

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE
FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ

Ing. Vítězslav Píša

**Dynamický model všeobecné rovnováhy a
odhad dopadů environmentální politiky
zaměřené na podporu biopaliv v České
republice**

Doktorská práce

Praha 2016

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

FAKULTA HUMANITNÍCH STUDIÍ

**Dynamický model všeobecné rovnováhy a
odhad dopadů environmentální politiky
zaměřené na podporu biopaliv v České
republice**

Doktorská práce

Ing. Vítězslav Piša

Praha, Březen 2016

Vedoucí práce: Ing. Jan Brůha, PhD.

Závazné prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto doktorskou práci vypracoval samostatně a s použitím pramenů a literatury řádně citovaných a uvedených v seznamu literatury. Práci jsem nevyužil k získání jiného nebo stejného titulu.

Souhlasím s tím, že tato diplomová práce může být zveřejněna v elektronické knihovně FHS UK a může být využita i jako studijní text.

Ing. Vítězslav Píša

Poděkování:

Rád bych tímto poděkoval mému školiteli Ing. Janu Brůhovi, PhD. za cenné připomínky a vedení při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval oponentům projektu doktorské práce za velmi cenná doporučení i kritické komentáře.

Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Ekonomika biopaliv	4
2.1.	Vymezení hlavních definic a objektu zkoumání této práce	4
2.2.	Hlavní typy biopaliv a relevantní normy.....	5
2.3.	Hlavní cíle a nástroje politiky podpory biopaliv	8
2.4.	Současná podpora biopaliv v hlavních světových ekonomikách, EU a České republice.....	11
2.4.1.	Svět	11
2.4.1.1.	Argentina.....	11
2.4.1.2.	Austrálie	12
2.4.1.3.	Brazílie	12
2.4.1.4.	Čína	14
2.4.1.5.	Filipíny	14
2.4.1.6.	Guatemala	15
2.4.1.7.	Honduras	15
2.4.1.8.	Indie	16
2.4.1.9.	Indonésie	16
2.4.1.10.	Japonsko	17
2.4.1.11.	Kanada.....	18
2.4.1.12.	Kolumbie	18
2.4.1.13.	Malajsie	19
2.4.1.14.	Mexiko	19
2.4.1.15.	Paraguay	20
2.4.1.16.	Peru.....	21
2.4.1.17.	Rusko.....	21
2.4.1.18.	Spojené státy americké.....	21
2.4.1.19.	Thajsko	22
2.4.2.	Evropská unie a Česká republika.....	23
2.4.2.1.	EU	23
2.4.2.2.	Stávající podpora biopaliv v České republice.....	25
3.	Ekonomické a environmentální efekty podpory biopaliv	26
3.1.	Ekonomické dopady	26
3.1.1.	Přidaná hodnota v jednotlivých sektorech a distribuce důchodů.....	27
3.1.2.	Ceny potravin a energetických produktů	28
3.1.3.	Zaměstnanost	30
3.1.4.	Mezinárodní obchod a závislost na politicky volatelných regionech	31
3.2.	Environmentální dopady	31
3.2.1.	Ovzduší - emise skleníkových plynů	32
3.2.2.	Půda a biodiverzita	34
3.2.3.	Kvalita a množství vody	34
4.	Shrnutí literatury a metodologie.....	35
4.1.	Přístupy k modelování environmentálních a ekonomických dopadů.....	35
4.1.1.	Modelování environmentálních dopadů	35
4.1.2.	Modelování ekonomických dopadů.....	36
4.1.3.	Obecný popis modelů všeobecné rovnováhy a relevance v oblasti biopaliv	37
4.1.4.	Odlišnosti CGE modelů aplikovaných v oblasti zemědělské produkce a výroby biopaliv	39

4.1.5.	Stručné shrnutí výsledků ekonomických analýz zaměřených na použití CGE modelů v oblasti biopaliv, resp. zemědělském sektoru	40
4.2.	Trh biopaliv a fosilních pohonných hmot v České republice	60
4.3.	Aplikovaný Model	68
4.3.1.	Domácnosti.....	69
4.3.1.1.	Nezemědělská domácnost	69
4.3.1.1.	Zemědělská domácnost.....	71
4.3.2.	Produkční sektory.....	73
4.3.2.1.	Sektor finálního zboží.....	73
4.3.2.2.	Sektor výroby pohonných hmot	74
4.3.2.3.	Zemědělský sektor	74
4.3.3.	Veřejný sektor	77
4.3.4.	Identity modelu	78
4.3.5.	Environmentální blok modelu	79
4.3.6.	Dynamika modelu	79
5.	Scénáře podpory biopaliv v České republice.....	80
5.1.	Základní scénář	80
5.2.	Alternativní scénáře	81
5.2.1.	Výsledky simulace č. 1.....	82
5.2.2.	Výsledky simulace č. 2.....	85
5.2.3.	Výsledky simulace č. 3.....	88
6.	Závěr	91

Abstrakt:

Práce zhodnocuje tři rozpočtově neutrální mixy politik podporující využití biopaliv v České republice. K evaluaci ekonomických a environmentálních dopadů je využit dynamický model všeobecné rovnováhy s třemi agregovanými sektory a dvěma typy domácností. Základním nástrojem podpory je v podmínkách České republiky hypotetická cenová subvence energetických plodin využitých v produkci biopaliv první generace, která splňuje kritéria udržitelnosti. Výdaje na cenové subvence jsou v jednotlivých scénářích financovány navýšením daně z příjmů fyzických osob, spotřební daně z pohonných hmot nebo standardní sazbou daně z přidané hodnoty. Výsledky ukazují, že za stávajících cen ropy nepostačí k naplnění emisních a podílových cílů ani cenová subvence stanovená ve výši spotřební daně z pohonných hmot. Ke splnění podílových cílů proto bude zapotřebí na trhu uplatnit i vysokoprocenní biopaliva a biopaliva vyšších generací. Ke splnění emisního cíle bude nutné využít další alternativní paliva. Environmentálně nejefektivnějším mixem nástrojů je financování subvence navýšením sazby spotřební daně z pohonných hmot, ekonomicky se nejpříznivěji jeví kombinace s navýšením standardní sazby daně z přidané hodnoty.

Abstract:

The thesis evaluates three revenue neutral mixes of political measures aimed at the support of utilization of biofuels in the Czech Republic. The dynamic computable general equilibrium model with three aggregated sectors and two types of households is applied for evaluation of relevant environmental and economic impacts. The hypothetical price subsidy of utilization of energy biomass in production of the first generation biofuels fulfilling sustainability criteria is chosen as the basic supportive tool. The revenue neutrality is satisfied via adequate increase in tax rates in three different alternative scenarios (via labor tax, motor fuel tax, and standard value added tax). The results indicate that at the current price level of crude oil even relatively high level of price subsidy is not sufficient in fulfilling the emission and biofuel share targets presumed by European Commission. Therefore, for attaining the biofuel share target high percentage first generation biofuels and second and third generation biofuels have to be utilized. Furthermore, for the fulfilling of emission targets other alternative fuels have to be utilized as well. The results finally reveal that environmentally most efficient mix is the price subsidy compensated via an increase in the motor fuel tax, economically most advantageous is the compensation via standard value added tax rate.

Klíčová slova: Biopaliva, CGE model, Hospodářská politika

1. Úvod

Udržitelný rozvoj a ochrana životního prostředí jsou témata, kterým je v posledních dekádách věnována zvyšující se pozornost. Problematika ochrany životního prostředí a otázky udržitelnosti jsou velmi úzce spjaty s podporou energetického využití alternativních zdrojů energie v oblastech dopravy a výroby tepla a elektřiny.

Oblast dopravy je charakterizována podporou alternativních paliv a s tím související obecnou snahou nahradit tradiční fosilní pohonné hmoty, tj. bezolovnatý benzín a motorovou naftu, biopalivy. Podíl dopravy na celkových emisích oxidu uhličitého obecně představuje přibližně 20 %.

Ze současných paliv, která kromě biopaliv mohou částečně nahradit tradiční pohonné hmoty a potenciálně snížit škodlivé emise, lze jmenovat především stlačený zemní plyn (CNG), zkapalněný zemní plyn (LNG) nebo již poměrně rozšířený zkapalněný ropný plyn (LPG). Tato paliva jsou však také fosilního původu. Do budoucna se uvažuje o vyšším využití elektřiny, případně vodíku.

Velmi významnou skupinou pohonných hmot, která může alespoň částečně substituovat tradiční pohonné hmoty, jsou biopaliva. Jedná se o produkty, jejichž podpora je spjata s mnoha ekonomickými i environmentálními pozitivy i negativy, což je zejména v poslední dekádě předmětem hlubokých politických diskusí.

Mezi nejčastěji citované důvody pro politickou podporu biopaliv patří jejich pozitivní efekt při redukci emisí skleníkových plynů. Kromě toho jsou často citovány i pozitivní ekonomické efekty jako snížení závislosti daného regionu na tradičních fosilních palivech z ekonomicky nestabilních regionů, podpora poptávky po zemědělských produktech a z toho vyplývající podpora zaměstnanosti v problémových regionech a rozvoj venkova.

Zejména v důsledku argumentace o výše uvedených příznivých efektech započaly téměř všechny významné světové regiony s různými druhy podpůrných programů energetického využití biomasy v dopravním sektoru. Evropská unie například vyhlásila cíl nahradit do roku 2020 deset procent konvenčních pohonných hmot z ropy biopalivy, americký zákon o energetické nezávislosti uvažuje s alokací až 36 mld. galonů do roku 2022.

V souvislosti s uváděním biopaliv na trh se však také postupně začaly objevovat opačné názory na jejich pozitivní vliv, ať už environmentální nebo ekonomický. Z

možných environmentálně negativních aspektů byly jmenovány například ohrožení biodiverzity, odlesňování nebo vysoká spotřeba vody v méně zavlažených oblastech. Z tohoto důvodu byla postupem času v rámci uvažování o podpůrných programech definována tzv. kritéria udržitelnosti biopaliv, která by měla zaručit podporu pouze biopalivům s reálným environmentálním přínosem.

Mezi hlavními negativními ekonomickými vlivy podpory biopaliv byly jmenovány například nepříznivé vlivy na ceny potravin a také nejisté dopady na zaměstnanost v případech, kdy je pěstování zemědělské biomasy pro výrobu biopaliv alokováno mimo území sledované ekonomiky.

V současné době existují různé nástroje environmentální politiky, jejichž členění na ekonomické a administrativní je shodné s nástroji politiky podporující uplatnění kapalných biopaliv, ostantně hlavní cíl této politiky je environmentálního charakteru. Mezi administrativními nástroji lze jmenovat stanovení povinných minimálních podílů biopaliv v konvenčních pohonných hmotách, z nástrojů ekonomických lze uvést například různá daňová zvýhodnění nebo subvence některého z článků biopalivového řetězce. Je zřejmé, že různé nástroje, popřípadě jejich mix, se liší jak environmentálními tak ekonomickými dopady.

K odhadu environmentálních i ekonomických dopadů nástrojů environmentální politiky se ve vyspělých zemích standardně používají sektorové makroekonomické modely. Tyto modely lze kategorizovat z hlediska jejich ekonomických základů, rozsahu pokrytí dané ekonomiky, míře využití ekonometrických technik a také z hlediska zabudování faktoru času. Ostré hranice mezi těmito typy modelů přitom nelze jednoznačně vymezit.

Cílem této dizertační práce je zhodnotit ekonomické a environmentální dopady různých politik zaměřených na biopaliva v České republice, přičemž hlavním nástrojem této analýzy je teoretický model všeobecné rovnováhy, který se vyznačuje převažujícími neoklasickými prvky. Mezi další významné charakteristiky modelu lze zařadit otevřenost relativně malé české ekonomiky, dynamické pojetí a heterogenita domácností. Politiky jsou s ohledem na narůstající veřejné dluhy světových regionů definovány jako rozpočtově neutrální.

Model je k danému typu analýzy vhodný zejména proto, že jsou odhadovány různé typy politických přístupů k podpoře biopaliv, které mají v ekonomice vliv de facto na všechny sektory a to z důvodu intersektorálních vazeb. Tyto efekty všeobecné rovnováhy nejsou zohledňovány v ekonomických modelech dílčí rovnováhy ani v environmentálních

analýzách typu LCA stejně jako v rámci různých ekonometrických odhadů přelévání variability cen energetického a potravinového trhu.

Aplikovaný model vychází z předchozích verzí, které byly prezentovány na konferencích: Global Development Network Regional Research Competition Workshop v srpnu 2010, Mathematical Methods in Economics Workshop v září 2010, konferenci na počest Osvalda Vašíčka v říjnu 2010 a konferenci Ecomod v červenci 2011.

Jak je uvedeno výše, doktorská práce zhodnocuje tři rozpočtově neutrální mixy politik podporující využití biopaliv v České republice. Základním nástrojem podpory je v podmínkách České republiky hypotetická cenová subvence energetických plodin využitých v produkci biopaliv první generace, která splňují kritéria udržitelnosti. Výdaje na cenové subvence jsou v jednotlivých scénářích financovány navýšením daně z příjmů fyzických osob, spotřební daně z pohonných hmot nebo standardní sazbou daně z přidané hodnoty. Výsledky ukazují, že za stávajících cen ropy nepostačí k naplnění emisních a podílových cílů ani cenová subvence stanovená ve výši spotřební daně z pohonných hmot. Ke splnění podílových cílů proto bude zapotřebí na trhu uplatnit i vysokoprocenní biopaliva a biopaliva vyšších generací. Ke splnění emisního cíle bude nutné využít další alternativní paliva. Environmentálně nejefektivnějším mixem nástrojů je kompenzace výpadků příjmu navýšením sazby spotřební daně z pohonných hmot, ekonomicky se nejvýhodněji jeví kombinace s navýšením standardní sazby daně z přidané hodnoty.

Struktura dizertační práce je následující. První kapitola je zaměřena na úvodní stručné seznámení s problematikou, druhá kapitola shrnuje ekonomické aspekty spojené s biopalivy a vymezením práce, jsou zde definována jednotlivá biopaliva relevantní pro český trh a vyjmenovány normy, které se těchto biopaliv týkají. Dále jsou vyjmenovány jednotlivé existující nástroje podpory produkce a spotřeby biopaliv a také cíle, kterých má být podporou biopaliv dosaženo. V závěru kapitoly je shrnuta soudobá podpora biopaliv ve vybraných světových regionech, včetně EU a České republiky.

Ve třetí kapitole jsou teoreticky vyjmenovány ekonomické a environmentální aspekty podpory biopaliv a kvalitativně zhodnoceny nejdůležitější vazby mezi ekonomickými a environmentálními atributy, které jsou úzce spjaty s podporou biopalivového trhu.

Čtvrtá kapitola se zabývá shrnutím metodologie a přístupů, které byly v rámci odhadů ekonomických a environmentálních dopadů rozvoje biopalivového trhu aplikovány. V druhé polovině kapitoly je představen aplikovaný model včetně zhodnocení jeho přínosů a možných nedostatků.

V páté kapitole jsou ukázány základní simulace, které mají za cíl odhadnout dopady různých výší subvence ceny energetické plodiny. Politika je brána jako rozpočtově neutrální, což je v souladu s prohlášeními stávající i minulých vlád České republiky a tak je vždy financována navýšením sazeb jiných daní v ekonomice. Postupně jsou v rámci jednotlivých scénářů navýšeny sazby daně z příjmů fyzických osob, spotřební daně z pohonných hmot a standardní sazby daně z přidané hodnoty.

Závěrečná šestá kapitola je následně věnována stručnému shrnutí a zhodnocení výsledků.

2. Ekonomika biopaliv

2.1. Vymezení hlavních definic a objektu zkoumání této práce

Směrnice 2009/28/ES definuje v čl. 2 písm. e) *biomasu* jako „biologicky rozložitelnou část produktů, odpadů a zbytků biologického původu ze zemědělství (včetně rostlinných a živočišných látek), z lesnictví a souvisejících průmyslových odvětví včetně rybolovu a akvakultury, jakož i biologicky rozložitelnou část průmyslových a komunálních odpadů“.

Ministerstvo zemědělství (2012) v Českém akčním plánu pro biomasu v ČR na období 2012 až 2020 rozděluje biomasu na zemědělskou, lesnickou a biologicky rozložitelný komunální odpad. Biomasu ze zemědělské produkce dále dělí na *cíleně pěstovanou biomasu* (např. řepka), *trvalé travní porosty*, *rychle rostoucí byliny a dřeviny* a *biomasu zbytkovou* (např. sláma, plevy, šroty, exkrementy).

Celková disponibilní biomasa může být dále konkurenčně využita k přímému spalování za účelem *výroby tepelné nebo elektrické energie*, ke spalování v kogeneračních jednotkách (souběžná výroba elektrické energie a tepla), k *výrobě bioplynu*, k výrobě *kapalných biopaliv* a k *neenergetickému a materiálovému využití* (například v potravinářství, chemickém a farmaceutickém průmyslu, dřevozpracujícímu průmyslu a stavebnictví).

V souladu s výše uvedeným definuje Směrnice 2009/28/ES v čl. 2 písm. i) pojem *biopalivo* jako „kapalné nebo plynné palivo *používané pro dopravu*, vyráběné z biomasy“. Od pojmu „biopalivo“ tato směrnice v čl. 2 písm. h) odlišuje pojem „biokapalina“, který zahrnuje „kapalná paliva používaná pro energetické účely jiné než dopravu, včetně výroby elektřiny, vytápění a chlazení a vyráběné z biomasy“.

Tato práce vzhledem ke své povaze a cíli nezahrnuje analýzu dopadů podpůrných politik celého spektra druhů a využití biomasy, přestože jednoznačné mantinely nelze určit, zejména z důvodu konkurujících si způsobů využití.

Přesto je snahou záměrně nepřímou abstrahovat od biomasy pocházející z lesnictví a biomasy pocházející z biologicky rozložitelné části průmyslových a komunálních odpadů a je zcela zaměřena pouze na analýzu dopadů podpory biopaliv, jejichž vstupní surovinou je biomasa pocházející ze zemědělství. Lze tedy shrnout, že práce je zaměřena pouze na biomasu pocházející ze zemědělství využitou v sektoru dopravy.

