

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera

Význam a dopady uplatnění biosložek v pohonných hmotách  
Bc. Radek Šlichta

Diplomová práce  
2008

Univerzita Pardubice  
Dopravní fakulta Jana Pernera  
Katedra dopravního managementu, marketingu a logistiky  
Akademický rok: 2007/2008

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek ŠLICHTA**  
Studijní program: **N3708 Dopravní inženýrství a spoje**  
Studijní obor: **Dopravní management, marketing a logistika**

Název tématu: **Význam a dopady uplatnění biosložek v pohonných hmotách**

### Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

Úvod

1. Vymezení pojmů v oblasti biopaliv pro dopravu
2. Legislativní rámec pro uplatnění biopaliv v ČR a EU
3. Technické aspekty a parametry používání biopaliv a jejich výroby
4. Posouzení energetické efektivity a celospolečenských vlivů užití biopaliv
5. Zhodnocení dopadů zavedení biopaliv

Závěr

Rozsah grafických prací: **dle doporučení vedoucího**  
Rozsah pracovní zprávy: **50 - 60 stran**  
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná**  
Seznam odborné literatury: **dle pokynů vedoucího práce**

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivo Drahotský, Ph.D.**  
Katedra dopravního managementu, marketingu  
a logistiky  
Datum zadání diplomové práce: **30. listopadu 2007**  
Termín odevzdání diplomové práce: **26. května 2008**



prof. Ing. Bohumil Culek, CSc.  
děkan

L.S.



prof. Ing. Vlastimil Melichar, CSc.  
vedoucí katedry

dne *30. 11. 2007*

## **SOUHRN**

*Práce se zabývá vyhodnocením a posouzením efektů, které vyplývají z procesu zavádění biopaliv na trh pohonných hmot v Evropské unii. Jedná se především o efekty ekologické, ekonomické, politické, sociální a další. Zároveň práce poskytuje přehled o vlastnostech současných biopaliv, aktuálním stavu využití biopaliv a legislativě, která se zaváděním biopaliv souvisí.*

## **KLÍČOVÁ SLOVA**

*biopaliva; bionafta; bioetanol; emise CO<sub>2</sub>; skleníkové plyny; obnovitelné zdroje energie*

## **TITLE**

*Importance and Effects of Use of Bio-components in the Fuels*

## **ABSTRACT**

*This work is engaged in the evaluation of the effects, which follow from the introduction of biofuels to the European market with fuels. They are above all economic, ecological, political and social effects. The work also gives the summary properties of contemporary biofuels, the actual exploit of biofuels and the legislature, which is connected with the introduction of biofuels.*

## **KEYWORDS**

*bio-fuels; bio-diesel; bio-ethanol; emission CO<sub>2</sub>; greenhouse gases; renewable sources of energy*

# OBSAH

Úvod .....	7
<b>1 Vymezení pojmů v oblasti biopaliv pro dopravu.....</b>	<b>8</b>
1.1 Postavení dopravy a její vývoj .....	8
1.2 Vliv dopravy na životní prostředí.....	8
1.2.1 Znečištění ovzduší .....	9
1.2.2 Externí náklady a jejich internalizace.....	11
1.3 Energetická náročnost dopravy .....	12
1.4 Alternativní paliva a pohony motorových vozidel .....	13
1.4.1 Důvody zavádění alternativních paliv v dopravě .....	13
1.4.2 Druhy alternativních paliv .....	14
1.5 Biopaliva.....	15
1.5.1 Ekologické aspekty využití biopaliv v dopravě.....	17
1.5.2 Biomasa .....	18
1.5.3 Bionafta .....	18
1.5.4 Bioetanol.....	19
<b>2 Legislativní rámec pro uplatnění biopaliv v ČR a EU .....</b>	<b>21</b>
2.1 Legislativa EU .....	21
2.1.1 Vývoj evropské politiky v otázce obnovitelných zdrojů energie a biopaliv .....	21
2.1.2 Současný stav využívání biopaliv a aktuální postoj EU.....	25
2.2 Legislativa ČR .....	27
2.3 Jakostní normy.....	31
<b>3 Technické aspekty a parametry používání biopaliv a jejich výroby .....</b>	<b>33</b>
3.1 Bionafta .....	33
3.1.1 Výroba MEŘO.....	33
3.1.2 Vlastnosti MEŘO, vliv na pohony motorových vozidel .....	35
3.1.3 Ekologické aspekty při spalování bionafty.....	36
3.1.4 Způsoby použití bionafty .....	38
3.2 Bioetanol.....	39
3.2.1 Výroba bioetanolu .....	39
3.2.2 Vlastnosti bioetanolu a bio-ETBE, vliv na pohony motorových vozidel.....	42
3.2.3 Ekologické aspekty při spalování bioetanolu .....	44
3.2.4 Způsoby použití bioetanolu .....	44

<b>4</b>	<b>Posouzení energetické efektivity a celospolečenských vlivů užití biopaliv .....</b>	<b>46</b>
4.1	Energetická bilance a GHG emise biopaliv .....	47
4.1.1	Situace v ČR .....	49
4.1.2	Energetická bilance .....	50
4.1.3	Emise GHG .....	53
4.2	Ekonomické aspekty biopaliv .....	58
4.3	Vliv užití biopaliv na pohonné jednotky automobilů .....	61
<b>5</b>	<b>Zhodnocení dopadů zavedení biopaliv .....</b>	<b>63</b>
5.1	Ekologické aspekty a energetická bilance .....	63
5.2	Snižování závislosti na dodávkách ropy .....	64
5.3	Další důležité vlivy .....	66
5.3.1	Dopady na ekonomiku .....	66
5.3.2	Dopady na pohonné jednotky .....	67
5.3.3	Další politicko-sociální dopady .....	68
5.4	Návrh dalšího postupu .....	70
	<b>Závěr .....</b>	<b>72</b>
	<b>Použitá literatura .....</b>	<b>73</b>
	<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>75</b>
	<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>76</b>
	<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>77</b>
	<b>Seznam příloh .....</b>	<b>78</b>

## Úvod

Otázka biopaliv pro dopravu je v současnosti jedním z nejaktuálnějších témat na poli Evropské unie. Užívání biopaliv je jedním z nástrojů, který by měl napomoci ke splnění cílů vyplývajících z Kjótského protokolu, jehož ratifikací se země EU zavázaly ke snižování emisí skleníkových plynů. Právě doprava je totiž jedním z významných emitentů těchto plynů do ovzduší. Zavádění biopaliv je v Evropě již v plném proudu v souladu se stále platným referenčním cílem 5,75 % podílu biopaliv na trhu pohonných hmot do roku 2010 (v rámci směrnice 2003/30/ES), přesto si EU začátkem roku stanovila nový závazný cíl, který počítá s dalším navýšením jejich podílu na trhu pohonných hmot (10 % do roku 2020). Jedná se o jedno z několika přijatých opatření, kterými se EU snaží dostát svým závazkům na snižování emisí skleníkových plynů. Biopaliva mají zároveň přinést další pozitivní efekty, jako např. snižování závislosti na dodávkách ropy do Evropy ze třetích zemí. V České republice se současné době využívá povinného přimíchávání malého podílu biopaliv do klasických pohonných hmot.

V posledních letech se ale stále více ozývají názory, že biopaliva nepřinášejí zdaleka takové efekty, jak je všeobecně proklamováno. Asi nejvíce je napadána myšlenka úspory emisí skleníkových plynů, kdy podle kritických hlasů biopaliva v celkovém důsledku (pěstování, výroba, distribuce, spalování) naopak ještě přispívají k jejich zvyšování v atmosféře Země. Mimo to mají biopaliva způsobovat řadu jiných, zejména globálních problémů.

Je jasné, že v problematice biopaliv se střetávají dva proudy protichůdných názorů. Každý proud se snaží svou pravdu podložit řadou analýz, argumentů, výpočtů atd., přičemž výsledkem je velké množství informací, hypotéz a závěrů, týkajících se zkoumané problematiky. Cílem této práce je tedy pokud možno objektivně a komplexně zhodnotit vliv zavádění biopaliv na trh pohonných hmot v EU se zaměřením na některé konkrétní podmínky v ČR. K tomu bude potřeba analyzovat současný stav zavádění biopaliv včetně související legislativy, jednotlivé aspekty biopaliv (technické, ekonomické, ekologické atd.) a popsat případné příležitosti a hrozby při zavádění biopaliv. Základním předpokladem pro úspěšné splnění vytyčeného cíle bude vhodně selektovat dostupné poznatky a informace, kterých je v této oblasti poměrně mnoho, ale zároveň málo opravdu objektivních a relevantních.

# 1 Vymezení pojmů v oblasti biopaliv pro dopravu

Tato část blíže popisuje základní pojmy v oblasti problematiky biopaliv pro dopravu. Jelikož budou velmi často zmiňovány v následujících kapitolách, je vymezení těchto pojmů nutnou podmínkou pro další výklad a pro pochopení souvislostí analyzovaného problému.

## 1.1 Postavení dopravy a její vývoj

Doprava je jedním z klíčových odvětví ekonomiky všech vyspělých států světa, stejně tak jako je tomu u České republiky. Uživatelem dopravy je v různé míře každá fyzická i právnická osoba. Zároveň doprava vytváří velký počet pracovních míst. **Poptávka po přepravě osob i věcí neustále roste a dopravní proces nabírá stále více rozměru celoevropského, respektive globálního.** Současně s tímto trendem je potřeba zvolit správnou strategii dopravní politiky a zaměřit se na nejdůležitější problémy dopravního sektoru, kterých je velké množství, přičemž oblast biopaliv včetně související legislativy je jedním z nejaktuálnějších problémů.

Doprava se mimo jiné výrazně podílí na zdrojích hrubého domácího produktu téměř všech evropských států. V rámci celé EU doprava vytváří asi 7 % zdrojů HDP. Z dlouhodobého hlediska je oblast dopravy, jak již bylo naznačeno výše, rostoucím odvětvím, a to platí především pro silniční a dále pak pro leteckou dopravu. Výsledky celostátního dopravního sčítání v ČR potvrdily enormní růst dopravy a ještě předčily dosavadní dopravní prognózy. V roce 2006 výrazně vzrostly zejména výkony individuální automobilové dopravy při současném poklesu železniční dopravy, jak v oblasti počtu přepravených osob, tak v počtech přepravních výkonů.

Mezi roky 1995 až 2004 v EU zaznamenala nákladní doprava celkový růst asi 28 % a osobní 19 %. V relativních jednotkách nejvýrazněji rostla letecká doprava, dále pak nákladní silniční a osobní silniční doprava. Naopak nejmírnější růst vyprodukovala nákladní železniční doprava. Největší podíl na dopravě v rámci EU představuje silniční doprava, a to 44 % pro nákladní a 85 % pro osobní dopravu. Podle dostupných prognóz a současného ekonomického vývoje lze očekávat minimálně do roku 2020 další výrazný růst dopravy v řádech desítek procent v rámci celé Evropy.

## 1.2 Vliv dopravy na životní prostředí

Negativní působení na životní prostředí je v dnešní době zřejmě nejzmiňovanějším nežádoucím vlivem, který doprava svou činností vyvolává. „Doprava se totiž historicky vyvíjela nerovnoměrně, a spíše pod tlakem různých ekonomických souvislostí, aniž by byl brát v úvahu vzrůstající negativní vliv dopravy na své okolí.“<sup>(cit. [11], str. 4)</sup> Svět je v současnosti



permanentně zásobován novými poznatky, zprávami a posudky o stavu životního prostředí, změně klimatu a podobně, přičemž v této souvislosti je podrobován stále silnějšímu tlaku jak různých zájmových skupin, tak široké veřejnosti.

Jednotlivá nežádoucí působení dopravy na vnější okolí lze shrnout do těchto bodů: **znečištění ovzduší, hluk a vibrace, zábor půdy, znečištění vod a půdy, nehody, kongesce a další vlivy**. V otázce biopaliv se analyzuje především vliv na znečištění ovzduší (resp. změnu klimatu), a poté další globální dopady výroby a užívání biopaliv.

### 1.2.1 Znečištění ovzduší

Znečišťování ovzduší je hlavním problémem dopravy v oblasti životního prostředí. Toto **znečišťování je způsobeno emisemi, na kterých se v oblasti dopravy podílí z celkového hlediska nejvíce doprava silniční, resp. automobilová** (např. v EU se automobilová doprava podílí na celkových emisích CO<sub>2</sub> z dopravy 84 %). „Při spalování stávajících fosilních paliv vznikají škodliviny, které jsou emitovány do ovzduší. Příčinou vzniku škodlivin je nedokonalé spalování, ke kterému dochází v závislosti na režimu práce tepelného zdroje, ať už stacionárního, nebo mobilního. Znečišťující látky jsou tuhé, kapalné nebo plynné a které přímo (uvolňovány přímo z určitého zdroje, např. vedlejší produkty spalování) a/nebo nepřímo (chemická nebo fyzikální změna v ovzduší, spolupůsobení s jinou látkou) nepříznivě ovlivňují ovzduší, a tím ohrožují a poškozují zdraví lidí nebo ostatních organismů, zhoršují jejich životní prostředí, nadměrně je obtěžují nebo poškozují majetek, úrodu atd.“<sup>(cit. [11], str. 7)</sup> Mezi hlavní činitele znečišťování ovzduší patří zejména průmysl, energetika, těžba surovin (bodové zdroje), zemědělství, lidská sídla (plošné zdroje) a právě doprava (liniový zdroj).

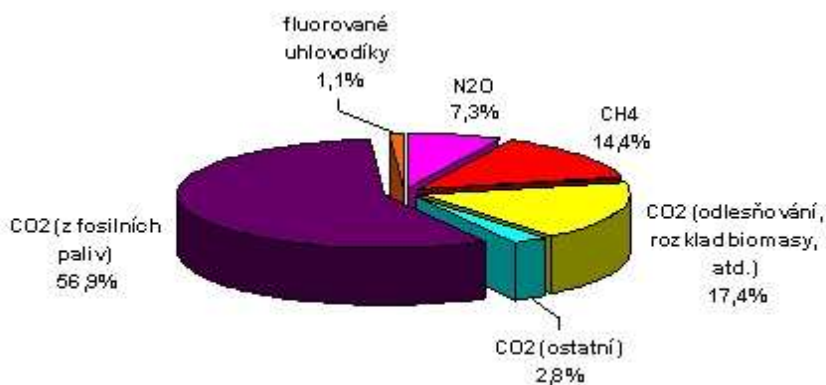
Emise znečišťujících látek do ovzduší působí negativně zejména v přízemní vrstvě, kde silné znečištění má negativní vliv na lidský organismus, ekosystémy i materiály. Působí však také v globálním měřítku na klimatické podmínky Země a na její ozónovou vrstvu.

Asi nejvíce se již několik let hovoří o tzv. **skleníkovém efektu**, který pravděpodobně způsobuje oteplování naší planety, s čímž souvisí celosvětové změny klimatu a tím i velmi častější neobvyklé přírodní jevy a přírodní katastrofy. A právě doprava je údajně jedním z hlavních činitelů, které tento přírodní proces způsobují. Pro emise způsobující tento efekt se používá také označení **GHG emise** (GHG, Greenhouse Gases, skleníkové plyny). **Sektor dopravy se v EU-25 podílí 19,3 % na celkových emisích skleníkových plynů, v ČR je tento podíl 10,8 %** (údaje z roku 2004 podle Eurostatu). Podle čtvrté hodnotící zprávy Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC) o změně klimatu, publikované v roce 2007,

patří mezi nejvýznamnější skleníkové plyny oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>), metan (CH<sub>4</sub>) a oxid dusný (N<sub>2</sub>O), a právě změny koncentrací těchto skleníkových plynů v atmosféře ovlivňují změnu energetické bilance klimatického systému. Podle závěrů této zprávy se celosvětové emise skleníkových plynů způsobené lidskou činností od preindustriální éry zvýšily, přičemž v období let 1970–2004 vzrostly o 70 procent.

Z propočtů studie IPCC vyplývá, že na celkové produkci skleníkových plynů ve světě se nejvyšší mírou podílí CO<sub>2</sub> z fosilních paliv, a to téměř 57 %. V grafu na *obr. 1* je znázorněn podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkových emisích. Celosvětové nárůsty koncentrací CO<sub>2</sub> tedy vyvolává především používání fosilních paliv; dalším, nicméně menším příspěvkem jsou změny využití půdy. Pozorovaný nárůst koncentrací CH<sub>4</sub> způsobuje nejvíce zemědělství a používání fosilních paliv. Nárůst koncentrací N<sub>2</sub>O má na vině hlavně sektor zemědělství.

**Obr. 1: Podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkových emisích v roce 2004**



\* vyjádřeno v ekvivalentu CO<sub>2</sub><sup>1</sup>

Zdroj: IPCC

Jak již bylo řečeno, **doprava je jedním z významných emitentů skleníkových plynů do ovzduší (zde se jedná zejména o emise CO<sub>2</sub>). Není ovšem jediným a ani tím nejvýznamnějším.** Hlavní roli v této oblasti sehrává hlavně energetika, a dále pak průmysl. Přehledně lze porovnat příspěvky jednotlivých odvětví světového hospodářství k celkovým emisím skleníkových plynů v grafu na *obr. 2*. Scénář IPCC předpokládá, že celosvětové emise skleníkových plynů budou i po několik dalších desetiletí zvyšovat současně s růstem jednotlivých odvětví, které je vyvolávají. Tento negativní trend by mohl mít v konečném účtování zásadní vliv na naši planetu. Proto právě oblast alternativních paliv je jedním z nástrojů, který by tento růst mohl zpomalit, případně zastavit (alespoň v oblasti dopravy).

<sup>1</sup> Ekvivalent CO<sub>2</sub> (resp. CO<sub>2ekv</sub>) je jednotka, která rozlišuje rozdílné působení jednotlivých skleníkových plynů na globální oteplování. Vztaheno k základu CO<sub>2</sub>. Používají se přepočítávací faktory podle IPCC – 23 pro CH<sub>4</sub>, 296 pro N<sub>2</sub>O.

Nutno podotknout, že tento komplexní problém je třeba analyzovat a řešit z dlouhodobého hlediska a s ohledem na budoucí generace.

**Obr. 2: Podíl různých sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v roce 2004**



\* vyjádřeno v ekvivalentu CO<sub>2</sub>

Zdroj: IPCC

Kromě emisí skleníkových plynů produkuje doprava i další škodliviny. Všechny tyto jednotlivé složky emisí spolu s jejich vlivem na životní prostředí jsou uvedeny v *příloze 1*.

Z hlediska dlouhodobého vývoje v **České republice** je možné rozdělit emise skleníkových plynů a znečišťujících látek z dopravy na dvě skupiny: na emise, u nichž je patrný příznivý klesající trend (emise CO, NO<sub>x</sub>, resp. NO<sub>2</sub>, VOC, SO<sub>2</sub>, Pb, CH<sub>4</sub>) a na emise s rostoucím trendem (emise CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O, PM). Vývoj emisí dopravy v ČR pro jednotlivé skleníkové plyny je znázorněn v grafu v *příloze 2* a konkrétní hodnoty emisí z dopravy jsou znázorněny v *příloze 3*. Podobný trend je patrný i **ve zbytku Evropy**, kde většina emisí ze silniční dopravy za posledních 15 let výrazně klesla i přes růst dopravy, a to v důsledku zavádění katalyzátorů, částicových filtrů a dalších technologií do vozidel a také implementací přísných Euro norem pro silniční vozidla. Na druhou stranu se zhoršují emise CO<sub>2</sub> (pro představu celkově doprava v EU vyprodukovala za rok 2004 asi 3 846 mil. tun CO<sub>2</sub>, což představovalo 26 % všech emisí CO<sub>2</sub>, přičemž spálením jednoho litru benzínu vznikne 2,4 kg CO<sub>2</sub> a spálením litru nafty vznikne 2,7 kg CO<sub>2</sub>).

### 1.2.2 Externí náklady a jejich internalizace

Na závěr je důležité podotknout, že veškeré negativní vlivy dopravy vyvolávají určité náklady, které je nutno vynaložit na jejich odstraňování, napravování, případně eliminaci. Hodnoty těchto nákladů jsou velmi značné, přičemž na jejich krytí se nepodílí jenom samotní účastníci dopravy (tzn. ti, kteří je způsobili), ale z daleko větší části jsou kryty celou společností. Ty náklady dopravy, které nejsou kryty účastníky dopravního procesu, se označují jako externí. Internalizace externích nákladů je poté proces, který je v současnosti

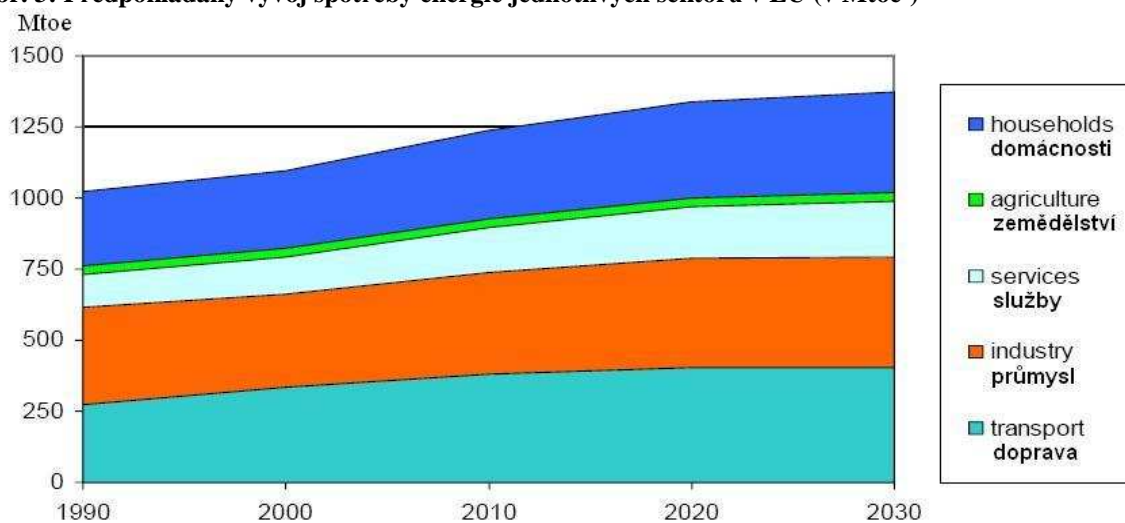
hlavním cílem společné evropské dopravní politiky, a který má za úkol zatížit účastníky dopravy tak, aby jejich náklady na vykonání vlastní přepravní potřeby byly dostatečně vysoké na to, aby pokryly všechny náklady touto potřebou vyvolané, tedy i externí náklady. Může se jednat např. o zvýšení spotřební daně z benzínu a nafty, zavedení poplatku za výši emisí a poplatku z hluku u železniční a silniční dopravy (u letecké již zaveden), zavedení jednotného zatížení při nehodách atp. Velmi důležité ovšem je, aby takto získané peněžní prostředky byly skutečně vynaloženy na odstraňování nežádoucích externalit a nekončily například v jiných částech rozpočtů (zdravotnictví, školství, ...).

Zároveň je nutné zmínit, že existuje značný rozdíl v provozování jednotlivých druhů doprav, především v oblasti nákladů. Jasným příkladem v ČR je silniční a železniční doprava. Zde nemůže být o rovných podmínkách podnikání na dopravním trhu ani řeč. Je proto nutné provést harmonizaci ekonomických podmínek mezi jednotlivými dopravními obory, což je základním předpokladem pro následnou a efektivní internalizaci externích nákladů.

### 1.3 Energetická náročnost dopravy

Jako výsledek růstu dopravy, a to i přes částečný přechod na energeticky méně náročné druhy dopravy, roste energetická spotřeba v dopravě rychleji, než celková energetická spotřeba. **Doprava představuje asi 71 % celkové spotřeby nafty v EU**, přičemž silniční doprava využívá 60 % veškeré nafty. **Po zahrnutí i ostatních druhů energií se doprava podílí 30 % na celkové spotřebě energie v EU.** Předpokládaný vývoj hodnot souhrnné spotřeby veškeré energie v EU podle jednotlivých odvětví hospodářství zachycuje graf na obr. 3.

**Obr. 3: Předpokládaný vývoj spotřeby energie jednotlivých sektorů v EU (v Mtoe<sup>2</sup>)**



Zdroj: European energy and transport: Trends to 2030

<sup>2</sup> Jednotka energie Mtoe (Megaton of Oil Equivalent, megatuna ropného ekvivalentu); 1 Mtoe = 4,1868·10<sup>4</sup> TJ

Z grafu je patrné, že celková suma spotřeby energie se bude pravděpodobně zvyšovat současně se zvyšováním spotřeby v jednotlivých sektorech hospodářství (snad vyjma zemědělství). Doprava bude i nadále představovat velký díl na celkové spotřebě energie, ale růst spotřeby v dopravě by měl být pozvolnější než růst celkové spotřeby v EU.

Také v ČR byl zachován v roce 2006 trend nárůstu spotřeby energie v dopravě a dále pak i zvyšování podílu spotřeby energie v dopravě k celkové spotřebě v ČR. Spotřeba energie v dopravě byla v roce 2006 250,7 PJ, což představovalo 22 % podíl na celkové spotřebě energie v ČR, a oproti roku 2005 byl zaznamenán 2,5 % nárůst. V absolutních jednotkách se na spotřebě energie dopravy jednoznačně nejvíce podílela individuální automobilová doprava, dále pak sestupně silniční nákladní, silniční veřejná, letecká, železniční a nakonec vodní doprava.

Z důvodu této ohromné energetické nenasycenosti dopravy je třeba stále více využívat alternativních pohonů a paliv, které sice ještě nejsou zcela rovnocennou náhradou nafty a benzínu, ale vývoj v této oblasti stále pokračuje a je důležité tento vývoj dále podporovat. To je nutné zejména proto, že **doprava je v celoevropském měřítku až z 98 % závislá na ropě**, jejíž světové zásoby pomalu mizí a navíc jsme nuceni spoléhat na dodávky od ropných velmocí. Je tedy naprosto logickým politickým i společenským zájmem tuto závislost co nejvíce snižovat. K tomu by právě oblast alternativních paliv (a tím tedy i oblast biopaliv) měla výrazně přispět.

## **1.4 Alternativní paliva a pohony motorových vozidel**

Tato kapitola blíže objasní hlavní impulsy vedoucí k potřebě zavádění alternativních paliv v dopravě a stručně charakterizuje jednotlivé druhy alternativních paliv a pohonných jednotek.

### **1.4.1 Důvody zavádění alternativních paliv v dopravě**

Doprava se postupem času stala nenahraditelnou součástí lidského života, a svým způsobem se lidstvo stalo na dopravě závislým. Doprava však sebou přinesla současně s nespornými přínosy i značné problémy. „Vzhledem ke snižujícím se zásobám ropy a k velkým problémům se znečištěním životního prostředí byli lidé nuceni začít hledat nové, alternativní zdroje energie využitelné pro dopravu. Šlo jim o energii, která bude méně škodit životnímu prostředí a zároveň zaručí, že doprava v budoucnu z planety nevyumizí.“<sup>(cit. [12], str. 1)</sup> Tento proces hledání a vývoje alternativních paliv už trvá více než dvacet let. V souvislosti s alternativními palivy budeme mluvit jako o náhradě stávajících fosilních paliv (benzínu a motorové nafty) v automobilových pohonech, protože je to právě silniční motorová doprava,

kteřá jednoznačně nejvyšší měrou přispívá k znečišťování ovzduší a je také nejvíce závislá na zásobách ropy.

Podle prognózy IEO (International Energy Outlook) bude v roce 2020 světová spotřeba energie o 50 % vyšší než v roce 2000. Toto předpokládané zvýšení světové spotřeby energie souvisí s očekávaným zvýšením její spotřeby v rozvojových zemích. Pokud se týká ropy, odhaduje se, že její světová těžba by měla kolem roku 2020 vrcholit a potom nastane období, ve kterém již bude trvale klesat. Do popředí zájmu státních orgánů i podnikatelské sféry na celém světě se tedy stále více dostává alternativní pohon motorových vozidel. K vytváření programů **pro zavádění alternativních paliv vedou státy EU zejména tyto důvody:** <sup>(dle [32], str. 10)</sup>

- rostoucí emise zejména skleníkových plynů ohrožující klimatické podmínky,
- závazky na snižování emisí skleníkových plynů vyplývající z Kjótského protokolu,
- rostoucí celková spotřeba energie včetně energie pro dopravu,
- nedostatečné zásoby ropy v zemích EU,
- obava z rostoucí ceny ropy,
- závislost na dovozu tohoto cenného zdroje fosilního uhlíku.

Výše uvedené body jsou jen těmi největšími důvody. Např. v pozadí stojí i fakt, že po vyčerpání světových zásob ropy by tato surovina mohla chybět chemickému nebo farmaceutickému průmyslu, který je na ní závislý.

#### **1.4.2 Druhy alternativních paliv**

Již dnes je tedy zřejmé, že spalovat ropu je značný luxus. Naštěstí vývoj v oblasti alternativních paliv a alternativních pohonů je na vysoké úrovni a v dnešní době už je známo velké množství těchto náhrad za klasické automobilové pohony a vlastně se řeší hlavně otázky jejich co nejracionalnějšího a nejvhodnějšího rozšíření.

**Za alternativní paliva** (= náhrada za automobilový benzin a motorovou naftu) se považují zejména:

- zemní plyn (stlačený = CNG, zkapalněný = LNG),
- zkapalněné uhlovodíkové plyny (LPG),
- syntetická motorová paliva na bázi GtL/BtL,
- vodík,
- elektrická energie,

- **biopaliva.**

S alternativními palivy automaticky souvisí i alternativní pohony, které jsou schopny tyto pohonné hmoty převést na kinetickou energii potřebnou k pohybu vozidla. Nejdůležitější tvoří pohony plynové, elektrické, hybridní (kombinace elektromotoru a klasického spalovacího motoru) a vodíkové. Samozřejmě lze u některých paliv využívat i stávající pohony (tzn. na benzin či naftu), případně lehce upravené. Vyvíjejí se i pohony sluneční a vzduchové.

