro energetické využití. Mezi tuhá biopaliva se zejména řadí dřevo v různých formách, např. polena, štěpka, brikety, pelety, piliny. Dále se mezi tuhá biopaliva řadí sláma či seno, avšak dnes již ve formě briket či pelet. Dřevo je nejběžnější tuhé biopalivo, které má podobnou výhřevnost jako hnědé uhlí. Jeho výhřevnost je ovlivněna zejména vlhkostí [6,14].

### 2. 1. 2 Plynná biopaliva

Jsou biopaliva, která se nacházejí v plynném stavu při přepravě, skladování a přípravě. Řadíme zde především bioplyn, dřevoplyn nebo vodík [15].

Rozkladem biomasy v uzavřených nádržích vzniká bioplyn, který obsahuje metan s vysokou energetickou hodnotou, a proto je výhřevnost bioplynu vyšší než výhřevnost tuhých biopaliv. Bioplyn se nejčastěji používá k výrobě tepla, elektřiny a dokonce i jako pohonná látka [6].



Obr. 1: Schéma tvorby bioplynu [15]

Dřevoplyn je produktem zplyňování biomasy. Díky působení vysokých teplot na suchou biomasu se uvolňuje hořlavý plyn, který lze spalovat a posléze z něj získávat energii. Dřevoplyn je také možné zpracovávat dalšími způsoby, ovšem musí se nejprve ze zařízení odvést bez přístupu vzduchu. Dřevoplyn může být využit jako pohonná látka, při vaření, topení a výrobě elektřiny. Problémem výroby dřevoplynu

jsou dehtové látky. Tyto látky zvyšují výhřevnost spalovaného dřevoplynu, ale mají negativní účinky na lidské zdraví [6,16].

### **2. 1. 3 Kapalná biopaliva**

Jsou biopaliva, která se nacházejí v kapalném stavu při přepravě, skladování a přípravě. Ze všech druhů a typů biopaliv lze v dopravě jako jediná využít kapalná biopaliva. Mezi kapalná biopaliva patří biooleje např. bionafta [17].

Bionafta se získává lisováním oleje z řepky olejné. Jednou z mnoha výhod bionafty je, že se dá smíchat s ropnou naftou. Tato směs má nižší kouřivost, a proto při spalování v motoru má nižší emise [18].

Dále rozlišujeme kapalná biopaliva na bázi alkoholu např. bioetanol. Bioetanol lze získat destilací zkvašených cukernatých roztoků. Používají se k tomuto účelu obilniny, brambory, cukrová řepa nebo kukuřice. Především závisí na obsahu sacharidů či škrobu. Čím vyšší obsah těchto látek rostlina má, tím lze vyprodukovat více etanolu. Bionafta i bioetanol se již staly povinnou složkou tradičních paliv. Podle směrnice EU se musí přidávat určitý podíl biosložky do pohonných látek. Dále mohou být zkapalněna také plynná biopaliva [6,19].

Kapalná biopaliva se mohou rozdělit také pomocí ekologického hlediska, podle kterého se biopaliva dělí do tzv. generací. První generace biopaliv se vyrábí ze zemědělských plodin. Druhá generace biopaliv se vyrábí z odpadní biomasy a energetických plodin. V dnešní době se velké naděje vkládají do třetí generace biopaliv z řas [6].

## **2. 2 Biopaliva I. generace**

V současné době jsou uplatňována tzv. biopaliva první generace. Jedná se o bioetanol vyráběný především z cukernatých, respektive škrobnatých plodin (cukrová řepa, brambory, obilí, cukrová třtina) a metylestery vyšších mastných kyselin (FAME), které jsou v Evropě získávané především z řepkového oleje, popřípadě z jiných rostlinných olejů [11].

Použití těchto biopaliv není bez problémů. Jedná se především o vady na motoru způsobené použitím těchto biopaliv. Je to například snášlivost FAME s těsníci materiály, tvorba úsad v motoru, zanesení vstříkovačích trysek. Tyto problémy je

bezesporu potřeba řešit. Jedním z řešení může být vývoj a výroba komponent pro samotné motory nebo se zaměřit na samotnou výrobu biopaliv [11].

Samotné zvýšení používání biopaliv v dopravě se setkala s řadou nepříznivých reakcí. Tyto reakce jsou vyvolány zejména ze strany ekologických organizací. Ty poukazují na to, že výroba biopaliv nemusí být vůbec prospěšná, ba naopak. K těmto tvrzením je vede hned několik důvodů:

- výroba biopaliv spotřebovává více energie, než kolik jí jsou biopaliva schopna nabídnout;
- budování infrastruktury naruší ekologický ráz krajiny
- výroba biopaliv v chudých zemích namísto výroby potravin

Je potřeba si také uvědomit, že každý členský stát EU nemá možnost pěstovat a vyrábět potřebné množství biopaliv podle směrnic nařízených Evropským parlamentem. Některé členské státy nemohou pěstovat potřebné množství biomasy buď z důvodu nepříznivých klimatických podmínek popř. nedostatku potřebné půdy, nebo kvůli problémům ekonomického charakteru [11].

Následuje krátký popis některých biopaliv I. generace.

#### **a) FAME / MEŘO**

Tyto metylestery mastných kyselin (FAME) jsou využívány jako náhrada motorové nafty. V ČR je nejvíce rozšířený methylester řepkového oleje (MEŘO) [21].

#### **b) FAEE / EEŘO**

Z řepkového oleje lze reesterifikací etanolem získat etylester řepkového oleje (EEŘO). Tento etylester vykazuje především díky etanolu lepší výsledky z hlediska podílu obnovitelných surovin než MEŘO [21].

#### **c) Bioetanol**

Bioetanol je název pro bezvodný kvasný líh, který se získává alkoholovým kvašením z biomasy. Tento líh lze po jeho denaturaci přimíchat do motorových paliv, a to v různých koncentracích. Je vyráběn z rostlin, které obsahují větší množství cukru či škrobu. Mezi tyto rostliny patří zejména brambory, kukuřice, cukrová třtina, cukrová řepa a obilí [8,21].

**d) ETBE**

Etylterbutyleter je produktem reakce bioetanolu (resp. etanolu) s isobutenem. Tento produkt obsahuje 47 % podíl biopaliva a slouží jako příměs do motorových paliv. ETBE se může mísit s motorovými palivy ve větším poměru než je tomu u samotného bioetanolu, a to především díky lepším vlastnostem, než které má bioetanol. Mezi tyto vlastnosti patří především nižší celkový obsah kyslíku, nižší tlak par ve směsi a menší náchylnost k oddělení kapalných fází vlivem vysokého obsahu vody. Navíc má vyšší oktanové číslo a výhřevnost [21].

**e) Rostlinný olej**

Rostlinné oleje se spalují ve speciálně upravených dieslových motorech. Proces úpravy motoru je bezesporu nevýhodou pro použití rostlinných olejů. Upravený motor startuje na ropnou naftu, avšak po nastartování a zahřátí motoru se přepne na olej. Pro tyto potřeby lze použít čistý rostlinný olej, zejména se jedná o řepkový olej. Rostlinný olej je možné využít jako surovinu pro rafinérské zpracování současně s ropnými polotovary. Po zpracování vznikne směs čistých uhlovodíků, která se dále upravuje, aby se dala použít jako motorové palivo [21,22].