2.2. Hlavní typy biopaliv a relevantní normy

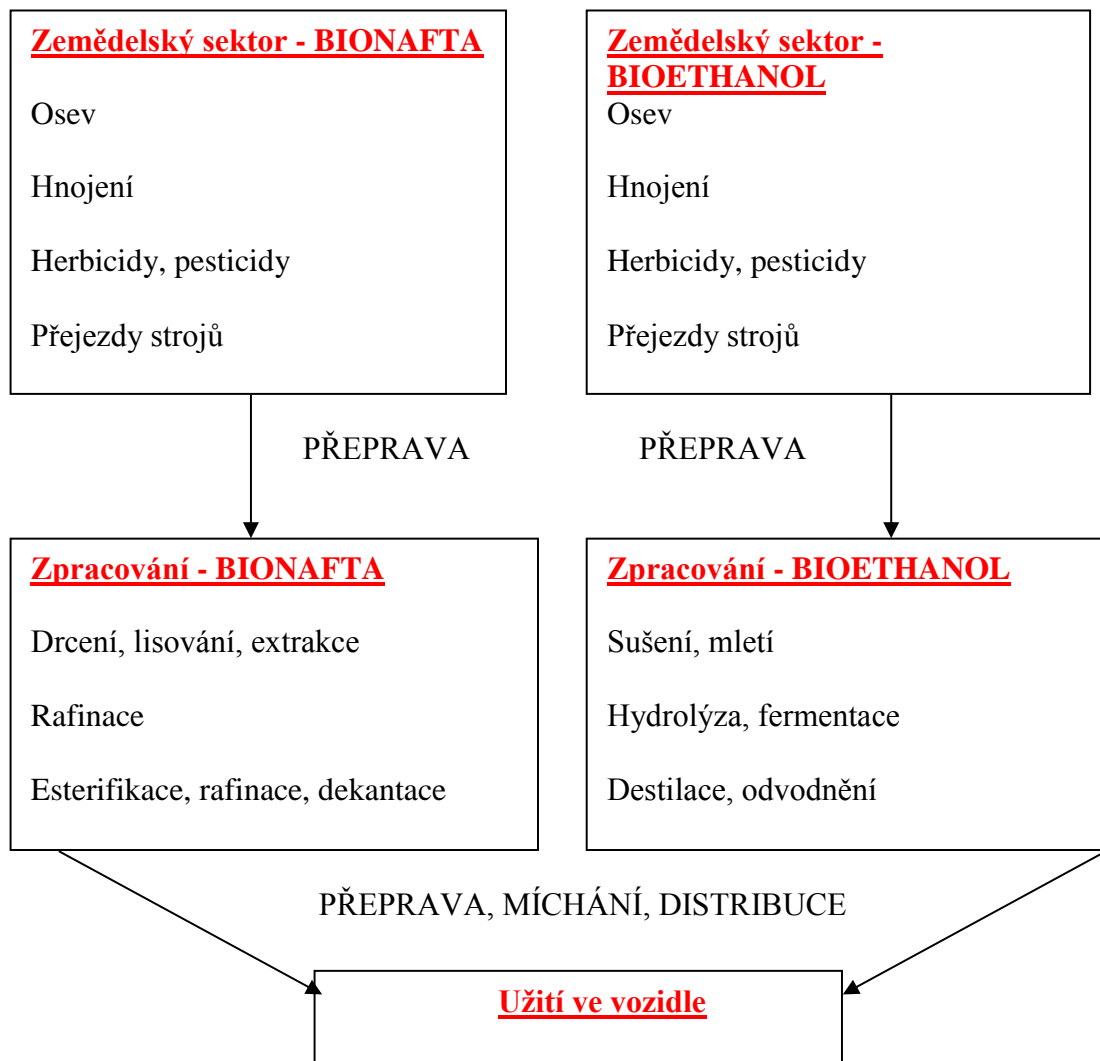
Hlavními typy biopaliv, která jsou v současné době dodávána na trh pohonných hmot v České republice a obecně v Evropské unii, jsou metylestery mastných kyselin vyrobené z rostlinného oleje nebo živočišného tuku (dále jen „FAME“), bioethanol a rostlinné oleje.

FAME, známé také pod pojmem „bionafta“, jsou nejrozšířenějším alternativním palivem v Evropě. Jsou přímým substitutem motorové nafty. Nejčastěji jsou vyráběny z řepkového semene, ze slunečnice, ze sojových bobů nebo palmového oleje. V České republice výrazně převládá původ z řepkového semene, respektive výroba z řepkového oleje.

Pro některé vznětové motory lze používat čistou bionaftu, označovanou též zkratkou B100, kdy tato musí splňovat požadavky technické normy ČSN EN 14214. Výrobní postup FAME pro lepší ilustraci zjednodušeně ukazuje obrázek č. 1.

V klasické motorové naftě, aniž by tato skutečnost musela být výslovně uvedena na příslušném stojanu čerpací stanice, může být podle přílohy II směrnice 2009/30/ES, přílohy 2 vyhlášky 133/2010 Sb. i podle ČSN EN 590 přimícháno až 7 % objemu bionafty, která splňuje vlastnosti uvedené v ČSN EN 14214.

Obrázek č. 1: Schéma produkce a spojených činností při výrobě a užití bionafty a bioethanolu



Zdroj: Máca (2006).

V současné době je diskutována novela ČSN EN 590, kdy je uvažováno možné rozšíření podílu FAME v naftě až na 10 %. Toto palivo však zatím není povoleno a odsouhlaseno automobilovým průmyslem. Vysoký objem FAME by mohl představovat překážku pro moderní vznětové motory.

Relativně rozšířenou pohonnou hmotou je v České republice tzv. směsná nafta, označována též zkratkou SMN30 nebo B30. Jedná se o směs fosilní motorové nafty s bionaftou, kde podíl bionafty činí více než 30 % objemu. Kvalita směsné nafty je upravena českou normou ČSN 6565 08. Směsnou naftu lze, podobně jako bionaftu, použít ve vznětových motorech.

V říjnu 2015 byla na motorovou naftu s vyššími obsahy biosložky vydána evropská technická norma EN 16 709. Tato norma nově definuje pohonné hmoty B20 a B30.

Pohonná hmota B20 může obsahovat mezi 14 až 20 % včetně objemu FAME, zatímco pohonná hmota B30 musí obsahovat od 24 % do 30 % včetně objemu FAME. Tyto evropské normy musí být implementovány na český trh.

Bioethanol je hlavním substitutem bezolovnatého benzínu. Podle přílohy I směrnice 2009/30/ES, přílohy 1 vyhlášky 133/2010 Sb. a ČSN EN 228 může být do bezolovnatého benzínu přimícháno až 10 % objemu bioethanolu. Tuto pohonnou hmotu lze používat v zážehových motorech.

Ačkoli norma i zákony umožňují toto palivo prodávat, palivo je v současné době prakticky neprodejné, protože jej bezproblémově mohou užívat pouze FFV vozy, respektive novější vozy se zážehovým motorem (vyrobené cca po roce 2007).

Pokud je toto palivo nabízeno na čerpací stanici, musí být podle § 5 odst. 9 písm. d) zákona č. 311/2006 Sb., o pohonných hmotách zřetelně označeno („provozovatel čerpací stanice je povinen zajistit na čerpací stanici, na které je prodáván nebo vydáván motorový benzin s obsahem ethanolu od 5 do 10 procent objemových, označení příslušného výdejního stojanu údajem o obsahu ethanolu v motorovém benzínu“). V současné době je proto naprostá většina nízkoprocentního přimíchávání bioethanolu uskutečňována prostřednictvím pohonné hmoty E5.

Bioethanol ve světě je nejčastěji vyráběn z řepy cukrové, pšenice, kukuřice a cukrové třtiny, přičemž v České republice převládala v roce 2012 výroba z řepy cukrové a kukuřice (do roku 2010 z řepy cukrové a pšenice). Výrobní postup bioethanolu a související činnosti je pro lepší orientaci opět předmětem obrázku č.1.

Vysokoprocentní biopaliva, jejichž hlavní složkou je bioethanol, jsou paliva E85 a E95. Kvalitativní požadavky na pohonnou hmotu E85 jsou uvedeny v technické normě ČSN 656512. Jedná se o směs bezolovnatého benzínu s bioethanolem, kde podíl bioethanolu ve směsi představuje mezi 70 a 85 % objemu. Pohonná hmota E85 je určena pro zážehové motory a v posledních letech je zaznamenán rostoucí trend jejího použití v České republice.

Naopak pohonná hmota E95, jejíž charakteristické vlastnosti upravuje ČSN 656513, je určena pro vznětové motory a v České republice se dosud příliš nevyužívá. Jedná o směs bioethanolu s aditivou s podílem bioethanolu přesahujícím 92,2 % hmotnosti.

Čisté rostlinné oleje získané extrakcí nebo lisováním lze použít jako palivo ve vznětových motorech i bez úpravy, problémem však bývají některé jeho negativní vlastnosti. Kvalitativní požadavky na rostlinné oleje, které mohou být vyráběny například z řepkového semene, slunečnice, nebo palmového oleje, specifikuje ČSN 656516.

Většinu v současné době vyráběných biopaliv lze zařadit mezi tzv. biopaliva první generace, tedy produkty, jejichž vstupní suroviny (biomasa) konkurují výrobě potravin nebo krmiv s potenciálem negativně ovlivňovat jejich ceny.

Oproti tomu se stále paralelně vyvíjejí biopaliva druhé generace, jejichž vstupní surovina přímo nekonkuruje potravinářskému využití. Jedná se o nepotravinářskou biomasu, jako například lesní biomasu včetně těžebních zbytků, zemědělský odpad, energetické rostliny nebo biologický odpad z domácností.

Biopaliva druhé generace mají výrazně vyšší potenciál při redukci emisí skleníkových plynů, vyrábí se však zpravidla složitějšími a hlavně nákladnějšími procesy, které aktuálně nejsou konkurenceschopné klasickým pohonným hmotám ani při relativně vysoké státní podpoře. Jejich výraznější podíl na trhu je očekáván v horizontu 10 let, nicméně jak bylo uvedeno výše, jsou mimo rámec této práce.

2.3. Hlavní cíle a nástroje politiky podpory biopaliv

Politická podpora produkce a spotřeby biopaliv stojí na třech stěžejních argumentech. Prvním je udávaný pozitivní vliv podpory biopaliv na životní prostředí, zejména prostřednictvím *snižování emisí skleníkových plynů*, tj. mimo jiné často citovaného oxidu uhličitého. Druhým argumentem pro podporu biopaliv je *tvorba nových pracovních příležitostí*, která vyplývá z vyšší poptávky po zemědělských produktech a z toho plynoucí žádoucí rozvoj venkovských regionů. Posledním hlavním argumentem je snaha o *zeslabení energetické závislosti* na politicky a ekonomicky nestabilních státech, odkud pochází významná část dodávek ropy.

K dosažení těchto cílů vede z pohledu státní autority několik druhů politických nástrojů, které lze podobně jako nástroje environmentální politiky členit na nástroje *administrativní* a nástroje *ekonomické*. Kromě členění nástrojů na administrativní a ekonomické lze aplikovat i klasifikaci podle článku produkčně spotřebního řetězce, na který jsou primárně zaměřeny.

V této souvislosti definuje směrnice 2009/28/ES v čl. 2 písm. k) režim podpory jako „jakýkoli nástroj, režim či mechanismus uplatňovaný členským státem či skupinou členských států, který podporuje užívání energie z obnovitelných zdrojů snížením nákladů na výrobu této energie, zvýšením ceny, za kterou ji lze prodat, nebo zvýšením množství takto prodané energie prostřednictvím povinnosti využívat energii z obnovitelných zdrojů nebo jinak. To zahrnuje mimo jiné investiční pomoc, osvobození od daně nebo snížení

daně, vrácení daně, režimy podpory pro povinnost využívat energii z obnovitelných zdrojů, včetně režimů používajících zelené certifikáty, a režimy přímé cenové podpory, včetně tarifů výkupních cen a plateb prémie.“.

Podpůrné programy pro biopaliva jsou v různých regionech aplikovány zejména proto, že biopaliva nejsou v současné době v naprosté většině schopna cenově konkurovat tradičním pohonným hmotám.¹ Konkurenceschopnost biopaliv je dále snížena při klesajících cenách ropy.

Také lze říci, že na trhu s dopravními prostředky často neexistuje dostatek vozidel, která by byla schopna případnou vyšší nabídku vysokoprocentních a čistých biopaliv absorbovat.² Jedná se tedy o případnou potřebu podpory *na straně nabídky* i *na straně poptávky*.

Hlavním administrativním nástrojem, který je zacílený na výrobce a distributory pohonných hmot, je systém *povinných minimálních podílů* biopaliv, které musí být alokovány na domácí trh s pohonnými hmotami. Tento povinný podíl může být nastaven tak, aby byl dotčenými subjekty realizován za určité časové období nebo v aktuálním čase, tedy v každém litru klasické pohonné hmoty.

V prvním případě jsou subjekty zavázány plnit minimální podíl periodicky, zpravidla ročně a mohou případný nižší podíl biopaliv, který v časovém intervalu přimíchají do konvenčních pohonných hmot, sumarizovaně dorovnat prostřednictvím vysokoprocentních biopaliv.

Ve druhém případě jsou stanoveny kvalitativní standardy na pohonné hmoty dodávané na trh. Ty mohou být stanoveny tak, že každý litr pohonné hmoty musí obsahovat minimální podíl biopaliva. Výši tohoto podílu je však nutné volit velmi obezřetně, neboť vysoký obsah biosložky může činit některým motorům potíže, obzvláště při extrémně nízkých teplotách.

Přímé subvence výrobcům biomasy poskytované na množství vypěstované energetické plodiny nebo na velikost plochy, na níž se energetická plodina pěstuje, snižují produkční náklady zemědělského sektoru a zvyšují jeho motivaci pěstovat takto zvýhodněné plodiny. Tento ekonomický nástroj je cílený na nabídkovou stranu zemědělského sektoru. Příkladem přímé podpory pěstování energetické biomasy je tzv.

¹ Výjimkou je například produkce bioethanolu v Brazílii.

² Výjimkou je pohonná hmota B30, kterou může spalovat významná část nákladních vozidel.

„uhlíkový kredit“, což byla celoevropská podpora produkce energetické biomasy poskytovaná do roku 2010.³

Další ekonomické nástroje zaměřené na stranu nabídky podporují konverzi energetických plodin na biopaliva, tj. jsou směřovány na výrobce biopaliv. Jedná se například o *kapitálové dotace, systém garantovaných půjček* nebo *zrychlené odpisy*. V rámci dotací kapitálu je státu umožněno profinancovat část investičních aktivit producentů biopaliv. Zrychlené daňové odpisy vedou ke snížení daňového základu u daně z příjmu. Stejně jako v případě zemědělského sektoru může být poskytována dotace na jednotku vyrobené produkce i výrobcům biopaliv, tedy v odvětví zpracovatelského průmyslu.

Alternativní ekonomickou variantou podpory výrobců biopaliv je zavedení *systému garantovaných výkupních cen* placených například distributory pohonných hmot za množstevní jednotku biopaliva. Velmi podobným nástrojem je zavedení tzv. *zelených bonusů*, kdy producent biopaliva prodává svůj produkt za běžnou velkoobchodní cenu zvýšenou o tento zelený bonus od distributora biopaliva.⁴

Kapitálové dotace mohou být kromě zemědělských producentů a výrobců biopaliv poskytovány i *distributorům* alternativních paliv, například čerpacím stanicím, které umožňují biopaliva prodávat.

U konečných spotřebitelů mohou být biopaliva zvýhodněna prostřednictvím různých daňových zvýhodnění. Jedná se například o *sníženou sazbu daně z přidané hodnoty* nebo *spotřební daně* nebo daňových zvýhodnění nákupů vozidel, jejichž motory jsou schopny spalovat vysokoprocentní biopaliva. Zde se jedná o ekonomické nástroje zaměřené na stranu poptávky.

Za jinak nezměněných okolností je domácí poptávka po biopalivech také nepřímo podporována při *zvýšení nepřímých daní u tradičních pohonných hmot* fosilního původu.

V rámci mezinárodního obchodu lze biopaliva podporovat pomocí optimálního *nastavení dovozních cel*. Takováto politika má však svá omezení a například pro Českou republiku nepřichází v důsledku jejího členství v Evropské unii v úvahu.

³ Podpora ve výši 45 € / ha ročně byla poskytována pro plochy oseté energetickými plodinami do maximální garantované plochy 2 000 000 ha v rámci celé EU.

⁴ Rozdíl mezi tzv. zeleným bonusem a garantovanou výkupní cenou je charakterizován zejména předem zajištěným prodejem veškeré produkce biopaliva v systému garantovaných výkupních cen.

2.4. Současná podpora biopaliv v hlavních světových ekonomikách, EU a České republice

Podpůrné programy biopaliv jsou ve světě ve velkém měřítku implementovány až v poslední dekádě. Motivace jednotlivých vlád pro realizaci těchto programů byly rozdílné, přičemž v každé zemi, kde byla podpora biopaliv nějakým způsobem propagována, byla výše citovaným cílům přikládána rozdílná váha (např. Wiesenthal, 2009).

Tato subkapitola si neklade za cíl podrobně popsat konkrétní podpůrná schémata hlavních světových regionů, ale spíše stručně nastínit současný postoj relevantních států k této problematice a ilustrativně ukázat možné mixy aplikovaných nástrojů.

2.4.1. Svět

2.4.1.1. *Argentina*

Argentina používá mix nástrojů k zajištění podpory produkce a užití biopaliv, přičemž hlavním nástrojem jsou povinné minimální kvóty. V roce 2014 činily tyto povinné minimální podíly biopaliv 10 % v motorové naftě a 7,5 % v motorovém benzínu.

Kromě těchto povinných minimálních kvót zde jsou využívány i další nástroje podpory. Jedná se zejména o zvýhodněnou sazbu exportní daně, která byla v roce 2014 snížena v reakci na praktické omezení exportu bionafty do zemí EU (důsledek vysokého cla uvaleného EU na argentinskou bionaftu).

Výrobci bionafty určené pro domácí trh mohou využívat vracení DPH nebo zrychlených odpisů kapitálových investic. U těchto subjektů se dále uvažuje o možnostech přímých subvencí výroby. Vláda dále zajišťuje odbyt pro biopaliva na období 15 let, přičemž výkupní ceny jsou stanovovány vládou a rozlišují malé a velké výrobce⁵. Environmentální ani sociální kritéria udržitelnosti zde nejsou zohledňována, tato musí být respektována pouze u případných exportů do zemí, kde jsou sledována.

Argentina je třetím největším producentem bionafty (podíl na světové produkci v roce 2011 činil cca 11 %), přičemž majoritní a tradiční surovinou pro její výrobu jsou sojové boby, respektive jejich olej. Produkce bioethanolu je v porovnání se světovou produkcí zanedbatelná (17. s podílem 0,2 %). Hlavní surovinou pro výrobu bioethanolu je zde cukrová třtina, ale postupně nabývají na významu i obilniny (Joseph, 2013).

⁵ Pro malé výrobce činila výkupní cena bionafty v prosinci 2012 cca 17 Kč na litr, pro velké 14,50 Kč na litr. U ethanolu je výkupní cena nastavena přibližně na 20 Kč na litr.

2.4.1.2. Austrálie

Austrálie v roce 2001 stanovila dobrovolný cíl alokovat do roku 2010 na svůj trh pohonných hmot 350 mil. litrů biopaliv ročně.⁶ Za nejdůležitější podporu v Austrálii lze považovat zvýhodnění prostřednictvím spotřební daně a cla, přičemž podpora je poskytována prostřednictvím Systému energetických grantů, tj. „Energy Grants /Cleaner Fuels/ Scheme“ (Darby, 2012). Podle opatření z roku 2014 bude tento systém podpor postupně omezen tak, že k 1. červenci 2020 by se měla sazba spotřební daně (přepočtená na energetický obsah) biopaliv a tradičních fosilních paliv vyrovnat. Zvýhodnění prostřednictvím cla bylo ukončeno již v polovině roku 2015 (Farrel, 2014).

Mezi dalšími nástroji, které Austrálie využívá k podpoře biopaliv, náleží kapitálové granty.

V Austrálii jsou využívány vysokoprocentní směsi (zejména E 85 a B 20) i směsi nízkoprocentní (E 10).

Austrálie patřila v roce 2011 mezi deset největších producentů bioethanolu (9. místo s 0,5 % podílem na světové produkci), produkce bionafty je zde poměrně malá (0,4 % podíl na světové produkci bionafty v roce 2011). Hlavními vstupními surovinami pro výrobu bioethanolu jsou zde pšenice a čirok. Hlavními surovinami pro výrobu bionafty jsou živočišné tuky a použitý kuchyňský rostlinný olej.

2.4.1.3. Brazílie

Brazílie se v současné době opírá o systém podpory biopaliv s nejdelší tradicí, který zde existuje již od roku 1973. Tento systém je historicky spojen zejména s využitím bioethanolu jako alternativou využití přebytečné cukrové třtiny a zajištěním její stabilní poptávky.

V roce 1975 Brazílie zavedla tzv. „Národní alkoholový program“ (*Proalcool*). Vláda zároveň uzavřela dohody s producenty automobilového průmyslu tak, aby byl vyvinut trh s motorovými vozidly schopnými spalovat vysokoprocentní směsi bioethanolu. Výsledkem bylo, že v roce 1986 představoval podíl nově prodaných upravených vozidel 96 %. Opačný trend nastal s poklesem cen ropy v následujících letech, kdy tento podíl klesl až na 1 % v roce 1990.

⁶ Podle dat U.S. Energy Information Administration tento cíl od roku 2010 Austrálie plní.

V roce 1993 Brazílie stanovila, že podíl bioethanolu v benzínu musí činit 22 %, v roce 2003 byl tento podíl navýšen na 25 %. V letech 2003 až 2008 produkce bioethanolu zaznamenala významný nárůst, což bylo způsobeno zejména rostoucími cenami ropy (tedy poklesem relativní ceny bioethanolu).