Za zřejmě nejvhodnější alternativu z krátkodobého hlediska jsou považovány biopaliva, tj. paliva vyrobená z biomasy, ve střednědobém časovém horizontu jsou to zemní plyn a syntetická kapalná paliva vyrobená na bázi zemního plynu (technologie GtL, Gas to Liquids) a v dlouhodobém časovém hledisku pak vodík a syntetická kapalná paliva vyrobená na bázi biomasy (technologie BtL, Biomass to Liquids).

Než se však budou moci jakékoliv tyto alternativy plně prosadit, bude třeba tedy vyřešit zejména následující otázky: **výkon, účinnost, dojezd, náklady na pořízení a provoz, trvanlivost, resp. životnost, dostupnost a další faktory (bezpečnost, odpovídající legislativa, standardy atd.).**

## **1.5 Biopaliva**

Pod pojmem biopaliva se rozumí kapalná nebo plynná paliva použitelná pro dopravu, která jsou vyrobena z biomasy. Jednotlivých druhů je celá řada, praktický význam však mají jen některé. Za biopaliva jsou tedy pokládány tyto produkty: bionafta, bioetanol, bioplyn, biometanol, biodimethylether, bio-ETBE (ethyl-tercio-butyl-ether), bio-MTBE (methyl-tercio-butyl-ether), syntetická biopaliva, biovodík a čistý rostlinný olej.

Biopaliva se v současnosti nejvíce používají ve formě **bionafty** (vyráběné z olejnatých plodin, jako je řepka olejná a slunečnice) a **bioetanolu** (vyráběného z plodin obsahujících cukr a škrob, jako je řepa a obiloviny). Tato dvě tekutá paliva pro dopravu mohou v rozsáhlém měřítku nahradit naftu a benzin. Je možno je používat v motorech moderních vozidel (bez úpravy motoru u směsí s nízkým obsahem biopaliv, případně s levnou úpravou pro směsi s vysokým obsahem) a lze je distribuovat pomocí stávající infrastruktury. Brazílie a USA jsou největšími producenty bioetanolu. Evropská unie má zase největší výrobu bionafty. Německo, Francie, Švédsko a Španělsko patří mezi přední země EU, které využívají biopaliva v dopravě. V souvislosti s dnes používanými biopalivy se používá označení **biopaliva první generace**.

**Hlavní výhody** paliv získaných zpracováním biomasy narozdíl od paliv uhlovodíkových získávaných z ropy spočívají v tom, že se jedná o obnovitelný zdroj energie, jejich spalováním vznikají nižší emise škodlivých látek a při jejich používání též nedochází k nárůstu CO<sub>2</sub> v atmosféře Země. Nově rostoucí rostliny totiž tento CO<sub>2</sub> znovu zabudují do svých tkání. Také při kontaminaci půdy jsou biopaliva velmi snadno odbouratelná půdními mikroorganismy. Zároveň je vytvářen pravidelný odbyt pro zemědělskou produkci a částečně se snižuje závislost na dodávkách ropy.

Naproti tomu však stojí, ostatně jako u všech alternativ, i potenciální **problémy**. Hovoří se především o vyšší celkové energetické a cenové náročnosti biopaliv, o záboru zemědělské půdy a produkce pro výrobu biopaliv, která by mohla být využita k pěstování a výrobě potravin, což se týká především států, kde nemalá část populace trpí hladověním (např. Brazílie). Důležitou roli hraje také fakt, že při výrobě a užívání biopaliv vzniká v celkovém důsledku větší množství oxidu dusného (N<sub>2</sub>O), který je také významným skleníkovým plynem a jehož působení na skleníkový efekt je téměř 300krát větší než u CO<sub>2</sub>.

Ke zmírnění, případně odstranění těchto negativ by měla pomoci **biopaliva druhé generace** (vyráběné z lignocelulózy, dřevnatých zdrojů jako dřevo, sláma, dřevěné štěpiny či hnůj a dalších druhů odpadu, nebo prostřednictvím nových technologií, jako např. BtL). Do biopaliv druhé generace jsou vkládány velké naděje, a to z hlediska jejich lepší energetické bilance, nižší ceny, vyšší šetrnosti k životnímu prostředí, možnosti zpracovávat rychlerostoucí dřeviny, využívat zemědělské a potravinářské odpady atd. Tato biopaliva jsou už teoreticky popsána i prakticky vyrobitelná, zatím ale nejsou použitelná v širokém měřítku. Na jejich výzkumu se však dále intenzivně pracuje a jejich komerční rozšíření lze očekávat v horizontu 10–15 let.

Veškeré přínosy biopaliv se velmi těsně prolínají s jejich nevýhodami, a často existuje jen velmi tenká hranice při posouzení jejich celkové efektivity. Pozitivních i negativních faktorů v problematice biopaliv přitom velmi mnoho a jejich vzájemnému posouzení se bude věnovat analytická část této práce.

Co se týče tempa zavádění alternativních paliv v dopravě, tak nejbližší budoucnost bude pravděpodobně patřit právě biopalivům. Je to dáno zejména **výraznou podporou ze strany EU v oblasti biopaliv**. Podle oficiálních dokumentů a vyjádření EU je tato podpora realizována s cílem snížit emise skleníkových plynů, zvýšit dekarbonizaci paliv v dopravě, rozšířit zdroje dodávek paliv a vyvinout dlouhodobé náhrady za fosilní paliva. Očekává se



také, že rozvoj výroby biopaliv nabídne nové možnosti k diverzifikaci příjmů a zaměstnanosti ve venkovských oblastech.

### 1.5.1 Ekologické aspekty využití biopaliv v dopravě

Jedním z hlavních argumentů pro používání biopaliv jsou ekologické důvody. Biopaliva v porovnání s klasickými pohonnými hmotami na ropné bázi obecně představují menší zátěž pro ovzduší jak z hlediska emisí skleníkových plynů, tak i dalších anorganických a organických škodlivin obsažených ve výfukových plynech spalovacích motorů. V každém případě **při posuzování ekologické výhodnosti použití biopaliv** (a obecně všech alternativních paliv) **není možno hodnotit pouze finální fázi jejich spotřeby ve vozidlech, ale celý životní cyklus (LCA, Life Cycle Assessment)** zahrnující i předcházející fáze produkce zdrojů, výroby paliva a jeho distribuce ke spotřebiteli. Taková analýza umožňuje zohlednit skutečnost, že v některých případech může výrobní fáze být natolik ekologicky a energeticky náročná, že je v celkové bilanci prakticky negován pozitivní efekt konečné spotřeby paliva ve vozidle.

Analýza vlivu na životní prostředí každého hodnoceného paliva lze rozdělit na dvě části. První část, tzv. **Well to Tank** (WTT, "od zdroje do nádrže"), posuzuje energetickou náročnost a GHG emise v krocích předcházejících konečné spotřebě pohonné hmoty ve vozidle. Druhá část, tzv. **Tank to Wheels** (TTW, "z nádrže ke kolům"), pak bilancuje spotřebu energie a produkci GHG emisí ve fázi konečné spotřeby paliva ve vozidle. Obě části dohromady pak zahrnují celý životní cyklus konkrétní pohonné hmoty, tzv. **Well to Wheels** (WTW, "od zdroje ke kolům").

Tomuto komplexnímu posouzení vlivu paliva na životní prostředí je v současnosti věnována celosvětově velká pozornost, vyvolávající aktivitu řady výzkumných pracovišť, které se snaží poskytnout co nejpřesnější závěry. Jedná se však o problematiku značně složitou, vyžadující analýzu velkého množství nejrůznějších a často obtížně zjistitelných vstupních dat. Také proto se závěry od různých pracovišť nezdědka značně liší. Odlišnost výsledků však může být způsobena i podle toho, kým jsou tyto výzkumy iniciovány, případně kdo konkrétní výzkum podporuje.

V rámci dalšího výkladu se bude hovořit převážně o bionaftě a dále pak o bioetanolu, jakožto o nejvýznamnějších současných palivech vyráběných z biomasy. Nejdříve je tedy nutné vysvětlit pojem biomasa.

### 1.5.2 Biomasa

„Biomasa je substance biologického původu (pěstování rostlin, chov živočichů, produkce organického původu, organické odpady) a je získávána buď záměrně jako výsledek výrobní činnosti, nebo se jedná o využití odpadů ze zemědělské, potravinářské a lesní výroby, z komunálního hospodářství, z údržby krajiny a péče o ni.“<sup>(cit. [6], str. 17)</sup> Lze ji využívat ke mnoha účelům, a jedním z nich je právě využití biomasy jako obnovitelného zdroje energie.

Z technologického hlediska lze rozlišit několik způsobů získávání energie z biomasy, které jsou přehledně znázorněny v *tab. 1*.

**Tab. 1: Způsoby využití biomasy k energetickým účelům**

Typ konverze biomasy	Způsob konverze biomasy	Energetický výstup	Odpadní materiál nebo druhotná surovina
Termochemická konverze (suché procesy)	spalování	teplo vázané na nosič	popeloviny
	zplyňování	generátorový plyn	dehtový olej, uhlíkaté palivo
	pyrolýza	generátorový plyn	dehtový olej, pevné hořlavé zbytky
Biochemická konverze (mokrý procesy)	anaerobní fermentace (bez přístupu vzduchu)	bioplyn	fermentovaný substrát
	aerobní fermentace (za přístupu vzduchu)	teplo vázané na nosič	fermentovaný substrát
	alkoholová fermentace (kvašení)	etanol a metanol	vykvašený substrát
Fyzikálně-chemická konverze	esterifikace bioolejů	metylester biooleje	glycerin

Zdroj: PASTOREK, Z.; KÁRA, J.; JEVIČ, P. *Biomasa*

Pro výrobu biopaliv je z evropského měřítka nejpoužívanějším postupem **esterifikace bioolejů na metylester (bionaftu)**, a dále pak **alkoholová fermentace**, využívaná v širokém měřítku v Brazílii, USA a Kanadě, **jejímž výstupem je bioetanol**. Proto bude těmto dvěma palivům věnována v dalším textu větší pozornost.

### 1.5.3 Bionafta

Výroba bionafty je zavedeným postupem a tato technologie již zřejmě nedozná podstatných změn. **Termínem bionafta se označují metylestery mastných kyselin (FAME, fatty-acid-methyl-ester)**. Ty jsou získány postupem zvaným esterifikace (někdy se používá též označení transesterifikace), kde reagujícími látkami při tomto procesu jsou rostlinný olej získaný z olejnatých rostlin (řepka olejná, sója, slunečnice) nebo živočišný tuk (hovězí lůj, drůbeží a vepřové sádlo, rybí tuk atd.) a metanol, za přítomnosti vhodného katalyzátoru. Při výrobě lze dokonce využít jako surovinu i použité fritovací oleje a tuky. Vedlejším produktem tohoto procesu je glycerin, který lze výhodně využít v kosmetickém a farmaceutickém

průmyslu. V současné době je 80 % roční světové produkce bionafty na bázi oleje z řepky olejné. Stejně tak je tomu i v podmínkách ČR. Mluvíme potom o metylesteru řepky olejné (MEŘO). Pokud se při esterifikaci použije místo metanolu etanol, lze na stávajících výrobnách vyrábět etylestery mastných kyselin (FAEE, fatty-acid-ethyl-ester) s podobnými vlastnostmi jako FAME, v případě řepkového oleje se potom jedná o EEŘO (etylestery řepkového oleje).

„Význam rostlinných olejů je především v tom, že téměř každý vznětový motor je v principu možné upravit na jejich spalování. Pokud se vezme v úvahu skutečnost, že až 90 % přepravy zboží a osob se uskutečňuje dopravními prostředky spalujícími naftu (nákladní vozidla, autobusy, lokomotivy, lodě, traktory atd.), představuje to obrovský potenciál.“<sup>(cit. [12], str. 90)</sup> Čistý rostlinný olej lze tedy teoreticky použít v dieselových motorech přímo bez jeho další chemické úpravy, problémem jsou ale jeho horší vlastnosti vzhledem k motorové naftě (především viskozita, hustota, stabilita a cetanové číslo). Problémy byly zjištěny i při dlouhodobějším používání jeho směsi s motorovou naftou. Tyto vlastnosti lze vylepšit právě jeho chemickým převedením do formy metylesterů mastných kyselin, jejichž parametry jsou již velmi podobné klasické minerální motorové naftě.

**Jako palivo pro vznětové motory lze využít čistou bionaftu (tedy 100 % FAME), nebo častěji směs bionafty s klasickou motorovou naftou.** Snížení emisí CO<sub>2</sub> do ovzduší, dlouhodobé zajištění energetických zdrojů a vytvoření trhu pro odbyt zemědělského produktu vytváří hlavní důvody použití MEŘO jako paliva pro vznětové motory.

Je třeba si uvědomit, že bionafta představuje zcela jinou chemickou sloučeninu jako klasická motorová nafta, a tudíž nemůže být nikdy její plnohodnotnou náhradou. S tím poté logicky souvisí různé problémy, které bionafta způsobuje ve standardních vznětových motorech. Proto je nutné při schvalování technických norem a legislativy spolupracovat se zástupci výrobců pohonných jednotek.

#### **1.5.4 Bioetanol**

Etanol je látka, která se v přírodě objevuje jen sporadicky. Etanol se dnes běžně využívá jako náhrada benzínu ve spalovacích motorech, přičemž je to jedno z nejstarších alternativních paliv. Komerční zkušenosti s používáním etanolu v dopravě mají hlavně v Brazílii, kde od roku 1973 běží program Proalcool, u kterého je palivo pro zážehové motory tvořeno 26 až 30 % etanolu, a program MEG, používaný především ve velkých městech, kde palivo tvoří 60 % etanolu, 33 % metanolu a 7 % benzínu, a dále pak v USA s programem Gasohol, kdy je palivo tvořeno 10 % etanolu a 90 % benzínu nebo 3 % metanolu a 97 %

benzinu. Jedním z důvodů zavedení těchto programů byla snaha o zlepšení životního prostředí, ale zkušenosti svědčí o tom, že používání etanolu přineslo vícero výhod nejen v dopravě, ale i v průmyslové a sociální sféře. Výhoda etanolu je i v tom, že v malém množství, na rozdíl od metanolu, není pro člověka toxický.

„Bioetanol je produktem zemědělské výroby vyráběný fermentací (kvašením) ze surovin obsahujících cukr, škrob nebo celulózu. Pro výrobu bioetanolu je tedy obecně vhodná jakákoliv biomasa, která obsahuje dostatečné množství cukrů (cukrová řepa, cukrová třtina) nebo látek, které lze na cukr převést, jako jsou škrob nebo celulóza. Pokud se týká škrobnatých surovin, patří k nim rostliny jak poskytující hlízy (brambory), tak zrno obilovin (pšenice, kukuřice, ječmen).“<sup>(cit. [32], str. 35)</sup> **Bioetanol lze tedy vyrábět buď z obilovin, cukrové řepy (cukrové třtiny) nebo z lignocelulózové hmoty.** Výroba etanolu ze škrobu a cukru je již dlouho známá a vyzrálá technologie. Přesto existuje ještě značný optimalizační potenciál v dílčích oblastech produkce bioetanolu. Obzvláště v oblasti fermentace je třeba dalšího výzkumu k vylepšení výtěžnosti a rovněž zpracování a upotřebení zde vznikajícího CO<sub>2</sub>. Výroba etanolu z lignocelulózy je jednou z nejslibnějších technologií výroby biopaliv druhé generace, a i tato je již značně rozvinutá.

Etanol vyrobený fermentací z biomasy je **možné použít buď jako palivo pro speciálně zkonstruované motory, nebo jako přísadu do automobilového benzínu.** Tato přísada může být ve formě přímého přimíchávání malého objemu bioetanolu do benzínu, nebo lze bioetanol chemicky změnit na ETBE (ethyl-tercio-butyl-ether), který se ve světě stal velmi důležitou složkou bezolovnatých benzinů. Zvyšuje oktanové číslo a zlepšuje kvalitu hoření paliva v motoru.

Všeobecně platí, že emise vznikající spalováním etanolu jsou nižší než v případě spalování benzínu. Vedle nesporných přínosů pro běh motoru (vyšší výkon, otáčky, dokonalejší spalování) existují i určité nevýhody (vyšší spotřeba, horší startovatelnost při nízkých teplotách atd.).

Detailnější zhodnocení jednotlivých vlastností bionafty a bioetanolu vyžaduje daleko větší prostor. Tyto vlastnosti budou proto popsány podrobněji v kapitole 3. Na závěr je nutné dodat, že nelze uvažovat pouze o vlastnostech biopaliv při jejich provozu. Teprve zahrnutí celého životního cyklu biopaliv (tedy včetně výroby a distribuce) je podmínkou pro celkové posouzení jejich efektivity.

## 2 Legislativní rámec pro uplatnění biopaliv v ČR a EU

Nahrazování klasických fosilních energetických zdrojů perspektivními obnovitelnými zdroji je bezesporu velmi důležitou oblastí evropské politiky. V dopravě jsou takovým zdrojem energie právě paliva vyrobená z biomasy. Zavádění biopaliv je ale velmi složitý proces, ve kterém sehrává důležitou roli ekonomická, sociální a environmentální stránka, kdy ideálem by samozřejmě bylo, aby všechny okruhy problematiky zavádění biopaliv fungovaly efektivně a vzájemně synergicky. To ovšem není možné bez vhodného legislativního základu. Tato kapitola tedy shrnuje nejdůležitější legislativní dokumenty v EU a následně v ČR, které se přímo dotýkají tématu zavádění biopaliv v dopravě.

*Pozn.: Níže uvedený přehled evropské a české legislativy je platný v době psaní této části práce, tj. březen 2008. Změny stávající legislativy jsou nejen možné, ale i velice pravděpodobné, jelikož se jedná o velmi turbulentní téma.*

### 2.1 Legislativa EU

Jak již bylo řečeno, Evropská unie je velkým zastáncem biopaliv v dopravě. Tato podpora vyplývá z několika evropských cílů: snížit emise skleníkových plynů, podpořit dekarbonizaci paliv v dopravě, rozšířit zdroje dodávek paliv, nabídnout nové možnosti příjmů ve venkovských oblastech a vyvinout dlouhodobé náhrady za fosilní paliva. V této souvislosti vydala EU řadu směrnic, předpisů, nařízení, strategií a dalších dokumentů, ve kterých podrobněji definuje tyto konkrétní cíle spolu s nástroji, které by měly vést jejich naplnění.

#### 2.1.1 Vývoj evropské politiky v otázce obnovitelných zdrojů energie a biopaliv

Prvním krokem ke strategii využívání obnovitelných zdrojů energie v EU lze označit přijetí **Bílé knihy** z roku 1997, s podtitulem **Energie pro budoucnost – obnovitelné zdroje energie**. Tato kniha obsahovala požadavek, aby členské země EU do roku 2010 zvýšily podíl obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie na 12 % (z tehdejších 6 %). V listopadu 2000 následoval další dokument, tentokrát **Zelená kniha**, pod názvem **Směrem k evropské strategii bezpečnosti energetických dodávek**, spolu se závěrečnou zprávou k této knize. Podle této Zelené knihy vyplývá pro členské státy mimo jiné závazek nahradit v roce 2020 alternativními palivy minimálně 20 % celkové spotřeby motorových paliv (měřeno na základě energetického obsahu – e.o.<sup>3</sup>). Tímto dokumentem se EU de facto přihlásila k větší odpovědnosti za trvale udržitelný ekonomický růst přinášející zvýšení zaměstnanosti a sociální smír.

---

<sup>3</sup> Energetický obsah paliva (e.o.) je kalorický obsah paliva, neboli výhřevnost paliva

V červnu roku 2001 proběhlo ve Švédském Göteborgu zasedání Evropské rady, na kterém byla prezentována strategie EU pro trvale udržitelný rozvoj s těmito klíčovými prioritami:

- omezit nežádoucí klimatické změny a zvětšit využití tzv. čisté energie,
- čelit problému ohrožení zdraví lidské populace,
- využívat zodpovědněji přírodní zdroje,
- zlepšit dopravní systém a využití půdy.

Pro naplňování těchto priorit v oblasti dopravy předložila Evropská komise v listopadu téhož roku komplexní **program pro využití alternativních pohonných hmot v dopravě**, kde identifikovala biopaliva, zemní plyn a vodík jako možné budoucí energetické zdroje pro silniční dopravu, a současně i navrhla tzv. balíček opatření, jehož implementací by mělo být dosaženo splnění tohoto programu. Program předpokládá, že do roku 2020 by mělo být nahrazeno nejméně 20 % e.o. motorových paliv vyráběných na bázi ropné suroviny alternativními palivy, a to tedy biopalivy, zemním plynem a vodíkem. Konkrétní představa EU je uvedena v *tab. 2*, kde lze též vidět, že biopaliva by měla ve zmiňovaném roce 2020 tvořit 8 % e.o. paliv spotřebovaných pro dopravní účely.

**Tab. 2: Představa Evropské komise o zvyšování podílu alternativních paliv**

Rok	Biopaliva	Zemní plyn	Vodík	Celkem
2005	2*	-	-	2
2010	6	2	-	8
2015	7	5	2	14
2020	8	10	5	23

\* hodnoty uvedeny v % e.o.

Zdroj: Sdělení Evropské komise o alternativních palivech pro silniční dopravu

Z výše uvedené tabulky je patrné, že tempo zvyšování podílu jednotlivých typů alternativních paliv by mělo být postupné. Do roku 2010 se počítá s nárůstem využití především biopaliv (bionafty a bioetanolu). Problematika samotných biopaliv je na poli EU ošetřena dvěma základními legislativními dokumenty. Jedná se o směrnice **2003/30/ES** a **2003/96/ES**, které tak tvoří základní regulační a fiskální rámec podpory biopaliv.

Podle **směrnice 2003/30/ES o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných zdrojů energie** ze dne 8. května 2003 by členské státy EU měly zabezpečit, aby na jejich trh bylo uváděno alespoň minimální procento biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot. Za tímto účelem si stanoví každý stát své vnitrostátní indikativní cíle. Sama směrnice

stanovuje referenční hodnoty jako doporučení pro tyto cíle. **Tyto referenční hodnoty činí 2 % e.o. v roce 2005 a 5,75 % e.o. v roce 2010.**

Směrnice taktéž obsahuje základní definice pojmů biopaliva a biomasa, včetně definic jednotlivých druhů biopaliv. Přitom biopaliva mohou být upravena k prodeji v buď jako čistá biopaliva nebo deriváty minerálních olejů o vysoké koncentraci, v souladu se zvláštními jakostními normami pro použití v dopravě, nebo jako biopaliva smíšená s deriváty minerálních olejů, v souladu s příslušnými evropskými normami popisujícími technické specifikace pro dopravní pohonné hmoty (EN 228 a EN 590).

Kromě toho dále směrnice ukládá jednotlivým členským státům povinnost transformovat tuto směrnici do svých národních předpisů (u nás provedeno zákonem 92/2004 Sb., kterým se změnil zákon 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší), informovat Evropskou komisi o výsledcích zavádění biopaliv, jaká opatření byla v tomto směru přijata a o dalších okolnostech s tím souvisejících, podporovat výzkum a vývoj biopaliv atd.

Druhým základním právním předpisem je **směrnice 2003/96/ES, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny**, která by měla zajistit harmonizaci zdanění energií. EU touto směrnicí rozšiřuje minimální harmonizaci spotřebních daní, původně limitovanou na minerální oleje, o elektřinu, zemní plyn a uhlí. Směrnice stanovuje minimální sazby spotřební daně (viz *tab. 3*), sjednocuje mechanismus zdanění, různé výjimky a úlevy. Tím podporuje dosažení cílů v oblasti ochrany životního prostředí (vyplývající zejména z cílů Kjótského protokolu), efektivní využívání energie a zlepšuje fungování vnitřního trhu snížením narušení konkurence mezi minerálními oleji a ostatními energetickými produkty.

**Tab. 3: Minimální sazby spotřební daně u vybraných pohonných hmot**

Palivo	Jednotka	Minimální sazba (€)	
		<i>k 1.1.2004</i>	<i>k 1.1.2010</i>
Bezolovnatý benzin	1000 l	359	359
Nafta	1000 l	302	330
Bionafta	1000 l	0–302	
CNG	GJ spalného tepla	2,6	2,6
LPG	1000 l	125	125

Zdroj: Směrnice 2003/96/EC

Členské státy musí zásadně uplatňovat sazby ne nižší než zde stanovené. Protože jsou ale biopaliva dražší než tradiční fosilní paliva, dovolila EU členským zemím, aby požádaly o celkové nebo částečné osvobození od daně pro biopaliva. Druhá generace biopaliv by měla

být levnější, ale stále se teprve rozvíjí. V souladu s touto směrnicí lze tedy daňově zvýhodnit celý použitý podíl biopaliv a to osvobozením od minimálních sazeb spotřební daně. Co se týče minimální sazby DPH, tak ta byla definována ve výši 15 % směrnicí 77/388/ECC, kdy platnost této minimální sazby je prodloužena až do 31.12.2010.

Za zmínku stojí také směrnice **98/70/EC** ve znění její poslední aktualizace směrnicí **2003/17/EC, o kvalitě motorových paliv**, a to i z hlediska dopadů na životní prostředí. Dále směrnice ukládá povinnost provádět monitoring kvality prodávaných paliv podle platných jakostních norem.

V prosinci 2005 představila Evropská komise **Akční plán pro biomasu**, navržený za účelem zvýšení využívání energie z lesního hospodářství, zemědělství a odpadových materiálů, a obsahující několik konkrétních kroků, které by měli napomoci splnění tohoto účelu. Podle tohoto plánu měla Komise předložit začátkem roku 2006 zprávu zaměřenou konkrétně na biopaliva.

Výsledkem tohoto apelu bylo sdělení Evropské komise s označením **Strategie Evropské unie pro biopaliva**, vydané dne 8.2.2006. Zde jsou uvedeny základní teze programu pro další využití biopaliv a odstranění technických a obchodních překážek. Toto sdělení bylo vydáno především proto, že se celkově nedosahovalo a nedosahuje uspokojivých výsledků v zavádění biopaliv, což je mimo jiné způsobeno značně rozdílným přístupem jednotlivých členských států.

**Strategie stanovuje tři stěžejní cíle pro biopaliva**, a těmi jsou:

- pokračovat v propagaci biopaliv v Evropské unii a v rozvojových zemích a zajistit, aby jejich výroba a využití bylo celkově pozitivní pro životní prostředí a aby znamenalo přínos pro cíle lisabonské strategie, přičemž zohlední hlediska konkurenceschopnosti;
- připravit rozsáhlé využívání biopaliv prostřednictvím zlepšení jejich konkurenceschopnosti pomocí optimalizované kultivace vhodných surovin, výzkumu paliv druhé generace a podpory jejich proniknutí na trh pomocí rozšiřování demonstračních projektů a odstraňování netechnických překážek;
- prozkoumat možnosti rozvojových zemí – včetně zemí, na něž měla dopad reforma režimu cukru v Evropské unii – v oblasti produkce surovin pro biopaliva a samotných biopaliv a určit roli, kterou by Evropská unie mohla hrát v podpoře rozvoje udržitelné výroby biopaliv.



K realizaci těchto cílů je **třeba využít a sledovat následujících sedm politických os:**

1. oživení poptávky po biopalivech,
2. dosahování environmentálních zisků,
3. rozvoj výroby a distribuce biopaliv,
4. rozšiřování zásob surovin,
5. posílení obchodních možností,
6. podpora rozvojových zemí,
7. podpora výzkumu a vývoje.

Pro každý bod je ve směrnici uvedeno několik opatření, které Komise přijme na podporu výroby a použití biopaliv.

Z výše uvedeného je zřejmé, že Evropská komise věnuje problematice biopaliv značnou pozornost a neuspokojuje ji současný stav v této oblasti v řadě evropských zemí. Proto lze v nejbližší budoucnosti očekávat zásadní změny legislativy a technických norem v této oblasti. Nejvíce očekávaná je revize směrnice 2003/30/ES.

### **2.1.2 Současný stav využívání biopaliv a aktuální postoj EU**

Jak je již známo, Evropa si ve směrnici o biopalivech přijaté v roce 2003 stanovila cíl nahradit v dopravě 2 % benzínu a nafty biopalivy do roku 2005 a 5,75 % do roku 2010. Cíl stanovený pro rok 2005 však nebyl splněn, přičemž biopaliva se na trh dostala pouze ve výši 1 %. Je to patrné ze **Zprávy o pokroku v oblasti biopaliv**, publikované na počátku roku 2007. Podle ní **pouze dvě země EU (Švédsko a Německo) splnily cíl pro rok 2005**. Do roku 2010 se sice dá očekávat výraznější pokrok, již dnes se ale téměř jistě ví, že nebude takový, aby se dosáhlo požadovaného cíle (očekává se 4,2 %).

Také díky těmto okolnostem **představila Evropská komise 23.1.2008 soubor opatření, tzv. enviromentální balíček**, což je soubor legislativních návrhů, který by měl pomoci splnit ambiciózní cíle, které si EU stanovila na summitu v březnu 2007. Na tomto zasedání se zavázala k odvážně stanoveným limitům v oblasti obnovitelných zdrojů energie, emisí CO<sub>2</sub> a biopaliv. Konkrétně se evropští lídři dohodli, že do roku 2020 klesnou emise skleníkových plynů oproti roku 1990 o 20–30 %. Dvacetiprocentní snížení je závazným cílem, závazek ke snížení o 30 % by přicházel v úvahu, kdyby se ke srovnatelným omezením připojily také další rozvinuté země, především USA a Čína. Dvacetiprocentní cíl byl určen i pro podíl obnovitelných zdrojů energie na celkové energetické spotřebě v roce 2020. To platí pro Evropskou unii jako celek, přičemž dílčí kvóta bude stanovena pro jednotlivé členské

státy na individuální bázi. Národní podíly budou závislé na současné situaci v jednotlivých zemích a na jejich energetické skladbě.