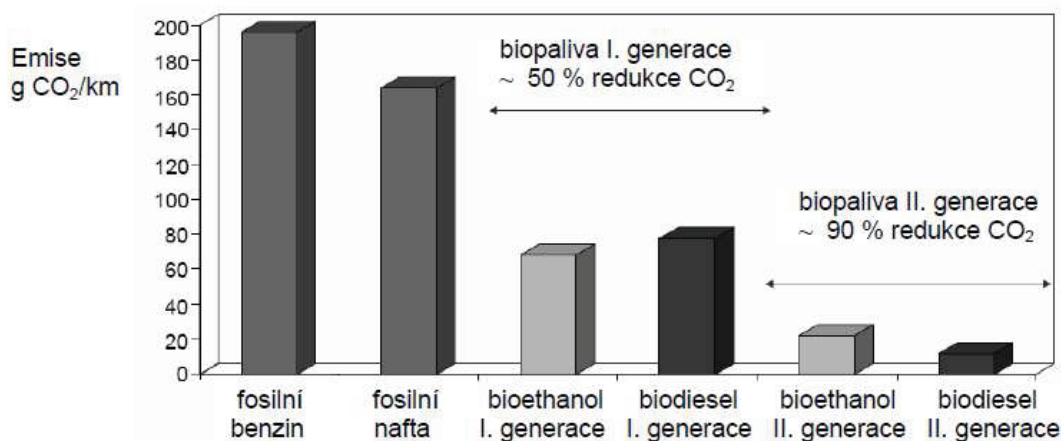
**f) Bioplyn**

Bioplyn je plyn, který je vyráběn fermentací buď zemědělských odpadů jak živočišného, tak rostlinného původu, nebo z kalů čistíren odpadních vod. Tento plyn se skládá zejména z metanu a oxidu uhličitého. Po vyčištění lze bioplyn využívat jako motorové palivo, které má stejnou kvalitu jako zemní plyn. Spalování bioplynu nijak neškodí ekologii prostředí, dokonce při spalování vzniká vodní pára a oxid uhličitý [21].

**2.3 Biopaliva II. generace**

Biopalivo druhé generace je etanol, který je produktem z lignocelulózy nebo dřevitých surovin (sláma, řezivo, štěpiny,...) nebo z různých technologií BTL (Biomass to liquid). U tohoto typu biopaliva je surovinou nepotravinářská biomasa, jako je zejména lesní biomasa včetně těžebních zbytků, dále rostliny vhodné k získání energie (křídlatka, šťovík,...) nebo biologický odpad z domácností. Biopaliva vyrobená z těchto surovin jsou bioetanol, motorová paliva získaná jako produkt Fischer-Tropschovy syntézy, metanol aj [7,11].

V současné době se diskutuje o tom, zda jsou vhodnější biopaliva vyráběná na této bázi, než biopaliva první generace. Jedná se zejména o vyšší kvalitu biopaliv, množství obsažené energie a nižších náklady. Další výhodou je bezesporu využití širší škály biomasy, která nebude konkurovat produkci samotných potravin [11].

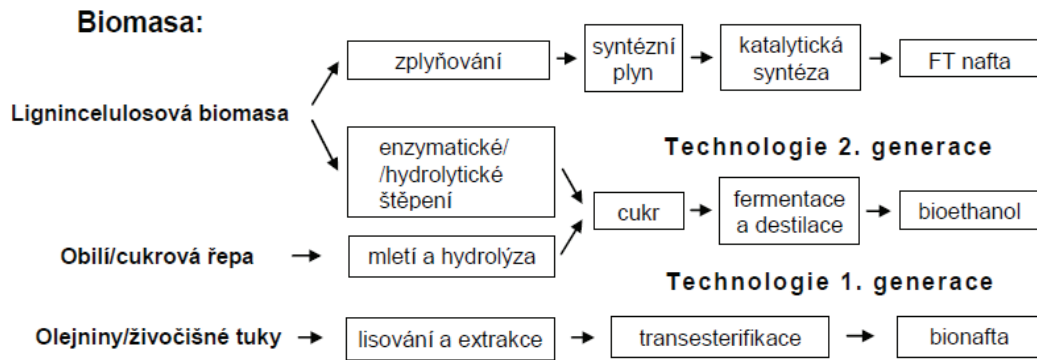


Obr. 2: Potenciál snížení emisí CO<sub>2</sub> biopalivy první a druhé generace [13]

## 2. 4 Výroba biopaliv

Technologie výroby biopaliv je poměrně složitý proces, u kterého záleží vždy na typu vstupních surovin. Výroba biopaliv je dražší než výroba jiných paliv, a to zejména kvůli novým technologickým procesům, a také kvůli náročnosti na výrobu. Výroba jednotlivých druhů biopaliv se liší převážně chemickým procesem [3].

Jedním z nejdůležitějších aspektů při výrobě biopaliv je cena. V dnešní době jsou biopaliva pro leteckou dopravu nevýhodná kvůli výrobní ceně. Pokud by EU vydala směrnici o využívání biopaliv v letecké dopravě, znamenalo by to převážně zvýšení cen letenek a z dlouhodobého hlediska by se dalo předpokládat omezení dopravy. Avšak nejdříve by se muselo vyrobit biopalivo, které by vyhovovalo všem technickým parametrům. Tyto parametry musí paliva, která jsou používána v turbínových motorech, mít [3].



Obr. 3: Technologické postupy výroby biopaliv první a druhé generace [13]

## 2. 5 Certifikace biopaliv

V dnešní době je nejdůležitější pro firmy zajistit bezpečí svých zákazníků, to platí i v letecké dopravě. Paliva, která jsou používána v turbínových motorech, musí splňovat přísné parametry, které mají zajistit bezpečnost letu. Tyto parametry jsou především fyzikálního rázu. Letadla se pohybují v rozmezí teplot od + 55°C na zemi, až po – 60°C ve vzduchu. Díky změnám polohy letadla se musí zvláštní zkoušky provádět také na tlak, který se během letu mění. U všech požadavků, které jsou kladeny na vlastnosti a funkci paliva, se musí provést zvláštní zkoušky alternativního turbínového paliva. Tyto zkoušky ověří správnou viskozitu paliva právě v daném rozmezí teplot, energetický obsah, stálost vlastností, bod varu a mnoho dalších vlastností [20].

Certifikace turbínových paliv je zdoluhavý proces, který je především drahý. Certifikace stanoví jednoznačně technické podmínky, které zajistí bezpečnost. Pro letecká paliva zajišťuje standardy nezávislá organizace ASTM (American Society of Testing and Materials). Standardy této organizace jsou většinou přejímány dalšími státy [20].