V současné době je navrhováno navýšit podíl bioethanolu v benzínu až na 27,5 %, nicméně tento krok bude podroben dalším diskuzím, zejména z důvodu obav vyjádřených automobilovým průmyslem o možném škodlivém vlivu vyššího podílu biosložky na výkonnost a životnost motorů.

Od roku 2008 se podle Národního programu produkce a užití bionafty povinnost přimíchávat vztahuje také na motorovou naftu, do které mělo být přimícháno nejméně 2 % bionafty. Od roku 2013 byl tento podíl navýšen na 5 %, od 1. července 2014 poté na 6 % a od 1. listopadu 2014 až na 7 %.

Biopaliva jsou v Brazílii kromě výše uvedených povinných minimálních kvót daňově zvýhodněna prostřednictvím spotřebních daní i daně z obratu. Spotřební daň z ethanolu (cca 1,10 Kč/l) činí přibližně 46 % spotřební daně z motorového benzínu (cca 2,40 Kč/l)⁷. Výše daně z obratu se liší podle regionů. Zatímco u motorového benzínu se její výše pohybuje mezi 25 až 31 %, u ethanolu se jedná pouze o rozmezí mezi 12 a 27 %. Také dovozní clo na bioethanol je nulové.

Systém zvýhodněných půjček používá Brazílie k podpoře nových nebo rekultivaci starších polí, na kterých se pěstuje cukrová třtina. Tato podpora se vztahuje i na výstavbu nových skladovacích kapacit pro bioethanol.

Na straně poptávky Brazílie daňově zvýhodňuje použití flexi-fuel vozidel prostřednictvím daně z průmyslových produktů. De Almeida et. al. (2008) odhadují, že podíl Flexi Fuel vozidel (FFV), které jsou schopny spalovat volitelné podíly bioethanolu a benzínu bude v roce 2015 představovat 43 % brazilského vozového parku.

Brazílie je v současné době druhým nejvýznamnějším producentem bioethanolu (cca 26 % světové produkce bioethanolu v roce 2011), přičemž jej vyrábí výhradně z cukrové třtiny. Produkce bioethanolu zde je jediným nákladově konkurenceschopným biopalivem. Například brazilský bezvodý líh prodávali v roce 2013 producenti mezi 10,80 a 11,90 Kč na litr.

Co se týče bionafty, byla Brazílie v roce 2011 jejím čtvrtým největším producentem (cca 11 % světové produkce), přičemž 73 % produkce je vyráběno ze sojových bobů, dále

⁷ Přepočteno směnným kurzem platným ke 12. lednu 2015, tj. 9,026 Kč/BRL.

pak z živočišných tuků a bavlníkového semene. Od roku 2012 postupně klesala aukcionovaná cena producentů, přičemž v srpnu 2013 činila cca 16 Kč/litr.

2.4.1.4. Čína

V Číně byly zahájeny programy na podporu biopaliv v roce 2002 stanovením povinných minimálních podílů bioethanolu v benzínu, pouze však v některých velkých městech. V roce 2004 byl pro některé provincie tento podíl stanoven na úrovni 10 %. Efektivně se tento podíl pohybuje mezi 8 až 12 %.

Prostřednictvím přímých dotací jsou dále podporováni domácí producenti. V roce 2006 tato dotace činila přibližně 4,60 Kč na litr bioethanolu. Postupně však s nárůstem cen potravin klesla výše této podpory až na cca 1,40 Kč na litr bioethanolu v roce 2012⁸.

Bioethanol i bionafta (vyrobená z použitého rostlinného oleje) byly také podporovány prostřednictvím osvobození od spotřební daně (5 %) a DPH (17 %). To se však týkalo pouze produktů vyrobených v Číně. Na dovezené komodity jsou daně uvaleny v plné výši.⁹ Navíc se na denaturovaný líh vztahuje dovozní clo ve výši 5 % (v roce 2009 činilo dokonce 30 %).

Čína je v současné době třetím největším producentem bioethanolu (2,6 % světové produkce). Jeho hlavní surovinou jsou zde obilniny. Produkce bionafty není v Číně příliš rozšířena, a to navzdory tomu, že vozový park tvoří ve velké míře vozidla se vznětovým motorem. Hlavní surovinou pro produkci bionafty jsou zde použité rostlinné oleje.

2.4.1.5. Filipíny

Filipíny využívají systém povinných minimálních podílů. V roce 2013 tyto podíly biopaliv v pohonných hmotách činily 5 % u motorové nafty a 10 % u motorového benzínu, přičemž je dopředu znám i jejich postupný nárůst do roku 2030 (kdy u nafty i benzínu shodně vzrostou podíly na požadovaných 20 %). V rámci mezinárodního obchodu jsou biopaliva osvobozena od cla, pokud jsou obchody realizovány v rámci AFTA (Asean Free Trade Area).

Pro Filipíny nečiní problémem naplňovat cíl 5 % podílu bionafty v motorové naftě, neboť se jedná o významného producenta palmového oleje, který je zde vstupní surovinou pro výrobu bionafty.

⁸ Přepočteno směnným kurzem platným ke 12. lednu 2015, tj. 23,965 Kč/USD.

⁹ Netýká se dovozů z Chile, Singapur a Pakistánu, se kterými má Čína dohody o volném obchodu.

Oproti tomu splnit požadovaný podíl bioethanolu je pro Filipíny poměrně těžký úkol a kontroverzní politické téma. Domácí produkce cukrové třtiny, která zde slouží jako vstupní surovina pro výrobu bioethanolu, je konkurenčně neproduktivní (zejména v porovnání s Thajskem). Také od roku zavedení povinného minimálního podílu (2011) není dostatečně rozvinutá síť čerpacích stanic, které by nabízely palivo E10. Z těchto důvodů byl navržený cíl (20 %) postupně posouván s tím, že se očekává až 83 % splnění tohoto cíle prostřednictvím importovaného bioethanolu.

2.4.1.6. Guatemala

Guatemala aplikuje systém podpory biopaliv od roku 1985, kdy byla v souvislosti s nárůstem cen ropných produktů stanovena kvalitativní hranice podílu bioethanolu v motorovém benzínu na úrovni 5 %. Pro tento bioethanol byla zajištěna fixní cena a pevný odbyt.

Tento program přesto selhal, a to zejména z důvodu nárůstu cen cukru, nepříznivě nastavené ceně bioethanolu pro rafinerie, existence mnohem konkurenceschopnějšího substitutu motorového benzínu (MTBE), ale zejména nedostatečné výše ekonomických stimulů.

Od té doby ležely na stole v podstatě dva návrhy na zavedení systému podpory biopaliv. První byl zamítnut v roce 1990 z důvodu nesourodosti aplikovaných nástrojů. Uvalil totiž vysoká dovozní cla na předmětné výrobky, aniž by zajistil dostatečnou nabídku surovin pocházejících z domácího trhu (Tay, 2013).

V současné době probíhají diskuse nad dalším návrhem, který zahrnuje stanovení kvalitativního limitu 10 % biopaliva v motorovém benzínu, dále podporu čerpacích stanic, které budou nabízet výhradně toto palivo a zároveň přímou subvencí produkce ve výši cca 5,30 Kč na litr.

V současné době patří Guatemala mezi patnáct největších výrobců bioethanolu, kdy téměř všechny suroviny pro jeho výrobu pocházejí z cukrové třtiny. Výroba bionafty není příliš vyvinuta, přestože Guatemala patří mezi země s nejúčinnější výrobou bionafty z palmového oleje.

2.4.1.7. Honduras

Honduras je jedinou zemí střední Ameriky, která podporuje produkci bionafty i bioethanolu (Gomez, 2012). Producenti biopaliv, kteří zde vyrábí z více jak 51 %

domácích zdrojů, jsou po dobu 12 let poměrně výrazně zvýhodněni prostřednictvím osvobození od cla, daně z příjmu a ostatních daní.

Honduras dále využívá systém povinných minimálních kvót biopaliv v tradičních pohonných hmotách. U benzínu tento podíl bude činit 5 %, avšak s postupným nárůstem až na 20 % v roce 2020. Honduras dále uvažuje s kapitálovými granty a podporou investic do této oblasti.

Přestože nebyl v roce 2012 v Hondurasu bioethanol komerčně vyráběn, očekává se, že většina produkce bude převážně vyráběna z cukrové třtiny. V současné době patří Honduras mezi málo významné producenty bionafty, která je zde vyráběna z palmového oleje.

2.4.1.8. Indie

Indický cíl v oblasti biopaliv je poměrně ambiciózní. Do roku 2017 vláda stanovila cíl dosáhnout 20 % podílu biopaliv na trhu. Tento podíl se týká bioethanolu i bionafty. K dosažení cíle je nastaven mix několika nástrojů. Současný závazný cíl nahradit 5 % tradičních motorových paliv biopalivy byl částečně úspěšný v předchozích letech, kdy byl přebytek cukru. V roce 2013 se však očekává, že tento cíl nebude naplněn, neboť podíl bioethanolu bude z objektivních příčin na úrovni přibližně 2,9 %.

Dalšími z aplikovaných nástrojů jsou zvýhodněné úvěry až do výše 40 % nákladů na vybudování produkčních kapacit bioethanolu, garantované výkupní ceny, ale i systém dovozních cel. Bionafta i bioethanol jsou zvýhodněny také prostřednictvím nepřímých daní (bionafta je osvobozena zcela). Také některé nové projekty v oblasti produkce biomasy jsou zvýhodněny prostřednictvím daně z příjmu.

Indie v produkci biopaliv patří spíše mezi méně významné státy. Produkce bionafty je zde realizována zejména z použitých i klasických rostlinných olejů, zbytek tvoří živočišné tuky. Bioethanol je poté vyráběn z cukerné melasy.

2.4.1.9. Indonésie

Indonésie aplikuje svůj program podpory biopaliv od roku 2006. Postupně bylo stanoveno, že do roku 2025 má být dosáženo 15 % podílu bioethanolu v motorovém benzínu a 20 % bionafty v klasické motorové naftě. Povinnými osobami jsou distributoři pohonných hmot včetně nadnárodních řetězců, přičemž nesplnění povinnosti může v krajním případě vést až k odstranění licence.

Produkce biopaliv v Indonésii je subvencována. V roce 2012 vzrostla její výše z cca 3,40 Kč na litr na cca 5,90 Kč na litr biopaliva.

Indonésie se řadí mezi poměrně významné producenty bionafty (6. na světě s cca 5 % podílu na světové produkci). Mezi hlavní vstupní suroviny patří palmový a kokosový olej a dále též olej z dávivce. Indonésie naopak nepatří mezi významné světové producenty bioethanolu. Vstupní surovinou je zde cukerná melasa vznikající při mletí cukrové třtiny.

2.4.1.10. Japonsko

V Japonsku byl nastaven indikativní cíl do roku 2017 umístit na trh 500 mil. litrů ropného ekvivalentu alternativních pohonných hmot, do roku 2020 tento cíl činí dokonce 1,8 mld. litrů.

Produkce biopaliv je přes výše uvedené cíle nerozvinutá a je charakterizována relativně vysokými náklady. V současné době probíhají intenzivní debaty o dopadech podpory biopaliv první generace na ceny potravin, a proto se Japonsko snaží zaměřit svou pozornost spíše na biopaliva vyráběná z odpadů a zbytkových materiálů.

Zároveň se plánuje v maximální míře využít domácí zdroje jako cukrovou třtinu, zbytkové materiály z pěstování rýže a dřeviny. Japonsko se v maximální míře spoléhá na analýzy dopadů produkce a užití biopaliv v celém jejich životním cyklu (LCA). Mezi podpůrná opatření japonské vlády patří subvence výstavby produkčních kapacit, a to až do výše 50 % nákladů.

Co se týče bioethanolu, Japonsko v současné době povoluje pohonnou hmotu E3 (s budoucím navýšením na E10).¹⁰ Nejčastějšími surovinami pro výrobu japonského bioethanolu jsou pšenice, cukrová řepa a v menším měřítku rýže.

Ani produkce bionafty zde není příliš rozšířena, přesto se postupně vyvíjí zejména na bázi malých projektů místních samospráv a neziskových organizací. Bionafta se vyrábí zejména z použitých rostlinných olejů, které jsou za tímto účelem vykupovány.

Mezi používané pohonné hmoty patří B100 (čistá bionafta) používaná motorovými vozidly svážejícími komunální odpad a B20 využívaná lokálními autobusovými linkami.

¹⁰ Japonsko též povoluje pohonnou hmotu sestávající z motorového benzínu a 7 % ETBE (ethyl terc butyl eter) s budoucím navýšením tohoto podílu na 22%.

2.4.1.11. Kanada

Narozdíl od většiny států si Kanada při podpoře biopaliv neklade za cíl zvýšit energetickou soběstačnost, neboť se řadí na třetí místo ve velikosti zásob ropy. V Kanadě byly přesto zavedeny povinné minimální kvóty biopaliv na trhu s pohonnými hmotami. U motorového benzínu podíl činí 5 % u motorové nafty 2 %. Některé kanadské regiony však stanovují minimální podíly nad rámec těchto hodnot.

Kromě povinných minimálních kvót byl v Kanadě vyhlášen program, který podporuje producenty biopaliv prostřednictvím subvencí produkce. Výše subvence se liší podle fosilního paliva, jehož je náhradou. U substitutů benzínu, tj. zejména bioethanolu, činí výše příspěvku od vyhlášení programu (2008) cca 1,9 Kč na litr s postupným snižováním na cca 0,80 Kč na litr v letech 2015 a 2016. U náhrad motorové nafty činil v roce 2008 příspěvek cca 3,60 Kč na litr s postupným snižováním na cca 1,10 Kč na litr v letech 2015 a 2016.

Kanada obecně investuje do programů, které mají za cíl zvýšit domácí produkci alternativních paliv. Používá k tomu kromě výše uvedených přímých pobídek producentů biopaliv také podpory participace farmářů v produkčním cyklu biopaliv a podpory komercializace biopaliv druhé generace, a to prostřednictvím grantů a zvýhodněných úvěrů. Na tyto programy bylo kanadskou vládou od roku 2008 do roku 2016 uvolněno přibližně 2.2 mld. CAD (cca 41,5 mld. Kč).

V rámci mezinárodního obchodu je na bioethanol dovezený ze zemí, které nespádají pod Severoamerickou dohodu o volném obchodu (NAFTA), uvaleno dovozní clo ve výši 0,05 CAD (0,9 Kč) na litr. Cílem bylo zejména ochránit domácí producenty před dovozem levného bioethanolu z Brazílie.

Kanada je v současné době čtvrtým nejvýznamnějším producentem bioethanolu (2 % světové produkce v roce 2011). Nejvýznamnější surovinou k jeho výrobě jsou obilniny. Produkce bionafty není příliš významná. Je vyráběna především ze živočišných tuků.

2.4.1.12. Kolumbie

Kolumbie používá systém povinných minimálních kvót. U nafty činí od roku 2010 tento minimální podíl biopaliv 10 %, u motorového benzínu mezi 8 a 10 %. Do roku 2020 má podíl bioethanolu v motorovém benzínu narůst na 25 %.

Produkce biopaliv čerpá také z různých daňových zvýhodnění. Konkrétně u producentů se jedná o sníženou sazbu daně z příjmu (z všeobecných 35 % na 15 %). Produkty jako takové, tj. biopaliva, jsou dále osvobozena od spotřební daně i od daně z přidané hodnoty. Dále vláda garantuje minimální výkupní ceny, které se odvíjejí od ceny cukru na mezinárodních trzích.

Opatření na straně nabídky jsou dále podpořena i na straně poptávky, kdy vláda nařídila, že od roku 2012 musí být 60 % nově prodaných vozů typu FFV. Cílem je navýšit tento podíl do roku 2016 až na 100 %.

Kolumbie patří v současné době mezi poměrně významné výrobce bionafty i bioethanolu (11. místo v obou případech). Bioethanol je zde z 98 % vyráběn z cukrové třtiny, zbylá dvě procenta připadají na maniok. Bionafta je naproti tomu produkována převážně z palmového oleje.

2.4.1.13. Malajsie

Malajsie se zaměřuje na produkci bionafty, neboť je poměrně významným producentem palmového oleje. Ačkoli tamní vláda zvolila indikativní cíl 5 % biopaliv v klasických pohonných hmotách, nekonkurenční cena (i přes její subvencování) bionafty vede k velmi pomalému přechodu spotřebitelů z čisté motorové nafty na naftu s pěti procenty bioložky (B5).

Dalším z faktorů, který brzdí rozvoj domácí produkce, je poměrně vysoké exportní clo v porovnání s konkurenční Indonésií. Z tohoto důvodu poklesly exporty bionafty v roce 2012 téměř o polovinu.

Mezi domácí podporu patří pětiletý zvýhodněný daňový režim, který je poskytován v režimu pilotních projektů (umožňuje až 70 % daňové zvýhodnění příjmů z produkce bionafty) nebo zrychlené odpisy kapitálu.

2.4.1.14. Mexiko

Mexiko finančně podporuje zejména různé druhy projektů týkajících se biopaliv, zejména pak v oblasti výzkumu a vývoje.

V roce 2011 vyhlásilo Program na zavádění ethanolu („Programa de Introducción de Ethanol Anhidro“), který obsahuje indikativní cíle objemů biopaliv, které mají být dodány na trh. V roce 2013 mělo být podle tohoto programu dodáno minimálně 75 mil.

litrů bioethanolu, v roce 2016 to má být již minimálně 115 mil. litrů, přičemž produkce v roce 2011 činila přibližně 17 mil. litrů.

Nízké podíly bioethanolu na trhu jsou především výsledkem neshod producentů lihu a producentů petrolejářských produktů ohledně ceny, za kterou by byl bioethanol nakoupen petrolejářským průmyslem k přimíchávání do tradičních pohonných hmot.¹¹ Mexiko tak nepatří mezi významné producenty bioethanolu, který je zde vyráběn především z cukrové třtiny.

Ještě nižší než množství produkce bioethanolu je v Mexiku množství vyprodukované bionafty. Mexiko podporuje výstavbu produkčních kapacit na výrobu bionafty z dávivce.

2.4.1.15. Paraguay

Paraguay využívá mixu několika nástrojů. Jedná se především o povinné minimální podíly. Bioethanolu má být přimícháváno do motorového benzínu mezi 24 – 25 %. U bionafty se jedná o podíl 1 % v motorové naftě (Joseph, 2013b).¹²

V Paraguayi je dále používán systém pevného stanovení ceny pohonných hmot. Od roku 2013 jsou do výpočtu této ceny zahrnuty náklady na smíchání pohonných hmot s příslušným podílem biopaliv. Tyto navýšené náklady mohou být přeneseny na koncového zákazníka.

Vláda dále finálně podporuje státní podnik Petropar při nákupu biopaliv od domácích producentů. Mimoto jsou biopaliva zvýhodněna i prostřednictvím daně z přidané hodnoty. Paraguay dále osvobozuje od daně automobily spalující E 85 a plánuje garance, aby toto palivo bylo k dostání ve všech teritoriích Paraguaye. Vláda dále podmiňuje možnost importu biopaliv až po schválení Ministerstvem průmyslu, zatímco exporty nepodléhají žádné regulaci.

Paraguay v současné době patří mezi středně významné producenty bioethanolu, který je zde vyráběn z obilnin (čirok) a cukrové třtiny a mezi nevýznamné producenty bionafty, která se vyrábí z rostlinných olejů, ale částečně i z živočišných tuků.

Paraguay v současné době neřeší problematiku tzv. kritérií udržitelnosti biopaliv, neboť její biopaliva jsou exportována do zemí, kde tato kritéria nejsou vyžadována.

¹¹ Petrolejářské firmy poptávaly v roce 2012 bioethanol za cenu cca 13,50 Kč/l, zatímco producenti bioethanolu požadovali přibližně 20 Kč/l (Chavez, 2012).

¹² Původně byl stanovený indikativní podíl vyšší, ale protože byly navazující politické nástroje nedostatečné k zajištění takového množství bionafty uvedené na trhu, povinné minimální podíly byly revidovány směrem dolů.

2.4.1.16. Peru

Peru využívá k podpoře biopaliv především povinné minimální podíly na aktuální bázi. Motorový benzín musí obsahovat více než 7,8 % bioethanolu a motorová nafta 5 % bionafty.