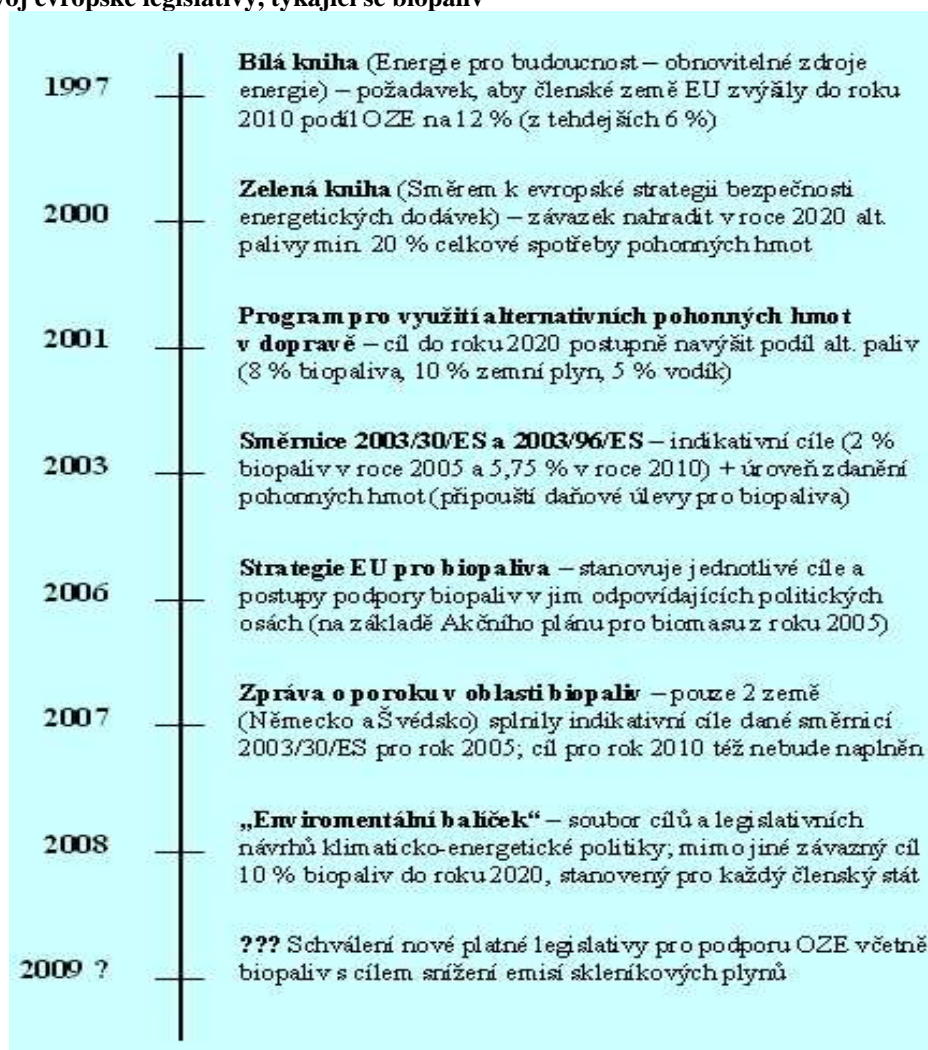
Dalším bodem tohoto balíčku jsou **biopaliva v dopravě; ta by měla na trhu zaujímat v tomtéž roce (2020) 10 %**. Tento limit je ovšem stanoven pro každý členský stát zvlášť a měl by být právně závazný. Těsně před uveřejněním balíčku se tento bod, týkající se biopaliv, dostal pod tlak ze strany různých neziskových organizací a proekologických politiků, kteří se domnívají, že desetiprocentní cíl pro biopaliva není udržitelný. Komise proto do konečného návrhu zařadila závazné minimální limity pro uspořené emise skleníkových plynů a také přesně vymezila, který typ krajiny nelze pro produkci energetických plodin využít (např. staré lesy, bažiny, apod.).

**Podmínkou pro dosažení tohoto cíle je navíc i rozvoj účinnějších biopaliv druhé generace.** Podle očekávání se tento cíl na zvyšování podílu biopaliv v dopravě dostal pod palbu kritiky. Výzkumné centrum při Evropské komisi (JRC, Joint Research Center) například ve své studii z ledna 2008 varovalo, že rozvoj biopaliv druhé generace v EU není tak rychlý, jak by si EU přála a podpora rozvoje v takové situaci může způsobit další růst cen potravin, potíže se zásobami vody a v celkovém důsledku také ke zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. Výrobci biopaliv ovšem kritiku odmítají. JRC je podle jejich názoru ovlivněno "roponou lobby". Také Evropská komise vzala studii JRC v potaz pouze jako jeden z příspěvků do diskuse.

**V současné době probíhají na půdě EU složitá jednání o konkrétní podobě klimaticko-energetické legislativy,** která by byla v souladu s výše zmíněným "enviromentálním balíčkem". Návrh konkrétní legislativy (nové směrnice o podpoře biopaliv) by měl být stanoven do konce roku 2008, přičemž konečné hlasování by mělo probíhat v době českého předsednictví v Radě EU, tedy v první polovině roku 2009. Evropskou unii tlačí čas, protože včasné přijetí legislativy je nezbytné k tomu, aby mohlo být naplněno ambiciózních cílů. Zároveň v prosinci roku 2009 se bude jednat v Kodani o nové globální dohodě o snižování emisí skleníkových plynů, kdy tato dohoda by měla nahradit současný Kjótský protokol, jehož platnost vyprší v roce 2012. Na tomto zasedání musí EU vystupovat jako jednotná v otázce snižování emisí, aby mohla apelovat na další významné světové emitenty ke zvýšení úsilí v boji s klimatickými změnami. Tato jednání jsou však velmi složitá, protože do nich vstupuje řada protichůdných a složitých politických i mimopolitických zájmů.

Kompletní přehled vývoje evropské legislativy v oblasti biopaliv stručně zakresluje následující časová osa na *obr. 4*.

Obr. 4: Vývoj evropské legislativy, týkající se biopaliv



Zdroj: Autor

Na závěr je třeba říct, že podpora biopaliv je i nadále politickou prioritou EU, a to především kvůli výraznému růstu cen ropy a jednak kvůli rostoucím obavám o zajištění dodávek energie, které budou stabilní a bezpečné a budou brát ohled na životní prostředí a klimatické podmínky Země. Oblast biopaliv se velmi rychle vyvíjí, a tak lze očekávat i nadále určité změny v evropské legislativě. Samozřejmým trendem je také neustálé zpřísnování jakostních norem pro pohonné hmoty, kdy tyto normy v oblasti biopaliv nabývají ještě více na významu tím, že jejich splnění je podmínkou pro akceptování biopaliv výrobci automobilů.

## 2.2 Legislativa ČR

Každý členský stát EU má podle platné legislativy pravidelně oznamovat Evropské komisi, jaká opatření přijal na podporu využití biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot, jaký byl podíl biopaliv a jiných obnovitelných pohonných hmot na celkové spotřebě motorových paliv za daný rok atp. Česká legislativa proto musí reflektovat cíle stanovené

Evropskou unií. Problematika užití biopaliv je v ČR ošetřena celou řadou legislativních předpisů (zákony, vyhlášky, nařízení a usnesení vlády ČR). Zde budou uvedeny ty nejdůležitější, a z těch vždy jen ta podstatná část, která se týká biopaliv.

### ***Zákon č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší***

Jedná se o nejdůležitější zákon z hlediska podpory biopaliv. Tento zákon byl již několikrát změněn jinými zákony, čímž do něj byly vloženy zásadní body týkající se biopaliv. K zatím poslední a zároveň nejvýraznější změně došlo zákonem č. 180/2007 Sb., který obsahuje především **povinnost přimíchávání biopaliv do minerálních pohonných hmot**. Tato novela do českého právního řádu zavádí legislativu EU na podporu využívání biopaliv v dopravě.

Osoba uvádějící motorové benziny nebo motorovou naftu do volného daňového oběhu na daňovém území České republiky pro dopravní účely je povinna zajistit, aby v pohonných hmotách, které uvádí do volného daňového oběhu na daňovém území České republiky pro dopravní účely za kalendářní rok, bylo obsaženo i minimální množství biopaliv:

- a) **od 1. září 2007 ve výši 2 % objemových** z celkového množství motorové nafty přimíchaných **do motorové nafty**,
- b) **od 1. ledna 2008 ve výši 2 % objemových** z celkového množství motorových benzinů přimíchaných **do motorových benzinů**,
- c) **od 1. ledna 2009 ve výši 3,5 % objemových** z celkového množství motorových benzinů přimíchaných **do motorových benzinů**,
- d) **od 1. ledna 2009 ve výši 4,5 % objemových** z celkového množství motorové nafty přimíchaných **do motorové nafty**.

Přimíchávání biosložky nezajišťují provozovatelé čerpacích stanic, ale tzv. povinné subjekty – výrobci, dovozci a distributoři motorových paliv. Biokomponenty se do motorových paliv přidávají v průběhu jejich výroby nebo na skladových terminálech. Povinný podíl biosložky musí být obsažen v celkovém objemu pohonných hmot dodaných na trh. Motorista tak může v konkrétním případě načerpat palivo, které bude obsahovat více nebo méně biosložky, její podíl však nesmí překročit 5 %. Výrobci, dovozci a distributoři mohou splnit svoji povinnost také tím, že na trh dodají dostatečné množství čistého biopaliva nebo palivové směsi obsahující vysoké procento biosložky.

Spolu s těmito body jsou zákonem stanoveny povinnost vedení evidence biopaliv, informační povinnost, sankce za neplnění a mnoho dalších souvisejících náležitostí. Kontrolu

množství dodaných biopaliv na český trh bude provádět Celní správa, která bude moci v případě nesplnění zákonem stanovených podmínek uložit povinným subjektům sankce ve výši 75 Kč za nedodaný litr a 100 000 Kč za špatně vedenou evidenci. Na kontrole zavádění biopaliv se bude podílet také Česká obchodní inspekce v rámci kontroly jakosti paliv u čerpacích stanic. Motorová paliva s nízkým obsahem biosložek nebudou zvlášť na stojanech označena. Pokud bude zákazník požadovat informaci o kvalitě a obsahu biosložky v právě čerpaném motorovém palivu, dostane na vyžádání tuto informaci u obsluhy čerpací stanice.

Dále zákon obsahuje obecnou definici biopaliv (ta jsou podrobně definována ve zvláštním právním předpise), biomasy a jiných paliv z obnovitelných zdrojů, směsných pohonných hmot atd. Do budoucna nelze vyloučit další změny tohoto zákona, především co se týče limitů a lhůt pro přimíchávání povinného množství biosložek do pohonných hmot.

### **Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních**

Pro účely této práce je relevantní zejména spotřební daň z minerálních olejů, přičemž do ní jsou zahrnuty i čistá biopaliva a směsi biopaliv s minerálními pohonnými hmotami. Jako důležitá by se mohla zdát i spotřební daň z lihu, biolih (bioetanol) určený k výrobě pohonných hmot však této dani nepodléhá.

S účinností od 1.1.2007 byl zákon 353/2003 Sb. změněn zákonem 575/2006 Sb. Tato novela zákona se týká zrušení daňové podpory nízkokonzentrovaných směsí biokomponent (bioetanolu a MEŘO) s fosilními motorovými palivy (automobilovými benziny a motorovou naftou). Tato daňová podpora byla realizována vratkou spotřební daně z podílu biopaliv v pohonných hmotách. U směsné motorové nafty (motorová nafta s 31 % obj. bionafty, B31) byla zvýšena sazba daně na úroveň klasické motorové nafty (tedy z původních 6 866 Kč za 1000 litrů na 9 950 Kč za 1000 litrů). K 1.1.2008 zároveň skončila i podpora ve formě nulové spotřební daně pro čistá biopaliva použitá pro pohon motorů. Současné sazby spotřební daně pro nejběžnější pohonné hmoty jsou uvedeny v následující tab. 4.

**Tab. 4: Aktuální sazby spotřební daně v ČR u vybraných pohonných hmot (leden 2008)**

<b>Palivo</b>	<b>Jednotka</b>	<b>Sazba (Kč)</b>
Motorové benziny s obsahem olova do 0,013 g/l *	1000 l	11 840
Motorové benziny s obsahem olova nad 0,013 g/l *	1000 l	13 710
Motorová nafta *	1000 l	9 950

\* včetně směsí s biopalivy

Zdroj: Zákon č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních

Také v oblasti spotřebních daní lze očekávat v blízké době další změny. V současné době jsou prakticky všechna biopaliva v ČR zatížena plnou sazbou spotřební daně.

V souvislosti s aktuálním postojem EU k problematice podpory biopaliv však vláda ČR dne 25.2.2008 schválila **Víceletý program podpory uplatnění biopaliv v dopravě**, který by měl pomoci při zvyšování podílu biopaliv v dopravě na 10 % do roku 2020 v souladu s cílem EU. Podle tohoto programu mají být biopaliva od roku 2009 zvýhodněná buď pomocí daňových úlev nebo osvobozením od spotřební daně.

### ***Zákon č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách***

Tento zákon definuje, co jsou to pohonné hmoty, jaké jsou podmínky pro prodej pohonných hmot na čerpacích stanicích, stanovuje požadavky na jakost pohonných hmot s odkazem na příslušnou vyhlášku č. 229/2004 Sb., konkretizuje způsob monitoringu čerpacích stanic a jakosti pohonných hmot, ukládá povinnosti pro provozovatele čerpacích stanic atd.

V návrhu novely zákona, je již mimo jiné zakomponována povinnost pro provozovatele čerpací stanice zajistit, aby na každé této stanici byly k dispozici po dobu jednoho měsíce dodací listy k pohonným hmotám na nichž je uveden obsah biopaliva v % obj. Dále vlastník čerpací stanice musí zajistit, aby na každé této stanici byly informace o jakosti prodávaných pohonných hmot včetně informace o přítomnosti biopaliva v nich. Jsou navrženy i pokuty za nedodržení těchto povinností.

### ***Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 229/2004 Sb.***

Touto vyhláškou se stanovují požadavky na pohonné hmoty a způsob sledování a monitorování jejich jakosti. Vyhláška mimo jiné definuje pohonné hmoty pro vozidla na pozemních komunikacích (včetně biopaliv i směsí biopaliv s klasickými fosilními palivy) a jakost všech pohonných hmot s odkazem na příslušné normy jakosti. Tyto normy se tím stávají právně závazné. Vyhláška dále stanovuje způsob sledování jakostních ukazatelů a monitoring jakosti.

Opět i tato vyhláška je v revizi. Změny se budou týkat definice pohonných hmot, biopaliv a směsných paliv. Doplněny budou vysokokoncentrační směsi.

Dalším legislativním předpisem v ČR, který se přímo týká problematiky biopaliv (především bioetanolu), je **zákon č. 61/1997 Sb., o lihu**, který stanoví podmínky pro výrobu, skladování, evidenci a oběh lihu, kompetence úřadů, spolu s dvěma prováděcími vyhláškami č. 140/1997 Sb. a 141/1997 Sb. Opět je připravena změna zákona včetně revizí obou vyhlášek.

Je patrné, že celá legislativa týkající se biopaliv se v posledních třech letech mnohokrát principiálně změnila. **Český model zavádění biopaliv je v současné době**

**založen na povinném přimíchávání biosložek do pohonných hmot** spolu s tvrdými sankcemi při nedodržení této povinnosti. Z pohledu motoristické veřejnosti se zavedením biokomponent do motorových paliv prakticky nic nemění. Kvalita motorových paliv bude odpovídat požadavkům domácích i evropských norem. Motorová paliva procházejí před uvedením na trh vícestupňovou kontrolou ze strany výrobců i distributorů. Paliva s přídavkem biosložek lze běžně používat pro zážehové i vznětové motory bez omezení. Zkušenosti z okolních států ukazují, že při dodržení všech požadavků nezpůsobuje nízkoprocentní přídavek biosložky v provozu současně vyráběných i starších vozidel žádné problémy.

**V rámci Víceletého programu podpory uplatnění biopaliv v dopravě** by od roku 2009 mělo dojít k další úpravě daňového systému pro biopaliva (daňové úlevy, osvobození od spotřební daně) se záměrem jejich podpory a v souladu s cíly EU. K tomu, aby bylo těchto cílů dosaženo, bude třeba využívat, kromě již zavedených povinných přídavků biosložek do pohonných hmot, i čistá biopaliva a jejich vysokoprocentní směsi. Daňové zvýhodnění těchto biopaliv mají zvýšit poptávku po nich, aby byla pro uživatele cenově přitažlivější než klasická paliva. **Konkrétně se počítá od roku 2009 s osvobozením od spotřební daně u čistých biopaliv, u vysokoprocentních biopaliv bude osvobozena jen samotná biosložka.** Dlouhodobá koncepce podpory biopaliv je tedy ve stádiu přípravy a bude podkladem pro další změnu legislativy.

### **2.3 Jakostní normy**

Při výrobě všech motorových paliv včetně biopaliv je nutno dodržovat určité zásady, aby bylo dosaženo požadovaných jakostních parametrů. Tyto parametry jsou přesně definovány normami. Na poli EU je třeba respektovat příslušné evropské normy, přičemž v ČR již většina těchto norem byla implementována do národních norem (označení ČSN EN).

Základním jakostním standardem pro motorovou naftu je v rámci EU norma **EN 590**, pro automobilový benzin **EN 228**. Obě dvě normy prošly v roce 2003 novelizací, díky které jsou kladeny vyšší kvalitativní požadavky na tyto pohonné hmoty. V těchto normách je též zakomponován povolený maximální limit pro obsah biokomponent v těchto pohonných hmotách.

**V případě nafty je umožněn přídavek FAME v maximálním množství 5 % objemových.** Takto upravená nafta je považována za standardní naftu a není třeba zvláštního označení na čerpacích stanicích ani povolení výrobců vozidla. **Stanovení jakostních ukazatelů FAME je definováno normou EN 14214.** Přimíchávané FAME musí striktně splňovat tyto jakostní požadavky, což je zároveň podmínkou pro souhlas výrobců automobilů

pro přídavek FAME do motorové nafty a současně pro dodržení záručních podmínek. Pokud je FAME použito jako samostatné palivo nebo jako vysokoprocenní směs s motorovou naftou, je třeba navíc zvláštního povolení od výrobců automobilů, opět garantováno pouze při splnění jakostní normy EN 14214, a tato paliva již musí být na čerpacích stanicích řádně označena.

ČR plně adoptovala normu EN 14214. Původně se využívala norma ČSN 65 6507 pro MEŘO, evropská norma je však přísnější. Specifickou záležitostí ČR je používání paliva s nejméně 31 % objemu MEŘO (B31). Pro toto palivo se využívá jakostních požadavků normy **ČSN 65 6508**. Názor výrobců automobilů na toto palivo není jednoznačný.

**Co se týče benzínu, norma EN 228 povoluje obsah biokomponenty v automobilovém benzínu 0–5 % obj. v případě etanolu a 0–15 % obj. v případě ETBE.** Benzin přitom může obsahovat buď jenom etanol nebo jenom ETBE a nebo etanol i ETBE. Musí však být vždy splněna podmínka, že obsah kyslíku v automobilovém benzínu nepřekročí 2,7 % hmotnostních. Použití takového paliva nevyžaduje žádný souhlas výrobců automobilů, jedná se o standardní palivo v rámci platné normy. Dá se předpokládat, že by výhledově mohlo dojít ke zvýšení limitů pro přídavek etanolu do benzinů na 10 % obj. a současně i ke zvýšení povoleného obsahu kyslíku na 3,7 % hm.

Kvalita etanolu pro dopravní účely musí odpovídat nově normě **EN 15376**, v ČR zatím nebyla převzata do státních norem a pro výrobu etanolu je tedy nutno se řídit normou **ČSN 65 6511**. V současné době se také pracuje na přípravě dalších jakostních standardů pro palivo pro zážehové motory s vysokým obsahem bioetanolu E85 (až 85 % obj. etanolu).



### 3 Technické aspekty a parametry používání biopaliv a jejich výroby

Tato kapitola blíže analyzuje jednotlivé nejdůležitější vlastnosti a parametry současných nejrozšířenějších biopaliv (bionafty a bioetanolu) a věnuje se jak fázi výroby, tak fázi jejich používání. Zároveň poskytne základní srovnání vybraných analyzovaných faktorů s klasickými fosilními palivy, tedy s motorovou naftou a benzinem.

#### 3.1 Bionafta

Bionafta je v rámci Evropy zřejmě nejperspektivnějším alternativním palivem pro dopravu v rámci příštích zhruba deseti až patnácti let. Tento potenciál bionafty je dán zejména současnou výraznou podporou biopaliv Evropskou unií a dlouhou tradicí výroby bionafty v Evropě, kdy evropská produkce představuje zhruba 80 % její celosvětové spotřeby.

Před dalším výkladem je třeba jasně vymežit terminologii, která se zde bude dále vyskytovat. Pod termínem bionafta se rozumí výhradně metylestery mastných kyselin (dále jen FAME). Nejčastějším druhem FAME je metylester řepkového oleje (MEŘO, anglicky RME, Rapeseed Methyl Ester). Samotné FAME/MEŘO tak tvoří čistou bionaftu. Daleko častěji je však bionafta pouze součástí klasické motorové nafty, a poté se hovoří o směsi nafty s FAME/MEŘO.

##### 3.1.1 Výroba MEŘO

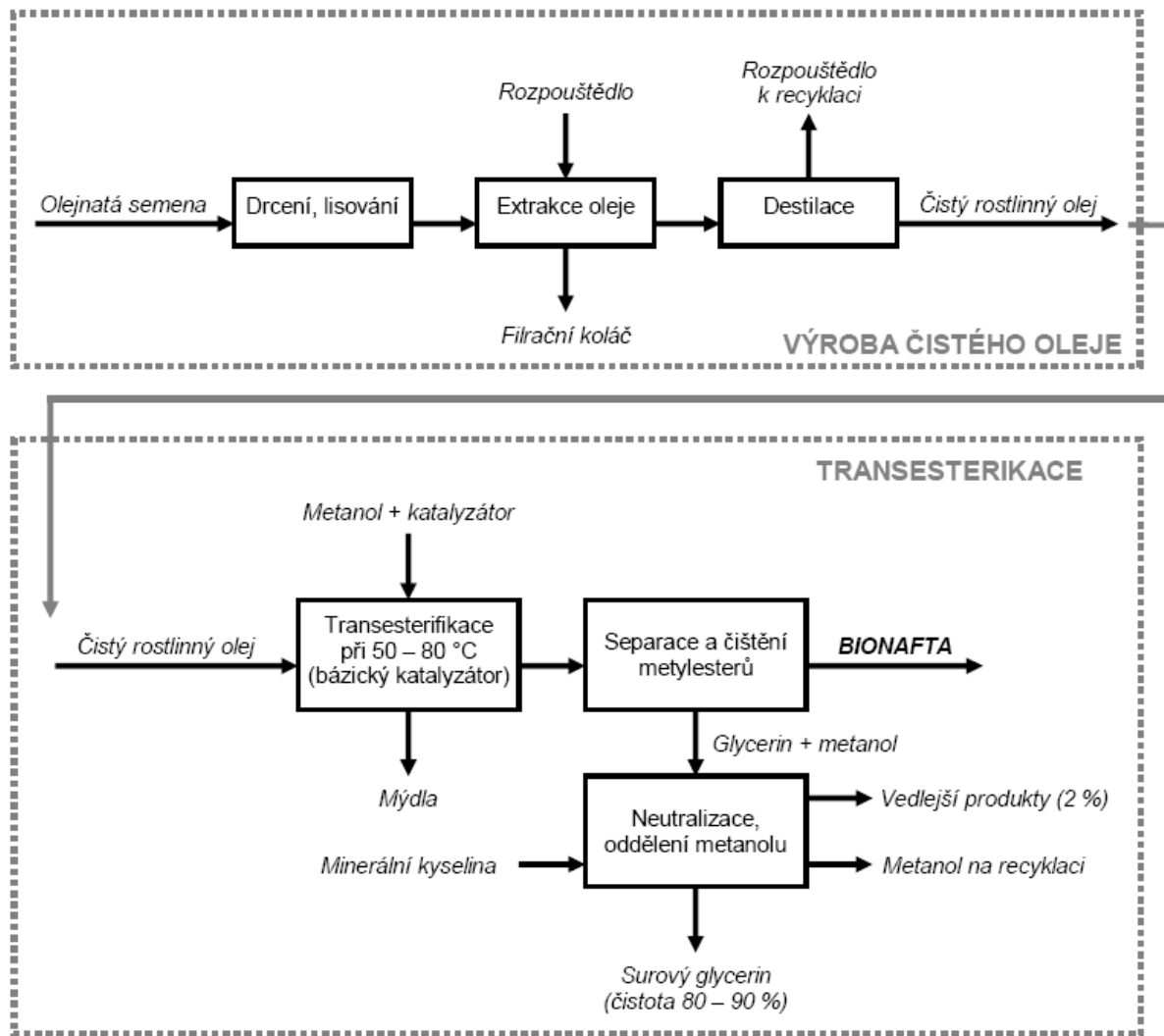
„MEŘO vzniká transesterifikací přítomných triglyceridů v řepkovém oleji s metanolem za přítomnosti vhodného katalyzátoru. Chemická reakce by se dala schematicky vyjádřit takto: **tryglicerid + metanol** → **směs metylesterů + glycerin**.“ (cit [32], str. 16)

Jednoduché blokové schéma výroby bionafty je uvedeno na *obr. 5*. Toto schéma zachycuje postup výroby již od prvotního zpracování řepkového semene na rostlinný olej až po konečný výstup, tedy bionaftu (MEŘO).

Pro získání čistého rostlinného oleje jakožto základní suroviny pro výrobu bionafty se používá stejný postup, jako při běžné výrobě rostlinných olejů pro potravinářský průmysl. Drcením, lisováním za studena a extrakcí se získá rostlinný olej, a následnou destilací se oddělí rozpouštědlo, které se dále recykluje. Zbytky semen rostlin po vylisování oleje se nazývají pokrutiny (ve schématu tzv. filtrační koláč), které obsahují vysoký podíl proteinů a lze je využít jako krmivo. Takto získaný čistý rostlinný olej lze také teoreticky použít jako palivo v dieselových motorech bez další chemické úpravy jeho struktury, ale vzhledem k špatným vlastnostem rostlinného oleje oproti motorové naftě se tento převádí do formy metylesterů mastných kyselin. Parametry těchto metylesterů jsou již naftě velmi podobné.

V prvním kroku přeměny rostlinného oleje na MEŘO se v metanolu nejprve rozpustí použitý katalyzátor, kterým je obvykle hydroxid draselný nebo sodný, a tato směs je společně s rostlinným olejem dávkována do uzavřeného reaktoru na transesterifikaci. Reakční teplota se obvykle pohybuje v rozmezí 50–80 °C a reakční doba je od 1 do 8 hodin.

**Obr. 5: Blokové schéma výroby bionafty transesterifikací rostlinných olejů**



Zdroj: ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*

Po transesterifikaci následuje oddělení glycerinu od metylesterů. Protože jak bionafta, tak glycerin obsahují metanol, je dalším krokem jeho oddestilování. Oddělený metanol je recyklován. Bionaftu je po odstranění metanolu ještě třeba důkladně promýt teplou vodou a odstranit tak zbytky katalyzátoru a/nebo mýdel (vznikajících při reakci) a nakonec zbatvit vody.

Na výrobu 1 t MEŘO je v podmínkách ČR potřeba přibližně 2,5 t řepky a současně vzniká asi 100 kg glycerinu, který představuje cenný produkt pro kosmetický průmysl, a dále

pak pro potravinářský průmysl, zdravotnictví aj. Pro znázornění lze uvést následující **přibližné bilanční schéma:**<sup>(dle [32], str. 19)</sup>

<i>Výtěžnost oleje při zpracování řepkového semena (% hm.)</i> .....	39
<i>Výtěžnost pokrutin při zpracování řepkového semene (% hm.)</i> .....	59
<i>Množství řepkového oleje při výrobě 1 t MEŘO (t)</i> .....	1,020
<i>Množství metanolu pro výrobu 1 t MEŘO (t)</i> .....	0,11
<i>Produkce glycerolu při výrobě 1 t MEŘO (t)</i> .....	0,11

### 3.1.2 Vlastnosti MEŘO, vliv na pohony motorových vozidel

Základní **parametry metylesterů mastných kyselin jsou velmi podobné jako u klasické minerální motorové nafty**. Porovnání vybraných parametrů MEŘO a motorové nafty je uvedeno v tabulce v příloze 4. **Vysoké cetanové číslo** MEŘO značí, že se dobře vzněcuje a ke spalování vyžaduje méně vzduchu. Spalováním bionafty vzniká **specifický zápach**, který může působit nepříjemně. MEŘO má také větší viskozitu a o něco větší hustotu. Těmito vlastnostmi se částečně kompenzuje jeho **menší výhřevnost** na jednotku objemu. Negativním důsledkem menšího energetického obsahu na jednotku objemu je **vyšší spotřeba** MEŘO v porovnání s klasickou motorovou naftou. Projevuje se růst objemové spotřeby o 6 až 10 %. Vlivem rozdílné hustoty a výhřevnosti dochází taktéž **poklesu výkonu motoru** o 3 až 8 %.