### 3 Vývoj předpisů a nařízení pro obnovitelné zdroje z hlediska EU

K zavedení alternativních paliv v letecké dopravě je důležité především znát všechny právní a správní předpisy, které mají vliv na jejich používání. V dnešní době neexistují žádné předpisy, které by přímo nařizovaly provozovatelům používání alternativních paliv v jakékoliv míře. Kvůli vysokým emisím, které letecká doprava produkuje, se EU rozhodla vytvořit řadu směrnic, které by napomáhaly udržet jimi vytvořený přísný limit. Aby mohly letecké společnosti dodržovat tento limit, musejí podle EU buď kupovat emisní povolenky, nebo používat více technologií, díky kterým lze dostatečně snížit emise [4, 23].

#### 3.1 Historie vývoje předpisů v EU

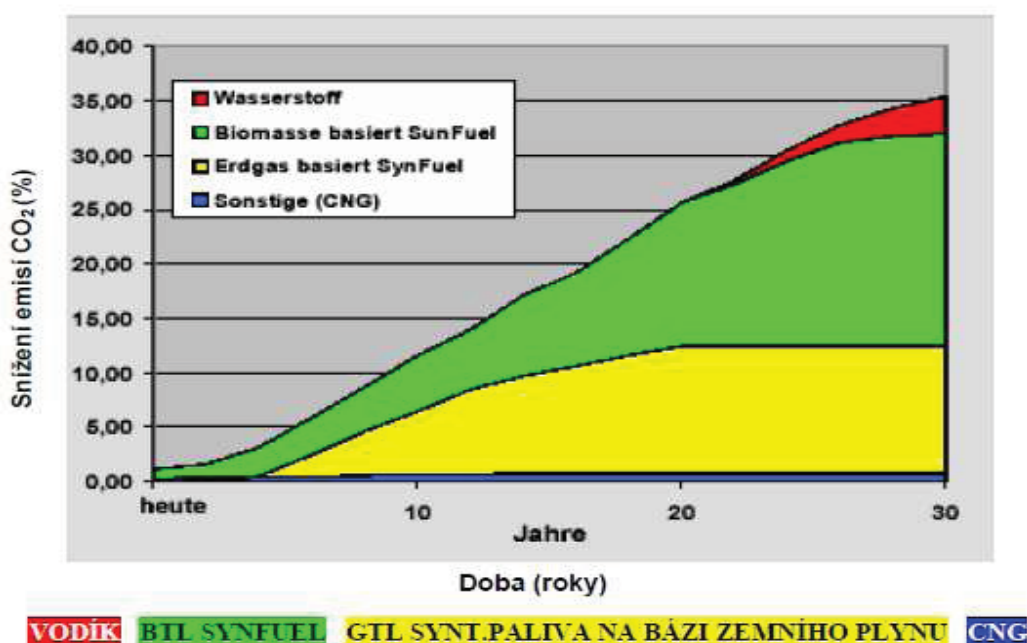
V roce 1992 se na Konferenci spojených národů o životním prostředí a rozvoji debatovalo o snížení emisí skleníkových plynů. Především se zde pojednávalo koncentrace skleníkových plynů a její stabilizace. Toto jednání vyústilo v Rámcovou dohodu spojených národů o změnách klimatu (UNFCCC) [4].

Když měla v roce 1997 Konference smluvních stran (COP), která je v rámci UNFCCC nejvyšším rozhodujícím orgánem, třetí zasedání, byl přijat Kjótský protokol (KP). Tento protokol pojednává o změně klimatu a zároveň řeší snížení množství skleníkových plynů. V KP je jednoznačně určeno, že má dojít ke snížení emisí na množství před rokem 1990. V roce 2005 vstoupil Kjótský protokol v platnost. Díky Kjótskému protokolu byly vytvořeny dvě komise EU. První je komise Systému pro obchodování s emisemi (ETS) a druhá komise Směrnic pro obnovitelné zdroje energie (RED). Komise Systému pro obchodování s emisemi je vůbec první svého druhu na světě [4].

Na základě předešlých zasedání byl dne 26. 11. 1997 Evropskou komisí přijat dokument označený jako „Bílá kniha“, nazvaný „*Energy for the future: renewable sources of energy*“ [37], který byl prvním výrazným krokem k využití obnovitelných zdrojů v rámci EU. Tento dokument obsahoval požadavek, aby členské státy EU zvýšily do roku 2010 podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie z 6 na 12 % [4].

Druhým krokem se stala tzv. „Zelená kniha“. Tento dokument pod názvem „*Green Paper towards a European strategy for the security of the energy supply*“ [38] byl přijat 19. 11. 2010. Zelená kniha mimo jiné pojednává o závazku členských států EU. Členské státy by se měly zavázat ke zvyšování podílu alternativních paliv v EU, aby v roce 2010 činil 7 % a v roce 2020 již 20 %. Zelená kniha odráží výsledek zasedání Evropské rady, které se konalo v březnu roku 2000 v Lisabonu. Na tomto zasedání se Evropská rada rozhodla řešit zlepšení ekonomického růstu, který přinese především snížení nezaměstnanosti [4].

Dne 15. a 16. června 2001 se v Göteborgu konalo další zasedání Evropské rady, na kterém byla představena strategie pro trvale udržitelný rozvoj. Tato strategie obsahovala několik významných bodů. Prvním z těchto důležitých bodů bylo omezení nežádoucích klimatických změn a získávání většího množství energie z obnovitelných zdrojů. Dalším bodem, který úzce souvisel s předešlým, bylo šetrnější zacházení s přírodními zdroji, lepší využití půdy a zlepšení dopravního systému. Jedním z posledních důležitých bodů této strategie bylo vyřešení problému ohrožení zdraví lidské populace [4].



Obr. 4: Evropský scénář snižování emisí CO<sub>2</sub> z dopravy a podíl jednotlivých typů alternativních paliv na tomto snižování [4]

Částečným řešením těchto problémů byla další „Bílá kniha“ s názvem „*European transport policy for 2010: A time to decide*“ [40], která byla vydána 12. 9. 2001.

V této knize Evropská komise shledává znečištění ovzduší z dopravy za závažný problém. Tento problém by se měl vyřešit jak snížením emisí CO<sub>2</sub>, tak i zaváděním alternativních pohonných hmot v dopravě [4].

### **3. 2 Akční plán**

Společně s Akčním plánem byly přijaty i dvě směrnice. Tento plán pojednává o dobrých vyhlídkách do budoucna. V krátkodobém časovém horizontu jimi jsou biopaliva, v střednědobém zemní plyn a v dlouhodobém vodík. Je v něm také obsažen plán pro zajištění 20 – 23% náhrady klasických motorových paliv alternativními palivy do roku 2020. Přičemž na této náhradě by se měly podílet výše uvedené prvky, a to 10 % zemní plyn, 8 % biopaliva a 5 % vodík. Důvod přijetí Akčního plánu byl odlišný přístup členských států EU k zavádění biopaliv na trh a neuspokojivé výsledky v procesu zavádění. Tyto důvody přesvědčily Evropskou Komisi o vytvoření a přijetí tohoto Akčního plánu. Cílem Akčního plánu je především pokračování v propagaci biopaliv nejenom v EU, ale i v rozvojových zemích a zajištění výroby a využití tak, aby tyto procesy negativně neovlivňovaly životní prostředí. Dále je zapotřebí zajistit konkurenceschopnost biopaliv a zajistit jejich využívání, prozkoumat možnosti rozvojových zemí z hlediska produkce surovin na výrobu biopaliv a zajistit rozvoj výroby biopaliv, především výzkum paliv „druhé generace“ [4].