Peruánská vláda mimo to podporuje investice do výstavby produkčních kapacit biopaliv, ale i investice zemědělské části produkčního řetězce biopaliv.

Peru je charakterizováno velmi výnosnou půdou pro pěstování cukrové třtiny (více než Brazílie), přesto bylo v roce 2011 až na 25. místě producentů bioethanolu. Bionafta je vyráběna z palmového oleje a její produkce je poměrně významně ohrožena levnějšími dovozy bionafty z USA. Z těchto důvodů zde byla uvalena dovozní cla na čistou bionaftu i na směsi obsahující více než 50 % bionafty ve výši cca 3 Kč/litr.

2.4.1.17. Rusko

Rusko je významným producentem fosilních paliv a proto nemá příliš motivací podporovat výrobu a užití biopaliv, přesto byl vyhlášen indikativní cíl dosáhnout v dopravě 10 %-ního podílu alternativních paliv.

Odborníci jsou však k naplnění tohoto cíle spíše skeptičtí. Hlavními důvody jsou případné enormní investice do produkčních kapacit, které ruská vláda nijak nepodporuje, relativně levné ropné produkty a neexistence oficiálních statistik o výrobě a užití biopaliv.

Bioethanol pro pohon motorů se v Rusku téměř nevyrábí, stejně tak bionafta. Rusko je však poměrně významným producentem řepkového oleje, který je téměř z 50 % exportován do Evropy za účelem produkce biopaliv. Někteří experti doporučují osvobodit biopaliva od spotřební daně, což by podle analýz bylo dostatečné k rozvoji produkce biopaliv, ruská vláda však na tato doporučení nijak nereflektovala (Muran, 2013).

2.4.1.18. Spojené státy americké

Podpora biopaliv v USA má tradici již od roku 1978, kdy vláda zavedla daňové zvýhodnění paliva E10 ve výši cca 20 hal na litr. Současný podpůrný program pro biopaliva je relativně komplexní. Obecně je v zákonu o energetické nezávislosti z roku 2007 stanoven závazný cíl, aby do roku 2022 bylo dosaženo roční dodávky biopaliv na trh pohonných hmot ve výši cca 136 mld. litrů biopaliv, přičemž se nerozlišuje, zda biopalivo pochází z USA nebo zahraničí. Z tohoto množství má být 57 mld. litrů tradičních biopaliv

první generace, 60 mld. litrů nelignocelulózových biopaliv druhé generace a 19 mld. litrů lignocelulózových biopaliv druhé generace (EPA, 2011).

Kromě toho byla producentům biopaliv uložena povinnost, aby snížili množství emisí v životním cyklu o 50 % (u pokročilých biopaliv), resp. o 20 % (u biopaliv první generace). Kromě toho všechny suroviny pro výrobu biopaliv musí splňovat kritéria týkající se změn v užití půdy.

Hlavním nástrojem podpory biopaliv byl tzv. objemový bioethanolový daňový kredit na spotřební dani, který byl do konce roku 2011 garantován nejen výrobcům bioethanolu a směsných pohonných hmot obsahujících bioethanol, ale i dovozcům bioethanolu. Výše tohoto kreditu činila cca 2,40 Kč/litr při smíchání bioethanolu s motorovým benzínem, cca 2,90 Kč/litr při dovozu bioethanolu a cca 50 hal/litr malým producentům bioethanolu.¹³

Tento daňový kredit je v současné době poskytován pouze v případě subjektů nakládajících s bionaftou a celulóзовými biopalivy. U producentů a osob přimíchávajících bionaftu do klasické motorové nafty činí přibližně 5,30 Kč/litr a cca 50 hal je poskytováno osobám produkujícím bionaftu z čistě zemědělských surovin. U osob nakládajících s lignocelulózovými biopalivy činí podpora cca 5,40 Kč/litr.

Další z nástrojů má spíše bránit domácí produkci před cenově výhodnějšími dovozy ze zahraničí. Jedná se především o bioethanol pocházející z Brazílie. Dovážená biopaliva jsou zatížena 2,5 % ad valorem clem a dále množstevním tarifem ve výši cca 2,90 Kč na litr biopaliva.

2.4.1.19. Thajsko

Thajsko v prosinci 2011 revidovalo svou politiku ve vztahu k biopalivům, když vyhlásilo Alternativní plán rozvoje energií pro roky 2012 – 2021 („Alternative Energy Development Plan“). Cílem tohoto plánu je dosáhnout podílu alternativních paliv na celkové vyrobené energii ve výši 25 % do roku 2021 (starý cíl byl 20 %).

Co se týče bioethanolu, thajská vláda bude podporovat pěstování cukrové třtiny a manioku tak, aby byla zvýšena produktivita. Na poptávkové straně byl jako podpůrné opatření s účinností od 1. října 2012 ukončen prodej benzínu s 91 oktany a dále bude

¹³ Vzhledem k tomu, že byli takto podporováni i výrobci směsných pohonných hmot a dovozci, nezdá se, že byl do USA dovezen bioethanol z Brazílie, zvýhodněně přimíchán do benzínu a následně reexportován do zahraničí.

subvencována výroba pohonné hmoty E20 ve výši cca 1,90 Kč/litr oproti ceně přímého substitutu této pohonné hmoty, tj. motorového benzínu s 95ti oktany. Kromě toho bude podporován prodej E20 na čerpacích stanicích, a to ve výši cca 30 hal/litr oproti motorovému benzínu s 91 oktany. Také budou u výrobců daňově zvýhodněny FFV automobily schopné spotřebovat pohonnou hmotu E85 (ve výši cca 32 tis. Kč/automobil) a vozidla schopná spalovat E20 (ve výši 19 tis. Kč).

Také v případě bionafty plánuje vláda výrazně podporovat stranu nabídky i poptávky. Na straně nabídky bude rozšířeno území určené k pěstování palm tak, aby byla navýšena produkce palmového oleje. Na straně poptávky budou podporovány pilotní projekty užití pohonných hmot B10 a B20 v nákladních vozidlech a rybářských lodích. Vláda bude dále podporovat výzkum a vývoj produkce bionafty z dalších rostlin (dávivec nebo řasy).

Thajsko je již v současné době významným producentem bioethanolu (9. místo) i bionafty (7. místo).

2.4.2. Evropská unie a Česká republika

2.4.2.1. *EU*

Evropská unie jako celek vyhlásila svůj první indikativní cíl ve směrnici 2003/30/ES. Ta stanovila, aby do roku 2010 podíl biopaliv na celkovém energetickém obsahu všech pohonných hmot činil 5,75 %. Na ni navazující směrnice 2009/28/ES stanovila cíl nahradit do roku 2020 více než 10 % objemu klasických pohonných hmot biopalivy. Tento cíl byl ve vztahu k biopalivům první generace v roce 2015 revidován směrnici 2015/1513/ES tak, že ze zmíněných 10 % podílu může být pouze 7 % podílu splněno těmito biopalivy. Zbývající podíl musí být alternativně naplněn biopalivy vyšších generací a elektřinou.

Směrnice dále stanovuje, aby u biopaliv bylo dosaženo 35 % redukce emisí skleníkových plynů v celém jejich životním cyklu oproti jejich fosilním substitutům. Od roku 2017 je tento redukční cíl navýšen na 50 %. V současné době se jedná o revizi této směrnice, přičemž hlavním cílem je zahrnout do výpočtu pro snížení emisí i faktory změn ve využití zemědělské půdy (tzv. ILUC faktor). To významně znevýhodňuje biopaliva první generace a naopak podporuje užití pokročilých biopaliv. Také se pro provozu uvedené do výroby po 1. červenci 2014 uvažuje o navýšení redukčního cíle, a to na 60 %.

Plnit cíl minimálního podílu biopaliv na trhu lze pouze prostřednictvím biopaliv, která splňují tzv. kritéria udržitelnosti biopaliv, která jsou definována v čl. 7 směrnice 2009/30/ES. Podle těchto kritérií nesmí surovina pro výrobu biopaliv, která jsou započítávána do výše uvedeného cíle, pocházet z původních lesů, travnatých ploch s vysokou biodiverzitou, chráněných území a uhlíkově bohatých ploch.

Tato směrnice v čl. 7a definuje i další cíle, které jsou relevantní v oblasti biopaliv. Dodavatelé pohonných hmot mají povinnost do 31. prosince 2020 postupně snižovat až o 10 % životní cyklus emisí skleníkových plynů na jednotku energie z paliva a dodané energie ve srovnání se základní normou pro paliva, přičemž pro biopaliva v silniční dopravě je závazné snížení o 6 %. V mixu paliv, který povede k požadovanému snížení emisí, budou muset být jistě zastoupeny i různé druhy biopaliv, včetně biopaliv první generace.

Jednotlivé členské státy mohou výše uvedených cílů dosáhnout pomocí národních podpůrných programů, nicméně použití některých nástrojů je omezeno příslušnými směrnici. Například možnou daňovou podporu biopaliv upravuje v čl. 16 směrnice 2003/96/ES, podle které lze aplikovat sníženou (nebo až nulovou) spotřební daň na biopaliva, pouze však na základě víceletých programů podpory biopaliv (maximální doba je 6 let), které jsou oznámeny a schváleny Evropskou komisí.

Nový přístup Evropské komise k národním podporám v oblasti životního prostředí a energetiky lze sledovat například v Pokynech Evropské komise pro státní podporu v oblasti životního prostředí a energetiky na období 2014 – 2020 (Evropská komise, 2014). Podle těchto pokynů by neměla být daňově zvýhodněna biopaliva, která slouží k naplnění povinných minimálních podílů.

Na úrovni politiky EU jako celku dále působí dovozní cla. Na bionaftu je uvaleno ad valorem clo ve výši 6,5 %, na rostlinné oleje (sojový, slunečnicový, řepkový), které slouží jako vstupní surovina, je aplikována sazba 3,2 %, některé oleje (palmový) jsou od tohoto cla osvobozeny.

Na bioethanol je uvaleno clo ve výši cca 2,80 Kč/l (denaturovaný), případně 5,30 Kč/litr (nedenaturovaný). Dovozy bionafty do EU jsou méně významné než dovozy bioethanolu, neboť EU je hlavním výrobcem bionafty.

2.4.2.2. Stávající podpora biopaliv v České republice

Česká republika je všeobecně vázána cílem EU, tedy nahradit do roku 2020 na trhu s pohonnými hmotami 10 % konvenčních fosilních paliv biopalivy, který byl v roce 2015 revidován na 7 % pro biopaliva první generace. Jedním z důvodů revize tohoto cíle byl také fakt, že několik studií včetně studie JRC (Hamje et. al. (2014)) došlo k závěru, že desetiprocentní cíl nebude v roce 2020 naplněn. Dalšími důvody byly politické i akademické výhrady k tzv. biopalivům první generace a preference k pokročilým biopalivům.

Hlavní nástroje podpory biopaliv, které slouží k naplnění tohoto cíle, jsou zejména povinné minimální podíly biopaliv, které mají být za kalendářní rok uváděny na trh a daňová zvýhodnění.

Minimální podíly biopaliv na trhu pohonných hmot musí být povinnými subjekty plněny na roční bázi a jsou upraveny zákonem č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší. Subjekty, které uvádějí pohonné hmoty v České republice na dopravní trh, musí zajistit, aby z celkového objemu motorové nafty, kterou dodají na trh, činilo 6 % bionafty a z celkového objemu motorových benzínů činilo 4,1 % objemu bioethanolu. V případě nesplnění této povinnosti jsou povinné subjekty povinny zaplatit poplatek ve výši 40 Kč za každý litr biopaliva, který nebyl uveden na trh. Povinné minimální podíly lze v souladu s evropskými předpisy splnit pouze prostřednictvím biopaliv, která splňují tzv. kritéria udržitelnosti biopaliv. Od 1. ledna 2016 nemohou být do těchto podílů započítávána daňově zvýhodněná vysokoprocentní a čistá biopaliva.

Dalším nástrojem cíleným na podporu biopaliv jsou daňová zvýhodnění vysokoprocentních biopaliv, která splňují kritéria udržitelnosti, prostřednictvím spotřební daně. Česká republika aplikovala tato daňová zvýhodnění na základě tzv. Víceletého programu podpory dalšího uplatnění biopaliv v dopravě na období 2009 – 2015, jehož účinnost skončila k 30. červnu 2015.

Konkrétními daňovými zvýhodněními byly: plné osvobození od spotřební daně čistých rostlinných olejů, FAME a bioplynu, osvobození od spotřební daně pohonných hmot E95 a biopaliv druhé generace prostřednictvím tzv. pilotních projektů technologického vývoje ekologicky příznivějších motorových paliv, snížená sazba spotřební daně odpovídající „nulovému“ zdanění podílu bionafty ve směsi B30, plná vratka daně z podílu bioethanolu v pohonné hmotě E85. Tato daňová zvýhodnění, která jsou upravena zákonem č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, jsou aplikována na principu

„nulové“ daně pro bioložky, pokud jsou v motorovém palivu obsaženy ve vyšším podílu (u motorové nafty více než 30 %, u motorového benzínu více než 70 %).

Od 1. ledna 2016 byly sazby spotřební daně z některých čistých a vysokoprocentních biopaliv navýšeny. Sazba daně z čistých FAME a čistých rostlinných olejů tak činí 4,59 Kč na litr, sazba daně z pohonné hmoty B30 činí 9,265 Kč na litr.

Dalším nepřímým daňovým zvýhodněním biopaliv je podpora vozidel schopných spalovat alternativní paliva prostřednictvím daně silniční. Od této daně jsou osvobozena vozidla, která mají méně než 12 tun a „jsou vybavena motorem určeným jeho výrobcem ke spalování automobilového benzínu a ethanolu 85 označovaného jako E85“ (zákon č. 16/1993 Sb., o dani silniční, ve znění pozdějších předpisů).

Pozitivně na pěstování energetických plodin působí i částečná refundace spotřební daně z motorové nafty a B30, které jsou spotřebovány při rostlinné prvovýrobě (tzv. „zelená nafta“). Tento typ daňového zvýhodnění byl ukončen k 31. prosinci 2013, od 1. července 2014 byl však opětovně zaveden.

3. Ekonomické a environmentální efekty podpory biopaliv

Argumentace ve prospěch podpory biopaliv je poměrně pestrá stejně jako argumentace opačná. Obecně lze konstatovat, že stále existují rozporuplné názory na ekonomické i environmentální dopady podpory biopaliv. Cílem této kapitoly je stručně sumarizovat potenciální ekonomické i environmentální efekty podpory biopaliv, které jsou v literatuře nejčastěji uváděny.

3.1. Ekonomické dopady

Ekonomické dopady podpory biopaliv jsou intenzivně diskutovaným tématem. V rámci těchto dopadů jsou zkoumány zejména efekty zvýšené produkce biopaliv na ceny potravin a ostatních energetických produktů, dopady na zaměstnanost (zejména v ekonomicky zaostalejších regionech), hrubou přidanou hodnotu jednotlivých odvětví a mezinárodní obchod.

V rámci mezinárodního obchodu je dále zkoumána míra závislosti jednotlivých států na dovozu energetických surovin a produktů z politicky volatelných regionů. Níže jsou kvalitativně popsány možné dopady podpory biopaliv na různé ekonomické proměnné.

3.1.1. Přidaná hodnota v jednotlivých sektorech a distribuce důchodů

Výroba v *sektoru produkce biopaliv a zemědělském sektoru*¹⁴ by v rámci podpůrných programů měla v domácí ekonomice vzrůst proto, že je pomocí konkrétního nástroje navýšena nabídka nebo poptávka po biopalivech. Tím, že naroste nabídka nebo poptávka po konkrétním biopalivu, naroste též poptávka po surovině produkované zemědělským sektorem.

Zejména v malých otevřených ekonomikách jako je Česká republika však působí silná *mezinárodní konkurence*, a tak může být navýšená domácí poptávka (po biopalivu nebo surovině) saturována prostřednictvím výrobků pocházejících z jiných členských států EU nebo třetích zemí. Právě tímto faktorem může být příznivý dopad na domácí produkci tlumen. Aplikace kritérií udržitelnosti biopaliv by měla vést alespoň k částečnému znevýhodnění produkce pocházející z třetích zemí.¹⁵

Na druhou stranu je však třeba zdůraznit, že i domácí producenti mají v rámci volného pohybu zboží a služeb se zeměmi EU vyšší šanci uplatnit svou produkci na zahraničních trzích a země by se proto měla zaměřit na výrobu těch biopaliv, v rámci které zaznamenává konkurenční výhodu.

Relativně problematickým bodem souvisejícím s produkcí v zemědělském sektoru a následnou distribucí důchodů je *vlastnictví půdy*. V případě, že je energetická plodina pěstována na půdě, jejímž vlastníkem není konkrétní zemědělec a tento zde produkuje na základě pachtu, může zvýšená poptávka po biopalivech tomuto zemědělci zhoršit obchodní bilanci, neboť nárůst konkurence na zemědělských plochách může vést ke zvýšení cen těchto zemědělských ploch a nárůstu ceny jejich pronájmu.

V důsledku toho vzrostou náklady zemědělců, kteří hospodaří na pronajatých plochách s tím, že jim zároveň nevzroste hodnota jejich aktiv z titulu zhodnocení zemědělské plochy, čímž v konečném důsledku mohou poklesnout jejich zisky.

Potenciální zisky z produkce energetických plodin mohou být touto cestou významnou měrou redistribuovány majitelům zemědělských ploch a tlumit tak investiční aktivitu v zemědělském sektoru.

¹⁴ Do sektoru produkce biopaliv první generace lze zařadit *zemědělský sektor produkující surovinu a část zpracovatelského průmyslu*, který tuto surovinu zpracuje na biopalivo (viz obrázek č.1).

¹⁵ V krajních případech, kdy domácí producenti biomasy nebo biopaliv nebudou schopni cenově reagovat na výrobky ze zahraničí, může při daňových zvýhodněních biopaliv domácí daňový poplatník „dotovat“ zahraniční produkci.

Dalším přímo ovlivněným sektorem je sektor *zpracovatelského průmyslu*, který zahrnuje nejen producenty konvenčních motorových paliv, tj. rafinerie, ale i producenty biopaliv. Vzhledem k tomu, že podíl biopaliv na trhu s pohonnými hmotami z důvodu podpůrných programů pravděpodobně poroste, znamenal by tento fakt ze statického hlediska a za jinak nezměněných okolností vytlačování tradičních pohonných hmot biopalivy.

Dopady vyvolané změnami relativních cen a interakcí několika trhů se nazývají efekty všeobecné rovnováhy. Například nárůst ceny potravin přímo povede k poklesu poptávky po produkci zemědělského sektoru, zároveň dojde k nárůstu výdajů konečného spotřebitele na potraviny, což vede k poklesu reálné mzdy a omezení výdajů na luxusnější statky, například pohonné hmoty s podílem biopaliva. Tedy opětovný tlak na pokles poptávky po produkci zemědělského sektoru.

3.1.2. Ceny potravin a energetických produktů

Dopad podpory biopaliv na ceny potravin a energetických produktů závisí na mnoha faktorech. V soudobé literatuře existují příklady, kdy autor varuje před zásadními dopady podpory biopaliv na ceny potravin. Jedná se například o studie Doornbosche a Steenblika (2007), Mitchella (2008) nebo Eideho (2008).

Na druhou stranu existují i materiály, jejichž autor dochází k závěru, že vliv biopaliv na růst cen potravin není tak podstatný, jako například analýzy Boeterse (2008) nebo Ajanovicové (2011).

Také Víceletý program podpory dalšího využití v dopravě na období 2009 – 2015, respektive jeho aktualizovaná verze implikují, že v podmínkách České republiky existuje ke splnění příslušných cílů dostatek zemědělských ploch, což by nemělo za jinak nezměněných okolností způsobit nárůst cen potravin.

U dopadů na ceny energetických produktů (pohonných hmot) se studie spíše shodují na relativně příznivém vlivu a tlaku na pokles cen.¹⁶

Obecně lze přesto říci, že zvýšená produkce biopaliv ze zemědělské biomasy a z ní odvozená zvýšená poptávka po energetických plodinách mají potenciál zvýšit ceny potravin rostlinného i živočišného původu. To platí zejména v podmínkách, kdy existuje limitovaný prostor pro pěstování energetických plodin.