MEŘO má také **vyšší bod vzplanutí**, a ten je velmi důležitý z hlediska bezpečného zacházení s palivem. Transport bionafty a manipulace s ní jsou tedy bezpečnější než u klasické motorové nafty. Díky vyššímu bodu vzplanutí vyžaduje bionafta ohřev na vyšší teplotu pro vznik plynné směsi se vzduchem před jejím vznícením ve válci. To má za následek též horší startovatelnost automobilu při nízkých teplotách.

Dalšími výhodami MEŘO jsou **dobré mazací vlastnosti** (výrazně vyšší než u motorové nafty) a velmi **dobrá biologická odbouratelnost** (z 98 % za 21 dní). S tou ale na druhou stranu souvisí nevýhoda z pohledu skladování, a sice **menší stabilita bionafty**, což je odolnost vůči chemickým změnám při dlouhodobém skladování.

Co se týče materiálové snášenlivosti, tak se projevuje **větší agresivita k běžným pryžovým hadicím, těsněním a nátěrům**. Výrobci motorů, kteří povolují použití čistých MEŘO, již tento problém úspěšně vyřešili. Z hlediska vlivu na mazací oleje se projevuje **větší tendence k ředění motorového oleje** při nižších teplotách a malém zatížení motoru než

u motorové nafty. Vyrábí se i speciální motorové oleje pro tyto účely, jinak je požadováno zkrácení lhůt pro výměnu.

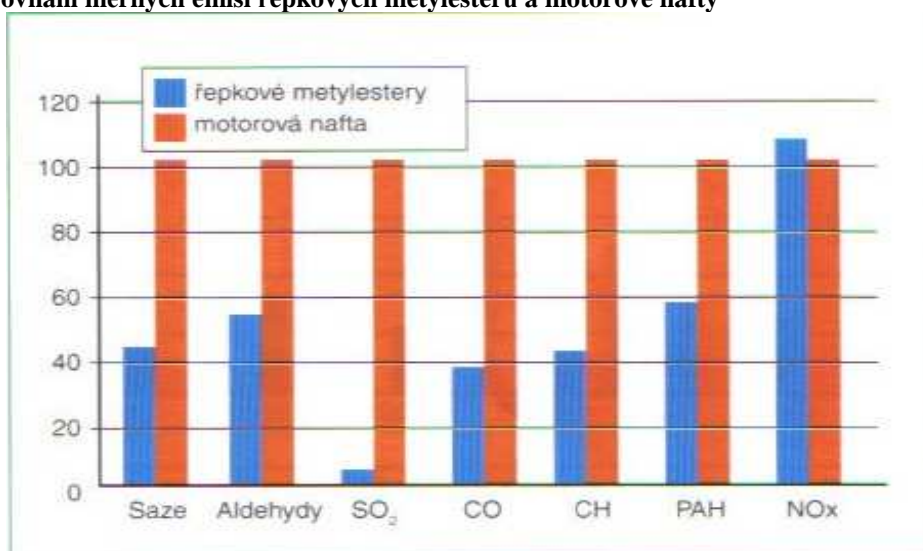
**Problémem bionafty je také přítomnost zůstatkového volného glycerinu.** Glycerin je usazován ve skladovacích nádržích a tvoří viskózní směsi, které mohou ucpávat palivové filtry a působit i problémy při spalování v motoru. Tento volný glycerin lze naštěstí velmi lehce odseparovat. Podobnou komplikací je i vyšší obsah vody. **Metylestery řepkového oleje jsou hydroskopické**, voda může vést k hydrolýze, korozi a s tím souvisejícím problémům. Stejně tak voda přispívá k růstu mikroorganismů v bionaftě, které podporují tvorbu kyselých kalů ucpávajících palivové filtry. Tyto problémy lze dnes již velmi úspěšně minimalizovat, např. použitím vhodných aditiv.

Maximální možnou **pozornost je třeba věnovat jakosti.** Biopaliva, stejně jako konvenční motorová paliva, musí dosahovat vysoké minimální úrovně kvality, aby byla přijatelná pro výrobce automobilů a motorů. Proto je při výrobě metylesterů mastných kyselin povinností dodržovat jednotnou evropskou normu **EN 14214**, popsanou již v kapitole 2.3.

### 3.1.3 Ekologické aspekty při spalování bionafty

MEŘO jako palivo, i pokud je použito jako přísada do směsí s motorovou naftou, má dobré ekologické vlastnosti. Porovnání měrných emisí MEŘO a motorové nafty je provedeno ve sloupcovém grafu na *obr. 6*.

**Obr. 6: Porovnání měrných emisí řepkových metylesterů a motorové nafty**



Zdroj: PASTOREK, Z.; KÁRA, J.; JEVIČ, P. *Biomasa*

Jednotlivé druhy emisí ze spalování motorové nafty v tomto grafu představují základ, tedy 100 %, a k tomuto základu jsou vztaženy emise ze spalování MEŘO. Je tedy jasně vidět, že **až na oxidy dusíku jsou ostatní emise při provozu výrazně nižší než u nafty.** Čisté

MEŘO má při porovnání s motorovou naftou **zhruba poloviční kouřivost**. Ve výfukových plynech dochází k významnému poklesu obsahu polyaromatických uhlovodíků, které v MEŘO prakticky nejsou přítomny, a tuhých částic. Emise NO<sub>x</sub> jsou pro MEŘO o několik procent vyšší, což je způsobeno v důsledku vyšší teploty spalování. Vysoký obsah kyslíku v MEŘO má pozitivní vliv na oxidaci a tím na snižování úrovně smogu ve městech. Navíc technický pokrok již několik let umožňuje použití oxidačního katalyzátoru ve vozidlech, čímž se dále snižují zejména emise nespálených aromatických uhlovodíků, CO a tuhých částic (snížení emisí CO až o 95 %, uhlovodíků o 85 % a tuhých částic až o 50 %). Již dříve bylo uvedeno, že spalováním biopaliv nedochází k nárůstu CO<sub>2</sub> v atmosféře díky jeho vstřebávání nově rostoucími rostlinami.

Při použití směsi MEŘO s motorovou naftou jsou také patrné převážně pozitivní rozdíly v tvorbě emisí v porovnání s čistou naftou. Pro srovnání je v *tab. 5* uveden příklad při použití směsné motorové nafty s 30 % FAME ve vozidle Peugeot 406.

**Tab. 5: Tvorba emisí při využití směsné motorové nafty s 30 % FAME**

Parametr	Měrné emise (motorová nafta = 100 %)*
CO	- 11 %
CH	- 20 %
NO <sub>x</sub>	+ 8 %
Částice (saze)	- 19 %
Aldehydy	žádný významný rozdíl
Polyaromatické uhlovodíky	žádný významný rozdíl
CO <sub>2</sub> ("od zdroje ke kolům")	- 18 %

\* vozidlo Peugeot 406 Hdí DW10

Zdroj: PASTOREK, Z.; KÁRA, J.; JEVÍČ, P. *Biomasa*

Uvedené údaje (kromě posledního řádku předchozí tabulky) se ovšem týkají pouze režimu provozu, tedy fáze TTW. V celém životním cyklu (WTW) biopaliv jsou tyto údaje odlišné. Výroba biopaliv je totiž energeticky náročnější než u klasických fosilních paliv, s čímž souvisí i vyšší spotřeba energie při výrobě, a tedy vyšší emise při výrobě. Určení těchto parametrů je ale velmi obtížné, protože se počítá s různými předpoklady, navíc se tyto propočty značně liší podle subjektu, který je prováděl. Celkovému posouzení ekologické, energetické a cenové efektivity biopaliv se podrobněji věnuje samostatná kapitola 4.

### 3.1.4 Způsoby použití bionafty

FAME je možné jako motorové palivo pro dopravu používat těmito **třemi způsoby**:

1. přímé přimíchání FAME do motorové nafty,
2. ve formě čistého FAME,
3. ve formě směsné motorové nafty.

**Přímé přimíchání FAME do motorové nafty** v množství nepřekračujícím povolený limit, tj. v současné době max. 5 % objemových. Tato varianta nevyžaduje speciální označení výdejních stojanů u čerpacích stanic. Obsah biokomponenty se může pohybovat v mezích daných platnou normou, tj. od 0 do 5 % obj. Použití tohoto paliva nevyžaduje ani žádný souhlas výrobců automobilů, jedná se o standardní palivo v rámci dané normy EN 590.

Do budoucna se dá očekávat zvýšení limitního obsahu FAME nad 5 %. Možným limitem je 8 až 10 %. Toto zvýšení bude pravděpodobně vázáno na požadavek na splnění emisních limitů EURO IV a EURO V pro osobní a nákladní vozidla; významnou roli bude hrát také snaha EU o splnění stanoveného cíle využití biopaliv do roku 2020.

**Bionafta, tj. čisté FAME** s kvalitou odpovídající EN 14214. V tomto případě musí být výdejní stojan čerpacích stanic viditelně označen a provoz na toto palivo je podmíněn souhlasem výrobců motorů.

**Směsná motorová nafta** s obsahem FAME 31 % objemových. Výdejní stojan čerpacích stanic musí být také viditelně označen. I v případě tohoto paliva je provozování vozidla podmíněno souhlasem výrobců motorů. Kvalita musí odpovídat ČSN 65 6508.

Přestože má bionafta velmi podobné vlastnosti jako klasická motorová nafta, jedná se o jiné chemické sloučeniny a tak existují určité rozdíly, které se poté projevují určitými problémy v tradičním vznětovém motoru. Na spoustu problémů již existují účinné nástroje a způsoby k jejich odstranění a vývoj v této oblasti dále pokračuje. Výrobci automobilů dávají souhlas pro vybrané typy svých vozidel k využívání čisté bionafty nebo směsné motorové nafty. Je jen otázkou času, kdy budou takováto vozidla v daleko větším počtu zastoupena na trhu s automobily.

Je možno konstatovat, že kvalita vyráběného FAME se neustále zlepšuje. Renomovaným výrobcům metylesterů se podařilo zdokonalit technologie, takže dnes dosahují dobré čistoty produktu, podařilo se prakticky odstranit dřívější problémy při aplikaci, jako bylo ucpávání filtrů, ředění oleje atd. Byly vyvinuty komplexní aditivace, které zlepšují

stabilitu, potlačují pěnovost a chrání proti korozi v přítomnosti vody. Očekává se, že 80 % používaných biopaliv v nejbližší době budou tvořit právě FAME

## 3.2 Bioetanol

Druhým biopalivem, který má v krátkém časovém horizontu potenciál zčásti nahradit ropná paliva, je bioetanol. Používání alkoholů jako paliv pro motorová vozidla je známo již celou řadu let, přičemž největší zkušenosti s bioetanelem mají v Brazílii a USA, přičemž tyto dvě země se na celkové produkci bioetanolu pro dopravní účely podílejí rozhodujícím způsobem. V Evropě bude bioetanol zřejmě marně konkurovat bionaftě.

### 3.2.1 Výroba bioetanolu

Bioetanol (biolh) je kvasný bezvodný denaturovaný lfh. Vyrábí se složitou chemickou reakcí – **fermentací cukrů**. „Fermentační neboli kvasný způsob výroby bioetanolu je založen na působení enzymů mikrobiální buňky v procesu, kterému se říká lihové kvašení, a tento proces probíhá převážně bez přístupu vzduchu.“<sup>(cit [32], str. 35)</sup> Vysvětlení tohoto procesu je věcí chemických inženýrů, protože vznikající reakce je komplikovanější.

V každém případě **pro výrobu bioetanolu je obecně vhodná jakákoliv biomasa, která obsahuje dostatečné množství cukrů nebo látek, které lze na cukr převést (škrob, celulóza)**. Takovouto biomasou mohou být cukrová řepa, cukrová třtina, brambory, pšenice, kukuřice, ječmen, tritikale (kříženec žita a pšenice) atd. **Intenzivní pozornost je ve světě věnována využití dřevné biomasy**, tedy stromů a trav, jako surovin pro výrobu bioetanolu. Tato biomasa je považována za velmi perspektivní surovinu, která je tvořena celulózou a hemicelulózou, a ty mohou být převedeny na jednoduché cukry.

Při vlastním fermentačním procesu výroby bioetanolu (tedy při kvašení) jsou zkvasitelné sacharidy transformovány na bioetanol a oxid uhličitý. Oxid uhličitý vzniká při kvašení ve velkém množství, a lze ho použít např. k přípravě uhličitanů, nebo k přípravě zkapalněného, popřípadě pevného oxidu uhličitého, v kvalitě vhodné pro potravinářský průmysl.

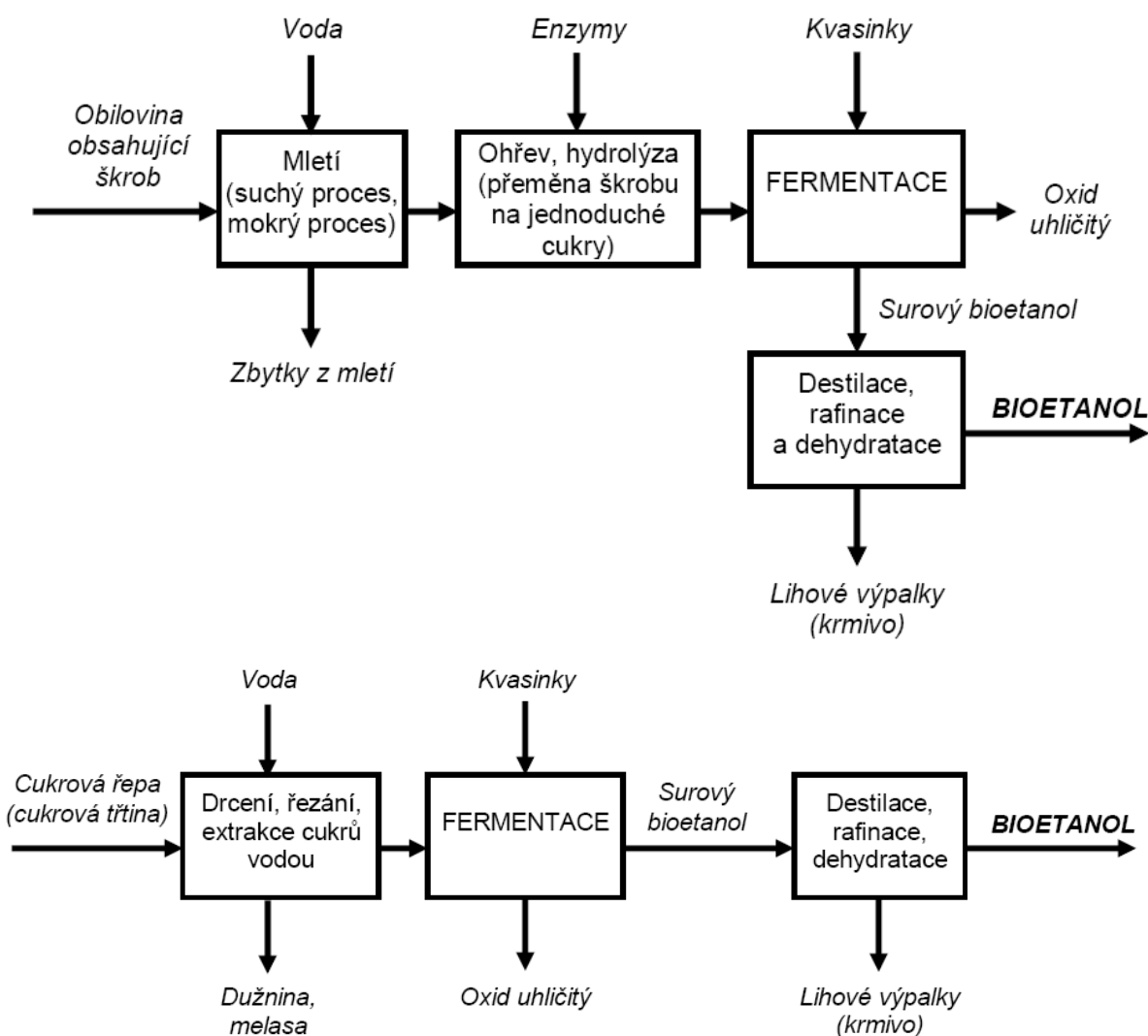
I při dodržení všech zásad optimálního způsobu výroby vznikají některé vedlejší produkty, které snižují výtěžek etanolu a komplikují proces destilačního dělení etanolu. Jedná se o organické kyseliny, glycerin, akrolein, vyšší alkoholy, estery a další látky.

Všechny tyto nežádoucí příměsi je nutno ze surového etanolu rafinací odstranit, aby vyrobený produkt splňoval dané jakostní požadavky na kvalitu pohonných hmot pro motorové vozidla. Výpalky získávané jako destilační zbytek při oddělování bioetanolu patří

k jednomu z nejvýznamnějších odpadů výroby bioetanolu. Jelikož jich vzniká velké množství a obsahují řadu organických a anorganických látek, mohli by podstatně zlepšit rentabilitu výroby bioetanolu. Je pro ně tedy třeba zajistit využití.

Obecný proces fermentace je stejný pro všechny technologické postupy, využívající různé suroviny pro výrobu bioetanolu. Jednotlivé postupy se liší pouze ve způsobu zpracování vstupní suroviny pro fermentaci, případně v dalších drobnostech. V současnosti se nejvíce využívají dva technologické postupy pro výrobu bioetanolu, a to výroba z obilovin a výroba z cukrové řepy. Jednotlivé technologické postupy jsou znázorněny v následujících blokových schématech (obr. 7). Při použití obilovin se zpracovává především kukuřice a pšenice v případě USA, z evropského měřítka pak pšenice, ječmen a tritikale. U druhého postupu se v Evropě nejčastěji zpracovává cukrová řepa, v Brazílii je pak klíčovou surovinou cukrová třtina.

**Obr. 7: Blokové schéma výroby bioetanolu z obilovin/cukrové řepy (cukrové třtiny)**



Zdroj: ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*



**Při výrobě bioetanolu z obilovin** jsou jako surovina použita pouze zrna obsahující škrob, která představují pouze malý podíl z celkové rostlinné hmoty. Prvním krokem je mechanická předúprava těchto škrobových zrn drcením nebo mletím. Odpadem jsou vláknité slupky zrn a stébla. V dalším stupni následuje proces bobtnání a zmazovatění zrn škrobu, kdy škrob uložený ve škrobových zrnech je postupně převáděn až na zkvasitelný sacharid, převážně glukosu. Pak už je na řadě vlastní fermentace (kvašení). Po skončení fermentace následuje destilační oddělení bioetanolu z prokvašené hmoty (surového bioetanolu), při kterém se jako vedlejší produkt získává destilační zbytek – obilné výpalky. Obilné výpalky jsou dobrým krmivem.

**Výroba bioetanolu z cukrové řepy nebo cukrové třtiny** představuje relativně méně složitý technologický proces, protože takováto biomasa již obsahuje jednoduché cukry a není tedy nutno je složitě získávat štěpením polysacharidů ze škrobu. Cukrová řepa nebo třtina je rozmělněna a cukry jsou odděleny pouze pomocí vody. Tyto cukry jsou poté dále zkvašeny obdobně jako u obilovin a další postup je také prakticky stejný. Odpadem ze zpracování jsou dužnina a melasa. Pokud je kladen v určité národní ekonomice důraz na výrobu cukru, nelze brát do úvahy cukrovou řepu jako hlavní surovinu pro výrobu etanolu a je třeba se zaměřit na využití vedlejších produktů z výroby cukru. Touto látkou může být melasa, což je hustá strupovitá tekutina, která vzniká jako odpad cukrovarnického průmyslu po vykrystalizování hlavního podílu cukru. Hlavní cukernou složkou melasy je sacharosa, což je však cukr přímo nezkrasitelný. Je tedy nutné ji nejdříve rozštěpit na zkrasitelnou glukosu a fruktosu.

**Do budoucna se počítá s výrobou bioetanolu z lignocelulóznové hmoty**, přičemž takto vyrobený bioetanol lze zařadit do biopaliv druhé generace. Mezi vhodné suroviny při tomto procesu patří rychle rostoucí energetické plodiny (např. vrba, blahovičnick, eukalyptus, atd.), zbytky ze zemědělské produkce (např. sláma, řepné řízky, vylisovaná cukrová třtina, zbytky ze zpracování dřeva) a další dřevnaté odpady a organické podíly komunálního pevného odpadu. Tato technologie už je sice teoreticky popsána a technicky realizovatelná, je však poměrně komplikovaná a zatím komerčně nerealizovatelná. Důvodem zájmu o tuto surovinu je skutečnost, že je k dispozici ve vydatném množství a je levnější než potravinářské plodiny, zejména při využití různých druhů odpadů. Zpracování lignocelulóznové biomasy na bioetanol vykazuje rovněž lepší energetickou bilanci. Tato technologie je nadále předmětem intenzivní výzkumné činnosti a její komerční využití se předpokládá v horizontu 10–15 let.

Pro výrobu bioetanolu lze použít následující **přibližné bilanční schéma:** (dle [32], str. 48)

a) Výroba z obilí

*Množství pšenice pro výrobu 1 t bioetanolu (t)..... 3,5*

*Produkce lihovarských výpalků při výrobě 1 t bioetanolu (t) ..... 1,1*

b) Výroba z cukrové řepy

*Množství cukrové řepy (cukernatost 16 %) pro výrobu 1 t bioetanolu (t)..... 13,44*

*Množství melasy (přepočtený obsah cukru 50 %) pro výrobu 1 t bioetanolu (t)..... 4,3*

*Množství řepného cukru pro výrobu 1 t bioetanolu (t)..... 2,15*

Průměrný hektarový výtěžek bioetanolu se pohybuje v rozmezí 21–56 hl v závislosti na typu suroviny, v případě obilných zrn je to asi 28 hl. Pro výrobu 1 t etanolu je potřeba asi 3 t zrn, resp. 2–4 t suché dřevní nebo travní suroviny.

Z bioetanolu lze vyrábět **ethyl-tercio-butyl-ether (ETBE)**. Ten je v petrolejářském průmyslu velmi žádanou komponentou do automobilových benzinů, podobně jako methyl-tercio-butyl-ether (MTBE), a v porovnání s etanolem dosahuje v určitých parametrech lepších výsledků (viz dále). Výrobu ETBE lze provést reakcí příslušného alkoholu, v tomto případě etanolu, s nenasyceným plynným uhlovodíkem isobutenem.

### 3.2.2 Vlastnosti bioetanolu a bio-ETBE, vliv na pohony motorových vozidel

Bioetanol je **vhodným alternativním palivem pro zážehové motory**, protože má **vyšší oktanové číslo** než benzin, které udává odolnost paliva vůči samozápalu při kompresi ve válci spalovacího motoru. Vyšší oktanové číslo vede ke zlepšení účinnosti v důsledku vyšší komprese motoru. Naopak etanol vykazuje výrazně **menší energetický obsah** na jednotku objemu než benzin (zhruba 2/3 energetického obsahu benzinu). Tato skutečnost je promítnuta do **větší spotřeby** směsí bioetanolu s benzinem. Tlak par je u čistého etanolu velmi nízký a to znamená, že je také nízká těkavost paliva. Problém však nastává u směsi etanolu s benzinem. Alkoholy totiž vytvářejí s uhlovodíky směs s nízkým bodem varu, a tedy s vyšším tlakem par. To se kompenzuje zmenšením uhlovodíkové frakce v benzinovém základu. Etanol zároveň vyžaduje při spalování méně vzduchu, je tedy v motoru dokonaleji spalován. Cetanové číslo, které značí, jak se palivo dobře vzněcuje, je u etanolu nízké a proto je již méně vhodným palivem pro vznětové motory. I tohle použití je však vhodnou úpravou možné a v jistých případech se o něm uvažuje.

Nevýhodou etanolu je, že **způsobuje rychlejší korozi kovových materiálů, odstraňuje oleje a napadá plastické hmoty**. Vlivem vyšší zápalné teploty se vyznačuje

**horší startovatelností** při nízkých teplotách. **Velkým problémem etanolu je voda.** Etanol je rozpouštědlo a oproti motorovému benzínu zcela mísiitelný s vodou. Tato jeho vlastnost může vést k problémům, když motorový benzin s podílem bioetanolu přijde do styku s vodou. Protože voda má vyšší hustotu než benzin, vylučuje se v nádrži jako oddělená fáze na dně. Sem se může dostat velká část bioetanolu. Tato směs vody a etanolu není vhodná pro provoz automobilu. Voda obvykle obsahuje částičky rzi a dalších pevných nečistot. Ty jednorázově nepředstavují vážný problém, nicméně opakovaným používáním se jejich množství v systému zvětšuje a je pak příčinou opakujících se problémů s ucpáváním filtrů a systémů dávkování paliva.

V případě bioetanolu a jeho směsí s motorovými palivy je **situace týkající se přepravy, skladování a distribuce komplikovanější než v případě bionafty.** Ve skladovacích ani přepravních systémech nesmí být přítomna žádná voda. Je tedy nutné vyloučit dopravu paliva potrubními přepravními systémy, která se nemohou udržovat suchá. Optimální postup distribuce je tedy opět doprava vyrobeného paliva přímo z terminálu výrobce do maloobchodní sítě.

Studie zaměřené na hodnocení vlivu různých etanol-benzinových směsí na opotřebení motorů ukázaly, že při používání směsí s nízkým obsahem etanolu je riziko zvýšeného opotřebení malé. To platí pro koncentrace do 10 % obj. etanolu (E10). Větší obsah etanolu již způsobuje snížení výkonu, vyšší spotřebu a rychlejší opotřebení částí motoru a palivových soustav, což má dopad i na omezení záruky na motorová vozidla.

**Výhodou ETBE ve srovnání s etanolem** je větší výhřevnost, menší tlak par, vysoké oktanové číslo, při srovnání s alkoholy se s benzínem lépe mísí a takto vzniklá směs je stabilní. Vysoké oktanové číslo umožňuje snížení obsahů aromátů v benzínu a zároveň přítomnost ETBE v benzínu podporuje jeho dokonalejší spalování, což vede ke snížení emisí uhlovodíků a CO. **Z technického hlediska je tedy vhodnější variantou využití přídavku ETBE do automobilových benzinů.** Použití benzinů obsahujících ETBE v množství povoleném normou (max. do 15 % obj.) je bezproblémové a nevyžaduje žádné úpravy infrastruktury. Tyto benziny lze bez problémů i dlouhodobě skladovat. Použití ETBE je výhodné i z ekologického hlediska, protože je podstatně méně rozpustné ve vodě a rychleji se biologicky odbourává než MTBE. Porovnání vybraných parametrů etanolu, ETBE a benzínu poskytuje tabulka v příloze 5.

I v případě výroby bioetanolu je **třeba dodržovat příslušné jakostní normy**, popsané v kapitole 2.3. Požadavky na vlastnosti etanolu přidávaného do motorových paliv jsou specifikovány v jakostní normě **EN 15376 a ČSN 65 6511**.

### **3.2.3 Ekologické aspekty při spalování bioetanolu**

Všeobecně platí, že **emise vznikající spalováním etanolu jsou nižší než v případě spalování benzínu**, přičemž emise CO, tuhých částic a organických látek jsou přibližně o polovinu nižší a emise N<sub>2</sub>O asi o jednu čtvrtinu nižší než emise ze zážehových motorů spalujících benzin. Pozitivní přínos pro životní prostředí má i používání směsí, např. 10 % etanolu a 90 % benzínu. Takové palivo snižuje tvorbu CO o více než 25 % v porovnání s jakýmkoliv jiným benzínem. Problémem jsou ale vyšší emise aldehydů, které však lze použitím oxidačního katalyzátoru snížit až o 80 %.

Etanol je málo reaktivní s vysokým oxidačním účinkem, čímž se podílí i na snižování tvorby ozónu. Je také bezpečnou náhradou za toxické přísady na zvyšování oktanového čísla benzínu, jako je benzen, toluen a xylen. Navíc tím, že je vyráběn z biomasy, nezpůsobuje další růst oxidu uhličitého v atmosféře.

Opět i zde se jedná pouze o fázi používání, přičemž energetickému a ekologickému posouzení efektivity celého životního cyklu bioetanolu se bude věnovat kapitola 4, protože jde o složitý problém a vyžaduje hlubší analýzu.

### **3.2.4 Způsoby použití bioetanolu**

Bioetanol je vzhledem ke svým fyzikálně-chemickým vlastnostem vhodným alternativním palivem pro zážehové motory, a to ve formě jeho směsí s uhlovodíky (benzínem) v širokém rozmezí koncentrací. Paliva s nízkým obsahem etanolu v palivu (do 5 resp. 10 % obj.) nebo paliva s přídavkem ETBE na bázi bioetanolu lze použít k pohonu motorových vozidel, které jsou konstruovány pro spalování klasického benzínu ropného původu. Použití směsí s větším obsahem etanolu (až 85 % obj.) je možné pouze ve speciálně upravených pohonných jednotkách.

Bioetanol je možné prakticky používat jako komponentu pro motorové palivo **těmito způsoby**:

1. přímé přimíchání bioetanolu do autobenzínu,
2. výroba ETBE na bázi bioetanolu a jeho využití jako komponenty autobenzínu,
3. výroba motorových paliv s vysokým obsahem etanolu.

**Přímé přimíchání bioetanolu do autobenzinu** v množství nepřekračujícím povolený limit (v současné době max. 5 % obj.).

**Výroba ETBE na bázi bioetanolu a jeho využití jako vysokooktanové komponenty autobenzinu** v množství povoleném platnou normou (v současné době max. 15 % obj.). Tato varianta nepřímého využití bioetanolu je všestranně nejvýhodnější. ETBE jako komponenta autobenzinu má vlastnosti stejné a nebo lepší než dosud používané MTBE a nejsou předpokládány žádné negativní dopady.

Ani jedna z výše uvedených variant nevyžaduje speciální označení výdejních stojanů u čerpacích stanic. Benzin přitom může obsahovat buď jenom etanol nebo jenom ETBE nebo etanol i ETBE. Musí však být vždy splněna podmínka, že obsah kyslíku v automobilovém benzínu nepřekročí 2,7 % hmotnostních. Použití tohoto paliva nevyžaduje ani žádný souhlas výrobců automobilů.