### **3. 3 Popis směrnic 2003/30/EC a 2003/96/EC**

Směrnice 2003/30/EC ze dne 8. 5. 2003, která informuje o podpoře využívání biopaliv nebo jiných obnovitelných zdrojů. V této směrnici Evropská komise nabádá členské státy, aby zajistily minimální podíl biopaliv, či jiných alternativních paliv na trhu. Hodnoty, které mají členské státy dodržet, se pro rok 2005 pohybovaly asi kolem 2 %, v roce 2010 mělo být dosaženo 5,57 % podílu na trhu a v roce 2020 by mělo být dosaženo 8 %. Ve směrnici jsou také zřetelně nadefinovány některé pojmy, které s výrobou biopaliv či alternativních paliv souvisejí. Zejména však zde byly nadefinovány pojmy, jako jsou biopaliva a biomasa [10].

Směrnice 2003/96/EC ze dne 27. 10. 2003 se týká zdanění energetických produktů. Obě tyto směrnice se zabývají regulačním a fiskálním rámcem podpory biopaliv [4].

Podle těchto přijatých směrnic a akčního plánu museli členské státy uvést nejpozději do 31. 12. 2004 v platnost zákony, směrnice a správní předpisy, které by byly v souladu se směrnicí 2003/30/EC. Také členské státy musely okamžitě po přijetí těchto předpisů informovat Komisi EU. Podle těchto směrnic a plánu musejí členské státy oznamovat každým rokem, nejpozději do 1. července následujícího roku všechna nová opatření, která přijala za dané období. Musí informovat o opatřeních, které přijaly na podporu využívání biopaliv a alternativních paliv, aby docházelo ke snížení používání konvenčních paliv. Také musí informovat o všech prostředcích, které stát vynaloží na produkci biomasy, která je využita na jiné účely, než je doprava. A v neposlední řadě informovat o množství prodaných pohonných hmot pro dopravu a podíl biopaliv. V případě nutnosti členské státy musí informovat o mimořádné situaci a zdůvodnit vlivy, které zamezily uvádění biopaliv a jiných pohonných hmot na trh [4,10].

Podíl alternativních paliv, kterých chce EU dosáhnout v roce 2020 na trhu, se ovšem nevztahuje na leteckou dopravu. Provozovatelé letadel nemají povinnost přispívat k těmto hodnotám, avšak případné používání alternativních paliv v letecké dopravě mohou členské státy započítat do celkového objemu prodaných pohonných hmot. Vzhledem ke spotřebě paliva u letecké dopravy je jasné, že jsou členské státy motivovány k tomu, aby začlenily letecké biopalivo do svých průzkumů finančních pobídek [23].

### **3. 4 Podpora biopaliv z hlediska legislativy EU**

V porovnání cen výroby biopaliv a fosilních paliv, je výroba biopaliv jednoznačně dražší. Kvůli tomuto zásadnímu rozdílu musela EU vytvořit podmínky, které by byly výhodné pro všechny strany a zapojí se do výroby nebo distribuce biopaliv [4].

Proto EU přijala další předpis, který podporuje zemědělce v pěstování energeticky výhodných rostlin pro výrobu biopaliva. Dále tento předpis daňově zvýhodňuje biopaliva a popřípadě umožňuje další podporu ze strany státu. Pokud je využívána půda skutečně používána k pěstování energeticky výhodných plodin, a pokud je toto využití půdy řádně doloženo, může být vyplacena podpora 45€/ha. Je možné poskytnout další státní podporu, ovšem členské státy se musí řídit pravidly, které schválila Evropská Komise [4].

Finanční podpora se musí týkat aktivit schválených přímo Evropskou Komisí. Tato podpora se poskytuje pouze těm, kteří se podílejí na výzkumu nebo jakémkoliv vývoji spojeným s používáním biopaliv, jak v energetice, tak v dopravě, nebo se přímo podílejí na výstavbě výrobních prostor pro výrobu biopaliv [4].

Kromě všech těchto podpor je možné z Evropského fondu regionálního rozvoje čerpat dotace pro různé projekty týkající se biopaliv. Díky této snaze podpořit a zvýšit celkový podíl obnovitelných zdrojů energie se přijala směrnice 2003/30/EC o podpoře používání biopaliv [4].

### **3. 5 Systém pro obchodování s emisemi (EU ETS)**

Provozovatelé letadel, která přistávají, nebo odlétají na/z letišť z některého členského státu EU, Islandu, Norska, nebo Lichtenštejnska, jsou na základě směrnice Evropského parlamentu a Rady č. 2008/101/ES, která byla přijata 19. listopadu 2008, zařazeni do systému emisního obchodování EU ETS. Vzhledem k členství České republiky v EU, musela být směrnice 2008/101/ES převedena do českého právního systému. Byl přijat nový zákon č. 164/2010 Sb [28].

*„Zákon, kterým se mění zákon č. 695/2004 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů“ [32]*

#### **3. 5. 1 Základní údaje**

Tento systém je postaven na poznatku stanovení ceny uhlíku. Tento způsob je nejefektivnějším řešením z hlediska nákladů, jak dojít ke snížení emisí skleníkových plynů. Snížení musí být natolik velké, aby změna klimatu nedosáhla kritických hodnot [29].

Letecká paliva založená na biomase, se podle ETS, považují za CO<sub>2</sub> neutrální. Pokud letecké společnosti používají takovéto palivo, mohou být osvobozeni od emisních povolenek [34].

Podle EU ETS se v roce 2012 zahájilo obchodování s emisemi pro letecké společnosti a k vyřazení zcela prvních emisních povolenek by mělo dojít na konci dubna 2013. Tyto povolenky budou vyřazeny na základě množství emisí, které vyprodukovaly letecké společnosti za rok 2012. V roce 2012 byly mezi letecké

provozovatele rozděleny povolenky. Množství rozdělených povolenek bylo stanoveno na 97 % průměru vyprodukovaných emisí za období mezi roky 2004 a 2006. Mezi lety 2013 a 2020 bude množství sníženo na 95 % emisí. V obou těchto obdobích mají provozovatelé nárok na přidělení emisních povolenek zdarma, a zároveň proběhne dražba povolenek ve výši 15 % z celkového počtu povolenek, které se dostanou do oběhu [28,34].

Již v roce 2010 provozovatelé leteckých společností museli informovat o emisích CO<sub>2</sub> a tunokilometrech. Získané údaje o emisích CO<sub>2</sub> slouží k určení podílu dražeb povolenek ČR. Údaje o tunokilometrech jsou součástí žádosti o přidělení emisních povolenek zdarma. Údaje vynesou provozovatelé do formulářů, které musejí do 15. března následujícího kalendářního roku předložit Ministerstvu životního prostředí [28,34].