¹⁶ Například Dixon et. al. (2007).

Zvýšená poptávka po energetických plodinách vede ke snaze tuto poptávku uspokojit. Na již existující a využívané zemědělské půdě dochází k nárůstu konkurence pěstování plodin pro alternativní využití (výroba potravin, krmiv a nově biopaliv). V případě nedostatku volných kapacit dochází k tlaku na přeměnu jiných druhů ploch na zemědělské, přičemž tyto nové plochy bývají zpravidla méně produktivní.

V prvním případě, kdy jsou z již existujícího půdního fondu energetickými plodinami vytěšňovány plodiny sloužící k výrobě potravin a krmiv a není možno sníženou nabídku v daném regionu kompenzovat cenově srovnatelným dovozem, způsobí pokles nabídky potravinářských plodin a krmiv přímý tlak na růst cen potravin rostlinného původu, přes zvýšené ceny krmiv pak nepřímo vzniká tlak na růst cen potravin živočišného původu.

Pokles nabídky krmiv jako přímého produktu rostlinné výroby však může být částečně kompenzován krmivy nově získanými z odpadů při produkci biopaliv. Například Taheripour (2010) ukazuje, že nezahrnutí těchto vedlejších produktů výroby do ekonomických modelů může způsobit významné nadhodnocení výsledků modelu.

Avšak i v případech, kdy by veškerá nová zemědělská produkce energetických plodin nekonkurovala při využití půdy stávající zemědělské produkci, konkurovala by stále při využití ostatních výrobních faktorů v zemědělství, jako jsou například voda, hnojiva nebo zaměstnanci s určitým vzděláním a dovednostmi. Zvýšená poptávka po těchto faktorech dále navyšuje jejich cenu a působí na růst nákladů celého zemědělského sektoru včetně jeho výsledné produkce.

Dopady podpory biopaliv na konečné ceny potravin se také liší podle charakteristiky ekonomiky podporovaných regionů, zejména její velikosti, ekonomické síle a struktury.

Například rostoucí ceny produkce zemědělské prvovýroby by měly menší dopady na ceny potravin ve vyspělých ekonomikách, kde by měl existovat potenciální prostor pro snížení marží v potravinářském průmyslu.¹⁷

Naopak v rozvojových zemích může spíše dojít k nárůstu cen potravin, i když biopaliva vůbec nepodporují, protože jsou nezdědkou čistými importéry potravin. V těchto zemích však existuje menší tlak na růst cen krmiv a výrobků živočišného původu, neboť krmiva jsou zde často primárními odpady rostlinné výroby zemědělského sektoru (Rajagopal a Zilberman (2008)).

¹⁷ Vyspělé země jsou charakteristické vyšší přidanou hodnotou potravin na trhu.

Globálně je však jedním z důležitých faktorů právě reálná výše podílu biopaliv na trhu pohonných hmot, přičemž se zvyšujícím se podílem lze očekávat významnější dopady na ceny energetických produktů a potravin.

Malé otevřené ekonomiky jako Česká republika nemohou samy o sobě svou podporou biopaliv způsobit výrazné dopady do konečných cen potravin, neboť jejich ceny jsou pro takovou ekonomiku tvořeny spíše na mezinárodních trzích.

Dopady zvýšené produkce biopaliv na *energetické produkty* mohou být dvojí. Na jednu stranu je zvyšováno konkurenční prostředí na energetickém trhu a trhu pohonných hmot s potenciálem na snižování cen těchto komodit, na druhou stranu přimíchávání biopaliv do konvenčních fosilních paliv přináší výrobcům pohonných hmot dodatečné náklady. Pokud je toto přimíchávání povinné, jsou těmto subjektům de facto navyšovány náklady jejich produkce.

Stejně jako v předchozím případě nemá malá otevřená ekonomika potenciál výrazně ovlivnit ceny energetických komodit, které jsou také tvořeny na světových trzích.

3.1.3. Zaměstnanost

Zemědělský sektor je relativně náročný na výrobní faktor práce, která je práce při výrobě biopaliv poměrně významnou částí hrubé přidané hodnoty. Zvýšená poptávka po biopalivech a zvýšená produkce tohoto sektoru proto mohou vést ke zvýšení poptávky po práci v sektoru zemědělství. Zvýšená zaměstnanost v zemědělském sektoru má vyšší potenciál pozitivně působit v relativně chudších venkovských regionech.

Vzhledem k tomu, že *sektor konverze biomasy na biopalivo* je v mnoha regionech nerozvinutý, bude v tomto článku produkčního řetězce biopaliv docházet k tvorbě nových pracovních příležitostí, ačkoliv faktor práce není v celkové přidané hodnotě sektoru tak významný jako v zemědělském sektoru. Tyto dva efekty na zaměstnanost lze nazvat jako přímé.

Existují ale i efekty nepřímé. V pozitivním smyslu je ovlivněna například zaměstnanost v dalších navazujících odvětvích, jako například v odvětví vyvíjejícím nové technologie pro sektor výroby biopaliv, atp. Pozitivní vliv na zaměstnanost mohou mít i případné výraznější investice do technologií sektoru produkce biopaliv implikované například relativně ambiciózními cíli některých regionů v této oblasti. Tím mohou tato odvětví získat technologický náskok ve střednědobém a dlouhodobém horizontu, který může být zhodnocen navýšenou zaměstnaností.

Na druhou stranu však může dojít k poklesu poptávky po práci v sektorech, jejichž výroba je substituována biopalivy, tj. v sektorech, které jsou součástí produkčního řetězce konvenčních fosilních paliv. Tím by mohlo dojít k poklesu poptávky po práci v těchto sektorech, které jsou však obecně méně pracovníčně náročné než sektory spjaté s výrobou biopaliv.

Nárůst potenciálních pracovních příležitostí v zemědělském sektoru může být dále tlumen skutečností, že se někteří zaměstnanci mohou v rámci sektoru zemědělství pouze přesunout z výroby potravin a krmiv k výrobě energetických plodin, která může být, co se týče suroviny identická.

Také je důležité, z jakých zdrojů jsou podpůrné politiky financovány. Například Bohringer et. al. (2013) ve své analýze na příkladu německého sektoru výroby elektřiny ukazují, že podpůrné politiky financované navýšením zdanění práce nemusí vést k zamýšlenému účinku.

3.1.4. Mezinárodní obchod a závislost na politicky volatilních regionech

Jedním z hlavních důvodů podpory biopaliv je snaha omezit závislost podporovaného regionu na dovozech ropných produktů z politicky volatilních regionů a zvýšení energetické soběstačnosti.

Omezení závislosti na dovozech však může být doprovázeno zhoršením obchodní bilance zemědělských produktů, pokud by zemědělské plodiny určené pro výrobu biopaliv byly ve významné míře produkovány mimo podporovaný region, což je za předpokladu volného pohybu a služeb poměrně reálná hrozba.

To samé se týká samotných biopaliv. Banse et. al. (2008) například dochází k závěru, že při zvýšené poptávce po biopalivech se v důsledku plnění indikativních cílů směrnice 2003/30/ES zhorší obchodní bilance zemědělských komodit EU. Africké země by se za této konstelace naopak staly z čistého importéra na čistého exportéra.

3.2. Environmentální dopady

Environmentální dopady podpory biopaliv jsou poměrně diskutovaným tématem. Přesto nejsou tyto dopady intenzivně diskutovány ve spojitosti s modely všeobecné rovnováhy.

Vzhledem k jednomu z hlavních argumentů pro podporu biopaliv, tj. jejich výraznému potenciálu při redukci emisí skleníkových plynů, je zapotřebí tyto efekty do analýzy také zahrnout.

Je však nutné, aby byl produkční a spotřební řetězec biopaliv uvažován z hlediska celku a nikoli až v okamžiku spotřeby. Biopaliva v celém svém řetězci spotřebují relativně významné množství energie, která je často vyráběna i pomocí spalování tradičních fosilních zdrojů. To může snížit výše uvedený přínos biopaliv.

3.2.1. Ovzduší - emise skleníkových plynů

Snížení emisí skleníkových plynů je jedním z hlavních argumentů pro politickou podporu výroby a využití biopaliv. Pozitivním směrem ve smyslu redukce skleníkových plynů působí zejména substituce tradičních fosilních paliv biopalivy, kdy biopaliva až na některé výjimky produkují ve svém celém životním cyklu méně emisí skleníkových plynů.

V rámci hodnocení emisí je tedy nutné zohlednit celý životní cyklus pohonných hmot, v případě biopaliv od pěstování vstupní suroviny až po spotřebu v dopravním prostředku.

Je proto nutné neopomenout paliva a energie, které jsou spotřebovány například zemědělskými stroji při pěstování energetických plodin nebo při výrobě tepla v rámci konverze energetické plodiny na biopalivo. Tyto aktivity mohou pozitivní vliv biopaliv zmírnit, případně i zcela vynulovat.

Je také vhodné zohlednit i jiné vazby jako je například charakteristika půdy, na které je pěstována plodina určená pro výrobu biopaliva. Pokud tato plodina pochází z území, která vznikla přeměnou lesů nebo pastvin, skleníkové plyny uvolněné z této půdy a rostlinstva na dlouhou dobu převýší uspořené emise skleníkových plynů, které jsou spotřebou biopaliva namísto tradiční pohonné hmoty získány.

Proto někteří autoři, jako například Fargione et. al. (2008), Searchinger et. al. (2008) nebo Mellilo et. al. (2009) po zohlednění výše uvedených faktorů vážně pochybují o prospěšnosti biopaliv.

Ve skupině skleníkových plynů je nejčastěji zmiňován oxid uhličitý, ten však není jediným relevantním skleníkovým plynem, který v rámci produkčního cyklu biopaliva vzniká. Je zapotřebí uvažovat i jiné plyny, kdy pro ilustraci lze uvést například oxidy dusíku, které vznikají použitím hnojiv při pěstování energetických plodin. Potenciál

snížení emisí skleníkových plynů by se proto měl přepočítat na ekvivalent oxidu uhličitého.

Tabulka č. 1: Emisní náročnost paliv podle studie well-to-wheels

Typ pohonné hmoty	Emise v životním cyklu (gCO ₂ ekv/100 km)
Konvenční benzín	125
Konvenční nafta	106
Ethanol (cukrová řepa, vedlejší produkty využity jako krmivo)	58
Ethanol (cukrová řepa, vedlejší produkty využity jako krmivo a k výrobě bioplynu)	39
Ethanol (cukrová řepa, vedlejší produkty využity jako palivo a k výrobě bioplynu)	26
Ethanol (pšenice, zemní plyn ve výrobě, vedlejší produkty využity jako krmivo)	99
Ethanol (pšenice, zemní plyn ve výrobě v KVET, vedlejší produkty využity jako krmivo)	93
Ethanol (pšenice, hnědé uhlí ve výrobě, vedlejší produkty využity jako krmivo)	123
Kukuřice	115
MEŘO (vedlejší produkty využity jako krmivo, glycerin do chemického průmyslu)	65
MEŘO (vedlejší produkty využity jako krmivo, glycerin na bioplyn)	69
Methylester slunečnicového oleje (vedlejší produkty využity jako krmivo, glycerin na bioplyn)	56
HVO (řepkový olej, vedlejší produkty využity krmivo)	68
HVO (slunečnicový olej, vedlejší produkty využity krmivo)	54
HVO (palmový olej, vedlejší produkty využity krmivo)	59

Zdroj: Edwards, et. al. (2014)

Výše uvedená tabulka č. 1 pro ilustraci uvádí, jak jsou jednotlivá paliva emisně náročná při jejich spotřebě na 100 km ujetých v reprezentativním osobním automobilu. Jedná se o data převzatá ze studie Edwards, et. al. (2014), která předpokládá výkonnost motorů a postupy při výrobě biopaliv v roce 2020.

Je však nutné zdůraznit, že v sobě nezahrnuje vliv emisí, které vznikají přímo či nepřímo přeměnou využití půdy. Zahrnutí tohoto faktoru by zhoršilo bilanci biopaliv, což přiznávají samotní autoři citované studie. Nepřímé vlivy nejsou zahrnuty proto, že zůstávají kontroverzním tématem, nad kterým dosud neexistuje shoda.

3.2.2. Půda a biodiverzita

Vyšší produkce biopaliv a s tím související vyšší nároky na vstupní suroviny pocházející ze zemědělského sektoru implikují jednak vyšší nároky na produkci na již využívaných zemědělských plochách, ale i potenciální přeměnu jiných typů území na zemědělské plochy. To se týká zejména případů, kdy rostoucí poptávka po dané surovině nemůže být saturována její zvýšenou produkcí na stávajících plochách.

V prvním případě, kdy by docházelo k intenzifikaci výroby na stávajících zemědělských plochách, by mohlo případné nadměrné využití půdy vést k její degradaci. Sklizní plodin dochází k odstranění zásoby uhlíku a živin z půdy, stejně tak ke snížení odolnosti půdy proti větrným a vodním erozím. Negativně na kvalitu půdy působí i vyšší náročnost energetických plodin na hnojiva.

Pokud je půda získávána přeměnou jiných ploch, může být efekt na životní prostředí negativní, ale i pozitivní. Velmi problematickým bodem je v tomto smyslu potenciální přeměna krajiny s vysokým stupněm biodiverzity na plochy určené pro pěstování energetických plodin. Jako příklad lze uvést přeměnu deštných pralesů v Indonésii za účelem pěstování olejnatých plodin.

Jsou-li pro výrobu energetických plodin nově využity plochy, které dosud ležely ladem, může dojít k pozitivnímu efektu kultivace půdy, atp. Nicméně je nutné brát v úvahu, že je zapotřebí rozsáhlých investic, například do zavlažování s tím, že i na těchto plochách je nutné neohrožovat biodiverzitu.

3.2.3. Kvalita a množství vody

Sladká voda obecně začíná být celosvětově poměrně nedostatkovou komoditou, přičemž zavlažování v rámci zemědělského sektoru je jedním z jejích nejvýznamnějších spotřebitelů. Vzhledem k tomu, že produkce zemědělských plodin určených pro výrobu biopaliv je na spotřebu vody velmi náročná, existuje v tomto ohledu další tlak na zhoršování situace na trhu.

Povrchové vody mohou být taktéž znečištěny produkcí zemědělského sektoru, ale i v rámci přeměny zemědělské suroviny na biopalivo, například hnojivy, pesticidy, atp. Tyto vlivy mohou vést k problémům jako eutrofizace a podobným. V tomto případě samozřejmě závisí na typu pěstované energetické plodiny.

4. Shrnutí literatury a metodologie

4.1. Přístupy k modelování environmentálních a ekonomických dopadů

K modelování dopadů podpory biopaliv lze využít širokého spektra nástrojů, přičemž hlavními kritérii výběru modelu je zejména typ a míra podrobnosti detailu dopadu, který nás zajímá.

K výběru modelu vhodného pro analýzu, která je předmětem této práce, je zapotřebí, aby byl schopen evaluovat environmentální i ekonomické dopady určitého politického rámce.

4.1.1. Modelování environmentálních dopadů

Obecně lze říci, že nejpoužívanějšími modely k odhadu environmentálních dopadů produkčně spotřebního řetězce biopaliv jsou modely typu LCA.¹⁸ Životní cykly biopaliv jsou většinou zkoumány pomocí analýzy energetické bilance nebo bilance skleníkových plynů.

V případě technologií jsou pro konkrétní typy používány fixní proporce vstupů nutné k výrobě energetického výstupu. Rozsáhlou studii, která analyzuje energetickou i emisní bilanci většiny pohonných hmot v EU nabízí Edwards et. al. (2014). V rámci životního cyklu jednotlivých paliv je zde zkoumána environmentální zátěž většiny procesů včetně materiálových vstupů do jednotlivých výrob a distribuce, včetně započítání kreditů za vedlejší produkty vznikající při výrobě hlavních produktů.

Některé aspekty, jako například spotřeba vody, však nemohly být pro svou specifickou do studie zahrnuty. Ze studie je ve většině případů patrný pozitivní vliv biopaliv na životní prostředí ve smyslu redukčního potenciálu emisí skleníkových plynů. Studie taktéž nezahrnuje přímé a nepřímé dopady změn ve využití půdy, přičemž zahrnutí těchto faktorů by mohlo mít vliv na celkové hodnocení biopaliv.

Na druhou stranu existují i určité výrobní postupy bioethanolu a bionafty, kdy je v rámci celého životního cyklu těchto biopaliv do ovzduší emitováno vyšší množství emisí skleníkových plynů než v případě produkce klasických pohonných hmot.

Alternativní přístup k LCA analýze poskytuje například Máca (2006), který se zaměřuje na hodnocení externích nákladů výroby a spotřeby pohonných hmot.

¹⁸ Například Edwards et. al. (2007) a (2014) nebo Acquaye et. al. (2012).

Analýzy životního cyklu jako takové neslouží k ex ante evaluaci podpůrných programů pro biopaliva. Spíše mají za cíl zhodnotit environmentální dopad jednotlivých biopaliv vyráběných konkrétní metodou. Výsledky LCA analýzy tak nejčastěji vypovídají o tom o kolik % statků Z více (méně) v průměru spotřebuje (emituje) konkrétní biopalivo B než je spotřebováno v řetězci jeho substitutu.

Analýza však již netvrdí, jak budou tyto technologie aplikovány v reálném světě, tj. ve sledovaném regionu a časovém okamžiku, buď za jinak nezměněných okolností popřípadě na základě nějakého exogenního šoku do ekonomiky.

Změny relativních cen paliv, které jsou výsledkem chování celé ekonomiky a interakce jednotlivých trhů, mohou působit například na složení palivového mixu při výrobě bioethanolu, s přímými i nepřímými dopady na emise skleníkových plynů, atp. Z tohoto pohledu lze říci, že LCA analýza neuvažuje s efekty všeobecné rovnováhy a interakcemi jednotlivých trhů.

Dalším možným negativem LCA analýzy je její statická povaha. Jedná se totiž o jakýsi momentální obraz technologií používaných v daném okamžiku. Z dynamického hlediska se však zejména technologie alternativních paliv neustále zlepšují a naopak u tradičních fosilních paliv bude dosaženo hranic, kdy je bude nutné získávat z hůře dostupných zdrojů, tj. s vyššími nároky na vynaloženou energii.

4.1.2. Modelování ekonomických dopadů

V poslední dekádě došlo k významnému nárůstu počtu ekonomických studií spojených zejména s biopalivy první generace. Z globálního pohledu lze tyto studie dělit podle úrovně detailu, který je sledován, na studie mikroekonomického a makroekonomického charakteru.

V rámci mikroekonomických studií lze jmenovat například modely nákladového účetnictví¹⁹, modely dílčí rovnováhy²⁰, či různé mikroekonometrické studie²¹. Z výše uvedených studií jsou pro analýzu dopadů státních politik zaměřených na podporu biopaliv nejvhodnější modely dílčí a modely všeobecné rovnováhy, neboť odpovídají na otázku, jak se změní daný trh, pokud dojde k exogennímu ekonomickému šoku způsobenému například aplikací některého z vládních nástrojů.

¹⁹ Například Khann, Dhungan a Clifton (2007) nebo Bell et. al. (2011).

²⁰ Například model IMPACT (Rosegrant, et. al. (2008)), CAPRI (Britz (2005)) nebo OSCAR (Bernard a Prieur (2007)).

²¹ Zajímavé ekonometrické studie cenových transmisních mechanismů nabízí například Zhang et. al. (2010) nebo Serra et.al. (2011).

Modely dílčí rovnováhy jsou užitečné zejména pro odhad dopadů stimulované poptávky po biopalivech na ceny zemědělských komodit, popřípadě je možné tyto modely aplikovat i na zhodnocení dopadů na ceny biopaliv.

Někteří autoři se domnívají, že tyto modely jsou vhodnější pro modelování ekonomických dopadů v zemědělském sektoru, zejména pak ve vyspělých ekonomikách, kde zemědělství tvoří poměrně malou část produkce.²²

Dalším přínosem modelů dílčí rovnováhy je využití jejich výstupů jako vstupů do jiných modelů, například modelů všeobecné rovnováhy. To se týká například detailně desagregované nabídky zemědělského sektoru.