**Výroba motorových paliv s vysokým obsahem etanolu.** Jedná se především o palivo E85, které obsahuje až 85 % bioetanolu a slouží jako náhrada autobenzinu pro zážehové motory. Použití bioetanolu ve vyšších koncentracích je možné **jen pro speciálně upravená vozidla označovaná jako FFV (Flexible-Fuel Vehicles)**, které majitelům umožňují díky řídicí jednotce a použitým materiálům provozovat vozidlo jak na fosilní benzin, tak na jakoukoliv lihobenzinovou směs (až s 85 % lihu). Jejich počet v Evropě není zatím dostatečný. Problémem je vyšší pořizovací cena těchto automobilů. Ve světě se nejvíce využívají v Brazílii a USA, v Evropě je průkopníkem jejich využití Švédsko, ale můžeme se s ním setkat i v Německu a dalších evropských zemích.

Existuje však i možnost použití etanolu jako paliva ve vznětových motorech. Pro využití ve vznětových, tj. dieselových motorech, je určeno palivo E95. Toto palivo obsahuje až 95 % etanolu, zbytek jsou aditivační přísady zlepšující užité vlastnosti paliva. Speciálně upravený motor však již není schopen provozu na běžnou motorovou naftu. Využití tohoto paliva se předpokládá spíše v uzavřených autoparcích (např. autobusy MHD). I zde je evropským průkopníkem Švédsko. Řada výrobců autobusů již komerčně nabízí autobusy s motory speciálně vyvinutými pro toto palivo.

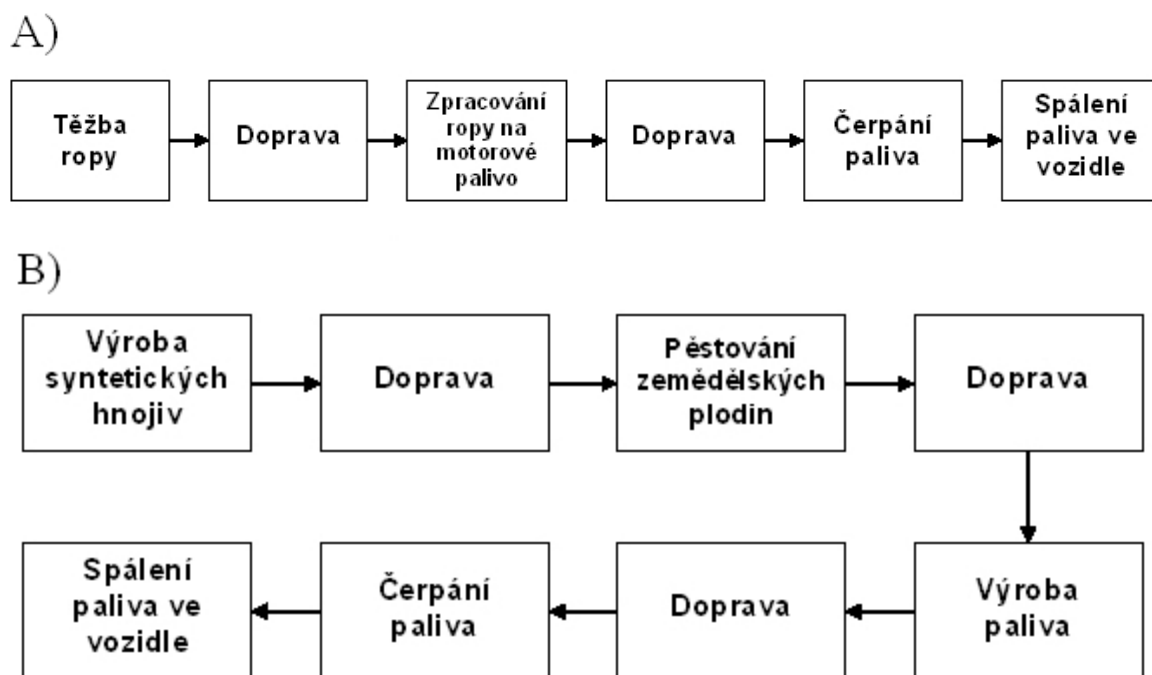
Obě tato paliva (E85 a E95) se mohou využívat pouze ve vozidle, která jsou k provozu s těmito palivy řádně schválena a homologována. Výdejní stojan na čerpací stanici musí být viditelně označen tak, aby nemohlo dojít k záměně za fosilní pohonnou hmotu.

## 4 Posouzení energetické efektivity a celospolečenských vlivů užití biopaliv

Z hlediska širšího uplatnění využití biopaliv v dopravě je velmi důležitá otázka energetické bilance. Ta vyjadřuje poměr množství vložené energie do celého procesu výroby a distribuce biopaliva (energie na setí, sklizeň, zpracování surovin a dopravu) k množství energie získané jeho použitím. Tento poměr poté výrazně ovlivňuje celkové posouzení efektivity použití biopaliv, a to jak z pohledu ekologického, tak ekonomického.

Při posuzování energetické efektivity jakýchkoliv paliv je tedy **nutné brát v úvahu celý jejich životní cyklus (LCA, Life Cycle Assessment)**. Při podrobné analýze je poté třeba přesně vymezit hranice každého systému. Následující schéma na *obr. 8* přehledně znázorňuje tyto hranice jak u životního cyklu klasických fosilních paliv, tak u biopaliv.

Obr. 8: Hranice systému při analýze LCA fosilních motorových paliv (A) a biopaliv (B)



Zdroj: SMĚKAL, Petr. *Well-to-Wheels analýza motorových paliv*

Z uvedených schémat je vidět, že životní cyklus biopaliv je již na první pohled rozsáhlejší než u klasických fosilních motorových paliv. U směsi biopaliv s fosilními palivy vstupuje do celého cyklu ještě fáze mísení těchto dvou paliv. Tato skutečnost sama o sobě vytváří předpoklad, že energetická náročnost biopaliv bude podstatně vyšší než u fosilních paliv a že energetický zisk ze spalování biopaliv jen velmi těžce předčí množství energie do jejich výroby vložené, a pokud ano, tak tento kladný energetický přebytek nebude nijak výrazný. Taktéž ekologické přínosy při spalování biopaliv mohou být "vymazány" při nadměrné produkci škodlivin související s procesem jejich výroby. Všechny tyto otázky jsou

logicky předmětem intenzivního zájmu různých vědeckých, zájmových i politických skupin. Jasně odpovědi na tyto otázky by z velké části vyřešily rozhodnutí, zda biopaliva využívat a podporovat, či nikoliv. Bohužel konkrétní a přesné vyčíslení tohoto problému je velmi složité, protože „v modelu LCA biopaliv je potřebná analýza velkého množství nejrůznějších vstupních dat z řady odvětví národního hospodářství (zemědělství, těžba surovin, energetika, chemický průmysl automobilový průmysl, ekonomika)“<sup>cit [32], str. 206</sup>, vystupuje zde celá řada proměnných a velmi těžce kvantifikovatelných veličin a často je nutné pracovat s různými předpoklady. K tomu je většinou nutný celý řešitelský tým, jehož členové se vyznají v jednotlivých oblastech dané problematiky

Tato část práce se pokusí veškeré dostupné poznatky shrnout do uceleného výstupu, a v některých parametrech konkretizovat na podmínky v České republice. Analýza v této kapitole se týká zejména současných biopaliv první generace.

#### **4.1 Energetická bilance a GHG emise biopaliv**

V posledních letech vzniklo již několik studií, zabývajících se posouzením energetické bilance a zejména emisí skleníkových plynů (GHG) v celém životním cyklu biopaliv (LCA). V současné době je za jednu z nejlepších a nejkompexnějších analýz daného typu považována studie **Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European kontext**, která byla vypracována sdruženými CONCAWE, EUCAR a JRC v roce 2003 (poslední aktualizace v roce 2007), a která je zároveň oficiálním materiálem Evropské komise při rozhodování o nové podobě legislativy pro podporu biopaliv. Dalšími známými studii jsou Life cycle assessment of energy products: Environmental impact assessment of biofuels (2007), vypracována švýcarským institutem pro výzkum materiálů EMPA a Well-to-Wheels Analysis of energy use and greenhouse gas emissions of advanced fuel/vehicle systems – a European study (2002), vypracována společnostmi General Motors, L-B-Systemtechnik, BP, Exxonmobil, Shell a Totalfinaelf.

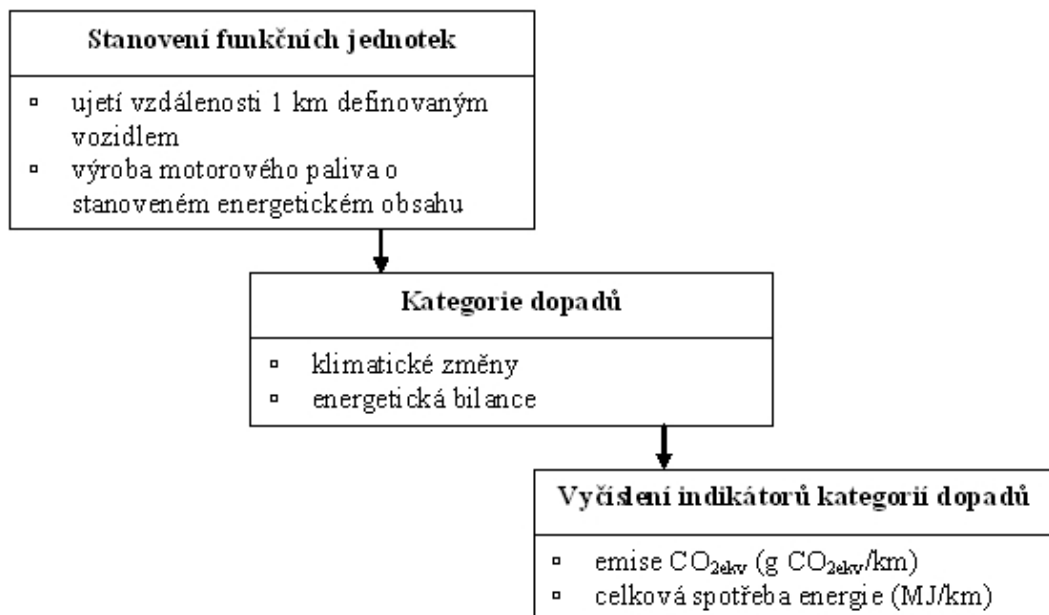
Převážně z první uvedené analýzy budou čerpána v dalším textu klíčová data, proto je nutné naznačit **metodologii** výpočtu těchto dat, se kterou tato studie pracovala. Při posuzování energetické bilance a emisí GHG v celém cyklu biopaliv (WTW) byl tento cyklus rozdělen na fázi výroby paliva (WTT) a fázi spotřeby paliva ve vozidle (TTW). Při konkrétním vyčíslování se kombinovaly dvě skupiny hodnot:

- vynaložená energie ve fázi WTT vztažená na jednotku energie obsažené v palivu,
- energii spotřebovaná ve vozidle ve fázi TTW vtažená na jednotku ujeté vzdálenosti.

Hodnoty energií jsou zpravidla prezentovány jako celková energie, která je potřebná na pohyb vozidla po dráze 1 km. Tato energie zahrnuje jak fosilní, tak i obnovitelnou energii a jako taková popisuje celkovou energetickou efektivnost. Všechny simulace byly pro srovnatelnost založeny na společných modelech automobilů, pro Evropu je takovým typickým vozidlem 5-ti sedadlový sedan (např. Volkswagen Golf). Hodnoty GHG emisí spotřeba energie jsou ve fázi TTW poměrně lehce zjistitelné (zjistí se měřením při provozu definovaného vozidla). Ve fázi WTT je vzhledem k jejímu rozsahu situace podstatně horší. U biopaliv se tyto hodnoty zjišťují jednotlivě pro pěstování výchozí suroviny, silniční dopravu suroviny k výrobě (50 km), výrobu paliva, silniční dopravu paliva k místu spotřeby (150 km) a samotnou distribuci, zároveň se zde počítá se zpětným vstřebáváním CO<sub>2</sub> vzniklého spalováním biopaliv. Celkové emise GHG jsou ve studii vyjádřeny v ekvivalentu CO<sub>2</sub> (CO<sub>2ekv</sub>) a berou tedy v úvahu kromě CO<sub>2</sub> též emise N<sub>2</sub>O a metanu, které se v uvedených studiích vyčíslují formou odhadu s použitím vhodných přepočítávacích faktorů podle IPCC.

**Funkční jednotkou** ve fázi WTT je tedy výroba motorového paliva o definovaném energetickém obsahu. Ve fázi TTW se pak jedná o ujetí vzdálenosti 1 km definovaným vozidlem. **Kategorie dopadů** užití biopaliv poté představují míra příspěvku ke klimatickým změnám na Zemi a energetická bilance biopaliv. **Indikátory těchto dopadů** jsou konkrétní hodnoty emisí GHG plynů (g CO<sub>2ekv</sub>/km) a celkové spotřeby energie (MJ/km). Metodologii uvedené Well-to-Wheels analýzy lze znázornit v následujícím schématu na obr. 9.

Obr. 9: Metodologie vyčíslování hodnot u Well-to-Wheels analýzy



Zdroj: Autor

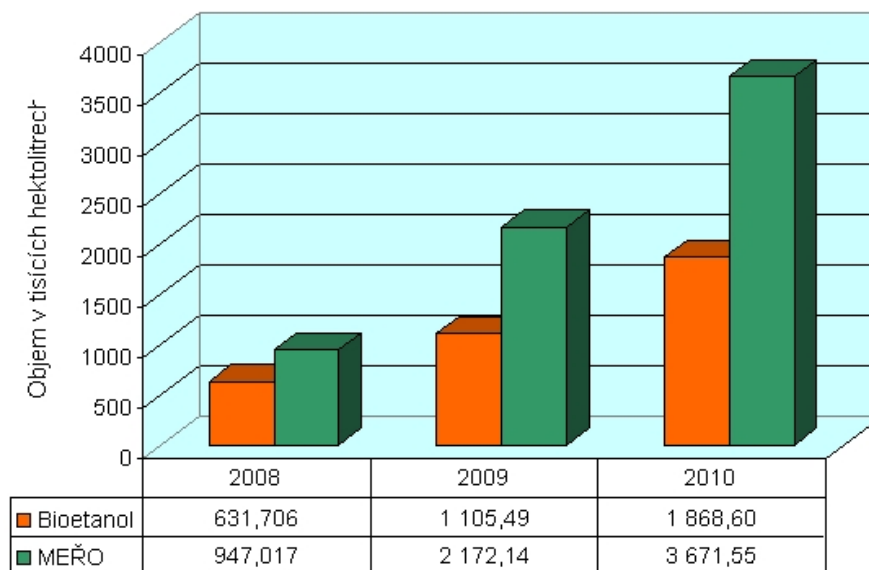


#### 4.1.1 Situace v ČR

Na zhodnocení energetické náročnosti a celkových emisí skleníkových plynů v celém životním cyklu biopaliv mají výrazný vliv i použítá surovina a způsob výroby daného paliva, a také klimatické a půdní podmínky při pěstování výchozí suroviny. Každé konkrétní biopalivo má totiž jinou energetickou bilanci a tím pádem i jiné hodnoty GHG emisí. **V České republice přichází v úvahu jako nejvhodnější surovina pro výrobu biopaliva řepka olejná (produktem je MEŘO), pro výrobu bioetanolu se pak uvažuje zejména o pšenici a cukrové řepě.**

Je zřejmé, že podle současné legislativy, která ukládá povinnost přimíchávání biosložek do pohonných hmot, nebude možno splnit evropského cíle 5,75 % biopaliv na trhu pohonných hmot do roku 2010, který plyne z unijní směrnice. Tohoto cíle je možné dosáhnout pouze v kombinaci s čistými a vysokoprocenními biopalivy. Proto se v návrhu víceletého programu pro biopaliva v ČR počítá s následujícím růstem množství biopaliv, tak jak je zobrazeno v grafu na obr. 10.

Obr. 10: Odhad potřebného množství biopaliv v ČR



Zdroj: Euro.cz

Se zvyšujícím se množstvím biopaliv bude korespondovat i potřeba většího množství surovin a také většího půdního fondu k jejich pěstování (viz tab. 6).

Tab. 6: Odhad potřebného množství surovin a osevní plochy k výrobě biopaliv v ČR

	Množství (tis. t)			Plocha (tis. ha)		
	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<b>Pšenice</b>	88,47	154,83	261,71	17,69	30,97	52,34
<b>Cukrovka</b>	315,85	552,74	934,3	6,32	11,05	18,69
<b>Řepka</b>	233,35	535,21	904,67	77,78	178,4	301,56

\* předpokládaný výnos: pšenice 5 t/ha, cukrovka 50 t/ha, řepka 3 t/ha

Zdroj: Euro.cz

**Konkrétní LCA studie pro posouzení vlivu v Česku pěstovaných biopaliv na životní prostředí zatím není k dispozici** (v době psaní této práce). Je již ale v zadání Ministerstvem životního prostředí ČR, přičemž na jejím vytvoření pracují např. Centrum dopravního výzkumu, Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu, Svaz chemického průmyslu České republiky a ADW Bio, a.s. Je tedy třeba zatím vycházet z výsledků a závěrů dostupných mezinárodních studií, které sice nejsou přesně konkretizovány na podmínky ČR, ale k základnímu posouzení postačí.

#### 4.1.2 Energetická bilance

Energetická bilance představuje jeden z nejdůležitějších parametrů při posuzování efektivnosti biopaliv, ale i jakýchkoliv jiných paliv. Pokud je tato bilance **záporná**, znamená to, že je vynaloženo více energie na výrobu a distribuci biopaliv, než kolik se jí získá jejich užitím ve vozidlech, což je nežádoucí jev a využívání biopaliv je poté jeví jako neefektivní, alespoň tedy z hlediska energetického. Jestli je ale bilance **kladná**, tak je celková vložená energie efektivně využita na výrobu energie jiné, určené k pohonu motorových vozidel. Logickým požadavkem a trendem je minimalizovat sumu vynakládané energie, ať už pomocí nových technologií nebo způsobem zpracování výchozích surovin, racionálně využívat odpadní a vedlejší produkty při výrobě biopaliv, podporovat výzkum a vývoj využívání jiných druhů biomasy (odpadní a dřevní biomasa, lignocelulózové hmoty) k výrobě tzv. biopaliv druhé generace, což by při lepším zvládnutí technologie výroby mimo jiné výrazně přispělo k lepší energetické bilanci těchto paliv.

Základní charakteristikou paliva při posuzování energetické bilance je **energetický obsah resp. výhřevnost paliva**. Klasická ropná paliva mají obecně vyšší energetický obsah než biopaliva, pro jejich ekvivalentní záměnu je tedy potřeba větší množství biopaliva. Hlavní nevýhodou menšího energetického obsahu biopaliv vztáženého na jednotku objemu je tedy větší spotřeba v porovnání s klasickými fosilními palivy. V *tab. 7* je porovnána výhřevnost jednotlivých druhů biopaliv a klasických fosilních motorových paliv.

**Tab. 7: Porovnání výhřevnosti jednotlivých druhů motorových paliv**

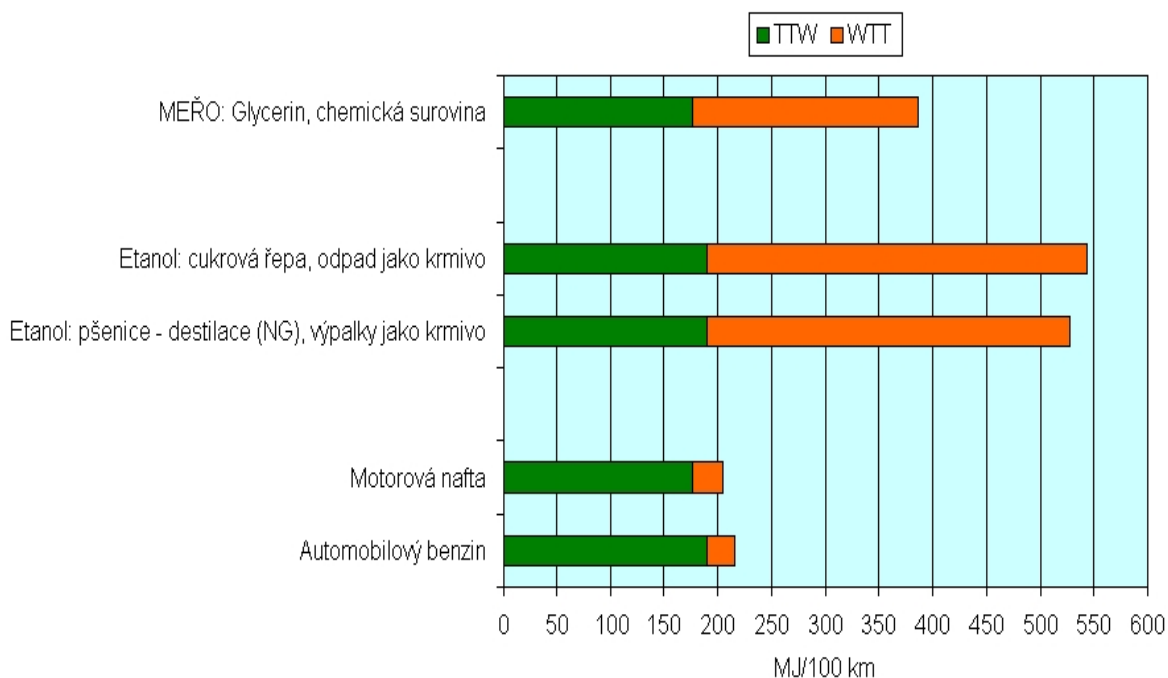
	MEŘO	Motorová nafta	Etanol	ETBE	Automobilový benzin
MJ/kg	37,3	42,7	26,4	36,0	41,3
MJ/l	32,0	35,7	21,2	26,7	31,0

Zdroj: ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*

Energetický obsah paliva nám tedy určuje využitelný obsah energie z paliva, tzn. při jeho použití (spalování) v samotném vozidle. Jedná se tedy o fázi TTW. K posouzení energetické bilance je však třeba znát ještě spotřebu energie ve fázi WTT. Zde se jedná o celý proces výroby (včetně získávání surovin) a distribuce paliva. V tomto procesu existuje celá řada činností, jako např. těžba surovin u fosilních paliv, případně pěstování a sklizeň zemědělských surovin u biopaliv, vlastní výroba paliv, skladování a přeprava. Energie potřebná k vykonání těchto činností je však velmi těžko kvantifikovatelná.

Ve studii Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European kontext je posuzována energetická náročnost jednotlivých paliv jako celková energie potřebná k ujetí vzdálenosti 100 km. Tato celková energie zahrnuje jak energii k výrobě potřebného množství paliva, tak energii obsaženou ve spotřebovaném palivu. Tuto situaci si lze znázornit v grafu na obr. 11, přičemž jsou zde zahrnuty pouze taková biopaliva, která je možné a reálné vyrábět i v ČR. Podkladové hodnoty tohoto grafu viz příloha 6.

**Obr. 11: Energetická náročnost jednotlivých biopaliv**



Zdroj: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European kontext

Z uvedeného grafu je jasně zřetelné, že celková energetická náročnost analyzovaných biopaliv (tedy bionafty a bioetanolu) je výrazně větší, než u fosilních paliv. Poměr energií v jednotlivých fázích WTT/TTW je větší než 1, což znamená, že energie vložená do výroby a distribuce těchto paliv je větší, než energie, která se získá jejich spálením v motorech vozidel. To poukazuje na to, že fáze předcházející konečné spotřebě paliva je velmi energeticky náročná a na výrobu energie jedné (v tomto případě energie pro pohon motorových vozidel) je potřeba vynaložit větší množství energie jiné. **Výroba uvedených biopaliv je tedy podle uvedené studie z energetického hlediska neefektivní.**

U biopaliv je však celková energetická bilance ovlivněna i klimatickými a půdními podmínkami při pěstování zemědělských surovin pro výrobu biopaliv. Tyto podmínky poté ovlivňují jejich výnosy a v jednotlivých státech EU se značně liší. Významnou roli hraje též způsob zpracování použitých surovin a velký vliv má **využití vedlejších a odpadních produktů při výrobě biopaliv. Při započtení jejich energetického využití se energetická bilance může výrazně vylepšit** do kladných čísel. V následující *tab. 8* je uvedena kalkulace energetické bilance pro výrobu MEŘO v konkrétních podmínkách ČR, při uvažování dopravy biopaliva jen v místních lokalitách.

**Tab. 8: Energetická bilance výroby MEŘO v podmínkách ČR**

<b>Forma vstupu/zisku energie</b>	<b>GJ.ha<sup>-1</sup></b>
Pěstování a doprava	17,5
Energie na výrobu rostlinného oleje	5,4
Energie na výrobu MEŘO	7,6
<b>Vstupy celkem</b>	<b>30,5</b>
MEŘO	44,9
Výlisky	31
Glycerol	1,9
<b>Zisk celkem</b>	<b>77,8</b>

Zdroj: VLK, František. *Paliva a maziva motorových vozidel*

V tabulce se tedy uvádí, že uvedený poměr pro samotné MEŘO je asi 1:1,4 (jedna jednotka vložené energie na výrobu přinese 1,4 jednotky energie v podobě MEŘO). Tento poměr sám o sobě není příliš vysoký, pokud by se ovšem do celkové bilance započítalo i energetické zhodnocení odpadů z výroby MEŘO, pak se tento poměr výrazně zlepší. Zbytky z výroby oleje se totiž dají použít na výrobu další energie, a to jak tepla tak i elektřiny, přičemž energetický obsah zbytků je relativně vysoký. Lze energeticky využít i slámu, která zbude po sklizni řepky, a která skýtá velký potenciál do budoucna při výrobě energií (včetně biopaliv druhé generace). Celková energetická bilance při výrobě bionafty je tedy pozitivní

a zároveň lepší než u alkoholů. **Nutno podotknout, že údaje o energetické bilanci MEŘO se z mnoha zdrojů značně liší**, a nelze opomenout také fakt, že technologie výroby, především po technické stránce, se neustále inovují a zdokonalují, čímž se i pozitivně mění tento energetický poměr.

#### **4.1.3 Emise GHG**

Ekologické přínosy, zejména co se týče úspory GHG emisí (především CO<sub>2</sub>), jsou nejdůležitějším efektem, který má plynout z využívání biopaliv. V případě skleníkových plynů mají biopaliva přinést výraznou úsporu jejich produkce ve srovnání s klasickými fosilními palivy. Emise skleníkových plynů dnes představují nejdůležitější složku znečištění ovzduší z dopravy. U řady dalších druhů emisí se již v rámci technického pokroku podařilo zastavit jejich růst, nebo dokonce zajistit jejich pokles (pomocí různých filtrů, kvalitnějších pohonných hmot atd.). Také u emisí skleníkových plynů se vykazují průměrně na jedno vozidlo stále nižší hodnoty, problémem je ale růst celkového objemu dopravy, s čímž souvisí i celkový růst těchto emisí v průběhu několika desetiletí, kdy tento trend pokračuje i v současnosti.

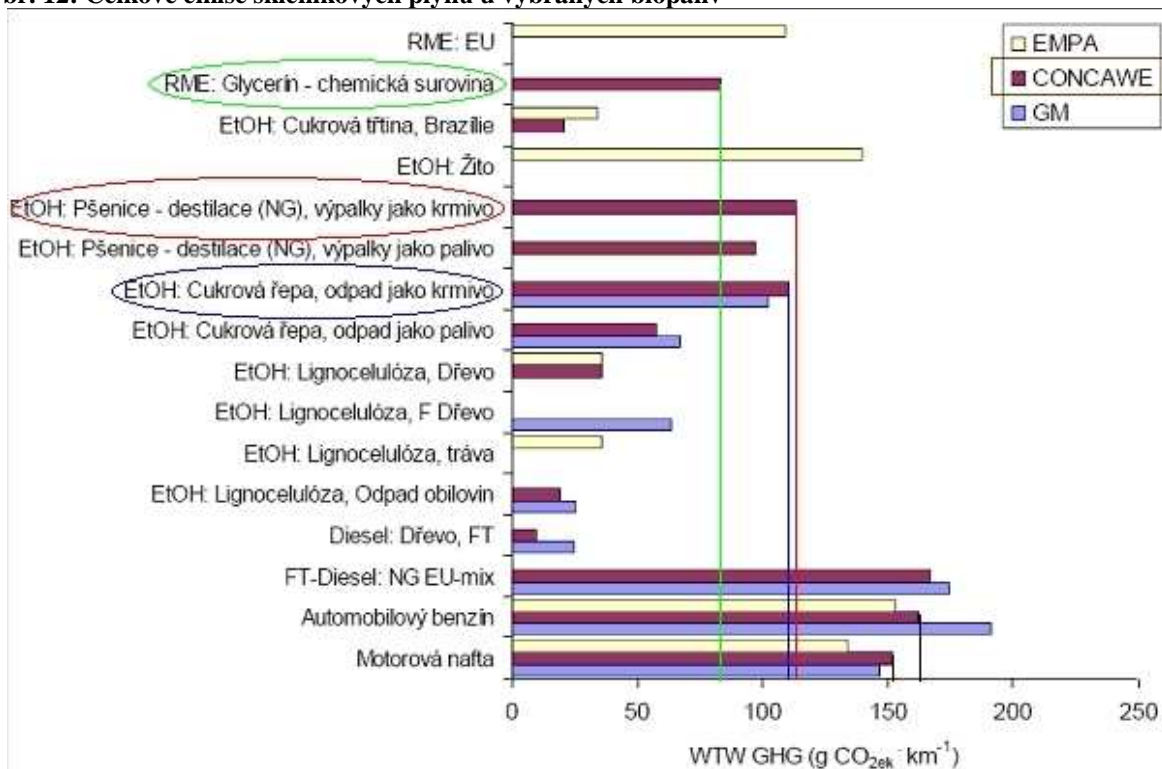
**Velmi důležité je však ekologickou efektivnost posuzovat z pohledu celého životního cyklu konkrétního biopaliva.** Hodnoty emisí při samotném spalování biopaliva lze poměrně snadno naměřit. Jinak je tomu už ve fázích, které předcházejí fázi užití biopaliva. Jednotlivé činnosti v těchto fázích vyžadují určité množství energie, přičemž některé zdroje této energie produkují také škodliviny, včetně emisí GHG plynů. Konkrétní množství těchto škodlivin je prakticky nemožné přímo změřit, navíc se zde započítává zpětné absorbování CO<sub>2</sub>, který vznikl v důsledku spalování biopaliv. Musí se tedy pracovat s velmi složitými propočty a odhady.