### **3. 5. 2 Emisní povolenky**

Každá vytvořená emisní povolenka pro leteckou dopravu odpovídá hodnotě jedné tuny CO<sub>2</sub>. Členské státy rozdělí 85 % těchto leteckých emisních povolenek mezi letecké společnosti, které spadají pod správu daného státu. Zbytek povolenek se bude draždit. V lednu 2010 byl celkový počet leteckých společností, které byly zapsány na seznam evropské komise, 4280. Tyto společnosti by od ledna 2013 neměly vypouštět více než 95 % průměru vyprodukovaných emisí za období mezi roky 2004 a 2006 [34].

Emisní povolenky jsou obchodovatelnou komoditou, kterou si mohou letecké společnosti doplnit, podle potřeby. Následujícím způsobem mohou být emisní povolenky doplňovány: [34]

- 1) EUAs
- 2) CER
- 3) ERU

#### **Ad 1) EUAs**

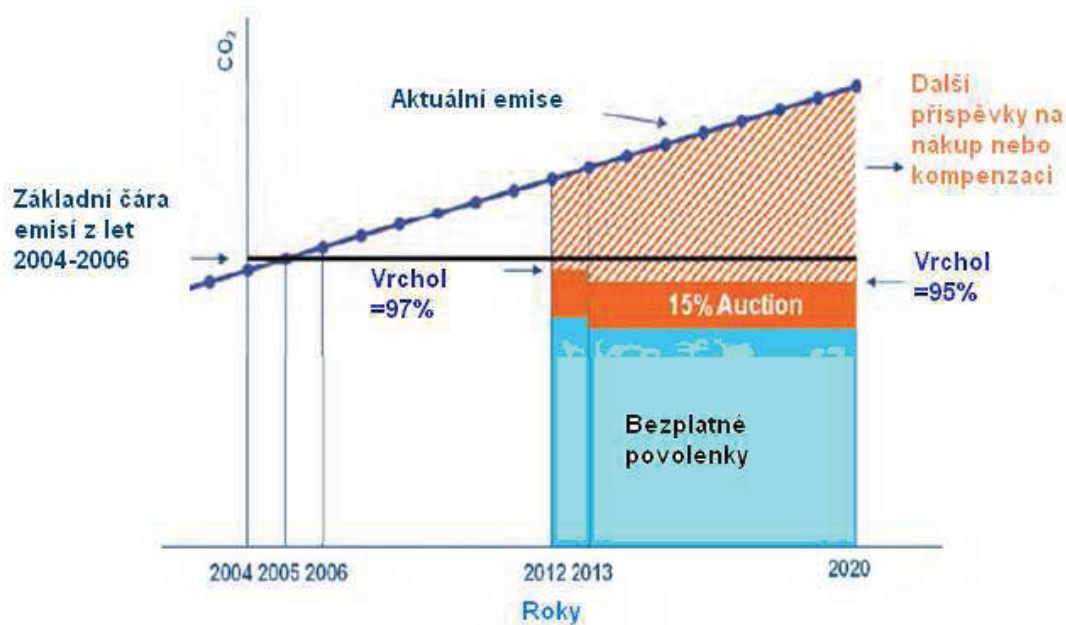
Emisní povolenky v neleteckém sektoru. Letecké společnosti mohou tento kredit o výši jedné tuny získat pomocí navýšení svých leteckých emisních povolenek [30,31].

## Ad 2) CER

Kredity z projektu CMD – mechanismus pro čistý rozvoj. Tyto kredity se nazývají ověřená snížení emisí. CMD je projektový mechanismus, který zajišťuje kompatibilitu s Kjótským protokolem. Letecké společnosti mohou pomocí tohoto kreditu zvýšit počet svých emisí CO<sub>2</sub> o jednu tunu a získat ji tedy ke kompenzaci emisí CO<sub>2</sub> [30,31].

## Ad 3) ERU

Kredity z projektu JI – společné provádění. Tyto kredity se nazývají jednotky snížení emisí. JI je stejně jako CMD projektový mechanismus, který zajišťuje kompatibilitu s Kjótským protokolem. Letecké společnosti mohou pomocí této jednotky zvýšit počet svých emisí CO<sub>2</sub> o jednu tunu a získat ji tedy pro kompenzaci emisí CO<sub>2</sub> [30,31].



Obr. 5: Schematické znázornění emisí a výše příspěvků EUAs [5]

## 4 Legislativa k využití biopaliv v ČR

V ČR existuje mnoho zákonů, nařízení, vyhlášek a usnesení vlády ČR, které se týkají používání biopaliv na našem území. V mnoha případech se jedná o legislativu, která není v souladu s unijním právem, a tudíž není provázána mezi jednotlivými zákony. Vydání zákonů v ČR nepředcházelo vypracování studie o užití biopaliv či porovnání užití biopaliv v jiných členských státech EU, proto se v dnešní době musejí vypracovávat studie a nechat projednat vládou ČR, aby veškerá legislativa byla v souladu s nařízeními EU. V říjnu 2005 byly výsledky projednání zrekapitulovány v usnesení vlády číslo 1308. Vláda se rozhodla, aby byla stávající legislativa změněna. Legislativa pro uplatnění biopaliv v ČR by se měla řídit podle úsudků přijatých vládou pro dlouhodobé využití biopaliv. Následující předpisy se týkají používání biopaliv v ČR [4].

### 4.1 Předpis 80/2007 Sb.

*„Nařízení vlády o stanovení některých podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin“ [26]*

Toto nařízení vychází ze směrnice EU 2003/30/EC o podpoře užívání biopaliv. Obsahem tohoto nařízení je popis osob, které mají nárok na poskytnutí platby, popis žádosti o platbu. Především musejí být splněny podmínky dobrého zemědělského a environmentálního stavu. To znamená, že nesmí dojít ke změně krajinného rázu, nesmí docházet k pálení bylin na dané ploše atd. Nařízení také popisuje, jaké typy plodin náleží do této kategorie. Pokud jsou tyto podmínky splněny, je možné podat žádost, která by umožňovala čerpat dotace na pěstování energetických plodin [26].

### 4.2 Zákon č. 201/2012 Sb.

*„Zákon o ochraně ovzduší“ [25]*

Tento zákon vznikl na základě nařízení č. 351/2012 Sb. nařízení vlády o kritériích udržitelnosti biopaliv a dalších nařízeních a vyhláškách. Tento zákon mimo jiné novelizuje zákon o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů [25].

Zákon č. 201/2012 Sb. pojednává o přípustných úrovních znečištění ovzduší, které jsou určeny emisními limity, pojednává o snižování emisí skleníkových plynů v dopravě a její možné sankci za nedodržení [24].

Zákon dále stanovuje přísné požadavky na kvalitu paliv a množství biopaliv, které mohou být uváděny na trh na území ČR. Dále stanovuje povinnost zajištění minimálního obsahu biopaliv v palivech a povinnost snižování emisí skleníkových plynů z pohonných hmot. Nakonec musí biopaliva splňovat kritéria udržitelnosti [24].