Hlavním nedostatkem modelů dílčí rovnováhy je však nízká míra interakce mezi zemědělským sektorem a ostatními sektory v ekonomice, zejména sektorem konverze biomasy na biopaliva, dopravním sektorem a konečnými spotřebiteli, což zejména v dlouhém období může představovat problém. Exogenně daná poptávka po biopalivech je v tomto ohledu negativem modelů dílčí rovnováhy.

S ohledem na cíl této práce, tedy zkoumání dopadů různých nástrojů politiky podpory biopaliv, lze modelům dílčí rovnováhy vyčíst jejich omezené možnosti evaluace dopadů na jiné sektory a konečné spotřebitele v národním hospodářství.

Některé z nedostatků modelů dílčí rovnováhy jsou překonány pomocí sektorových modelů všeobecné rovnováhy. Jednotná definice CGE modelů je nepřesná, protože lze jednotlivé verze a prvky různě kombinovat.

Výběr modelu všeobecné rovnováhy k modelování takovýchto politik namísto aplikace modelu dílčí rovnováhy je podepřen například výsledky analýzy Gohina a Chantreta (2010), kteří docházejí k závěru, že opomenutí makroekonomických identit může vést ke zcela odlišným výsledkům při zkoumání interakcí mezi zemědělským a energetickým trhem.

4.1.3. Obecný popis modelů všeobecné rovnováhy a relevance v oblasti biopaliv

Obecně lze říci, že se jedná o typ modelu, který desagreguje ekonomiku na vybrané typy sektorů a domácností tak, že je zachována konzistence celého systému. Základní myšlenkou těchto původně neoklasických modelů je rovnováha, která se utváří na dílčích trzích, aby byla nakonec docílena rovnováha celého systému.

²² Sumarizaci porovnání výsledků jednotlivých studií aplikujících model dílčí a model všeobecné rovnováhy na sektor zemědělství poskytují například Gohin a Moschini (2006).

Mezi důležité charakteristiky patří také specifické složení rovnic, které kromě identit a definičních rovnic odráží také maximalizační chování výrobců a spotřebitelů. CGE modely zpravidla předpokládají konstantní výnosy z rozsahu u produkčních funkcí vybraných sektorů, poptávkové funkce jsou většinou homogenní nultého stupně v cenách a splňují Walrasovo pravidlo.

U základních verzí je předpokládána dostatečná flexibilita cen nutná k tomu, aby bylo dosaženo rovnováhy na všech trzích. Důležitým znakem CGE modelů je také zaměření na reálnou stranu ekonomiky, kdy finanční sektor není explicitně modelován. Typický model CGE vysvětluje změnu reálných poměrů cen, popřípadě reálný směnný kurz, nikoliv však nominální veličiny a proto není vhodný k analýze ekonomických cyklů a bodů nerovnováhy.

Využití CGE modelů je široké a jejich konstrukce umožňuje praktické využití v oblastech environmentální politiky a udržitelného rozvoje. Jsou obzvláště vhodné k evaluaci dopadů těchto politik na rovnovážnou alokaci zdrojů v ekonomice a na změnu reálných cen výrobních faktorů i ekonomických statků. Použití CGE modelů je také přínosné v případech, kdy jsou u zamýšleného politického opatření nebo ostatních exogenních změn předpokládány efekty všeobecné rovnováhy.

Vzhledem k povaze politik zaměřených na podporu výroby a užití biopaliv a také vzhledem k interakcím, které probíhají mezi zemědělským, energetickým, dopravním sektorem a konečnými spotřebiteli, hrají tyto efekty poměrně významnou roli a nelze je opomenout.

Možnou nevýhodou CGE modelů je velký stupeň jejich agregace, čímž by mohly být v rámci své konstrukce opomenuty některé důležité vazby. V oblasti modelování podpory biopaliv je absence detailního pohledu na zemědělský sektor a jeho specifické komodity často řešena pomocí propojení s modelem dílčí rovnováhy nebo jiným specificky zaměřeným modelem.

Většina CGE modelů je kalibrována pomocí matic sociálního účetnictví, které odrážejí konkrétní rovnovážný stav ekonomiky v jednom roce. Proces kalibrace v tomto případě postrádá ekonometrické fundace při odhadu parametrů.

Výše uvedené obecné charakteristiky a možná negativa je však nutno vztáhnout k obecné definici CGE modelu. Ve skutečnosti se aplikované modely od obecných charakteristik odlišují s ohledem na typ modelované oblasti. Obzvláště v modelech, které jsou zaměřeny na odhady environmentálních dopadů, je zapotřebí zpracovat různé frikce relevantních trhů.

4.1.4. Odlišnosti CGE modelů aplikovaných v oblasti zemědělské produkce a výroby biopaliv

CGE modely, které jsou zaměřeny na odhady dopadů podpory biopaliv, jsou specifické zejména svým modelovacím pojetím zemědělského sektoru, teoretickým uchopením problematiky omezeného množství zemědělské plochy a změnách v užití těchto ploch, pojetím mezinárodního obchodu s biopalivy a jejich vstupními surovinami a také modelovým pojetím vedlejších produktů, které vznikají při výrobě biopaliv a mohou být dále využity k jiným energetickým účelům nebo jako krmivo. Modely se také liší typem zabudování dynamického prvku.

V soudobé literatuře existují tři přístupy uchopení biopalivového sektoru. První z přístupů modeluje výrobu biopaliv implicitně v rámci existujících schémat, přičemž originální struktury původního modelu nemusí být měněny. Takový přístup volí například Dixon et. al. (2007) nebo Banse et. al. (2008).

Druhý přístup modeluje biopalivový průmysl jako latentní technologie, která je za stávajících podmínek nerentabilní a nedostupná. Při změnách poměrných cen se však tyto technologie mohou stát dostupnými a objevit se na trhu. Tento přístup je na biopaliva první generace aplikován například v analýze Boethers et. al. (2008), vhodnější je však pro modelování produkce biopaliv druhé generace²³, což jde nad rámec této práce.

Třetím přístupem je vyjmout specifické sektory přímo z obecného schématu a modelovat je přímo. Tento přístup volí většina novodobých studií aplikující CGE model na tuto problematiku.

CGE modely se odlišují také způsobem podchycení využití půdy a rostoucí konkurence pěstovaných plodin pro alternativní využití. Nejjednodušším přístupem je považovat půdu jako homogenní faktor výroby zahrnutý pod výrobním faktorem kapitálu, relativně jednoduchým přístupem je též považovat půdu (velikost plochy) za samostatný homogenní faktor produkce, který je fixně omezen.

Určitým obohacením analýzy může být předpoklad flexibilní nabídkové strany faktoru půdy. Pokročilejší přístupy používají při alokaci zemědělské půdy na jednotlivé produkce CET funkci, která umožňuje rozdělit využití plochy na produkci podle míry výnosnosti pěstování různých komodit. Elasticita transformace následně určuje, jak snadné je zaměnit jeden typ pěstované plodiny za jiný. Pokud se parametr elasticity transformace

²³ Reilly a Paltsev (2007).

blíží nule, alokace půdy na jednotlivá užití je téměř fixní. Tento přístup předpokládá výrobu více produktů v rámci jednoho sektoru.

Aplikované modely se liší také svoji dynamikou. I model projektu GTAP, z kterého vychází významná část analýz, má svoji statickou verzi. V aplikovaném výzkumu statický model nabízí například McDonald (2006) nebo Bosello a Zhang (2005), rekurzivně dynamický model například Kretschmer (2009) nebo Arndt (2008), model s perfektními očekáváními například Fémenia a Gohin (2011).

Velmi důležitým prvkem CGE modelů je uchopení problematiky vedlejších produktů vznikajících ve výrobě. U bioethanolu mohou být tyto vedlejší produkty využity zejména jako krmivo u bionafty jako krmivo, v chemickém průmyslu nebo pro výrobu bioplynu. Zahrnutí těchto produktů do modelu může podle Taheripoura (2010) významně ovlivnit výsledky studií.

4.1.5. Stručné shrnutí výsledků ekonomických analýz zaměřených na použití CGE modelů v oblasti biopaliv, resp. zemědělském sektoru

Následující kapitola shrnuje výsledky ekonomických studií, ve kterých byl aplikován model CGE na problematiku výroby a spotřeby biopaliv. Zahrnuje však i některé studie, které se týkají dopadů ryze zemědělských politik, avšak prvky aplikovaných modelů by mohly být využitelné také v oblasti modelování biopalivových trhů.

Dixon et.al. (2007) pomocí dynamického CGE modelu americké ekonomiky (USAGE) analyzují ekonomické dopady povinného nahrazení 25 % spotřeby klasických fosilních paliv bioethanolem do roku 2020.

Půdu je v modelu uvažována jako homogenní faktor produkce a model nezahrnuje vedlejší produkty vznikající ve výrobě. Základní konstrukce modelu použitého v této analýze neumožňuje jeho aplikaci na odhad dopadů politik zaměřených na podporu biopaliv, pouze zhodnocuje dopady dosažení výše uvedeného podílu biopaliv na trhu.

Studie dochází k závěru, že při dosažení uvažovaného podílu bude oproti nulovému scénáři docházet k dlouhodobému poklesu cen biomasy i světové ceny ropy, dojde ke zvýšení zaměstnanosti v USA, stejně jako zvýšení HDP i reálné spotřeby domácností a vlády v tomto regionu.

V rámci desagregovaného sektoru výroby biopaliv lze spatřit různé efekty. Například sektor pěstování biomasy by si výrazně zlepšil situaci, zatímco v sektoru živočišné produkce by naopak došlo k poklesům. Jedním z důvodů může být právě

nezahrnutí odpadních produktů z výroby biomasy, které mohou být následně využity v živočišné výrobě jako krmivo.

Výstup z rafinérského sektoru se za předpokládaného dosažení 25 % podílu biopaliv zvýší oproti roku 2004, avšak v porovnání s referenčním scénářem je výstup tohoto sektoru nižší o 1,6 %.

Hanson a Somwaru (2003) studují pomocí U.S. CGE modelu distribuční efekty zavedení programu opatření obsažených v zákonu o zemědělské bezpečnosti a investicích na venkově z roku 2002²⁴.

Tento zákon předpokládal, že relevantní programy rozdělí zemědělským domácnostem během pěti let v průměru 11 mld. USD ročně formou komoditně specifických přímých plateb, anticyklických plateb a tržních půjček. V rámci prvního alternativního scénáře jsou anticyklické platby považovány za paušální, v rámci druhého alternativního scénáře jsou brány jako tržně distorzní a specifické.

Samotný model dělí domácnosti na zemědělské a nezemědělské. Distribuční efekty dotýkající se zemědělských domácností jsou výsledkem dopadů programu na změny v příjmu těchto domácností, změny v produkci zemědělského sektoru a změny cen zemědělských komodit.

U nezemědělských domácností je distribuční efekt výsledkem změn zdanění a změn v cenách potravin, které jsou závislé na míře přerozdělení zemědělským domácnostem. Heterogenita domácností je přidanou hodnotou celé studie, neboť umožňuje diferencovat chování domácností na trhu práce a také při rozhodování o investicích do zemědělského a nezemědělského sektoru.

Autoři docházejí k závěru, že zemědělské domácnosti si více zlepší svoji situaci v případě, kdy je jim vyplácena paušální částka než v případě distorzních subvencí. Naopak nezemědělské domácnosti, které programy financují z daní, si více pohorší při paušálním přerozdělování zemědělským domácnostem. Zavedení programů je spojeno se sociálními náklady a tyto jsou vyšší při vyšším využití tržně distorzním přerozdělování.

Dogrue et. al. (2003) analyzují dopady dvou hypotetických souborů opatření na tureckou ekonomiku. V prvním scénáři zkoumají dopady úsporných opatření, kdy jsou zrušeny veškeré dosavadní cenové subvence zemědělského sektoru, které poskytuje centrální vláda v turecké ekonomice. V rámci druhého scénáře jsou dosavadní cenové

²⁴ Farm Security and Rural Investment Act.

subvence v zemědělském sektoru kompenzovány zemědělcům prostřednictvím přímých plateb z centrálního rozpočtu.

Autoři ve své studii nemodelují explicitně půdu jako výrobní faktor. Protože je model zaměřen pouze na zemědělskou problematiku a studie nemá ambice zkoumat dopady podpory biopaliv, neuvažují ani s vedlejšími produkty vznikajícími při výrobě biopaliv. Model je naopak zajímavý z hlediska své dynamizace, kdy dynamika je zajišťována sektorově specifickými akumulacími funkcemi kapitálu. Faktor práce je mobilní, pouze však mezi sektory, nikoli interregionálně.

Model uvažuje se šesti sektory ekonomiky: zemědělstvím, výrobním a spotřebním průmyslem, průmyslem mezivstupů a sektorem privátních a veřejných služeb. Model je kalibrován na rovnováhu turecké ekonomiky roku 1990.

Studie dochází k závěru, že v rámci obou hypotetických scénářů dojde k poklesu HDP oproti základnímu scénáři, a to zejména zásluhou poklesu zemědělské produkce a investičních výdajů (původní nárůst spotřeby sníží velikost úspor a zdraží prostředky na investice). Nárůst úrokových sazeb a tedy pokles atraktivity investic je v alternativním scénáři způsoben též nárůstem veřejného dluhu vůči HDP.

Abdula (2006) analyzuje efekty příjmově neutrální daňové reformy filipínské ekonomiky, která spočívá v zavedení uhlíkové daně s tím, že tento dodatečný příjem do rozpočtu je použit na financování dotací alternativních zdrojů energie včetně biopaliv.

Autor v rámci modelování využití půdy používá CET funkce. Dochází k závěru, že pro uplatnění biopaliv na trhu je nutná státní podpora a že zvolený mix nástrojů je velmi vhodný, neboť nevyúští v potravinový nedostatek v regionu, sníží jeho energetickou závislost a podpoří blahobyten venkovského obyvatelstva.

Giesecke et. al. (2008) zkoumají dopady razantního nárůstu výroby, spotřeby a exportu bioethanolu na brazilskou ekonomiku. Konkrétně zkoumají 127 %-ní nárůst produkce bioethanolu, který je hypoteticky způsoben jednak nárůstem exportu (o 184 %) a jednak nárůstem domácí poptávky (o 114 %) v důsledku změny a navýšení podílu bioethanolu v jakostní normě a v důsledku zvýšení nákupů flexi fuel vozidel.

Ve své analýze autoři aplikují interregionální model všeobecné rovnováhy, který předpokládá dostatek půdy pro pěstování cukrové třtiny jako hlavní suroviny pro výrobu bioethanolu. Model také předpokládá exogenně danou míru zaměstnanosti a fixní množství půdy, na které je cukrová třtina manuálně sklízena.

Nabídka půdy pro mechanizované sklizení cukrové třtiny je flexibilní a množství tohoto výrobního faktoru může být navýšeno buď snížením velikosti plochy pro manuální

sklizení, nebo konverzí jiných zemědělských ploch. Brazilská nabídka zemědělské půdy je předpokládána fixní.

Model dále předpokládá šest relevantních sektorů: ruční sklizení cukrové třtiny, mechanizované sklizení cukrové třtiny, výrobu cukru a ethanolu, výrobu bioethanolu, sektor výroby směsí bioethanolu a motorového benzínu a sektor osobní dopravy.

Studie dochází k závěru, že nárůst domácí spotřeby ethanolu má vyšší potenciální dopady na produkci tohoto sektoru, než nárůst exportů. Vzhledem k předpokladu maximálního stropu využití půdy, na které je cukrová třtina sklizena manuálně, musí být předpokládaného výrazného nárůstu produkce půdy dosaženo konverzí jiných zemědělských ploch.

Podle výsledků této analýzy však nedojde k výrazným změnám ve využití půdy, očekávají se změny v řádu maximálně do 2 %. Kromě toho dojde také k poměrně nevýznamným dopadům na produkci potravinářského průmyslu maximálně do 1,5 %. Tento pokles produkce je způsoben zejména dvěma faktory. Nárůst vývozu biopaliv povede k apreciaci domácí měny, snížení mezinárodní cenové konkurenceschopnosti a vytěsňování exportované produkce ostatních sektorů. Vyšší domácí výdaje na biopaliva zároveň povedou ke snížení výdajů domácností na produkci ostatních sektorů. Oba vlivy působí ve směru snižování produkce ostatních sektorů.

Arndt et.al. (2008) odhadují pomocí dynamického CGE modelu sestrojeného Mezinárodním institutem pro potravinářskou politiku (IFPRI) ekonomické dopady rozsáhlých plánovaných investic v sektoru produkce biopaliv na Mosambiku. Tyto investice mají za cíl využít až dvě pětiny zemědělské půdy v Mosambiku.

V modelu je rozlišena výroba bioethanolu z cukrové třtiny a výroba bionafty z dáivce. Pro účely této analýzy byly v již existujícím modelu, který zahrnuje 24 subsektorů v zemědělství a 7 subsektorů zpracování biomasy, vytvořeny pomocí nákladové struktury produkce čtyři nové sektory - dva v zemědělském sektoru a dva v sektoru zpracovatelského průmyslu. Model dále zahrnuje tři druhy výrobního faktoru práce – odbornou, částečně odbornou a neobornou. Celá mosambická produkce biopaliv je určena výhradně pro export.

V rámci modelování využití ploch pro energetické účely jsou v analýze autory učiněny předpoklady, že polovina produkce zemědělské biomasy určené k výrobě biopaliv bude pocházet z dosud nevyužívaných území²⁵ a druhá polovina produkce bude přímo

²⁵ Mosambik je země charakteristická nadbytkem zemědělských ploch.

konkurovat na již využívaných plochách plodinám pěstovaným pro potravinářská využití. Model určuje optimální alokaci produkce na zbývající půdě, a to podle relativní výnosnosti jednotlivých plodin.

Dynamika modelu je určena akumulací funkcí kapitálu a adaptivními očekáváními domácností, které autoři uvádí jako nejlépe vysvětlující chování mosambické ekonomiky. Určujícími faktory dynamiky modelu jsou dále míra depreciační kapitálu, exogenní růst nabídky práce a nárůst produktivity.

Výsledky studie ukazují, že za předpokladu rozsáhlých investic do obou typů výroby biopaliv má na Mosambiku dojít ke zvýšení ekonomického blahobytu země, celkovému zvýšení produkce a redukci chudoby. Ekonomický růst je však na druhou stranu doprovázen poklesem rozlohy ploch, na kterých jsou pěstovány plodiny k potravinářskému využití a tedy k růstu jejich cen. Dochází též k nárůstu dovozu potravin a ke snížení potravinové soběstačnosti země. Výsledky analýzy dále ukazují, že příznivější dopad na snižování chudoby a zvýšení zaměstnanosti lze očekávat u investic do produkce bionafty, která je méně náročná na odbornou pracovní sílu.

Abdelgalil a Cohen (2001) pomocí svého CGE modelu zkoumají trade-off mezi růstem zemědělské produkce a degradací půdy v Súdánu. Zemědělský sektor je v modelu rozdělen do tří subsektorů – zavlažovaný, nezavlažovaný mechanizovaný a nezavlažovaný nemechanizovaný.

Každý z těchto subsektorů je specifický co se týče výrobních faktorů, mixu pěstovaných plodin, délky využívání plochy v rámci kalendářního roku, náročnosti na odbornou pracovní sílu a produktivity výroby.

Ceny jsou na tržním principu tvořeny pouze v posledních dvou jmenovaných sektorech. Produkce prvního sektoru je pod cenovou regulací vlády, neboť té náleží většina zavlažovaných ploch. Tvorba většiny cen v ekonomice je poplatná tomu, že převažující množství produkované biomasy je exportováno a tedy vystaveno tlaku mezinárodní cenové konkurence.

Pro účely analýzy v sobě model obsahuje i rovnici, která vyjadřuje míru degradace půdy, která je závislá na míře intenzifikace výroby a požadované odbornosti faktoru práce. Právě proměnná týkající se degradace půdy umožňuje v každém rovnovážném stavu určit míru „zeleného“ HDP.