Již bylo uvedeno, že **celkové emise skleníkových plynů jsou uváděny v jednotce ekvivalentu CO<sub>2</sub> (CO<sub>2ekv</sub>).** Ten respektuje to, že mimo oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) se na tvorbě skleníkového efektu podílejí i jiné plyny, zejména oxid dusný (N<sub>2</sub>O) a metan (CH<sub>4</sub>). Zároveň tyto plyny mají podstatně větší vliv na tvorbu skleníkového efektu než CO<sub>2</sub>, jsou ale produkovány ve výrazně menším množství. K tomu, aby se mohl posoudit kompletní vliv paliva na klimatické změny, je třeba hodnoty emisí jednotlivých plynů vztáhnout na společnou jednotku, kterou je právě CO<sub>2ekv</sub>. Základem této jednotky je CO<sub>2</sub>, pro převod ostatních plynů se používají přepočítávací faktory IPCC. Pro CH<sub>4</sub> je hodnota tohoto faktoru rovna 23, pro N<sub>2</sub>O dokonce 296. Samotný převod se provede vynásobením konkrétní hodnoty emisí jednotlivého skleníkového plynu příslušným IPCC faktorem. V praxi to poté znamená,

že např. 1 g CH<sub>4</sub> je roven 23 g CO<sub>2ekv</sub>, jednoduše řečeno, 1 g CH<sub>4</sub> má na tvorbu skleníkového efektu stejný vliv jako 23 g CO<sub>2</sub>.

K základnímu posouzení ekologických dopadů poslouží zmiňované Well-to-Wheels analýzy. V grafu na obr. 12 je celkové množství vyprodukovaných GHG plynů v celém životním cyklu uvedených paliv vztaheno na jednotku ujeté vzdálenosti definovaným vozidlem. Z něj je patrné, že analyzovaná paliva z obnovitelných zdrojů přináší významné snížení emisí skleníkových plynů oproti klasickým fosilním palivům (úspora emisí GHG u současných biopaliv pěstovaných v Evropě se pohybuje v rozmezí 20–50 %). Ještě daleko výraznější úspory lze dosáhnout při výrobě biopaliv z odpadní biomasy nebo dřevní hmoty ve srovnání s cíleně pěstovanými zemědělskými plodinami. Zároveň je v grafu možno porovnat výsledky z jednotlivých studií, přičemž jsou zvýrazněna ta biopaliva, jejichž výroba je realizována také v ČR.

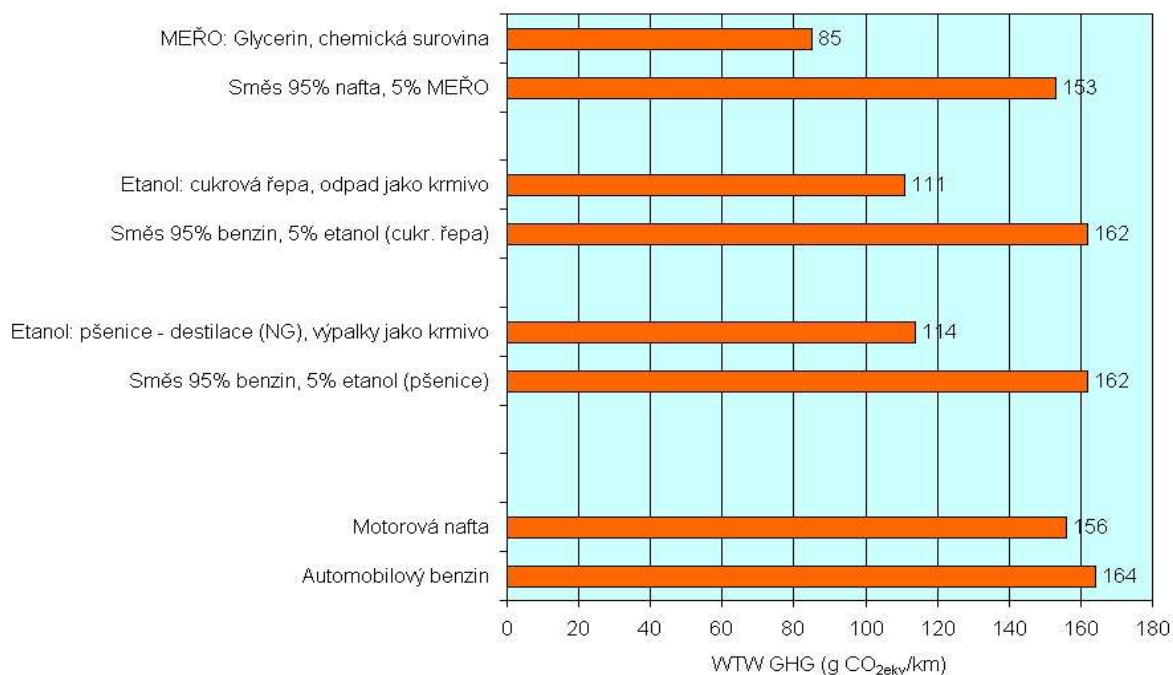
**Obr. 12: Celkové emise skleníkových plynů u vybraných biopaliv**



Zdroj: SMÉKAL, Petr. *Well-to-Wheels analýza motorových paliv*

Pro česká biopaliva konkrétní propočty zatím nejsou k dispozici, jako výchozí jsou tedy použity hodnoty pro odpovídající paliva ze studie Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European kontext a výsledky jsou zobrazeny v grafu níže (obr. 13). Konkrétní číselné podklady pro tento graf jsou zaznamenány v příloze 6.

**Obr. 13: Celkové emise skleníkových plynů pro biopaliva pěstovaná v ČR**



Zdroj: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context

Hodnota GHG emisí při používání MEŘO je 85 g CO<sub>2ekv</sub>/km, což je oproti použití motorové nafty ve stejném vozidle o 71 g méně, tedy zhruba o 45 %. U bioetanolu z cukrové řepy je tato úspora oproti automobilovému benzínu ve výši 53 g (cca 32 %) a u bioetanolu z pšenice 50 g (cca 30 %). Tyto čísla ale platí pro čistá biopaliva. U nízkoprocentních směsí biopaliv s fosilními palivy jsou tyto úspory logicky výrazně nižší (v grafu jsou uvedeny směsi s 5-ti procentním obsahem biosložky). Konkrétní hodnoty ušetřených emisí jsou zaznamenány v následující tab. 9.

**Tab. 9: Hodnoty a úspory emisí GHG u biopaliv vyráběných v ČR a jejich směsí**

	Emise GHG (g CO <sub>2ekv</sub> /km)		Emise GHG (g CO <sub>2ekv</sub> /km)		Emise GHG (g CO <sub>2ekv</sub> /km)
<b>Nafta</b>	156	<b>Benzin</b>	164	<b>Benzin</b>	164
<b>MEŘO</b>	85	<b>Etanol (cukr. řepa)</b>	111	<b>Etanol (pšenice)</b>	114
<i>Úspora</i>	<i>45,51%</i>	<i>Úspora</i>	<i>32,32%</i>	<i>Úspora</i>	<i>30,49%</i>
<b>Směs 95/5</b>	153	<b>Směs 95/5</b>	162	<b>Směs 95/5</b>	162
<i>Úspora</i>	<i>1,92%</i>	<i>Úspora</i>	<i>1,22%</i>	<i>Úspora</i>	<i>1,22%</i>

Zdroj: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context

Úspora u čistých biopaliv vzhledem ke konvenčním motorovým palivům na ropné bázi je poměrně výrazná. Nejlépe v tomto ohledu ze všech tří analyzovaných biopaliv vychází MEŘO, které má také v České republice poměrně dlouhou a pozitivní tradici. U nízkoprocentních směsí již však uspořené emise představují pouze jednotky procent (asi



2 % u nafty s 5 % MEŘO a asi 1 % u benzínu s 5 % etanolu). V současné době se v ČR uplatňuje 2 % povinný přírůstek biosložek do pohonných hmot, což by v celkovém důsledku mělo znamenat úsporu emisí skleníkových plynů ze silniční dopravy přibližně v rozmezí 0,5–0,75 % oproti situaci, kdy by se využívala pouze fosilní paliva. Doprava se přitom na celkových emisích GHG podílí jen 10,8 %, lze tedy konstatovat, že při dnešním provozu vozidel na palivo s 2 % biosložky oproti provozu na čisté fosilní palivo (benzín či naftu) je celkový vliv na úsporu všech skleníkových plynů produkovaných v ČR prakticky zanedbatelný. Kdyby se podařilo splnit cíl 5,75 % biopaliv v roce 2010, úspora GHG emisí ze silniční dopravy by činila zhruba 1,5–2 %.

Při snaze vyjádřit potenciál uspořené emisí skleníkových plynů v ČR v absolutní míře (tedy v tunách CO<sub>2ekv</sub>), je třeba nejprve vyjádřit celkové emise GHG na jednotku energie obsažené v palivu. K tomu opět poslouží již několikrát zmiňovaná Well-to-Wheels analýza. Příslušná data jsou poté uspořádána v tab. 10 níže.

Tab. 10: Emise GHG vztažené na jednotku energie v palivu

	WTT (g/MJ)				Celkem WTT g CO <sub>2ekv</sub> /MJ	TTW g CO <sub>2</sub> /MJ	Celkem (WTT+TTW) g CO <sub>2ekv</sub> /MJ
	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub> *	N <sub>2</sub> O*	CO <sub>2</sub> zpět**			
<b>MEŘO</b>	22,2	0,08	0,076	-75,4	-28,9	76,23	47,33
<b>Nafta</b>	14,2	-	-	-	14,2	73,25	87,45
						<b>Úspora</b> g CO <sub>2ekv</sub> /MJ	<b>40,12</b>
<b>Etanol (cukr. řepa)</b>	49,1	0,13	0,018	-71,4	-13,9	71,38	57,48
<b>Benzin</b>	12,5	-	-	-	12,5	73,38	85,88
						<b>Úspora</b> g CO <sub>2ekv</sub> /MJ	<b>28,4</b>
<b>Etanol (pšenice)</b>	48,5	0,13	0,026	-71,4	-12,2	71,38	59,18
<b>Benzin</b>	12,5	-	-	-	12,5	73,38	85,88
						<b>Úspora</b> g CO <sub>2ekv</sub> /MJ	<b>26,7</b>

\* přepočítávací faktory podle IPCC: pro CH<sub>4</sub> = 23, pro N<sub>2</sub>O = 296

\*\* zpětné vstřebávání CO<sub>2</sub> nově rostoucími rostlinami

Zdroj: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context

Dále je nutné znát, jaké množství uvedených biopaliv bude v České republice využito. K tomu můžeme využít hodnot z tab. 6 této práce. V ní je uvedeno předpokládané množství suroviny k výrobě biopaliv potřebných pro účely ČR. Z tohoto množství suroviny lze zjistit množství vyrobeného paliva podle bilančních schémat uvedených v kapitole 3 této práce.



Následně je potřeba toto množství převést na využitelný obsah energie, přičemž pro tento převod poslouží hodnoty z tab. 7 této práce. Konečným výstupem pak může být přibližná kalkulace uspořených GHG emisí v ČR tak, jak je uvedena v následující tab. 11.

**Tab. 11: Potenciál úspory emisí GHG v ČR při využití biopaliv**

	Úspora emisí	Odhad potřebného množství v ČR (GJ)			Celková odhadovaná úspora emisí (t CO <sub>2ekv</sub> )		
	g CO <sub>2ekv</sub> /MJ	2008	2009	2010	2008	2009	2010
<b>MEŘO</b>	40,12	3 481 582	7 985 333,2	13 497 676,4	139 681	320 372	541 527
<b>Etanol (cukr. řepa)</b>	28,4	620 452,8	1 085 726,4	1 835 222,4	17 621	30 835	52 120
<b>Etanol (pšenice)</b>	26,7	667 312,8	1 167 856,8	1 974 033,6	17 817	31 182	52 707
<b>Celkem úspora (t CO<sub>2ekv</sub>)</b>					<b>175 119</b>	<b>382 389</b>	<b>646 354</b>

Zdroj: Autor

Při předpokládaném využití biopaliv v ČR by celková úspora emisí skleníkových plynů v dopravě rostla úměrně se zvyšováním podílu biopaliv na trhu pohonných hmot. V roce 2008 by celková úspora emisí mohla dosáhnout úrovně 175 119 t CO<sub>2ekv</sub>, v roce 2010 by tato úspora pak mohla činit až 646 354 t CO<sub>2ekv</sub>. Největší podíl na uspořených emisích bude představovat užívání bionafty (MEŘO), což je dáno jednak jeho vyšším předpokládaným uplatněním, a jednak vykazuje na jednotku energie vyšší úsporu GHG emisí oproti naftě než bioetanol oproti benzínu. Pro představu a pro srovnání doprava v roce 2006 vyprodukovala v ČR celkem 19 437,412 tis. t CO<sub>2ekv</sub>.

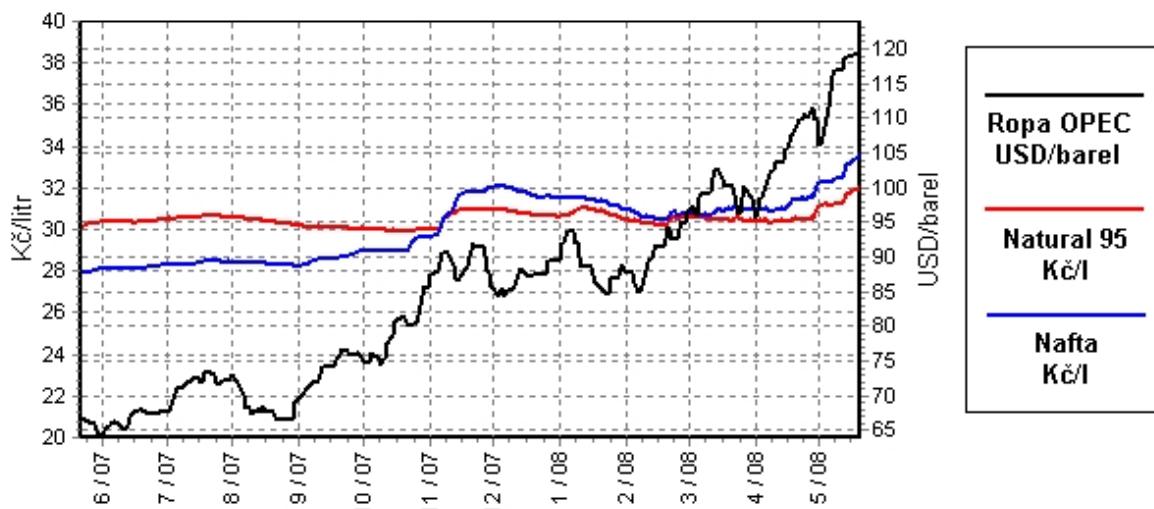
Při cíleném pěstování některých zemědělských plodin (řepky a kukuřice) jsou používána dusíkatá hnojiva. Dusík se poté ukládá v těle rostlin, tedy i v biopalivech z nich vyrobených, a při jejich spalování se uvolňuje ve formě oxidu dusného (N<sub>2</sub>O). Vzhledem k jeho velmi obtížné kvantifikaci (vyčísluje se nepřímou) není pozitivní bilance GHG plynů u biopaliv vždy zcela jednoznačná. Oxid dusný je přitom jedním z významných skleníkových plynů a má až 300krát vyšší skleníkový efekt než nejznámější skleníkový plyn oxid uhličitý. Například podle **studie skupiny vědců z roku 2007, vedené laureátem Nobelovy ceny za chemii Paulem J. Crutzenem**, je sice samotná bilance oxidu uhličitého u biopaliv neutrální, ale díky emisím oxidu dusného však biopaliva z řepky a kukuřice produkují podle odhadů této studie až 1,7krát více skleníkových plynů než běžná ropná paliva. Na základě této studie tedy použití většiny ze současných biopaliv žádný přínos nepřinese. Podle spoluautora studie Keitha Smitha emise oxidu dusného jakýkoliv přínos biopaliv ruší a biopaliva z řepky

a kukuřice škodí klimatu dokonce více než ropná paliva. V každém případě by měla pokračovat podpora rozvoje biopaliv vyráběných z odpadní biomasy a dřevní hmoty (obsahující celulózu), na jejichž výrazně nižší bilanci skleníkových plynů panuje shoda napříč celým vědeckým spektrem.

## 4.2 Ekonomické aspekty biopaliv

V současné době jsou prakticky všechna využívaná biopaliva obecně dražší než klasická ropná paliva. Je to dáno zejména vyšší finanční náročností při pěstování biomasy a při následné výrobě biopaliv, částečně také vyšší spotřebou. Otázkou ovšem zůstává, jak dlouho budou ještě klasická fosilní paliva levnější než biopaliva, vezme-li se v potaz současný světový vývoj ceny ropy, která za posledních 12 měsíců vzrostla téměř dvojnásobně (viz obr. 14). Je však nutno dodat, že nárůst ceny ropy se částečně odráží také v růstu cen biopaliv, jelikož na jejich výrobu a distribuci je mimo jiné potřeba i energie z ropných zdrojů.

Obr. 14: Vývoj ceny ropy, benzínu a nafty za posledních 12 měsíců



\* Kurzy ČNB k 20.5.2008: Kč/USD – 16,03; Kč/EUR – 25,07

Zdroj: Petrol.cz

Aktuální cena za barel ropy koše OPEC je 119,24 USD/barel a u ropy koše BRENT dokonce 127,84 USD/barel (stav k 19.5.2008). Ve vývoji ceny ropy se výrazně promítá složité dění na světových burzách, rostoucí poptávka a také aktuální kurz amerického dolaru, který zaznamenává trvalý pokles vůči ostatním významným světovým měnám (eura, jeny, ...). **Průměrné ceny** nejpoužívanějších pohonných hmot v ČR, tedy **automobilového benzínu Natural 95 a nafty** byly k 20.5.2008 ve výši **32,04 Kč/l** (u benzínu), resp. **33,67 Kč/l** (u nafty). V této ceně je samozřejmě rabat prodejců pohonných hmot, daň z přidané hodnoty ve výši 19 % a také spotřební daň z minerálních olejů, tedy 11,84 Kč u benzínu a 9,95 Kč u nafty. **Samotná cena produktu z rafinerie se pohybuje v rozmezí 30–35 % z konečné**

ceny, zbytek tvoří již zmíněné daně, distribuční marže a další náklady. Pro možnost porovnání je třeba uvést také příklad kalkulace ceny biopaliv. Pro případ výroby MEŘO v ČR lze aplikovat kalkulaci v *tab. 12*.

**Tab. 12: Cenová kalkulace MEŘO v ČR – listopad 2007 (bez DPH)**

Položka	Jednotka	Průmyslová výroba	Decentralizovaná výroba
Průměrná cena řepky	Kč·t <sup>-1</sup>	8 000 ÷ 10 300	
Průměrná cena šrotů – pokrutin	Kč·t <sup>-1</sup>	4 000 ÷ 5 100	
Výtěžnosti technologického procesu	%	39 (řepkový olej), 58,5 (šrot), 2,5 (ztráty)	32 (řepkový olej), 66 (pokrutiny), 2 (ztráty)
Cena oleje v řepce	Kč·t <sup>-1</sup>	14 513 ÷ 18 760	16 750 ÷ 21 669
Účinnost reesterifikace	%	97,5	
Cena oleje v MEŘO	Kč·t <sup>-1</sup>	14 885 ÷ 19 241	17 179 ÷ 22 245
Spotřeba řepky olejné na 1 t MEŘO	t	2,62	3,2
Zpracovatelské náklady na 1 t MEŘO	Kč·t <sup>-1</sup>	5 000	5 800
Výnos z prodeje glycerinu	Kč·t <sup>-1</sup>	600	300
Cena MEŘO u výrobce exw.	Kč·t <sup>-1</sup>	19 285 ÷ 23 641	22 679 ÷ 27 725
	Kč·l <sup>-1</sup>	17,00 ÷ 20,80	19,95 ÷ 24,40
Logistika	Kč·l <sup>-1</sup>	1,20	1,20
<b>CELKEM (bez DPH)</b>	<b>Kč·l<sup>-1</sup></b>	<b>18,20 ÷ 22,00</b>	<b>21,15 ÷ 25,60</b>

Zdroj: JEVIČ, Petr. *Ekonomika biopaliv* (listopad 2007)

V posledních měsících cena řepky vzhledem k rostoucí poptávce značně rostla, přičemž aktuálně se cena za tunu řepky pohybuje spíše kolem horní hranice v uvedené kalkulaci a očekává se, že se dlouhodoběji ustálí kolem hodnoty 10 000 Kč/t. Pro vyčíslení konečné ceny za litr bionafty včetně DPH a spotřební daně je tedy použita horní hranice celkové ceny za litr MEŘO z posledního řádku *tab. 12*. Výsledky jsou znázorněny v *tab. 13*.

**Tab. 13: Cenová kalkulace MEŘO v ČR (včetně DPH, spotřební daně a rabatů)**

Položka	Jednotka	Průmyslová výroba	Decentralizovaná výroba
Cena bez DPH	Kč·l <sup>-1</sup>	22,00	25,60
DPH (19 %)	Kč·l <sup>-1</sup>	4,18	4,864
Spotřební daň	Kč·l <sup>-1</sup>	9,95	9,95
<b>Cena včetně DPH a spotřební daně</b>	<b>Kč·l<sup>-1</sup></b>	<b>36,13</b>	<b>40,414</b>
Rabaty prodejců (cca 10 %)	Kč·l <sup>-1</sup>	3,60	4,40
<b>Cena celkem (orientační)</b>	<b>Kč·l<sup>-1</sup></b>	<b>39,73</b>	<b>44,814</b>

Zdroj: Autor

Z této kalkulace je vidět, že **cena čisté bionafty je po započtení rabatů, DPH a spotřební daně podstatně vyšší než cena za klasickou motorovou naftu**. To platí i při

přimíchávání bionafty do klasické motorové nafty, kdy podíl biosložky v určité míře zdražuje cenu výsledného paliva, samozřejmě v závislosti na procentním zastoupení biosložky. **V případě nízkoprocentních směsí, které jsou nyní výrobci povinni dodávat k čerpacím stanicím, je však změna ceny jen v řádu desetihaléřů, počítá se zvýšení ceny asi o 30 haléřů na litr.** Tato částka se v rozmezí několika korun, o kolik se běžně mění cena nafty během roku, jeví jako prakticky zanedbatelná. U čistých biopaliv a u vysokoprocentních směsí se počítá od roku 2009 s osvobozením od spotřební daně, resp. s oddaněním biosložky. To by poté v případě směsné nafty znamenalo naopak snížení ceny oproti klasické motorové naftě, avšak nijak závratné (cca 0,50 až 1 Kč na litr). U čisté bionafty by však cena byla již daleko příznivější. Do celkové ekonomiky provozu by se samozřejmě musela započítat ještě zhruba o desetinu vyšší spotřeba, jelikož výhřevnost čistého MEŘO je v objemovém vyjádření asi o 10 % menší než u nafty.

Výroba bioetanolu v ČR nemá takovou tradici jako v případě MEŘO. Navíc tuzemští výrobci musí čelit zahraniční konkurenci a především levnému brazilskému bioetanolu, který je oproti českému až o dvě koruny na litr levnější. Pro českou výrobu naopak hovoří snadnější a levnější logistika. Ekonomika bioetanolu je však prakticky stejná jako u MEŘO. **Cena za litr bioetanolu se pohybuje okolo 20 Kč/l.** Po započtení všech daní a rabatů je tedy výsledná cena také výrazně vyšší než cena za litr benzínu. **Jeho současné povinné přimíchávání do benzínu tedy znamená mírné zvýšení ceny výsledné pohonné hmoty cca o 50 haléřů za litr.** Plánované oddanění biosložky u vysokoprocentních směsí by naopak např. z paliva E85 mohlo vytvořit velmi ekonomicky přijatelnou alternativu ke klasickému benzínu. K tomu je ovšem třeba vlastnit speciálně upravené vozidlo, které by umožnilo spalovat tento druh paliva, a zároveň je třeba počítat s výrazně vyšší spotřebou (čistý etanol má o 1/3 nižší výhřevnost než benzin). Tyto skutečnosti totiž též významně ovlivňují celkovou ekonomiku provozu.

Jak již bylo zmíněno, k dosažení platného evropského cíle pro rok 2010 bude potřeba využívat i čistých a vysokoprocentních biopaliv. Aby tato paliva měla na trhu pohonných hmot nějakou šanci, musí stát tyto paliva podpořit, a to formou daňového zvýhodnění. **Spotřební daň z pohonných hmot však tvoří výrazný zdroj příjmů do státního rozpočtu. Plánovanou daňovou podporou však stát o část těchto příjmů přijde.** Pro příští rok se počítá s výpadkem více jak 1 mld. Kč, přičemž tato částka by se měla v dalších letech zvyšovat současně s rozšiřováním biopaliv. Část výnosů ze spotřební daně (9,1 %) tvoří také významný zdroj Státního fondu dopravní infrastruktury (SFDI), který by tak podle odhadů

Ministerstva dopravy v příštích letech mohl každoročně přijít o 15 až 105 milionů korun. Přitom právě SFDI v českých podmínkách trpí trvalým nedostatkem peněžních prostředků. Výpadky spotřební daně se však mají částečně krýt zvýšeným výnosem z DPH. Ministerstvo financí současně hledá další způsoby, jak tento výpadek příjmů státního rozpočtu nahradit.

### **4.3 Vliv užití biopaliv na pohonné jednotky automobilů**

Biopaliva mají, jak již bylo řečeno, velmi podobné vlastnosti jako klasická paliva. Přesto ale existují v některých parametrech určité rozdíly, a jelikož se jedná o zcela jiné chemické sloučeniny, tak v určitých situacích reagují jinak než konvenční paliva. Tyto rozdílné vlastnosti a parametry (byly popsány v předchozí kapitole 3) způsobovaly a stále ještě způsobují určité problémy při provozu klasických pohonných jednotek. O vlivu užití biopaliv na konkrétní pohony jednotlivých výrobců již byla pořádána řada konferencí a zasedání, kde se tyto nežádoucí jevy projednávaly. Jednotliví výrobci automobilů a pohonných jednotek prezentovali svá stanoviska a určovali si podmínky, za jakých lze konkrétní paliva používat. Problémy se však většinou týkaly jen provozu na čistá biopaliva nebo na vysokoprocentní směsi biopaliv s klasickými palivy.

Postupem času se situace vyvinula až do dnešní podoby, kdy **téměř všichni výrobci již schvalují u svých vozidel možnost přidavku biosložek do pohonných hmot do výše 5 % a na toto palivo garantují bezporuchový běžný provoz se zachováním všech záručních podmínek.** Tento režim se týká všech nových vozidel dodávaných na český trh, jelikož v ČR nemá uživatel vzhledem k povinnému přimíchávání biosložek možnost volby mezi čistým fosilním palivem a směsí klasického paliva s biopalivem. Je tak vždy nucen použít palivo s určitým malým podílem biosložky. Kvalita těchto paliv však musí striktně odpovídat příslušným evropským normám. Také jízdní zkoušky na starších typech vozidel potvrdily, že provoz na nízkoprocentní směsi (do 5 %) by neměl způsobovat problémy. Vlivy směsí s obsahem biosložek do 5 % na provoz vozidel lze shrnout do následujících bodů:

- vliv na provozní náklady: v přepočtu na cenu jednoho litru benzínu zvýšení o cca 0,50 Kč, nafty o cca 0,30 Kč;
- vliv na výkon motorů: jen minimální nebo žádné změny;
- vliv na spolehlivost/poruchovost motorů: při důsledném dodržování kvality by spolehlivost měla zůstat stejná;
- vliv na údržbu – rovněž bez vlivu.

**Použití směsí s vyšším procentem biosložky je už však vázáno u konkrétních vozidel souhlasem výrobců.** V dnešní době u nových automobilů už většina výrobců přizpůsobila jejich konstrukci i na použití směsí s větším než pětiprocentním podílem biosložky, přesto se na trhu stále objevují vozidla, u kterých výrobce takovýto provoz nedoporučuje. U starších vozidel může provoz na takové palivo již způsobovat závažnější komplikace. Pro některé vysokoprocentní směsi (E85) je potřeba dokonce speciálních vozidel (FFV). **Velký vliv na bezproblémový provoz jakékoli směsi biopaliv a klasických pohonných hmot má kvalita přimíchávaných biosložek,** tudíž je neustále kladen požadavek na větší hloubku a četnost kontroly jakosti. Rizika při nedodržení požadavků na kvalitu dvousložkových směsí jsou zejména v oddělení vrstvy vody, která poté může způsobovat korozi, dále v nestabilitě paliva, kdy se mohou tvořit v palivových nádržích úsady a nebo se také může pohonná hmota projevovat větší pěnivostí a tvorbou emulzí. Průzkumy totiž ukázaly, že většina vzniklých potíží byla způsobena právě provozem paliva s biosložkou, které neodpovídalo požadované kvalitě. Proto je nutné informovat prodejce pohonných hmot a spotřebitele o rizicích při užití biopaliva, které nevyhovuje jakostním standardům, a rovněž o možnostech prevence.