Zákon č. 201/2012 Sb., novelizuje zákon č. 180/2005 Sb., o podpoře výroby elektřiny a tepelné energie z obnovitelných zdrojů a o změně některých zákonů. Tento zákon nově definuje některé pojmy jako stanovený objem biopaliv, oprávněný výrobce biopaliv. Stanovuje, že osoby, které uvádějí biopaliva na trh, jsou povinni zajistit minimální stanovený objem biopaliv. Dále obsahuje text, který stanovuje povinnost informovat o celkovém množství paliv dodaných na trh a o podílu biopaliv, který tato paliva obsahují. Stanovuje povinnost vykupovat biopaliva v množství, které odpovídají jejich podílu na trhu. Stanovuje pokuty, pokud dané osoby nevykoupí stanovené množství biopaliv, či pokud nepodají informace o nevykoupeném množství biopaliv [24,25].

#### **4.3 Zákon 500/2012 Sb.**

*„Zákon o změně daňových, pojistných a dalších zákonů v souvislosti se snižováním schodků veřejných rozpočtů“ [33]*

Tento zákon novelizuje zákon z roku 2003, zákon č. 353/2003 Sb. Zákon 353/2003 Sb., převádí směrnici Evropského parlamentu a Rady č. 2003/96/ES do české legislativy. Jak již bylo zmíněno výše, tato směrnice umožňuje daňové úlevy pro použití biopaliv. Vzhledem k návaznosti českého zákona na směrnici EU, umožňuje český zákon podobné úlevy na daních [33].

#### **4.4 Vyhláška č. 415/2012 Sb.**

*„Vyhláška o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší“ [27]*

Tato vyhláška definuje přesně pojem biomasa a dále ji dělí podle druhu použitého odpadu na rostlinný, korkový a dřevěný a později i podle energetických hodnot [27].

## 5 Důvody použití biopaliv v letectví

Jedním ze zásadních důvodů, proč používat biopaliva nejen v letecké dopravě jsou důvody ekologické. Jedná se především o dosažitelnost a obnovitelnost zdrojů, ze kterých se biopaliva produkují. Jedná se tedy o zdroje, které jsou člověku na dosah a může je využívat podle potřeby, avšak v určitých časových měřících, během kterých se zásoba těchto zdrojů obnovuje.

V současnosti se díky směrnicím a zákonům EU musejí biopaliva přidávat do fosilních paliv. Důvodů je hned několik. Především ubývání zásob fosilních paliv a následné stoupaní cen paliv. Dalším důležitým důvodem je již zmíněná ekologie. Díky používání biopaliv se snižuje produkce  $\text{SO}_3$ ,  $\text{NO}_x$ , prachu a dalších nebezpečných škodlivin, ale zejména produkce emisí skleníkových plynů, především  $\text{CO}_2$ . U spalování biopaliv se do ovzduší dostane takové množství emisí oxidu uhličitého, jaké bylo využito na fotosyntézu při pěstování. Letadla, na rozdíl od automobilů a jiných dopravních prostředků, se při spalování paliv vyskytují přímo v atmosféře, kde mohou způsobit větší škody než právě prostředky pozemní dopravy. Výroba biopaliv je však velice náročný proces z hlediska energetického. Tento aspekt musí být posouzen z důvodu produkce  $\text{CO}_2$  během celé výroby biopaliv až po jeho konečnou fázi [13,21].

### 5. 1 Vliv biopaliv na globální oteplování a životní prostředí

Využívání biopaliv nemá za následek pouze zlepšení stavu globálního oteplování, ale má vazbu i na jiné kategorie dopadu. Globální oteplování je sice primární důvod využívání biopaliv, ale je nutné zohledňovat i další možné environmentální dopady. Pro účinné snížení environmentálních dopadů je potřeba se zaměřit na všechny následující kategorie dopadu: [39]

#### a) Globální oteplování

Produkce skleníkových plynů.

#### b) Úbytek stratosférického ozónu

Látky, které se podílejí na rozkladu ozónu, a tím usnadňují vstup sluneční energie do atmosféry.

**c) Acidifikace**

Látky, které jsou schopny působit kyselé v prostředí a ovlivňují tím vegetaci.

**d) Vznik troposférického ozónu**

Látky, které se podílejí na vzniku fotooxidantů a ovlivňují tím vegetaci.

**e) Eutrofizace**

Nadbytek živin ve vodách a půdách ovlivňuje rovnováhu ekosystému.

**f) Ekotoxicita**

Látky, které narušují ekosystémy a schopnost vegetace vázat CO<sub>2</sub> a vytvářet biomasu.

**5. 2 Výhody a nevýhody používání biopaliv**

Jednou z výhod používání a zavedení biopaliv v dopravě je nezávislost na dovážených fosilních palivech. V neposlední řadě můžeme za výhodu považovat pěstování biomasy především díky dalšímu využití zemědělské půdy a možnosti vytvoření nových pracovních míst v zemědělství a lesnictví. Jak je zmíněno ve směrnici 2003/30/ES, musí být výroba biopaliv udržitelná, a to zejména z hlediska životního prostředí. Avšak je důležité si uvědomit, že by neměla převažovat výroba biopaliv nad výrobou potravin, a to především v chudých zemích [13,21].

Mezi největší nevýhody používání biopaliv bezesporu patří negativní bilance v produkci CO<sub>2</sub>. Výroba biopaliv první generace je energeticky náročný proces, dokonce produkce oxidu uhličitého u tohoto typu biopaliv dosahuje 50 a více procent z uspořené produkce CO<sub>2</sub>. Tento podíl je výrazně menší u biopaliv druhé generace. Tento rozdíl mezi první a druhou generací biopaliv je dán především rozdílným vstupním materiálem, ze kterého daný typ biopaliva vzniká [13,21].

Biopaliva mají i své stinné stránky. Používání biopaliv může vést zemědělce k rozhodnutí pěstovat rostliny, které pro ně budou výhodnější. Na úkor pěstování potravin se budou pěstovat energetické plodiny, a díky tomu se zvýší cena potravin. K pěstování plodin k výrobě biopaliv je zapotřebí velkých zemědělských ploch. To může vést ke kácení tropických deštných pralesů. Dalším problémem pro letecké společnosti je úprava motorů, která by musela být provedena po přechodu na biopaliva. Z tohoto důvodu, je zapotřebí, aby bylo vyvinuto takové biopalivo, které

by splňovalo veškeré technické parametry, které musí splňovat běžné letecké palivo. Dalším velkým problémem je zásobování letišť a následné uskladnění biopaliva. Pokud by všechny typy letadel musely přejít na biopaliva, musely by se vybudovat sklady biopaliv pro letecké účely na mezinárodních i sportovních letištích. Tyto sklady by musely být vybudovány především kvůli nečekaným událostem, jako jsou nouzová přistání. Avšak největším negativem používání biopaliv pro letecké společnosti je cena. Vzhledem k náročnosti výroby, cena biopaliv v dnešní době předčí mnohonásobně cenu běžných leteckých paliv [13,21].