Studie mimo jiné potvrzuje, že existuje signifikantní substituce mezi ekonomickým růstem a degradací půdy, přičemž míra degradace půdy vykazuje vyšší dynamiku. Tento nepříznivý trend může být podle autorů eliminován vhodně zvolenou politikou, především

investicemi do lidského kapitálu a stimulací cenového mechanismu a tedy vyrovnáváním domácích produkčních cen očekávaným cenám světového trhu.

Wianwiwat a Asafu-Adjaye (2013) ve své analýze modelují dopady thajského desetiletého plánu vývoje alternativní energie, který předpokládá do roku 2021 nárůst spotřeby ethanolu o 262 % a bionafty o 249 %.

Na thajskou ekonomiku přitom aplikují statický model CGE, který vychází z australského modelu ORANI. Model má jednu reprezentativní domácnost a 51 sektorů. Sektory, které zahrnují produkci surovin pro biopaliva, mohou vyrábět více druhů produktů a míra substituce závisí na parametru elasticity transformace ve funkcích typu CET. V krátkém období autoři předpokládají velmi omezené možnosti změny produkce mezi uvažovanými plodinami. Analýza podrobně uvažuje se sektorem výroby ethanolu z manioku a výroby ethanolu z melasy. Výroba bionafty je pokryta jedním sektorem.

Model dále rozděluje sektor výroby elektřiny na 4 subsektory tak, aby byl odlišen sektor, jehož vstupem jsou produkty z biomasy. V každém ze sektorů je předpokládána různá míra substituce mezi kapitálem a energií, přičemž relevantní parametr elasticity substituce se pohybuje mezi 0 a 0,5.

Analýza vede k závěru, že v krátkém období dojde všeobecně k negativním dopadům na reálnou produkci, které vyplývají z nedostatku surovin pro výrobu biopaliv. Krátkodobý pokles produkce zároveň povede k poklesu zaměstnanosti. Naproti tomu v dlouhém období dojde k nárůstu produkce, který naopak plyne z nárůstu investic (zejména zahraničních). Studie také dochází k důležitému závěru, že požadovaný nárůst produkce biopaliv nepovede k významnému tlaku na růst cen a tedy ani k významnému ohrožení potravinové bezpečnosti Thajska.

Nezanedbatelné množství modelů zaměřených na biopaliva nebo na zkoumání ekonomických dopadů různých opatření na zemědělský sektor vychází z databáze GTAP²⁶.

Darwin et. al. (1996) rozšířili model, který vznikl v rámci projektu, o některé tehdy nové prvky. Faktor půdy zahrnuli do všech typů výrob, faktor vody zahrnuli do sektoru produkce rostlinné výroby, živočišné výroby a sektoru služeb. Rostlinná výroba je modelována jako sektor produkující více výstupů, což umožňuje autorům podchytit dopady na změny využití půdy pomocí funkcí typu CET.

²⁶ <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/>

Svět je pomocí tohoto CGE modelu rozdělen na 8 regionů: Spojené státy, Kanada, Evropské společenství, Japonsko, zbytek východní Asie, jihovýchodní Asie, Austrálie s Novým Zélandem a zbytek světa.

Každý z regionů má 11 produkujících sektorů: rostlinnou výrobu, živočišnou výrobu, lesnictví, výrobu uhlí, ropy a plynu, produkci ryb, masa a mléka, výrobu textilu, ostatní nekovovou výrobu, ostatní výrobu a sektor služeb. Rostlinná výroba produkuje pšenici, ostatní obiloviny, a dále ostatní rostliny.

Sektory, které jsou nejnáročnější na půdu, jsou rostlinná výroba, živočišná výroba a lesnictví, dále pak sektory, které zpracovávají výrobky produkované těmito sektory.

Faktor půdy je na rozdíl od výrobního faktoru vody, kapitálu a práce regionálně specifický. Voda, kapitál a práce jsou v tomto modelu předpokládány jako homogenní vstup, který je dokonale mobilní mezi regiony a má jednotnou mezinárodní cenu.

Produktivita půdy se liší zejména podle délky vegetačního období. CET funkce umožňují substituci ve využití půdy pro jednotlivé výstupy, kterých jeden sektor produkuje více. Z výše uvedeného vyplývá, že faktor výroby půdy je heterogenní, avšak omezený v nabídce. To znamená, že nelze zároveň rozšířit velikost ploch určených pro rostlinnou výrobu, aniž by byla snížena velikost plochy pro určená pro jiná alternativní využití.

Autoři ve studii zkoumají dopady několika hypotetických scénářů. Jedná se o čtyři scénáře klimatické změny, kdy je předpokládán dvojnásobný nárůst emisí oxidu uhličitého, dále jsou simulovány dva různé exogenní šoky v podobě nárůstu populace a závěrem je zhodnocen dopad 30 %-ního snížení importních tarifů ve všech uvažovaných regionech.

Model je schopen evaluovat dopady na změny ve využití ploch. U lesů je dále zkoumán efekt na změnu celkové plochy lesů, výtěžnosti a zásob dřeva přepočtených na hektar. Z toho je vyvozován efekt na globální klimatickou změnu. Z ekonomických efektů je zkoumán dopad na změnu osobního disponibilního důchodu, kdy všechny výše uvedené scénáře, vyjma posledního, vedou k jeho mírnému poklesu.

Boeters et.al. (2008) analyzují dopad povinného nahrazení 10 % tradičních pohonných hmot biopalivy v EU. Autoři zkoumají tři alternativní scénáře zavedení povinného 10 % podílu: s plným zdaněním biopaliv, s konkurenceschopným zdaněním biopaliv a s osvobozením biopaliv od spotřební daně.

Jako nástroj pro analýzu používají interregionální CGE model WorldScan, který používá data získaná z databáze GTAP verze 6, a který taktéž aplikuje CET funkce k alokacím zemědělské produkce. Fixní množství půdy je jedním z výrobních faktorů produkce biopaliv, pracovní vstupy jsou zde rozděleny na odborné a neodborné.

Biopaliva a tradiční fosilní pohonné hmoty jsou v modelu dokonalými substituty u všech uvažovaných subjektů, které pohonné hmoty v modelu spotřebovávají. Jedná se o sektor osobní a železniční dopravy a o konečné spotřebitele pohonných hmot.

Nákladová data pro jednotlivá biopaliva vychází z dat LCA studie Edwardse et.al. (2007). Ta jsou použita pro EU, USA a Brazílii. V rámci technologií je pomocí změn cen vstupů porovnávána nákladovost výroby s tím, že nejlevnější varianta je používána pro celou projekční periodu.

Autoři docházejí k závěru, že zavedení povinných minimálních podílů biopaliv zhoršuje vliv dalších politik, které jsou zaměřeny na snižování emisí skleníkových plynů. Hlavním důvodem je, že dopravní sektor při zavedení tohoto podílu splní vyšší část celkového cíle snížení emisí, než v případě, kdy by povinné kvóty zavedeny nebyly.

Nižší výnos ze zdanění uhlíku vede k nárůstu ekonomického blahobytu. Toto je však tlumeno nárůstem ceny pohonných hmot. Výsledný efekt na ekonomické bohatství je tak mírně pozitivní nebo mírně negativní. S dalším nárůstem požadovaného podílu biopaliv nicméně dochází k prohlubování negativních efektů.

Autoři nenacházejí významný vliv zavedení povinných minimálních podílů na cenu potravin ani potravinářských výrobků. Naopak, potenciální vliv na nájemní cenu půdy byl shledán jako alarmující.

Kretschmer et.al. (2009) analyzují dopady nahrazení deseti procent spotřeby tradičních fosilních paliv v dopravě EU biopalivy. Pro tyto účely používají CGE model s názvem DART, který je kalibrován na základě dat z databáze GTAP.

Jedná se o interregionální rekurzivně dynamický model, kde dynamika modelu je řešena pomocí akumulární funkce kapitálu, která zajišťuje sekvenční propojení rovnovážných stavů ekonomiky v jednotlivých letech. Exogenními dynamickými prvky modelu jsou změna v nabídce práce, růst produktivity práce, produktivity lidského kapitálu, míra úspor, míra depreciace a míra návratnosti kapitálu. Všechny vybrané regiony modelu jsou propojeny bilaterálními vazbami.

Sektor výroby biopaliv je v rámci této studie řešen odděleně pro bionaftu a bioethanol, kdy obě produkce byly ze sektoru zpracovatelského průmyslu vyčleněny na základě podílů výdajů očištěných od daní. Bionaftu lze v modelu vyrábět z rostlinného, sojového, palmového nebo řepkového oleje, bioethanol z pšenice a cukrové třtiny. U každého typu výroby je definována její nákladová struktura, model také zohledňuje nižší energetickou hodnotu vyráběného biopaliva.

Mezinárodní obchod je v případě bioethanolu uskutečňován pouze mezi Brazílií a rozvinutými ekonomikami, u bionafty se jedná o obchod mezi Indonésií, Malajsií, Indií a vyspělými světovými regiony.

Výsledky studie ukazují, že k dosažení 10 %-ního podílu biopaliv na trhu pohonných hmot je zapotřebí dodatečných podpor/dotací. Tento cíl EU má do roku 2020 signifikantní dopady na růst cen zemědělských produktů (o 7 % vyšší v porovnání se základním scénářem) i ve světě (o 3,5 % vyšší v porovnání se základním scénářem).

McDonald et.al (2006) používají CGE model vycházející ze starší verze databáze GTAP. Předmětem analýzy je substituce ropy pohonnými hmotami vyrobenými z obilovin. V modelu je předpokládána možnost pěstování specifického druhu obiloviny pouze na území USA s tím, že využití je také omezeno pouze na území USA.

Přes výše uvedené předpoklady autoři docházejí ke zjištění, že změna na zemědělském trhu má dopady i mimo území USA. Hlavním výsledkem je pokles exportu zemědělských produktů z USA, a také pokles ekonomického blahobytu v USA rezultující z poklesu světových cen ropy a nárůstu cen obilovin.

Ke zmírnění či odstranění poklesu blahobytu v USA může podle studie dojít například třicetiprocentním nárůstem produktivity v petrolejářském průmyslu nebo využitím ploch, které dosud ležely ladem.

Autoři zároveň zdůrazňují, že faktor zlepšeného ovzduší nevstupuje do užitkových funkcí subjektů, a proto není zohledněn nárůst blahobytu, ke kterému dochází zásluhou zlepšeného životního prostředí. Tento nárůst blahobytu by v modelu teoreticky mohl kompenzovat výše uvedené náklady, které jsou s podporou biopaliv spojeny.

Banse et.al. (2008) používají rozšířený model GTAP (GTAP-E) k analýze dopadů naplnění cílů daných směrnicí 2003/30/ES. Problematika biopaliv a využití půdy je do modelu zabudována prostřednictvím tříúrovňových CET funkcí, které podchycují výrobu více produktů v rámci jednoho zemědělského sektoru. Na nejvyšší úrovni transformační funkce se majitel půdy rozhoduje o jejím rozdělení mezi zahradnictví, jinou zemědělskou výrobu a polní/pastvinnou výrobu.

V rámci dělení na pastvinnou/polní výrobu se dále rozhoduje o tom, jaká část půdy z takto definovaného celku bude alokována na pastviny, jaká část bude připadat výrobě cukru a jaká část bude věnována olejnatým rostlinám/pšenici/hrubému zrně. V tomto případě se o konkrétním rozdělení rozhoduje až na třetí úrovni CET funkce. Model také podchycuje nabídkovou funkci plochy, kde je předpokládána nižší produktivita u nově používaných půd.

Studie dochází k závěru, že pokud by měly být ambiciózní cíle směrnice naplněny, bude všeobecně ohrožena biodiverzita, zastaven trend poklesu cen potravinářských produktů a výrazně se zhorší obchodní bilance zemědělských produktů EU.

Dalším ze závěrů je, že ambiciózních cílů nebude dosaženo bez podpůrných politik. Pokud by však byla zvolena pouze cesta povinných minimálních podílů biopaliv bez dalších zvýhodnění, konečný spotřebitel by to pocítil na růstu konečných cen pohonných hmot.

Hertel et.al. (2008a) analyzují pomocí rozšířeného modelu GTAP-E dopady splnění cílů obsažených v biopalivových programech EU a USA s tím, že se zaměřují na mezinárodní obchod vznikající interakci těchto dvou hlavních programů v roce 2015. K významnému propojení obou programů dochází zejména z důvodu konkurence a boji o suroviny nutnými pro naplnění ambiciózních cílů. Model pracuje s vedlejšími produkty vznikajícími při výrobě ethanolu, které slouží jako vstupy do živočišné produkce. Model také obsahuje rozlišení podle tzv. agroekologických zón, které mají zachytit věrnější obraz při modelování změn ve využití půdy.

Studie dochází mimo jiné k závěru, že stávající cíle minimálních podílů biopaliv povedou k nárůstu dovozu olejnatých rostlin do EU, zejména z USA. V rámci analýzy byla též na historických datech ověřována elasticita substituce mezi biopalivy a fosilními motorovými palivy. V Brazílii byla tato elasticita odhadnuta na hodnotu 1,35, v EU na 1,65 a v USA na 3,95. Zároveň bylo poukázáno na to, že při těchto odhadech hrála velkou roli rozvinutost příslušných biopalivových trhů.

Burniaux a Lee (2003) se zaměřují na modelování dopadů 30 % redukce emisí skleníkových plynů v EU a USA. Modelovány jsou dvě varianty, kdy v jedné se uvažuje s čistými změnami v emisích, které vyplývají ze změn ve využití půdy. V druhé variantě se s nimi neuvažuje.

Autoři v rámci databáze GTAP a navazujících modelů rozšířili modelovací blok využití půdy. K modelování používají rozšíření typu GTAP-L, kde nabídka půdy není homogenní, ale zahrnuje v sobě matici přechodu na různé typy půdy, přičemž parametry měř substituce mezi jednotlivými typy půd jsou charakterizovány CET funkcemi. Poptávka a nabídka faktoru půdy jsou sektorově specifické.

Emise skleníkových plynů jsou také zabudovány do produkčních CES funkcí tak, aby odrážely náklady na zamezení vzniku těchto emisí. Na rozdíl od předchozích verzí uvažuje model s více druhy skleníkových plynů.

Výsledky analýzy indikují, že mezní náklady na zamezení emisím mohou být signifikantně sníženy změnami ve využití půdy, přičemž v USA je tento potenciál mnohonásobně nižší než v EU. To je způsobeno zejména vyšší emisní intenzitou zemědělského sektoru v USA.

Boselo a Zhang (2005) predikují vývoj rovnovážných stavů v budoucnosti (rok 2010, 2030, 2050), když do modelu dosazují předpoklady o několika klíčových ekonomických proměnných, které mají úzké propojení s klimatickou změnou.

Ve své analýze propojují několik modelů a přístupů, když vycházejí z modelu GTAP-L, který dále rozšiřují. Dále ve své práci aplikují G-Cubed model (McKibbin a Wilcoxon, 1998) k predikci vývoje nabídky a produktivity práce a kapitálu, k predikci vývoje nabídky a produktivity faktoru půdy zase využívají modelu IMAGE²⁷. Analýza tedy není přímo zaměřena na řešení problematiky biopaliv, ale bere v potaz substituci výrobních faktorů (včetně omezeného množství půdy a pěstování plodin).

Autoři docházejí k závěru, že do roku 2050 vzroste v porovnání s rokem 2000 průměrná teplota o 0,93 °C. Produktivita pěstování rýže a pšenice vzroste, zatímco produktivita pěstování ostatních obilovin poklesne.

Model dále ukazuje, že cena různých druhů plodin (včetně energetických) je negativně závislá na produktivitě. Ve výsledcích modelu se také projevuje, že snazší substituovatelnost faktoru půdy ostatními výrobními faktory (například ostatním kapitálem), vede k nižšímu efektu na HDP.

Autoři také obecně docházejí k závěru, že vliv klimatické změny na blahobyt a celosvětovou nabídku potravin je omezený, nachází však poměrně významné negativní distribuční efekty, kdy rozvojové země jsou klimatickou změnou více zasaženy, než vyspělé ekonomiky.

Model GTAP-L a jeho propojení s modelem IMAGE používají ve svých studiích také *van Meijl et. al. (2006)* a *Eickhout et. al. (2007)*. V obou studiích nejsou uvažovány stejné míry substituce mezi jednotlivými druhy půdy tak, jak je tomu u standardního GTAP-L modelu.

Model na nejvyšším článku substituce mezi využitím půdy rozlišuje mezi nezemědělskou půdou, půdou pro pěstování zeleniny, ovoce a ořechů, ornou půdou a pastvinami a půdou pro pěstování ostatních plodin (například rýže). Rozdělení orné půdy a pastvin je na dalších úrovních dále desagregováno pomocí nižších úrovní substituce.

²⁷ IMAGE (např. Alcamo et. al. (1998)) je jedním z nejpožívanějších modelů k simulaci emisí plynoucích z využití půdy.

Dalším rozšířením oproti standardnímu GTAP modelu je endogenní pojetí celkové nabídky půdy, kdy nabídka půdy je reprezentována křivkou závislejší na míře výnosnosti půdy v jednotlivých regionech. Výše nabídky půdy může být proto ovlivněna využíváním dosud nevyužívané zemědělské půdy nebo konverzí nezemědělské půdy na půdu zemědělskou. Tato konverze však není neomezená, neboť potřeba nárůstu množství zemědělské půdy vede k nárůstu nákladů spojených s pronájmem půdy, a to až do bodu, kdy přeměna půdy není ekonomicky výhodná.

V práci *van Meijla et. al. (2006)* jsou uvažovány čtyři odlišné scénáře, které se liší mírou liberalizace trhu zemědělských komodit a mírou zaměření na globální nebo místní podmínky. Nejvyšší míra ekonomického růstu a technologické změny je předpokládána ve scénáři plné liberalizace a globalizace trhu, kdy i relativně chudé země významně těží z efektu dohánění. Studie není přímo zaměřena na biopaliva, ale zemědělské komodity a využití půdy obecně, což má však při určování dopadů politik zaměřených na biopaliva poměrně velký význam.

Autoři docházejí k zajímavým závěrům, například, že míra růstu zemědělské produkce je i v případě liberalizace a globalizace trhu zemědělských komodit v Evropě nižší, než v ostatních světových regionech. Naopak negativní efekt liberalizace trhu na využití půdy v EU je minimální, protože zde působí dva protichůdné efekty. Na jednu stranu je liberalizací trhu mírně zhoršena konkurenceschopnost EU, což vede k poklesu poptávky po půdě a prudkému poklesu ceny (EU se v nabídkové křivce půdy nachází v bodě vysokého sklonu). Tento pokles ceny půdy způsobí nárůst poptávky, neboť zemědělství producenti začnou substituovat ostatní výrobní faktory půdou.

Naopak v ostatních regionech by došlo k prudkému nárůstu využití půdy, protože nárůst poptávky po zemědělských komoditách a zemědělských plochách zde příliš neovlivní nájemní cenu půdy. Přesto však scénář plné globální liberalizace povede k nejvyšší míře transformace mezi využitími zemědělské plochy (růst HDP, i počtu obyvatel je v tomto scénáři nejvyšší).

Ve střední a jižní Americe jsou v důsledku nízké politické míry ochrany půdy a vysokému podílu exportů zaznamenány poměrně významné dopady. V EU naopak dojde k poklesu rozlohy zemědělských ploch.

Gohin a Moschini (2006) analyzují dopady odstranění nástrojů Společné zemědělské politiky zejména na rostlinnou a živočišnou výrobu. Konkrétně se jedná o odstranění exportních a výrobních subvencí a importních tarifů uvalených na výrobky

rostlinné a živočišné produkce. Distorzní nástroje domácí politiky (například daně) jsou zároveň ponechány.

K analýze je mimo jiné využit GTAP model ve verzi 4. Model je regionálně agregován na EU a zbytek světa s třemi primárními faktory produkce: prací, kapitálem a půdou. Elasticita mezi mezivstupy a výrobními faktory je předpokládána rovna nule, elasticity substituce mezi výrobními faktory jsou charakterizovány CES funkcemi, které jsou specifické pro rostlinnou a živočišnou výrobu (0,2) a pro sektor služeb (0,5).