## 5 Zhodnocení dopadů zavedení biopaliv

Původní záměr EU při zavádění biopaliv byl takový, že se podaří omezit stále rostoucí emise skleníkových plynů, které každoročně vyprodukuje doprava. Dalším kladným efektem pak mělo být omezení závislosti na dodávkách ropy, vytvoření odbytu pro evropské zemědělské přebytky atp. U tak velkých projektů, jakým zavádění biopaliv bezesporu je, se však kritických hlasů ozývá vždy výrazně více, než těch kladných, přičemž na poli EU se v současné době sehrávají velké boje při prosazování vyššího podílu biopaliv. Vzniklá situace bohužel čím dál více nasvědčuje tomu, že oblast biopaliv je především politickou záležitostí, která podléhá silnému tlaku ze všech stran.

Cílem této závěrečné kapitoly je komplexně a v rámci možností objektivně posoudit dopady zavádění a využívání biopaliv, ať už se jedná o dopady kladné, nebo záporné. Při tomto posuzování je velmi nutné zachovat patřičný nadhled a pozitivní faktory vnímat stejným způsobem jako ty negativní. Zároveň v závěru kapitoly bude uveden návrh, jak při zavádění biopaliv dále postupovat.

### 5.1 Ekologické aspekty a energetická bilance

**Snížení emisí z dopravy, a zejména pak emisí CO<sub>2</sub>, je hlavním argumentem a původním záměrem podpory biopaliv.** Znečišťování ovzduší je zřejmě nejzávažnější externalitou dopravy. Negativní vliv emisí na lidské zdraví je neoddiskutovatelný a vědecky a lékařsky dokázaný. Co se týče vzniku tzv. skleníkového efektu, který je příčinou oteplování naší planety, a na jehož tvorbě se výraznou měrou podílejí právě emise CO<sub>2</sub> z dopravy, tak názory na tuto oblast již nejsou zcela jednoznačné. V každém případě převládá napříč vědeckou společností přesvědčení, že emise oxidu uhličitého skutečně způsobují negativní klimatické změny na Zemi. Paralelně s tímto všeobecným postojem je prezentována **hlavní výhoda biopaliv, a to, že jsou CO<sub>2</sub> neutrální. To se však samozřejmě týká pouze fáze spalování biopaliv, kdy zde vzniklý oxid uhličitý je absorbován zpět nově rostoucími a pěstovanými rostlinami.** Biopaliva se ale musí také určitým způsobem vyrobit a k jejich výrobě je potřeba vhodná biomasa. Tato biomasa se pro změnu musí někde a někým vypěstovat. K pěstování biomasy a k výrobě biopaliv je potřebná energie, přičemž značná část této energie je z fosilních zdrojů (např. nafta k provozu zemědělských strojů, elektřina k výrobě biopaliv). Při užití této energie logicky dochází k emisím CO<sub>2</sub>; to poté znamená, že **celý životní cyklus biopaliv (od pěstování biomasy až ke spotřebě paliva ve vozidle) není CO<sub>2</sub> neutrální.** Celý proces výroby biopaliv je sice energeticky náročnější než u klasických motorových paliv jako je nafta a benzin, **v celém životním cyklu biopaliv je množství**

**produkovaného oxidu uhličitého i přesto podstatně menší, než u nafty či benzínu. Při současné úrovni využívání biopaliv ale množství uspořené emisí CO<sub>2</sub> je velmi malé.**

I kdyby se podařilo naplnit desetiprocentní cíl biopaliv v roce 2020, tak by celková úspora emisí v dopravě oproti situaci, kdyby se využívala jen fosilní paliva, byla stále jen v řádu jednotek procent, pokud by se tedy ve větší míře nepodařilo uplatnit biopaliva druhé generace. V ekologické i energetické bilanci má významný vliv použitá surovina a způsob výroby konkrétního biopaliva a také klimatické podmínky k pěstování výchozí suroviny. V podmínkách České republiky se považují tyto faktory za dobré. Důležitou roli sehraává také distribuce biopaliv, která se výrazně promítá do celkové energetické náročnosti a taktéž do celkových emisí škodlivin v životním cyklu biopaliv. Při dodávkách ze zemí mimo Evropy se mohou tyto klíčové parametry značně zhoršit.

Úspora CO<sub>2</sub> ovšem ještě nemusí nutně znamenat, že užívání biopaliv má menší vliv na tvorbu skleníkového efektu než užívání čistých fosilních paliv. V poslední době je totiž **velmi diskutována míra emisí oxidu dusného (N<sub>2</sub>O) na celkovou bilanci GHG plynů**. Ten je totiž v určitém množství uvolňován při spalování biopaliv z takových plodin, na jejichž výrobu byla použita dusíkatá hnojiva. Oxid dusný má daleko větší vliv na tvorbu skleníkového efektu než oxid uhličitý a jeho emise jsou velmi těžce vyčíslitelné. Podle jisté skupiny vědců může N<sub>2</sub>O zcela zrušit přínos, který se rovná úspoře CO<sub>2</sub>, dokonce v celkovém pohledu na klima působit hůře, než při užívání samotných fosilních paliv.

**Na tvorbu emisí v dopravě má však zdaleka největší vliv účinnost a technické provedení pohonné jednotky.** Dá se tedy velmi reálně předpokládat, že snižování emisí bude do budoucna zajišťováno především vývojem ekologičtějších pohonů motorových vozidel a postupnou obnovou vozového parku. Největšími emitenty škodlivin do ovzduší jsou totiž právě automobily staršího data výroby, a to mnohdy i několikanásobně oproti moderním vozidlům. Taktéž případné **celoplošné zavádění biopaliv druhé generace** může pomoci k lepší ekologické bilanci dopravy v budoucnu, jelikož vykazují ještě daleko příznivější hodnoty emisí GHG plynů než biopaliva první generace. Proto je třeba dále pokračovat s jejich výzkumem a vývojem.

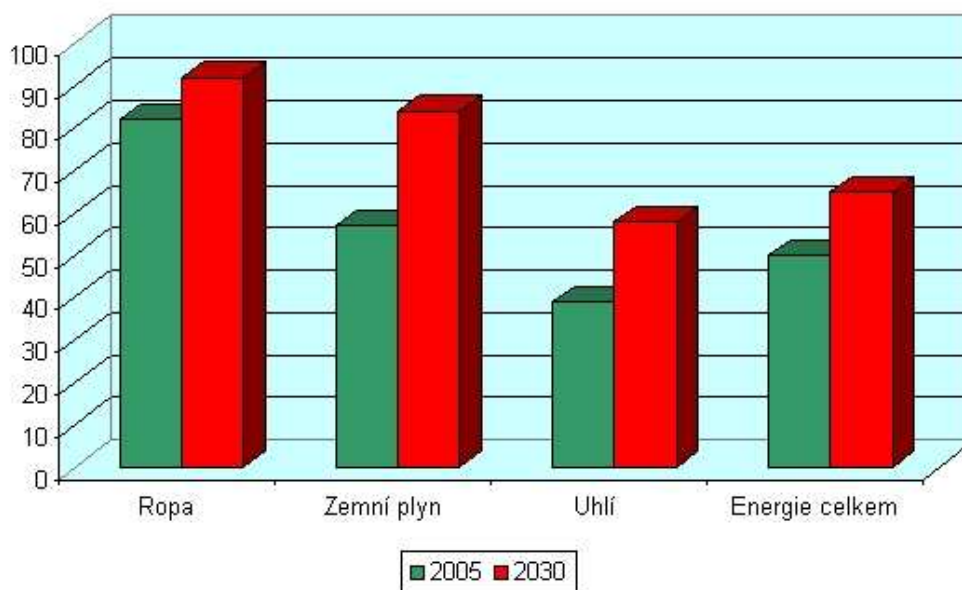
## **5.2 Snižování závislosti na dodávkách ropy**

Možnost částečného **snížení závislosti na dodávkách ropy do EU ze třetích zemí**, zejména ze zemí středního východu a Ruska, **bylo jedním z klíčových faktorů, který hrál roli při rozhodování o biopalivech.** Tyto dodávky přitom nelze charakterizovat jako naprosto spolehlivé a existuje tedy určité riziko jejich omezení nebo přerušení. Celkově je



dnes do EU dováženo přibližně 50 % energie, konkrétně u ropy 82 %. Pesimistické scénáře přímo od Evropské komise navíc počítají s dalším růstem této závislosti, kdy v roce 2030 by závislost na ropě mohla činit až 92 %, u veškeré energie poté 65 %. Samozřejmě tyto předpoklady nelze brát na zcela vážně, protože se počítá s velkým množstvím spekulací a odhadů, přičemž může jít rovněž o záměrné vyhocení situace ze strany EU s cílem vytvořit další argument pro podporu obnovitelných zdrojů energie, případně jaderné energie. Graf na obr. 15 zachycuje výše popsanou závislost EU na dovozu energetických surovin.

**Obr. 15: Rostoucí závislost EU na dodávkách energetických surovin (v %)**



Zdroj: Evropská komise

Těž co se týče hospodářsky velmi důležité dopravy, není situace dobrá. **Doprava je dokonce až z 98 % závislá na ropě, navíc se očekává další nárůst její spotřeby v tomto odvětví.** Počítá se, že do roku 2010 by spotřeba ropy měla vzrůst u automobilů o 16 %, v letectví o 90 % a v ostatních sektorech dopravy o 50 %.

Takto vzniklá situace si přímo žádá snížit závislost na dodávkách ropy a vlastně i na ropě samotné, jelikož se jedná o vyčerpatelný zdroj energie, i když prozatím přesně neví, v jakém časovém horizontu by k jejímu vyčerpání mělo dojít. Biopaliva jsou jednou z cest, jak snížit podíl energie z ropy na celkové spotřebě energie v dopravě. Pokud by se podařilo splnit nový cíl EU do roku 2020, tedy nahradit 10 % pohonných hmot biopalivy, neznamenaloby to však, že se potřeba ropy pro dopravu sníží o celých 10 %. Určité dodatečné množství ropných paliv by totiž bylo stále potřeba na výrobu biopaliv. Otázkou ovšem zůstává, v jaké fázi se bude nacházet výroba a užití biopaliv druhé generace, a také to, jak se podaří výrobu biopaliv zajišťovat energií právě z biopaliv a jiných obnovitelných zdrojů energie, což by

mohlo potřebu ropných paliv opět o něco snížit. V každém případě jakékoliv snížení závislosti na dodávkách ropy ze zemí mimo EU je žádoucí, tento efekt ale nesmí být převážen jinými negativy, ať už ekologickými, ekonomickými, sociálními atd.

**Potřebné množství biomasy pro výrobu biopaliv je možné v Evropě celkem bez potíží vypěstovat, problémem jsou však chybějící kapacity pro výrobu daného množství biopaliv v některých státech Evropy.** V důsledku toho, že čeští výrobci pohonných hmot jsou povinni podle národní legislativy (která kopíruje legislativu EU) přimíchávat určitý podíl biopaliv do pohonných hmot, a v tuzemských podmínkách nemají zajištěnu dodávku dostatečného množství biopaliv, jsou nuceni zajistit si tyto dodávky jinde. Při porovnání ceny za litr biopaliva poté často vyjde nejlevněji zajistit si odběr v zemích mimo EU, a to i poté, co jsou započteny náklady na dopravu. Tím se však paradoxně buduje opět další závislost, tentokrát na dodávkách biopaliv. Tento příklad je typický pro Českou republiku v kontextu s brazilským bioetanolem. Systém pěstování, výroby a distribuce biopaliv má v jednotlivých evropských zemích svá specifika, v každém případě je však **třeba vytvořit takové prostředí, které bude podněcovat k užívání biopaliv z evropských zdrojů.**

### **5.3 Další důležité vlivy**

Ekologické dopady biopaliv a jejich úloha při snižování závislosti na dodávkách ropy nejsou jedinými aspekty biopaliv. Aby bylo zachováno komplexní posouzení, je třeba se zaměřit i na další důležité vlivy.

#### **5.3.1 Dopady na ekonomiku**

Vzhledem k vyšší ceně biopaliv, větší spotřebě a nejasným závěrům o vlivu biopaliv na spolehlivost a provoz vozidla by běžný uživatel, který by si mohl vybrat, jaké palivo bude využívat pro pohon svého vozidla, zvolil jistě variantu čistého fosilního paliva, tedy benzínu či nafty. Dal by tak přednost klasickým palivům před biopalivy. Ze strany jednotlivých států tedy musí být využíván některý z modelů podpory biopaliv. **Mezi hlavní modely podpory biopaliv v EU patří:**

1. povinné nízkoprocentní podíly biopaliv v pohonných hmotách,
2. daňové úlevy,
3. kombinace obou předchozích možností.

**V podmínkách České republiky je v současné době využíván systém povinných podílů biopaliv,** který je zakotven v zákoně č. 86/2002 Sb., o ochraně ovzduší (viz kapitola 2.2). Tyto povinné přídavky biopaliv do pohonných hmot však mohou být podle příslušných

norem jen do určité výše (5 %, u bio-ETBE 15 %) a v blízké budoucnosti nelze počítat se zvýšením těchto limitů, i když je toto téma předmětem diskuze odborné veřejnosti. K tomu, aby se ČR (ale i ostatním státům EU) podařilo naplnit stále platného indikativního cíle 5,75 % obsahu biosložek v pohonných hmotách do roku 2010 a aby se na trhu vytvořily příznivé podmínky pro další plánované navyšování podílu biopaliv, je tedy nutné spustit systém podpory, který by podněcoval k využívání vysokoprocentních směsí biopaliv s klasickými palivy, případně čistých biopaliv. V ČR je pro tento účel **plánováno a již odsouhlaseno daňové zvýhodnění pro čistá biopaliva a jejich vysokoprocentních směsí**. Systém by měl být spuštěn od začátku roku 2009 a konkrétně se počítá s osvobozením od spotřební daně pro čistá biopaliva a s oddaněním biosložky pro vysokoprocentní biopaliva. Cílem je vytvořit ekonomicky výhodnější alternativy k ropným palivům a podpořit poptávku po těchto alternativách. Navrhovaný systém by měl vrátit k čerpacím stanicím stojany se směsnou motorovou naftou (nafta s obsahem 31 % MEŘO), která již dříve byla s úspěchem v ČR využívána, nebo čistou bionaftou. Výhledově se počítá s uplatněním lihobenzinové směsi s vysokým obsahem etanolu E85, podmínkou je ale dostatečný počet tzv. FFV vozidel na českém trhu (např. Škoda Auto již takové vozidlo také vyrábí a vyváží do Skandinávie).

**Příjmy ze spotřební daně z pohonných hmot však tvoří výrazný finanční zdroj státního rozpočtu.** Téměř desetina z výnosů spotřební daně (9,1 %) putuje též do SFDI, přičemž oblast dopravní infrastruktury je v ČR na výši peněžních prostředků výrazně závislá, a jakékoliv snížení těchto příjmů by dále zhoršilo již tak špatnou situaci českých dopravních komunikací. O kolik se sníží výnos spotřební daně bude samozřejmě záviset na tom, v jaké míře čeští řidiči přijmou biopaliva (řádově v miliardách korun). Proto je třeba hledat případný vedlejší zdroj, který by tyto chybějící příjmy nahradil.

### **5.3.2 Dopady na pohonné jednotky**

Jak již bylo uvedeno, tak všichni výrobci automobilů již povolují u svých nových automobilů používání směsí s nízkým obsahem biopaliv a garantují bezporuchový chod i při provozu na toto palivo. U provozu na směsi s vyšším obsahem biosložky již musí být automobil uzpůsoben těmto podmínkám a výrobce udává, u kterých modelů lze tu kterou konkrétní směs použít. Vše je podmíněno striktním **do držováním norem jakosti** pro všechny pohonné hmoty, přičemž kvalita biosložek má zásadní vliv na celkovou kvalitu paliva. Problém však může nastat u vozidel starších dat výroby, které by sice nízkoprocentní směsi měly spalovat bez vlivu na spolehlivost motoru, garantováno to ale není. **Řidič v České republice dnes navíc nemá možnost si zvolit, zda natankuje čisté fosilní palivo nebo**

**palivo s přísadou biosložky, ale vždy je to palivo s určitým procentem biopřísady.** Případné technické závady, které by vznikly při provozu na toto palivo, si ale musí hradit sám z vlastních prostředků.

V každém ohledu má však používání biopaliva na provoz vozidel jeden nesporný vliv. Především se totiž zvýší **spotřeba**, u nízkoprocentních složek to ale není problém, protože vzroste jen minimálně. Při plném zdanění obecně platí, že čím vyšší obsah biosložky, tím horší ekonomie provozu. To je způsobeno tím, etanol má asi o 1/3 menší výhřevnost než benzin a bionafta asi o 10 % menší než nafta. Taktéž stále ještě vyšší základní cena etanolu a MEŘO než odpovídajících ropných složek paliv se promítá do celkových nákladů na palivo.

### **5.3.3 Další politicko-sociální dopady**

V oblasti politické se jedná především o **časté změny legislativy**, které jsou povinny jednotlivé členské země EU včetně ČR aplikovat do svých národních zákonů tak, aby byly schopny plnit stanovené cíle EU v oblasti biopaliv. Tyto legislativní změny často vyvolávají na národních trzích s biopalivy určité problémy (v ČR například rizika daňových úniků a podvodů při manipulaci s lihem).

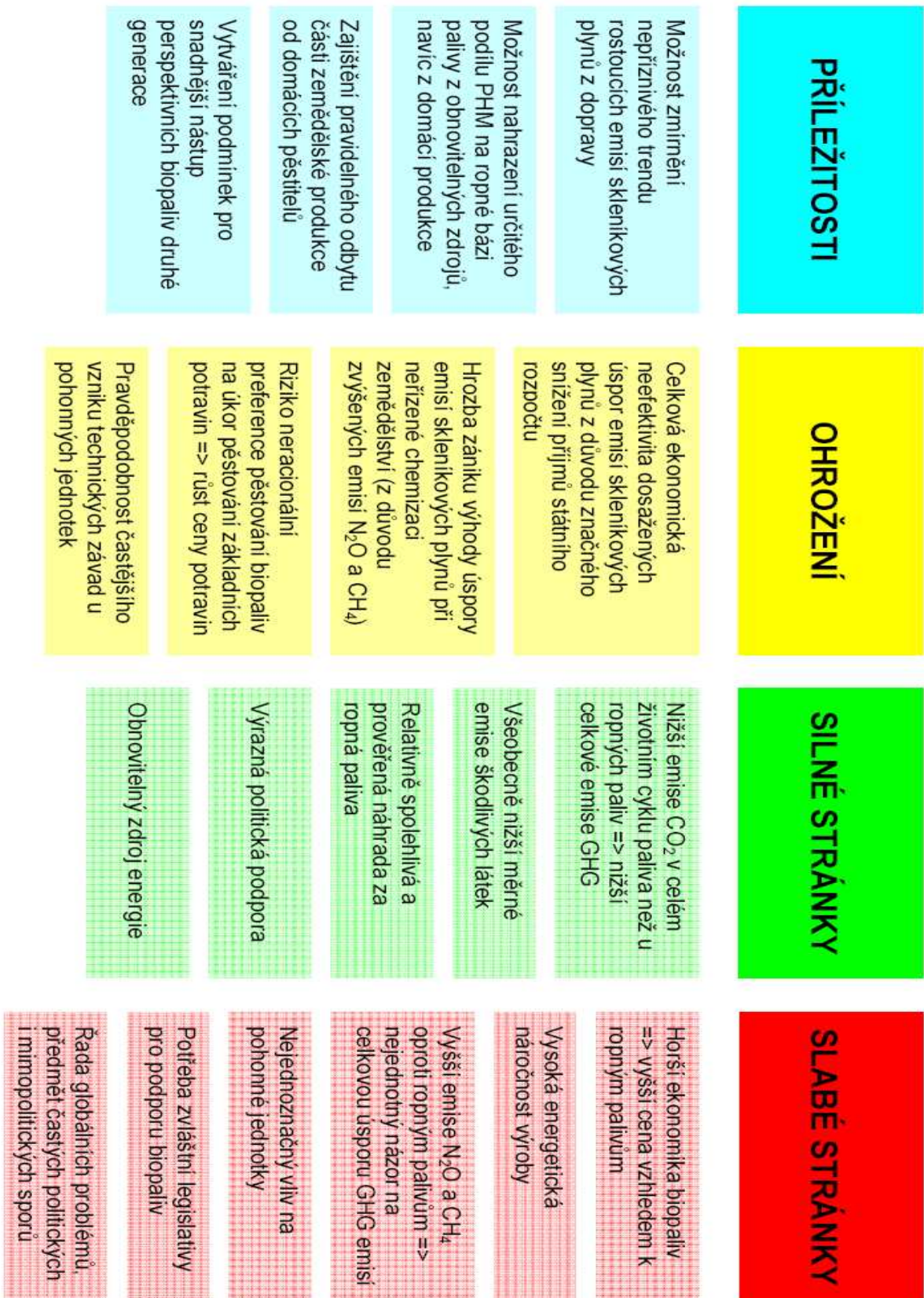
Do oblasti politicko-sociální spadá taktéž jeden ze sekundárních dopadů zavádění biopaliv, a sice **vytvoření odbytu pro zemědělské produkty a vytvoření pracovních příležitostí ve venkovských oblastech**. Ten je však uskutečnitelný pouze tehdy, pokud se zajistí využívání domácí produkce biopaliv a zamezí se dovozům levných surovin z odlehlých částí světa (příklad Brazílského lihu). Taktéž dodatečné pracovní příležitosti v souvislosti s výrobou biopaliv by neměly vyvolat vyšší nezaměstnanost v jiných oborech hospodářství. Je však třeba počítat s tím, že **zábor půdy k pěstování biomasy pro biopaliva bude zdatně konkurovat výrobě potravin, což může mít v konečném důsledku vliv na růst cen základních potravin jako je rýže, mouka, brambory, olej, cukr a podobně**. Tento trend je patrný zejména v rozvojových zemích, kde se pěstování biomasy pro biopaliva stalo velmi výnosným byznysem a přitom řada lidí trpí hladověním v důsledku nedostatku potravin. **Navíc v některých zemích tento obchod zasáhl i vzácné deštné pralesy**, které byly v jeho důsledku vykáceny pro získání většího půdního fondu.

Rovněž **chování spotřebitelů** se v jisté míře musí přizpůsobovat těmto změnám. Např. v blízké době lze očekávat na trhu s automobily zvýšené procento poptávky po tzv. FFV vozidlech.

K celkovému zhodnocení efektů a dopadů plynoucích ze zavádění současných biopaliv v ČR může napomoci následující orientační SWOT analýza (*obr. 16*), která

charakterizuje základní příležitosti a ohrožení, které souvisejí s procesem zavádění biopaliv, a dále také nejdůležitější silné a slabé stránky dnešních biopaliv první generace.

Obr. 16: SWOT analýza procesu zavádění současných biopaliv v ČR

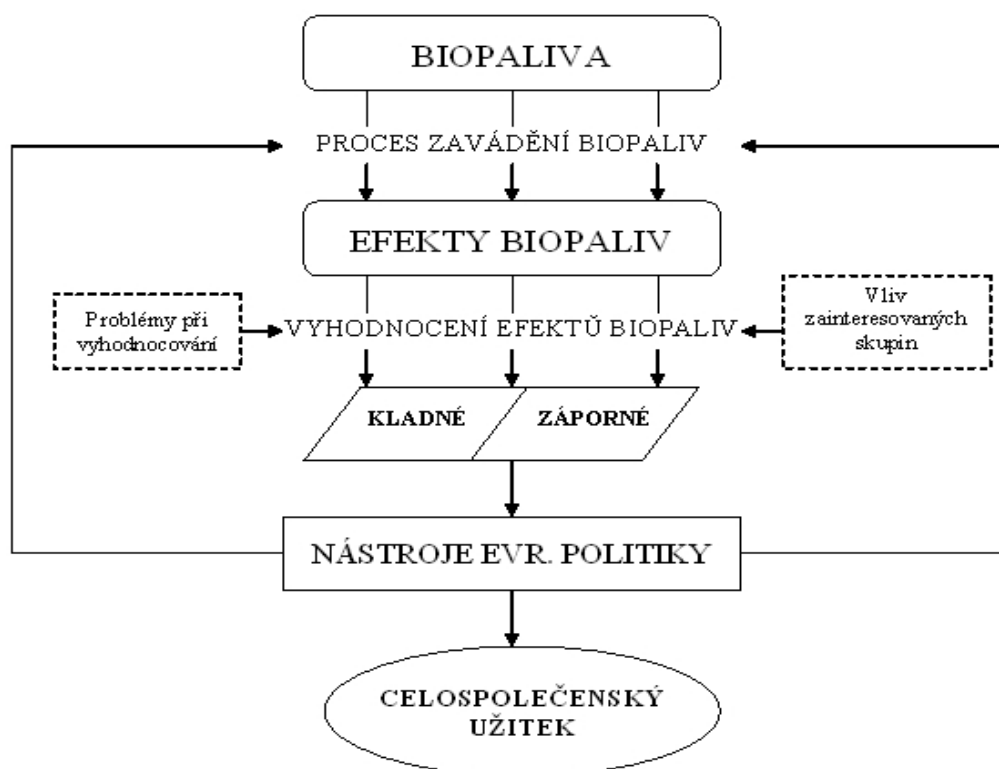


Zdroj: Autor

## 5.4 Návrh dalšího postupu

K posouzení zda a v jakém rozsahu využívat a podporovat biopaliva je třeba analyzovat celou řadu faktorů. Všechny vlivy a efekty, týkající se zavádění biopaliv, je velké množství. Některé jsou méně důležité, jiné více, ke všem je však z hlediska společné evropské politiky třeba zaujmout takový postoj, který by v celkovém důsledku přispěl k celospolečenskému užítku ze zavádění biopaliv. Schéma procesu zavádění biopaliv a posuzování jejich efektů na okolí je zobrazeno na obr. 17.

Obr. 17: Schéma procesu zavádění biopaliv a vyhodnocování jejich efektů



Zdroj: Autor

Pozitivní efekty zavádění biopaliv s sebou přinášejí také celou řadu negativních efektů. Z hlediska toho, že emise CO<sub>2</sub> z dopravy se v České republice každoročně zvyšují, je snaha o jejich snižování logickým jevem. Z tohoto pohledu je oblast zavádění biopaliv zřejmě správnou volbou. Jak již bylo popsáno, tato úspora je ale velmi malá, přičemž na celkové emise CO<sub>2</sub> má zásadní vliv především struktura vozového parku. Zvyšování podílu biopaliv má navíc za následek významné snížení příjmů státního rozpočtu ze spotřební daně, jelikož biopaliva jsou dražší než klasická paliva a je nutné je daňově zvýhodňovat. Z tohoto pohledu se naopak úspora emisí z důsledku zavádění biopaliv jeví jako neefektivní. Vezme-li se v potaz, že dalších vedlejších problémů biopaliv je více než dodatečných přínosů, tak zavádění biopaliv v současné době nemá příliš opodstatnění. Na druhou stranu je nutné

podotknout, že situace by se mohla výrazně zlepšit nástupem biopaliv druhé generace, jejich vývoj je však do jisté míry závislý právě na současném využívání biopaliv první generace. EU by si měla dávat pouze takové cíle, kterých lze zcela reálně a udržitelně dosáhnout z domácích, tedy evropských zdrojů a jednoznačnou nutností se jeví pokračování podpory výzkumu a vývoje biopaliv druhé generace.

Při respektování cílů EU by si většího využití biopaliv měl vynutit především samotný trh, i když je zřejmé, že je nutné tomuto procesu pomoci určitými státními intervencemi. Důležité přitom je, aby měl spotřebitel možnost se rozhodnout, zda natankuje čisté fosilní palivo nebo určitou směs fosilního paliva s biopalivem. Každý stát sám už má za úkol přesvědčit spotřebitele k nákupu paliv právě s přídavkem biosložky. Takovou možností je většinou určitá dotace formou daňového zvýhodnění vysokoprocenních směsí nebo čistých biopaliv. V podmínkách ČR je nutné zajistit v první fázi odbyt nafty s obsahem 31 % MEŘO, a to primárně v sektorech zemědělství, lesnictví nebo stavebnictví, které jsou schopny spotřebovávat velké množství této směsné nafty bez větších technických problémů.

Co se týče možnosti snižování emisí skleníkových plynů, tak velký potenciál leží v obnově vozového parku a ve vývoji nových a ekologicky čistších pohonů. I zde může sehrát značnou roli stát, kdy vytvoří takové podmínky, aby se vyplatilo uživateli zakoupit nové vozidlo s nižšími emisemi, nebo vozidlo na alternativní pohon (např. formou snížené silniční daně, menšími poplatky za užívání dálnic atd.). S obnovou vozového parku by poté mohlo sekundárně souviset i zvýšení poptávky po biopalivech, pokud se vytvoří záruky a důvěra v bezproblémový provoz. Nezbytným předpokladem jsou důsledné kontroly kvality všech pohonných hmot na daném trhu.



## Závěr

Není sporu o tom, že doprava přispívá k ekonomickému růstu a zvyšování životní úrovně v jednotlivých státech a je předpokladem pro rozvoj zaostalejších regionů. Veškerá pozitiva ovšem sekundárně způsobují i negativní vlivy a nově vyvstávající problémy. Tyto poté logicky nabývají na intenzitě paralelně s růstem dopravy a je k nim třeba zaujmout správný postoj, a to nejen z pohledu České republiky a EU, ale vlastně z pohledu celého světa.