## 6 Závěr

Z této bakalářské práce vyplývá, že v budoucnu se v letecké dopravě již plně počítá s používáním alternativních paliv, zejména v hromadné letecké dopravě. To vyplývá především ze směrnic Evropské Unie a ze zavedení leteckých emisních povolenek.

Alternativní paliva prošla velkým vývojem, avšak s jistotou víme, že v dnešní době neexistuje žádný druh alternativních paliv, který by byl schopen plně nahradit letecká paliva. Důvodem je bezpečnost a vysoké požadavky na kvalitu a různé fyzikální a chemické vlastnosti paliv.

Vzhledem k dosavadnímu stavu životního prostředí, zejména se jedná o znečištěné ovzduší, je pravděpodobné, že v blízké budoucnosti se letecké společnosti budou muset pod vlivem EU rozhodnout k používání alternativních paliv, ať už přimícháváním určitého množství do běžných leteckých paliv, jak je tomu již dnes u paliv pro pozemní dopravu, nebo přejít na používání čistých alternativních paliv.

Vývoj legislativy pro používání biopaliv se bezesporu bude nadále řídit nařízením a předpisy EU. To platí pro všechny členské státy EU. ČR již má znovelizované všechny zákony, týkající se používání alternativních paliv v dopravě.

Používání alternativních paliv v dopravě má své výhody i nevýhody. Mezi největší výhody patří zejména dopad využívání alternativních paliv na životní prostředí. Avšak mnoho odpůrců kritizuje používání těchto paliv, kvůli energetické negativní bilanci v produkci CO<sub>2</sub>. Avšak s postupným ubýváním fosilních paliv jsou tato paliva nejvýhodnější z hlediska výroby a náročnosti na uvedení do provozu.

Jakým směrem se nakonec bude vývoj alternativních paliv a jejich použití v letecké dopravě doopravdy ubírat je obtížné stanovit. Možných řešení je celá řada, avšak s jistotou víme, že jednoho dne se můžeme dočkat používání alternativních paliv ve všech druzích dopravy.

## Seznam použitých zkratk

Zkratka	Anglický název	Český název
ASTM	American Society of Testing and Materials	Americká společnost pro testování a materiály
BTL	Biomass to Liquids	syntetické palivo z biomasy
CER	Commission for Energy Regulation	certifikovaná snížení emisí
CMD	Clean Development Mechanism	mechanismus pro čistý rozvoj
COP	Conference of the Parties	Konference smluvních stran
ERU	Emission Reduction Unit	jednotky snížení emisí
EST	Emission trading system	Systém pro obchodování s emisemi
ETBE	Ethyl ter-butyl ether	Etylterbutyleter
EU	European Union	Evropská Unie
EUAs	European Union Emission Allowances	emisní povolenky EU
EUAAs	European Union Aviation Emission Allowance	letecké emisní povolenky EU
FAEE/EEŘO	Ethyl ester of fatty acids/ Ethyl ester of rapeseed oil	Etylester mastných kyselin/ Etylester řepkového oleje
FAME/MEŘO	Fatty acid methyl ester Rapeseed oil methyl ester	Methylester mastných kyselin/ Methylester řepkového oleje
JI	Joint Implementation	Společné provádění
KP	Kyoto Protocol	Kjótský protokol
RED	Renewable Energy Directive	Směrnice pro obnovitelné zdroje energie
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change	Rámcová dohoda spojených národů o změnách klimatu

## Seznam literatury a použitých zdrojů

- [1] EU ENERGY in figures: pocketbook 2012. In: *European commission* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2012\\_energy\\_figures.pdf](http://ec.europa.eu/energy/publications/doc/2012_energy_figures.pdf)
- [2] Zdroj: Flightpath 2050, Europe's Vision for Aviation. Report of the High Level Group on Aviation Research. (Letová dráha 2050 – evropská vize letectví. Zpráva skupiny na vysoké úrovni pro letecký výzkum.) Lucembursko: Úřad pro publikace Evropské unie, 2011.
- [3] Technicko – ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě. In: *Ministerstvo dopravy* [online]. 2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka\\_analyza\\_vhodnych\\_alternativnich\\_paliv\\_v\\_dopravecast\\_1.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/F2EF24EF-5E59-42C7-B6C7-A5508CE8F820/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_1.pdf)
- [4] Technicko – ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě. In: *Ministerstvo dopravy* [online]. 2006 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/EC931276-ACFB-4C02-B4B0-6CBBD103381D/0/Technickoekonomicka\\_analyza\\_vhodnych\\_alternativnich\\_paliv\\_v\\_dopravecast\\_2.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/rdoonlyres/EC931276-ACFB-4C02-B4B0-6CBBD103381D/0/Technickoekonomicka_analyza_vhodnych_alternativnich_paliv_v_dopravecast_2.pdf)
- [5] IATA 2010 REPORT ON ALTERNATIVE FUELS [online]. 2011 [cit. 2013-04-03]. Dostupné z: <http://www.iata.org/ps/publications/pages/alternative-fuels.aspx>
- [6] Biopaliva. *Nazeleno.cz: Chytrá řešení pro každého* [online]. 2010 [cit. 2013-02-09]. Dostupné z: <http://www.nazeleno.cz/biopaliva.dic>
- [7] Co jsou to biopaliva první a druhé generace? Jaký je mezi nimi rozdíl?. *Ekoporadenský portál Ministerstva životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2013-02-09]. Dostupné z: <http://www.ekoporadny.cz/faq/co-jsou-to-biopaliva-prvni-a-druhe-generace-jaky-je-mezi-nimi-rozdil.htm>
- [8] Bioethanol. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2013, 8. 3. 2013 [cit. 2013-02-12]. Dostupné z: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Bioethanol>

- [9] Alternativní paliva v dopravě. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2013-02-12]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/cz/alternativni\\_paliva\\_doprave](http://www.mzp.cz/cz/alternativni_paliva_doprave)
- [10] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2003/30/ES ze dne 8. května 2003: o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě. In: *EUR-Lex: Přístup k právu Evropské Unie* [online]. 17.5.2003 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=DD:13:31:32003L0030:CS:PDF>
- [11] Motorová paliva a biopaliva. In: *Česká rafinérská* [online]. 7.2.2008 [cit. 2013-02-19]. Dostupné z: [http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova\\_paliva\\_a\\_biopaliva.pdf](http://www.ceskarafinerska.cz/data/publications/motorova_paliva_a_biopaliva.pdf)
- [12] SDĚLENÍ KOMISE EVROPSKÉMU PARLAMENTU, RADĚ, EVROPSKÉMU HOSPODÁŘSKÉMU A SOCIÁLNÍMU VÝBORU A VÝBORU REGIONŮ: Čisté zdroje energie pro dopravu: Evropská strategie pro alternativní paliva. In: *EUR-Lex: Přístup k právu Evropské Unie* [online]. 2013 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=COM:2013:0017:FIN:CS:HTML>
- [13] TECHNOLOGIE VÝROBY BIOPALIV DRUHÉ GENERACE. In: *Chemické listy* [online]. 2009 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: [http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010\\_08\\_784-790.pdf](http://www.chemicke-listy.cz/docs/full/2010_08_784-790.pdf)
- [14] Tuhá biopaliva: štěpka, brikety, piliny. In: *Tuha-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.tuha-biopaliva.eu/>
- [15] Plynná biopaliva: vodík, dřevoplyn, bioplyn. In: *Plynná-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.plynná-biopaliva.eu/>
- [16] Plynná biopaliva: Dřevoplyn. In: *Plynná-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.plynná-biopaliva.eu/drevoplyn>
- [17] Kapalná biopaliva: rostlinné oleje, bionafta. In: *Kapalná-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.kapalná-biopaliva.eu/>

- [18]Kapalná biopaliva: Bionafta. In: *Kapalna-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.kapalna-biopaliva.eu/bionafta>
- [19]Kapalná biopaliva: Bioethanol. In: *Kapalna-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.kapalna-biopaliva.eu/bioethanol>
- [20]NASTÁLEK, O. Biopaliva pro leteckou dopravu. In *Sborník z mezinárodní konference „Nové trendy v civilním letectví 2012“*. VŠB - TU Ostrava: 2012. s. 51-58. ISBN: 978-80-248-2826- 8.
- [21]Víceletý program podpory dalšího uplatnění biopaliv v dopravě. In: *Biopaliva frčí* [online]. 24. 5. 2011 [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: <http://biopalivafrci.cz/wp-content/uploads/ProgramUplatneniBiopalivDoprava.pdf>
- [22]Kapalná biopaliva: Rostlinné oleje. In: *Kapalna-biopaliva* [online]. 2012 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: <http://www.kapalna-biopaliva.eu/rostinne-oleje>
- [23]Předpis L16/II Emise letadlových motorů, LIS-ŘLP ČR
- [24]Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. In: *č. 69/2012 Sbírky zákonů na straně 2786*. 2012. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/zakon-c-201-2012-sb-o-ochrane-ovzdusi>
- [25]Zákon o ochraně ovzduší. In: *201/2012 Sb.* 2012. Dostupné z: <http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?o=6&T=449>
- [26]Nařízení vlády č. 80/2007 Sb. o stanovení některých podmínek poskytování platby pro pěstování energetických plodin. In: *č. 34/2007 Sbírky zákonů na straně 1181*. 2007. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/narizeni-vlady-c-80-2007-sb-o-stanoveni-nekterych-podminek-poskytovani-platby-pro-pestovani-energetickych-plodin>
- [27]Vyhláška č. 415/2012 Sb. o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší. In: *č. 151/2012 Sbírky zákonů na straně 5226*. 2012. Dostupné z: <http://www.tzb-info.cz/pravni-predpisy/vyhlaska-c-415-2012-sb-o-pripustne-urovni-znecistovani-a-jejim-zjistovani-a-o-provedeni-nekterych-dalsich-ustanoveni-zakona-o-ochrane-ovzdusi>

- [28] EU ETS (emisní obchodování - letectví). In: *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2012 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z:  
[http://www.mzp.cz/cz/smernice\\_eu\\_ets](http://www.mzp.cz/cz/smernice_eu_ets)
- [29] Akce EU proti změně klimatu: Systém EU pro obchodování s emisemi. In: *Europa* [online]. 2009 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z:  
[http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets_cs.pdf)
- [30] Systém pro obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů. In: *Europa* [online]. 2011 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/european\\_energy\\_policy/l28012\\_cs.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/l28012_cs.htm)
- [31] Snížení emisí skleníkových plynů do roku 2020. In: *Europa* [online]. 2010 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z:  
[http://europa.eu/legislation\\_summaries/energy/european\\_energy\\_policy/en0008\\_cs.htm](http://europa.eu/legislation_summaries/energy/european_energy_policy/en0008_cs.htm)
- [32] Zákon, kterým se mění zákon č. 695/2004 Sb., o podmínkách obchodování s povolenkami na emise skleníkových plynů a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší), ve znění pozdějších předpisů. In: *164/2010 Sb.* 2010. Dostupné z:  
<http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?cz=164&r=2010>
- [33] Zákon o změně daňových, pojistných a dalších zákonů v souvislosti se snižováním schodků veřejných rozpočtů. In: *500/2012 Sb.* 2012. Dostupné z:  
<http://www.psp.cz/sqw/sbirka.sqw?r=2012&cz=500>
- [34] SMĚRNICE EVROPSKÉHO PARLAMENTU A RADY 2008/101/ES. In: *Ministerstvo dopravy* [online]. 2008 [cit. 2013-03-21]. Dostupné z:  
[http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/2376E93C-62F7-4A17-9DF4-410CCE3B19DC/0/2008\\_101\\_ES\\_CS.pdf](http://www.mdcz.cz/NR/rdonlyres/2376E93C-62F7-4A17-9DF4-410CCE3B19DC/0/2008_101_ES_CS.pdf)
- [35] TOMES, D., LAKSHMANAN, P., SONGSTAD, D.: *Global Impact on Renewable Energy, Production Agriculture and Technological Advancements*, Springer 2 Science + Business Media LLC, 2011, ISBN 978-1-4419-7144-9

- [36] KOCÁB, J., ADAMEC, J.: Letadlové motory. 1 vyd. Praha, KANT cz s.r.o., 2002, 176 s. ISBN 80-902914-0-6
- [37] ENERGY FOR THE FUTURE: RENEWABLE SOURCES OF ENERGY: White Paper for a Community Strategy and Action Plan. In: *Europa* [online]. 1997 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: [http://europa.eu/documents/comm/white\\_papers/pdf/com97\\_599\\_en.pdf](http://europa.eu/documents/comm/white_papers/pdf/com97_599_en.pdf)
- [38] Green Paper: Towards a European strategy for the security of the energy supply. In: *Europa* [online]. 2001 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green\\_paper\\_energy\\_supply\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/energy/green-paper-energy-supply/doc/green_paper_energy_supply_en.pdf)
- [39] KOČÍ, Vladimír: Problematika posuzování životního cyklu biopaliv. *Biom.cz* [online]. 2011-11-14 [cit. 2013-04-12]. ISSN: 1801-2655. Dostupné z: <http://biom.cz/cz/odborne-clanky/problematika-posuzovani-zivotniho-cyklu-biopaliv>
- [40] European transport policy for 2010: A time to decide. In: *Europa* [online]. 2001 [cit. 2013-03-07]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2001\\_white\\_paper/lb\\_texte\\_complet\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/transport/themes/strategies/doc/2001_white_paper/lb_texte_complet_en.pdf)

## Seznam obrázků

<i>Obr. 1:</i> Schéma tvorby bioplynu [15].....	16
<i>Obr. 2:</i> Potenciál snížení emisí CO <sub>2</sub> biopalivy první a druhé generace [13].....	20
<i>Obr. 3:</i> Technologické postupy výroby biopaliv první a druhé generace [13].....	21
<i>Obr. 4:</i> Evropský scénář snižování emisí CO <sub>2</sub> z dopravy a podíl jednotlivých typů alternativních paliv na tomto snižování [4].....	23
<i>Obr. 5:</i> Schematické znázornění emisí a výše příspěvků EUAAs [5].....	28