Biopaliva jsou jednou z oblastí dopravní a energetické politiky a politiky ochrany životního prostředí, která se snaží reagovat právě na některá tyto negativa, které doprava sekundárně vyvolává. Jedná se zejména o vzrůstající emise CO<sub>2</sub> z dopravy a vysokou závislost dopravy na ropných surovinách. Ukazuje se, že zavádění biopaliv může ke zlepšení těchto faktorů dopomoci, ale v současném stupni využití biopaliv jsou výsledky prakticky zanedbatelné. V každém případě nelze očekávat, že by k výraznému zlepšení mělo dojít ihned; je třeba, aby zavádění biopaliv bylo postupným procesem, kterému by se mohl trh efektivně přizpůsobit. Nadále je přitom nutné podporovat výzkum a vývoj biopaliv druhé generace, které mohou dosahovat výrazně lepších celkových parametrů, než mají současná biopaliva.

I u biopaliv je však nutné vidět jejich záporné stránky. Některé názory poukazují na to, že biopaliva sice vykazují úsporu emisí CO<sub>2</sub>, problémem však mohou být zvýšené emise N<sub>2</sub>O. Ty vznikají spalováním biopaliv, na jejichž pěstování se používají dusíkatá hnojiva. N<sub>2</sub>O má přitom mnohem vyšší účinek na skleníkový efekt než CO<sub>2</sub>, a celkový přínos z jeho úspory by mohl být zrušen. Možným řešením by bylo omezit užívání syntetických hnojiv a také při plošném zavedení biopaliv druhé generace by byl tento jev výrazně omezen. Také nesmí být opomenuta ekonomická stránka, kdy zavádění biopaliv bude stát rozpočty jednotlivých států určité výpadky příjmů, alespoň do doby, než se biopaliva stanou čistě tržním produktem. Hodně diskutovány jsou i dopady na pohonné jednotky či různé globální problémy, zejména možná souvislost s počínající světovou potravinovou krizí.

Jakákoliv úspora emisí skleníkových plynů (i malá) je dnes vítána jako prostředek ke snížení rizika klimatických změn na Zemi. Těž cena ropy dosahuje stále nových rekordů a její zásoby jsou omezené. Tím pádem je zavádění biopaliv většinou vnímáno jako žádoucí proces, ve kterém by se mělo pokračovat, nesmí však být překročena rozumná míra jejich podpory. Zároveň je užívání současných biopaliv důležité také proto, aby se na trhu vytvořily vhodné podmínky pro snadnější nástup biopaliv druhé generace.



## POUŽITÁ LITERATURA

- [1] ADAMEC, Vladimír. *Doprava, zdraví a životní prostředí*. 1. vyd. Praha : Grada Publishing, a.s., 2008. 160 s. ISBN 978-80-247-2156-9.
- [2] KRÁLOVÁ, Táňa. Bio bio bionafta. *Euro*. 2007, č. 49, s. 58. ISSN 1212-3129.
- [3] KRÁLOVÁ, Táňa. Biolíh jako výbušnina. *Euro*. 2008, č. 3, s. 38. ISSN 1212-3129.
- [4] MELICHAR, Vlastimil; JEŽEK, Jindřich. *Ekonomika dopravního podniku*. 3. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 2004. ISBN 80-7194-711-3.
- [5] MURTINGER, Karel; BERANOVSKÝ, Jiří. *Energie z biomasy*. 1. vyd. Brno : ERA group spol. s r.o., 2006. 94 s. ISBN 80-7366-071-7.
- [6] PASTOREK, Z.; KÁRA, J.; JEVIČ, P. *Biomasa : obnovitelný zdroj energie*. Praha : FCC PUBLIC s.r.o., 2004. 286 s. ISBN 80-86534-06-5.
- [7] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/30/ES ze dne 8. května 2003 o podpoře užívání biopaliv nebo jiných obnovitelných pohonných hmot v dopravě. *Úřední věstník Evropské unie L 123*. 2003. s. 42.
- [8] Směrnice Rady 2003/96/ES ze dne 27. října 2003, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. *Úřední věstník Evropské unie L 283*. 2003. s. 51.
- [9] STEJSKAL, Petr. *Tarify a ceny*. 3. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1999. ISBN 80-7194-160-3.
- [10] ŠARADÍN, Pavel; DRAHOTSKÝ, Ivo. *Dopravní politika*. 1. vyd. Pardubice : Univerzita Pardubice, 2003. 127 s. ISBN 80-7194-511-0.
- [11] ŠKAPA, Petr. *Doprava a životní prostředí II*. 1. vyd. Ostrava : VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2003. 133 s. ISBN 80-248-0434-4.
- [12] VLK, František. *Alternativní pohony motorových vozidel*. 1. vyd. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2004. 234 s. ISBN 80-239-1602-5.
- [13] VLK, František. *Paliva a maziva motorových vozidel*. 1. vyd. Brno : Prof. Ing. František Vlk, DrSc., nakladatelství a vydavatelství, 2006. 376 s. ISBN 80-239-6461-5.
- [14] Vyhláška č. 229/2004 Sb. Ministerstva průmyslu a obchodu, kterou se stanoví požadavky na pohonné hmoty pro provoz vozidel na pozemních komunikacích a způsob sledování a monitorování jejich jakosti. *Sbírka zákonů ČR*. 2004. s. 4178.
- [15] Zákon č. 311/2006 Sb. o pohonných hmotách a čerpacích stanicích pohonných hmot a o změně některých souvisejících zákonů (zákon o pohonných hmotách). *Sbírka zákonů ČR*. 2006. s. 3810.
- [16] Zákon č. 353/2003 Sb. o spotřební dani. *Sbírka zákonů ČR*. 2003. s. 5730.
- [17] Zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší a o změně některých dalších zákonů (zákon o ochraně ovzduší). *Sbírka zákonů ČR*. 2002. s. 1786.
- [18] ZAORAL, Karel. Zelená vozidla už nestraší. *Euro*. 2008, č. 11, s. 48. ISSN 1212-3129.

### Elektronické zdroje:

- [19] *Biopaliva pro dopravu* [online]. Praha : EU-Media, s.r.o., c2004-2008, aktualizováno 7. 6. 2007 [cit. 2008-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.euractiv.cz/energetika/link-dossier/biopaliva-pro-dopravu>>. ISSN 1803-2486.

- [20] *Čtvrtá hodnotící zpráva : Změna klimatu 2007* [online]. Geneva (Switz.) : IPCC, [cit. 2008-03-05]. Dostupné z WWW: <<http://www.ipcc.ch/pdf/reports-nonUN-translations/czech/ar4-syr-spm.pdf>>.
- [21] DRAHOTSKÝ, Ivo. *Vazby dopravy na vnější prostředí a udržitelný růst* [online]. Pardubice : Univerzita Pardubice, [cit. 2008-04-19]. Dostupné z WWW: <[http://www.drahotsky.cz/data/drahotsky\\_prispevek.pdf](http://www.drahotsky.cz/data/drahotsky_prispevek.pdf)>.
- [22] *Energy and transport in figures 2006* [online]. Brusel (Belgie) : Evropská komise, [cit. 2008-02-26]. Dostupné z WWW: <[http://bookshop.europa.eu/eubookshop/FileCache/PUBPDF/KOAB06001ENC/KOAB06001ENC\\_002.pdf](http://bookshop.europa.eu/eubookshop/FileCache/PUBPDF/KOAB06001ENC/KOAB06001ENC_002.pdf)>.
- [23] *Europeans energy and transport : trends to 2030* [online]. Brusel (Belgie) : Evropská komise, [cit. 2008-03-19]. Dostupné z WWW: <[http://ec.europa.eu/dgs/energy\\_transport/figures/trends\\_2030/index\\_en.htm](http://ec.europa.eu/dgs/energy_transport/figures/trends_2030/index_en.htm)>.
- [24] *Evropa v pohybu – Udržitelná mobilita pro náš kontinent* [online]. Brusel (Belgie) : Evropská komise, [cit. 2008-03-19]. Dostupné z WWW: <[http://ec.europa.eu/transport/transport\\_policy\\_review/doc/com\\_2006\\_0314\\_transport\\_policy\\_review\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/transport/transport_policy_review/doc/com_2006_0314_transport_policy_review_cs.pdf)>.
- [25] *Informace o použití motorových paliv s obsahem biopaliv* [online]. Praha : Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu, c2008 [cit. 2008-03-19]. Dostupné z WWW: <[http://www.cappo.cz/ftp/pouziti\\_paliv\\_cast1.pdf](http://www.cappo.cz/ftp/pouziti_paliv_cast1.pdf)>.
- [26] JEVIČ, Petr. *Ekonomika biopaliv* [online]. Praha : ABF, a.s., c 1996-2008 [cit. 2008-03-25]. Dostupné z WWW: <<http://www.forcity.cz/2007/download/Jevic.pdf>>.
- [27] *Ročenka dopravy 2006* [online]. Praha : Ministerstvo dopravy, [cit. 2008-02-04]. Dostupné z WWW: <[http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2006/rocenka/htm\\_cz/index.html](http://www.sydos.cz/cs/rocenka-2006/rocenka/htm_cz/index.html)>.
- [28] SMÉKAL, Petr. *Well-to-Wheels analýza alternativních paliv* [online]. Chrudim : Ekomonitor, s.r.o., [cit. 2008-03-25]. Dostupné z WWW: <[http://www.ekomonitor.cz/cz/seminare/download/080131/07\\_Smekal.pdf](http://www.ekomonitor.cz/cz/seminare/download/080131/07_Smekal.pdf)>.
- [29] *Strategie Evropské unie pro biopaliva* [online]. Brusel (Belgie) : Evropská komise, aktualizováno 8. 2. 2006 [cit. 2008-03-17]. Dostupné z WWW: <[http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/index\\_cs.htm#top](http://ec.europa.eu/agriculture/biomass/biofuel/index_cs.htm#top)>.
- [30] *Studie o vývoji dopravy z hlediska životního prostředí za rok 2006* [online]. Praha : Ministerstvo životního prostředí, [cit. 2008-02-05]. Dostupné z WWW: <[http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/\\$pid/MZPMGFLZ5RSF/\\$FILE/Studie\\_final.pdf](http://www.env.cz/AIS/web-pub.nsf/$pid/MZPMGFLZ5RSF/$FILE/Studie_final.pdf)>.
- [31] ŠEBOR, G. a kol. *Analýza výroby a využívání biopaliv jako náhrady fosilních pohonných hmot v dopravě ČR* [online]. Praha : Ministerstvo zemědělství, [cit. 2008-02-05]. Dostupné z WWW: <[http://www.mze.cz/UserFiles/File/Material%20do%20vlady/Biopaliva\\_kalkulace\\_studie\\_VCHT\\_Praha\\_2006-v3.doc](http://www.mze.cz/UserFiles/File/Material%20do%20vlady/Biopaliva_kalkulace_studie_VCHT_Praha_2006-v3.doc)>.
- [32] ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technickoekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě* [online]. Praha : Ministerstvo dopravy, [cit. 2008-04-09]. Dostupné z WWW: <[http://www.mdcr.cz/cs/Strategie/Zivotni\\_prostredi/](http://www.mdcr.cz/cs/Strategie/Zivotni_prostredi/)>.
- [33] *Využití biopaliv v dopravě* [online]. Praha : Česká asociace petrolejářského průmyslu a obchodu, c2008 [cit. 2008-03-19]. Dostupné z WWW: <[http://www.cappo.cz/ftp/vyuziti\\_biopaliv\\_v\\_doprave.pdf](http://www.cappo.cz/ftp/vyuziti_biopaliv_v_doprave.pdf)>.
- [34] *Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European kontext* [online]. Ispra (Itálie) : Institute for Environment and Sustainability, [cit. 2008-02-26]. Dostupné z WWW: <<http://ies.jrc.cec.eu.int/wtw.html>>.

## SEZNAM TABULEK

Tab. 1: Způsoby využití biomasy k energetickým účelům.....	18
Tab. 2: Představa Evropské komise o zvyšování podílu alternativních paliv .....	22
Tab. 3: Minimální sazby spotřební daně u vybraných pohonných hmot.....	23
Tab. 4: Aktuální sazby spotřební daně v ČR u vybraných pohonných hmot (leden 2008).....	29
Tab. 5: Tvorba emisí při využití směsné motorové nafty s 30 % FAME.....	37
Tab. 6: Odhad potřebného množství surovin a osevní plochy k výrobě biopaliv v ČR.....	50
Tab. 7: Porovnání výhřevnosti jednotlivých druhů motorových paliv .....	51
Tab. 8: Energetická bilance výroby MEŘO v podmínkách ČR .....	52
Tab. 9: Hodnoty a úspory emisí GHG u biopaliv vyráběných v ČR a jejich směsí.....	55
Tab. 10: Emise GHG vztažené na jednotku energie v palivu.....	56
Tab. 11: Potenciál úspory emisí GHG v ČR při využití biopaliv.....	57
Tab. 12: Cenová kalkulace MEŘO v ČR – listopad 2007 (bez DPH).....	59
Tab. 13: Cenová kalkulace MEŘO v ČR (včetně DPH, spotřební daně a rabatů) .....	59

## SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1: Podíl jednotlivých skleníkových plynů na celkových emisích v roce 2004 .....	10
Obr. 2: Podíl různých sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v roce 2004.....	11
Obr. 3: Předpokládaný vývoj spotřeby energie jednotlivých sektorů v EU (v Mtoe).....	12
Obr. 4: Vývoj evropské legislativy, týkající se biopaliv .....	27
Obr. 5: Blokované schéma výroby bionafty transesterifikací rostlinných olejů .....	34
Obr. 6: Porovnání měrných emisí řepkových metylesterů a motorové nafty .....	36
Obr. 7: Blokované schéma výroby bioetanolu z obilovin/cukrové řepy (cukrové třtiny).....	40
Obr. 8: Hranice systému při analýze LCA fosilních motorových paliv (A) a biopaliv (B) .....	46
Obr. 9: Metodologie vyčíslování hodnot u Well-to-Wheels analýzy .....	48
Obr. 10: Odhad potřebného množství biopaliv v ČR .....	49
Obr. 11: Energetická náročnost jednotlivých biopaliv .....	51
Obr. 12: Celkové emise skleníkových plynů u vybraných biopaliv .....	54
Obr. 13: Celkové emise skleníkových plynů pro biopaliva pěstovaná v ČR .....	55
Obr. 14: Vývoj ceny ropy, benzínu a nafty za posledních 12 měsíců .....	58
Obr. 15: Rostoucí závislost EU na dodávkách energetických surovin (v %).....	65
Obr. 16: SWOT analýza procesu zavádění současných biopaliv v ČR.....	69
Obr. 17: Schéma procesu zavádění biopaliv a vyhodnocování jejich efektů .....	70

## **SEZNAM ZKRATEK**

BtL – Biomass to Liquids – technologie výroby syntetického kapalného paliva na bázi biomasy

CNG – Compressed Natural Gas – stlačený zemní plyn

EEŘO – etylester řepkového oleje

ETBE – Ethyl Tercio Butyl Ether

EUCAR – European Council for Automotive R&D – Evropská rada pro výzkum a vývoj v automobilovém průmyslu

FAEE – Fatty Acid Ethyl Ester – etylester mastných kyselin

FAME – Fatty Acid Methyl Ester – metylester mastných kyselin

FFV – Flexible-Fuel Vehicle – vozidlo schopné spalovat kromě klasického benzínu také jakoukoliv směs benzínu s etanolem (až 85 % etanolu)

GHG – Greenhouse Gas (Gases) – skleníkový plyn (skleníkové plyny)

GtL – Gas to Liquids – technologie výroby syntetického kapalného paliva na bázi zemního plynu

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Mezivládní panel pro změnu klimatu

JRC – Joint Research Centre – Společné výzkumné centrum při Evropské komisi

LCA – Life Cycle Assessment – hodnocení životního cyklu

LNG – Liquefied Natural Gas – zkapalněný zemní plyn

LPG – Liquefied Petroleum Gas – zkapalněný ropný plyn

MEŘO – metylester řepkového oleje

MTBE – Methyl Tercio Butyl Ether

RME – Rapeseed (Oil) Methyl Ester – metylester řepkového oleje

SFDI – Státní fond dopravní infrastruktury

TTW – Tank to Wheels – fáze životního cyklu pohonných hmot "z nádrže ke kolům"

WTT – Well to Tank – fáze životního cyklu pohonných hmot "od zdroje do nádrže"

WTW – Well to Wheels – celý životní cyklus pohonných hmot "od zdroje ke kolům"

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha 1: Jednotlivé složky emisí z dopravy a jejich působení na okolí

Příloha 2: Vývoj emisí z dopravy v ČR u jednotlivých skleníkových plynů

Příloha 3: Hodnoty emisí z dopravy v ČR za rok 2006

Příloha 4: Porovnání vybraných parametrů MEŘO a motorové nafty

Příloha 5: Porovnání vybraných parametrů etanolu, ETBE a benzinu

Příloha 6: Podkladové hodnoty k obr. 11 a obr. 13



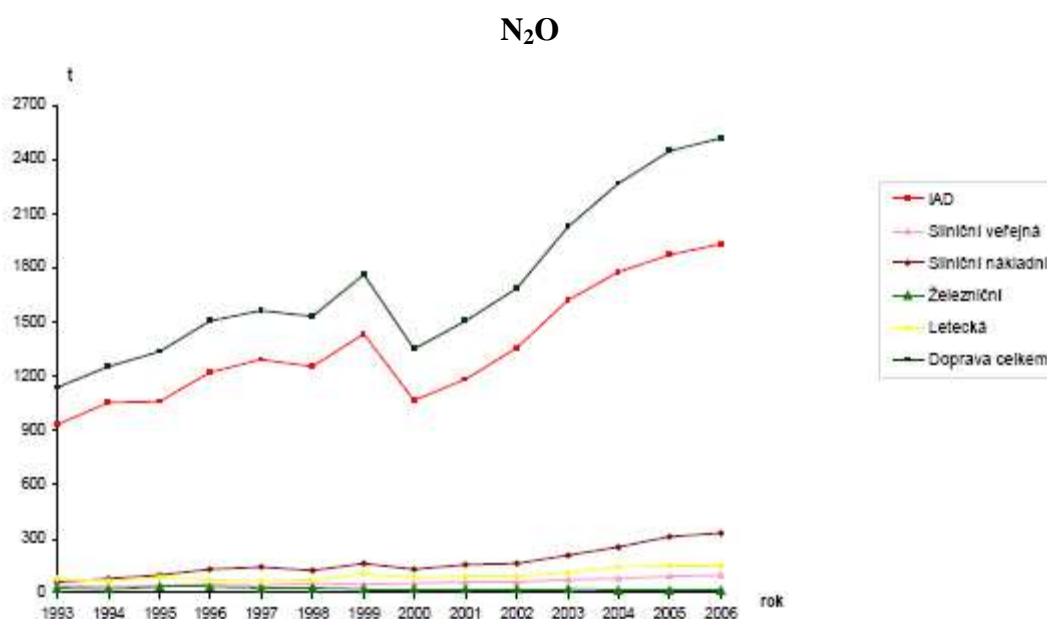
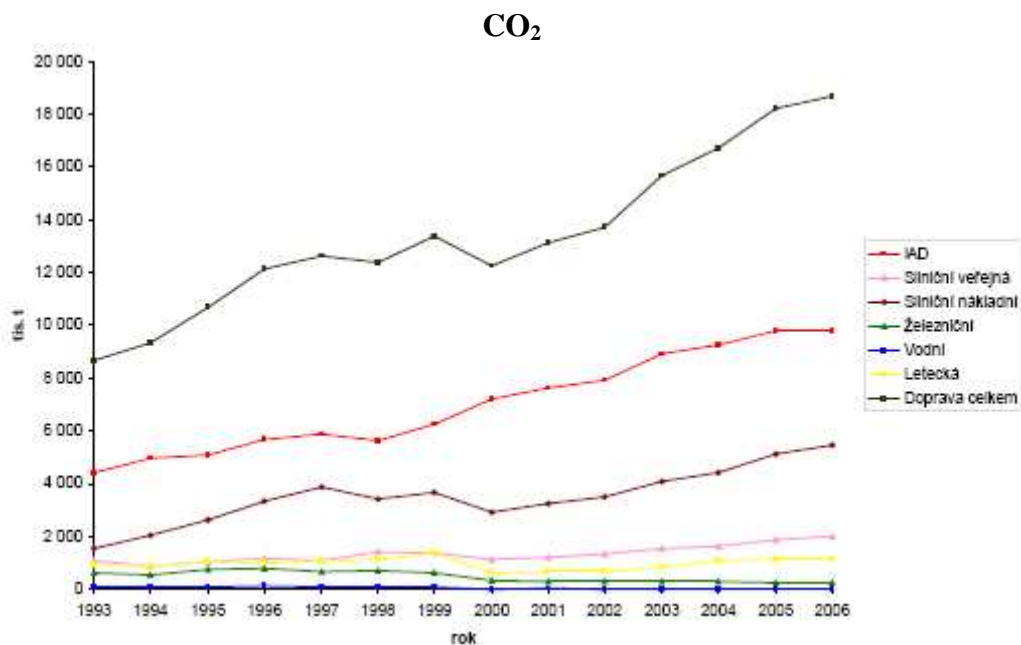
## Jednotlivé složky emisí z dopravy a jejich působení na okolí

<b>Oxid uhelnatý (CO)</b>	Není považován za škodlivý vůči neživé přírodě, ale má vliv na živé organismy, kdy především blokuje přenos kyslíku krví ke tkáním.
<b>Oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)</b>	Tento plyn sice přímo neškodí zdraví člověka, ale přispívá k tvorbě skleníkového efektu.
<b>Oxidy dusíku (NO<sub>x</sub>)</b>	Některé z nich se aktivně váží na krevní barvivo a tím znesnadňují přísun kyslíku z plic do tkání. Spolu s oxidy síry hrají hlavní roli při tvorbě kyselého deště. Oxidy dusíku vznikají nejen spalováním fosilních paliv, ale i spalováním biomasy.
<b>Oxid dusný (N<sub>2</sub>O)</b>	Jeho koncentrace v emisích má rostoucí tendenci. Řadí se mezi významné skleníkové plyny (tedy plyny přispívající k intenzifikaci tzv. skleníkového efektu a následně ke globálnímu oteplování planety).
<b>Prachové částice (PM)</b>	Jedná se o velmi malé částice různých látek, které jsou tak lehké, že trvá velmi dlouhou dobu, než se usadí na povrchu. Jde o různorodou směs organických a anorganických látek. Při nadměrném vdechování způsobují celou řadu vážných onemocnění, jako např. astma, rakovinu plic a další plicní choroby, příp. mohou způsobovat i poškození plodu dítěte atd. Vznikají spalováním paliva hlavně v naftových motorech.
<b>Oxid siřičitý (SO<sub>2</sub>)</b>	Oxid siřičitý je především vnímán jako plyn podléhající se na kyselých srážkách. Vstřebává se v horních cestách dýchacích a může vyvolávat vážná onemocnění plic, dýchacích cest a také podráždění očí.
<b>Těkavé škodlivé látky (VOC)</b>	Mají karcinogenní účinky a tedy prokazatelný negativní vliv na lidské zdraví. Mezi VOC patří benzen, butadien, toluen, xyleny a ethylbenzen.
<b>Polycyklické aromatické uhlovodíky (PAU)</b>	Projevují toxické, karcinogenní a mutagenní účinky. Mají výraznou schopnost bioakumulace (hromadit se v živých tkáních) a také lehce tvoří další sloučeniny, které mohou být ještě více toxické.
<b>Přízemní ozón (O<sub>3</sub>)</b>	Přízemní ozón vzniká v ovzduší reakcí uhlovodíků a oxidů dusíku při intenzivním slunečním záření. Jeho vyšší koncentrace způsobují bolesti hlavy, dýchací problémy, astmatické problémy a podráždění očí.
<b>Aldehydy</b>	Jsou vstřebávány v dýchacím a trávicím ústrojí, dráždí oči, sliznice, způsobují poruchy dýchání, kašel, nevolnost, astma, kožní alergie, zvyšují riziko rakoviny a leukémie.
<b>Olovo (Pb)</b>	Olovo je vysoce toxické, má schopnost akumulovat se v těle, čímž vyvolává chronickou otravu.
<b>Metan (CH<sub>4</sub>)</b>	Vzniká spalováním biopaliv. Je jedním ze skupiny významných skleníkových plynů. Podílí se i na poškozování ozonové vrstvy Země. Přímé toxické působení metanu na zdraví člověka nebylo zaznamenáno.

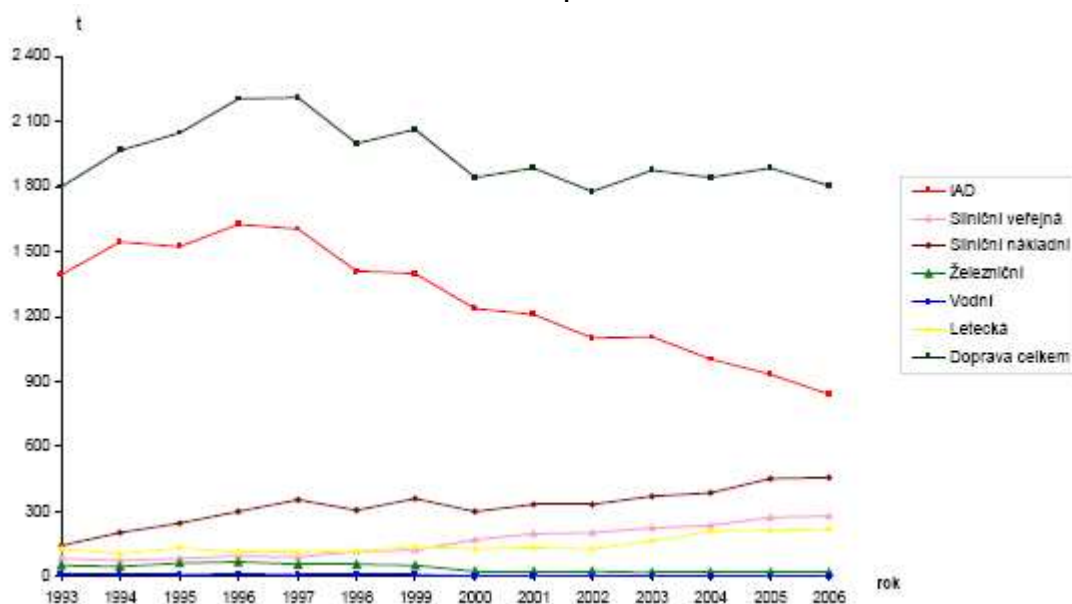
Zdroj: Autor



Vývoj emisí z dopravy v ČR u jednotlivých skleníkových plynů



# CH<sub>4</sub>



Zdroj: JEDLIČKA, Jiří. *Národní inventarizace emisí skleníkových plynů v dopravě*

**PŘÍLOHA 3**

Hodnoty emisí z dopravy v ČR za rok 2006

	CO <sub>2</sub>	CO	NO <sub>x</sub>	N <sub>2</sub> O	VOC	SO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>
<i>Doprava celkem</i>	18 650 000	213 308	96 803	2 520	43 077	641	1 804
Individuální automobilová doprava	9 812 000	96 811	19 757	1 929	16 392	322	840
Silniční veřejná osobní doprava včetně autobusů MHD	1 996 000	17 718	16 971	94	3 217	65	279
Silniční nákladní doprava	5 442 000	95 981	52 919	330	22 458	177	453
Železniční doprava - motorová trakce	264 000	1 657	2 848	15	394	8	17
Vodní doprava	18 000	118	203	1	28	1	1
Letecká doprava	1 118 000	1 023	4 105	151	588	68	214

Zdroj: Ročenka dopravy 2006

## Porovnání vybraných parametrů MEŘO a motorové nafty

Vlastnosti paliva	Bionafta (FAME)	Motorová nafta
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	~300	170–200
Cetanové číslo	~54	51
Hustota při 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,88	0,84
Výhřevnost (MJ/kg)	37,3	42,7
Výhřevnost (MJ/l)	32,0	35,7
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	12,3	14,53
Obsah kyslíku (% hm.)	9–11	<0,6
Kinematická viskozita při 20°C (mm <sup>2</sup> /s)	7,4	4,0
Bod vzplanutí (°C)	91-135	77

Zdroj: ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*

## Porovnání vybraných parametrů etanolu, ETBE a benzínu

Vlastnosti paliva	Etanol	ETBE	Benzin
Rel. molekulová hmotnost (g/mol)	46	102	111
Oktanové číslo RON / MON	109 / 92	118 / 105	96 / 85
Cetanové číslo	11	-	8
Tlak par podle Reida (kPa)	16,5	28,0	75,0
Hustota 15°C (g/cm <sup>3</sup> )	0,80	0,74	0,75
Výhřevnost (MJ/kg)	26,4	36,0	41,3
Výhřevnost (MJ/l)	21,2	26,7	31,0
Stechiometrický poměr vzduch/palivo (hm.)	9,0	-	14,7
Bod varu (°C)	78	72	30 – 190
Zápalná teplota (°C)	425		>280
Bod vzplanutí (°C)	12	-19	-35
Meze výbušnosti D / H (% v/v)	3,5 / 15	1,2 / 9,1	1,3 / 7,6

Zdroj: ŠEBOR, G.; POSPÍŠIL, M.; ŽÁKOVEC J. *Technicko-ekonomická analýza vhodných alternativních paliv v dopravě*

## PŘÍLOHA 6

Podkladové hodnoty k obr. 11 a obr. 13

	Potřebná energie (MJ/100 km)			Emise GHG (g CO <sub>2ekv</sub> /km)		
	TTW	WTT	WTW	TTW	WTT	WTW
Benzin	190	26	216	140	24	164
Nafta	177	28	205	131	25	156
Etanol (cukr. řepa)	190	353	543	137	- 26	111
Směs 95/5	190	43	233	140	21	162
Etanol (pšenice)	190	338	528	137	- 23	114
Směs 95/5	190	42	232	140	21	162
MEŘO	177	210	387	136	- 51	85
Směs 95/5	177	37	214	132	21	153

Zdroj: Well-to-Wheels analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context