Prezentovaný model všeobecné rovnováhy odhaluje negativní dopady odstranění nástrojů Společné zemědělské politiky na zemědělskou produkci EU. Závažnější negativní dopady jsou spatřovány spíše v živočišné (-14,9 % oproti nulovému scénáři) než v rostlinné výrobě (-8,1 % oproti základnímu scénáři).

Pokles produkce je nahrazen importy, neboť domácí spotřeba živočišné výroby by v EU vzrostla o 1 %, zatímco spotřeba rostlinné produkce by zůstala na stejné úrovni. Ceny živočišné i rostlinné produkce by v EU poklesly. Celkový disponibilní důchod by v ekonomice poklesl o 13,4 %.

Gohin and Moschini (2007) pomocí stejného modelu zkoumají potenciální dopady plné implementace Evropské politiky zaměřené na biopaliva v zemích EU-15. V rámci modelu aplikují exogenní šok v podobě růstu poptávky po ethanolu a bionaftě.

Dopady takového nárůstu poptávky vedou k významnému nárůstu produkce plodin pěstovaných na orné půdě spojenému s nárůstem jejich cen. Poptávka po ethanolu je uspokojena téměř výhradně z domácí produkce, zatímco poptávka po bionaftě je saturována dovezenými rostlinnými oleji.

Dopady na živočišnou produkci nejsou významné z toho důvodu, že ceny krmiva obecně vzrostou pouze nepatrně. Autoři také dochází k závěru, že souhrn opatření povede k nárůstu důchodů v zemědělském sektoru a také, že dojde k nárůstu počtu pracovních míst v tomto odvětví.

Féménia a Gohin (2011) aplikují různé druhy CGE modelů lišící se mírou dynamiky a tvorby očekávání subjektů. V rámci těchto modelů odhadují dopady liberalizace trhu se zemědělskými produkty, kdy USA i EU odstraní všechny stávající bariéry uvalené na produkty pěstované na orné půdě.

Jako předchozí autoři vycházejí z databáze GTAP a některé sektory a produkty agragují tak, aby byla zachována vypovídací schopnost modelu a zároveň efektivně zkrácen čas při řešení dynamických problémů.

V rámci statického modelu docházejí autoři k závěru, že liberalizace trhu povede k poklesu produkce obilnin v EU (řádově o 6 %), přičemž tlak na ceny způsobí jejich pokles řádově o 1 %. Vzhledem k poklesu návratnosti ve využití půdy dojde k realokaci produkce v EU a mírnému nárůstu produkce olejnin, které jsou již ve výchozím bodu modelu zatíženy minimálními obchodními překážkami. V EU dále dojde k mírnému nárůstu produkce dobytka, který čerpá výhody spojené s příznivějšími cenami obilovin.

V dynamické verzi modelu, která předpokládá dokonalé předpovědání schopnosti dotčených subjektů, dochází autoři k podobným závěrům s tím, že přidaná hodnota dynamizace modelu je nízká v porovnání s prodloužením výpočtového času modelu. Tato verze však, na rozdíl od verze statické, poskytuje trajektorii vývoje jednotlivých proměnných v čase.

Autoři také docházejí k závěru, že pokud mají mít krátkodobé cenové elasticity poptávky ekonomicky smysluplné hodnoty, je zapotřebí fixovat vývoj kapitálové zásoby, a také snížit elasticity substituce nebo mobilitu ostatních výrobních faktorů (půda nebo práce).

V dynamické verzi modelu, která předpokládá nedokonalé předpovědání schopnosti dotčených subjektů, které tvoří svá očekávání ohledně budoucích cen na základě cen z minulého období, vykazuje model výraznější dopady do cen zemědělské produkce. To je důsledkem toho, že farmáři neočekávají budoucí pokles cen produkce (na rozdíl od modelu s dokonalou předpovědání schopností) a proto udržují množství produkce déle na vyšší hladině.

Gohin a Chantret (2010) ve své studii analyzují dopady navýšení ceny ropy (plynouce z poklesu její celosvětové nabídky o 20 %). Při konstrukci modelu vychází z databáze GTAP, ve které cíleně agregují relevantní sektory následujícím způsobem: potravinářské produkty, energetické produkty a ostatní produkty (včetně služeb). Jejich CGE je statický a uvažuje s jedenácti regiony. Autoři kromě modelu CGE testují další dva modely, jejichž předpoklady je zařazují spíše mezi modely dílčí rovnováhy.

Autoři docházejí k závěru, že pokles světové nabídky ropy o 20 % povede k navýšení ceny ropy, které dále povede k poklesu reálného světového důchodu o 1,2 %. V rámci CGE modelu je také zaznamenán růst produkce pšenice i její ceny.

Obecně jsou dopady na ceny zemědělské produkce v rámci CGE modelu méně výrazné než při použití modelu dílčí rovnováhy. Důvodem je zejména skutečnost, že v rámci CGE modelu je reprezentativní domácnost limitována rozpočtovým omezením a

rostoucí ceny ropy jsou proto také důvodem pro omezení poptávky po zemědělské produkci a tedy následně k nižšímu tlaku na jejich růst cen.

Birur et.al. (2008) a *Hertel et.al. (2008)* v rámci svých analýz vycházejí ze složitější struktury databáze GTAP typu GTAP-AEZ (Lee (2005)), která dělí svět na osmnáct tzv. agroekologických zón, které se liší počtem dní vhodných k pěstování a kvalitou půdy, což následně ovlivňuje produktivitu půdy. Každá z těchto agroekologických zón je proto jinak vhodná k rostlinné výrobě, živočišné výrobě nebo lesnictví.

Uvnitř každé agroekologické zóny se předpokládá dvouúrovňová CET funkce, přičemž na nejvyšší úrovni se půda dělí na pastviny, lesy a pole. Využití polí je dále rozděleno na konkrétní plodiny.

Birur et.al. (2008) používají výše uvedený model k analýze ekonomických dopadů exogenního šoku ve světových cenách ropy, postupného vytlačování MTBE z trhu pohonných hmot a subvencí biopaliv v EU a USA.

V modelu uvažují se třemi druhy biopaliv: ethanolu ze zrna, ethanolu z cukrové třtiny a bionaftu z olejnin.

Autoři docházejí k závěru, že výše uvedené exogenní šoky zvýší poptávku po zemědělské biomase určené k výrobě biopaliv v EU, USA i Brazílii, což dokazují ověřením na historických datech.

V USA se z tohoto důvodu zvýší podíl plochy, na které se pěstují plodiny pro výrobu bioethanolu z obilovin, v EU podíl plochy připadající na olejninu a v Brazílii plochy využívané k pěstování cukrové třtiny. Brazílie se oproti stávající situaci stane čistým exportérem olejnin do EU.

Nedostatkem modelu, který sami autoři přiznávají, je absence vazeb na později využívaná pokročilá biopaliva (např. bionafta z dávivce) a nepodchycení produktů, které vznikají jako vedlejší produkt při výrobě bioethanolu.

Golub et. al. (2008a) zkoumají dopady různých predikovaných šoků na změny ve využití půdy. Změna ve využití půdy je iniciována různými vlivy. Ekonomický růst v regionech je odhadnut modelem všeobecné rovnováhy na základě predikovaného růstu populace, vzdělané a nevzdělané pracovní síly a technologické změny.

Tento obecný ekonomický růst je na základě panelových ekonometrických odhadů použit k predikci vývoje a struktury poptávky, včetně poptávky po jednotlivých typech půdy, jejíž atributy jsou stanoveny podle agroekologických zón.

Autoři v rámci studie uvažují různé druhy modelování nabídky půdy od předpokladu homogenity po transformační funkce. Model je také propojen s intertemporálním modelem sektoru lesnictví a umožňuje získávat nové zemědělské plochy přeměnou lesních ploch.

Také je ilustrováno, že s růstem ekonomiky se ukazuje, že největší nárůsty poptávky po půdě budou zaznamenány v rychle rostoucích ekonomikách jako je Čína nebo jihoasijské země. V zemích, kde existuje dostatečná nabídka dřeva, dochází k odlesňování, neboť rostoucí poptávka po dřevu je důsledkem zvýšené výroby nábytku, rostoucích bytových potřeb a rostoucí spotřeby papíru. Vzhledem k různým omezením se to týká zejména zemí severní a latinské ameriky.

Autoři dále dochází například k závěru, že opuštění předpokladu homogenity faktoru půdy a zavedení funkcí konstantní elasticity transformace významně ovlivňují relativní náklady produkce sektorů, v nichž je půda signifikantním vstupem. To následně významně ovlivňuje výslednou strukturu poptávky po finálních produktech v jednotlivých regionech.

Perry (2008) zkoumá v argentinské ekonomice dopady zvýšené světové poptávky po biopalivech pramenící z nárůstu světových cen ropy a následné substituce fosilních paliv alternativními palivy. Tato ekonomika je poměrně významně orientována na vývoz plodin vhodných pro produkci biopaliv – rostlinných olejů a olejin.

Aplikovaný statický CGE model nazvaný BioTradeLand je kalibrován na datech z roku 2000 a byl vytvořen k tomu, aby byl schopen poskytnout odpověď na otázky týkající se zemědělského sektoru a jeho propojení s energetickým využitím plodin.

V originální matici sociálního účetnictví tak byly sektory, které nemají s produkčně spotřebním řetězcem biopaliv přímé vazby, agregovány. Kapitál, který obvykle představuje v matici sociálního účetnictví reziduum přidané hodnoty, byl dále desagregován na půdu a ostatní kapitál. Většina dat pochází z databáze GTAP-AEZ.

Studie dochází k závěru, že zvýšená světová poptávka po biopalivech navýší zejména produkci a export rostlinných olejů pocházejících z Argentiny. Výsledky také závisí na možnostech rozšíření stávající zemědělské půdy v Argentině. Pokud by toto nebylo umožněno například v důsledku snahy o ochranu životního prostředí, byly by expanzí zasaženy ostatní sektory ekonomiky, což vyplývá například z poklesu reálných mezd v ekonomice.

Zajímavé propojení modelů poskytují *Britz a Hertel (2011)*, v jejichž studii je kombinován model parciální rovnováhy CAPRI s modelem všeobecné rovnováhy vycházející z databáze GTAP-AEZ.

Ve své studii zkoumají robustnost takto propojeného modelu na hypotetickém scénáři, kdy podíl biopaliv na trhu EU v roce 2015 (6,25 %) bude naplněn pouze pomocí bionafty. V takovém případě by narostla produkce olejnin o 33 %, zatímco jejich cena by vzrostla až o 44 %.

Kvůli konkurenci na zemědělských plochách by mírně vzrostly i ceny ostatní uvažované zemědělské produkce (rýže, pšenice, hrubého zrna, cukru a ostatních plodin), maximálně však do 5 %. Celosvětově by došlo k expanzi zemědělských ploch, nejvíce v EU (pouze však 21 % z celosvětového nárůstu), dále pak v Brazílii a subsaharské Africe.

Studie také poukazuje na negativní dopady zvýšené produkce biopaliv na emise skleníkových plynů, které jsou spojeny s konverzí půdy. Tento faktor je negativní ve všech uvažovaných regionech s výjimkou Ruska.

Hoefnagels et. al. (2013) zkoumají dopady pěti různých scénářů lišících se mírou technologického pokroku a mezinárodní spolupráce. Ke své analýze používají model LEITAP, který vychází z modelu GTAP-E.

V rámci modelu LEITAP je rozšířena produkční funkce použitá v modelu GTAP-E o další úrovně, zejména v sektoru výroby elektřiny a v sektoru zpracování ropných produktů.

V rámci obou sektorů působí jako alternativní produkty alternativní paliva. Výsledkem rozvoje biopalivového trhu bude podle modelu vysoká míra importu z jižní Ameriky. Na jednu stranu dojde k vytlačování fosilních zdrojů alternativními, na druhou stranu však také dojde k nárůstu poptávky po primárních zdrojích, čímž je prvně zmiňovaný efekt oslaben.

Z toho vyplývá, že politika podpory alternativních zdrojů by měla být doplněna dalšími politikami zaměřenými na efektivní využití zdrojů. Scénáře s otevřenější ekonomikou a vyšší mírou technologického pokroku poté mají výrazně pozitivnější vliv na přidanou hodnotu, zaměstnanost v sektoru produkce biomasy a obchodní bilanci Nizozemska.

Huang et. al. (2012) porovnávají dopady třech scénářů, přičemž referenční scénář je scénářem, který uvažuje s výší produkce biopaliv na úrovni roku 2006.

Prvním alternativním scénářem je scénář spontánního tržního pronikání biopaliv na trh, druhým alternativním scénářem je scénář, který počítá se zavedením mixu politických nástrojů tak, aby byly v jednotlivých regionech splněny cíle uplatnění specifických podílů biopaliv na trhu. Aby bylo těchto podílů dosaženo, model endogenně určí cenu biopaliv, která zaručí uplatnění konkrétního podílu biopaliva na trhu. V rámci alternativních scénářů

jsou dále modelovány subscénáře lišící se předpoklady o růstu cen ropy v budoucnosti. Také jsou uvažovány různé míry elasticity substituce mezi bioethanolem a benzínem, a to v rozpětí mezi hodnotami 1 a 3.

Aplikovaný model vychází z modelu GTAP, který je pro účely analýzy vhodně modifikován tak, aby byla dynamika modelu rekurzivní. V modelu jsou pomocí specializovaného software dále vyčleněny suroviny, které slouží k výrobě biopaliv první generace a jsou explicitně zavedeny čtyři nové sektory: sektory výroby ethanolu z cukernatých plodin a z obilovin, a sektory výroby bionafty z řepky olejky a ze sójových bobů. Model zároveň pracuje s výrobou produktů, které vznikají jako odpadní produkty v rámci výroby biopaliv a jsou dále využity jako krmivo.

Autoři dále místo standardního rozšíření AEZ používají strukturu využití půdy podle modelu OECD PEM, která umožňuje rozlišit několik úrovní substituovatelnosti jednotlivých druhů půdy podle suroviny, která je na nich pěstována. Na rozdíl od jiných studií, které používají tento přístup, není v této studii uvažováno s endogenním přizpůsobením nabídky půdy.

Autoři dochází k závěru, že k dramatickému nárůstu produkce biopaliv může v budoucnu dojít i za předpokladu nízkých cen ropy, pouze však při implementaci významných politických nástrojů.

Za předpokladu vysokých cen ropy lze podle studie dokonce dosáhnout vyšších než indikativních podílů biopaliv, a to dokonce i bez jakéhokoli podpůrného nástroje. Předpokladem je však vysoká míra substituce mezi biopalivy a tradičními fosilními pohonnými hmotami.

Autoři dále uvádí, že nárůst produkce biopaliv povede do projektovaného roku 2020 k tlaku na růst cen zemědělské produkce. V počáteční fázi nenasycených trhů se tento efekt neobjevuje, později je tento vliv viditelný zejména v afrických a jihoamerických zemích.

Nedochází naopak k jednoznačnému závěru, zda nárůst produkce biopaliv může obecně pomoci v boji proti chudobě, neboť u některých subjektů může v rámci vývoje dojít ke snížení blahobytu. Obecně rozvoj trhu nejlépe dopadne na subjekty v zemědělství, které jsou čistými producenty. Trátit naopak mohou subjekty, které jsou čistými kupujícími potravin, a to i ti, kteří jsou zapojeni do zemědělského sektoru.

Kojima (2010) ve své studii prezentuje dynamický model CGE založený na adaptivních očekáváních subjektů, přičemž rozlišuje mezi fyzickým kapitálem a aktivy domácností, kdy pouze fyzický kapitál podléhá depreciaci. Autor ve svém modelu používá

poměrně podrobný popis produkce biopaliv a surovin pro jejich výrobu a vychází z databáze GTAP – AEZ.

Prezentovaný model má sloužit k odhadu dopadů mixu politických nástrojů založených na podporu biopaliv na ekonomiku Indie, s důrazem na povinné minimální podíly biopaliv umístěných na trh. Studie neposkytuje žádnou konkrétní evaluaci zemědělské politiky, respektive politiky zaměřené na podporu využití biopaliv.

Yang et. al. (2009) zkoumají dopady nárůstu spotřeby biopaliv ve světě s důrazem na region Mekong. Alternativní scénáře, jejichž dopady jsou zkoumány, konkrétně zahrnují navýšení dotací cen příslušných biopaliv tak, aby byla dosažena požadovaná míra jejich spotřeby v USA, EU, Brazílii a alternativně i v regionu Mekong. Nárůst spotřeby je v alternativních scénářích předpokládán poměrně významný oproti referenčnímu scénáři.

V analýze je aplikován model GTAP-E, jehož parametry jsou aktualizovány. Model dále zavádí produkční funkci typu CES, která má odrážet potenciál substituce mezi fosilními palivy a biopalivy. Autoři zvolili parametr elasticity substituce na úrovni 2.

Co se týče produkční funkce zemědělství a možnosti alokace půdy, tento model používá třístupňovou funkci typu CET. Neumožňuje zároveň rozšířit omezenou rozlohu obhospodařované půdy, tedy na již obhospodařovaných plochách dochází ke změnám pěstovaných plodin.

Studie dochází k závěru, že významný nárůst spotřeby biopaliv první generace je spojen s poměrně významným nárůstem celosvětových cen potravinářských plodin. K určitým nárůstům cen dochází i u plodin, jejichž pěstování je poměrně imobilní, jako je například rýže. Zahrnutí sledovaného regionu Mekong do nárůstu spotřeby biopaliv příliš neovlivní celosvětové výsledky modelu.

Domácí produkce sledovaného regionu je však ovlivněna poměrně významně a roste. To podle autorů může vést ke vzniku monokultur a negativním environmentálním důsledkům. Celkově je také vyzdvížena skutečnost, že dopady, které jsou modelem vypočteny, jsou významně ovlivněny předpoklady o vývoji světové ceny ropy a hodnotou parametru elasticity substituce mezi biopalivy a fosilními palivy.

Timilsina et al. (2011) odhadují dopady nárůstu ceny ropy (25 %, 50 %, resp. 100 %) na rozvoj biopalivového sektoru a další ekonomické proměnné. K analýze je použit multiregionální, rekurzivně dynamický CGE model, který zahrnuje 25 světových regionů rozdělených na 28 sektorů a komodit.

Model explicitně vybírá tři sektory výroby bioethanolu (z dvou typů obilovin a cukrových plodin) a jeden sektor výroby bionafty. Zároveň rozlišuje i mezi naftou a

benzínem jako produkty rafinerie, čímž je umožněno sledovat míru substituce mezi konkrétními statky (ethanol přímo konkuruje benzínu, zatímco bionafta motorové naftě). Co se týče aspektu změn ve využití půdy a její nabídce jako výrobního faktoru, používá model funkce typu CET v 18 typech agroekologických zón.

Autoři dochází k intuitivnímu závěru, že podíl biopaliv na spotřebě je signifikantně závislý na předpokládané ceně ropy. Celosvětově například platí, že 25 %-ní nárůst cen ropy způsobí do roku 2020 20,4 %-ní nárůst v produkci biopaliv, zároveň je však zredukována celková produkce zemědělského sektoru o 0,8 %. Propadem zemědělské produkce jsou nejvíce postiženy země s energeticky intenzivním sektorem zemědělství.

V zemědělském sektoru dojde k rozvoji produkce plodin, které jsou důležitými vstupními surovinami pro produkci biopaliv, tento nárůst však obecně nevykompenzuje pokles v ostatních zemědělských odvětvích, zejména živočišné výrobě. To je spojeno také se změnami ve využití půdy, kdy například 50 % nárůst cen ropy způsobí nárůst ploch, na kterých jsou pěstovány energetické plodiny o 2,5 %, a to zejména na úkor pastvin a lesů. Autoři zároveň nalézají poměrně významné potenciální problémy potravinové bezpečnosti, které by mohly být spojeny s nárůstem cen ropy.

Taheripour et. al. (2010) ve své studii zkoumají význam (ne)zahrnutí vedlejších produktů vznikajících při výrobě biopaliv v modelech všeobecné rovnováhy. Ke své studii využívají rozšířenou databázi GTAP a model GTAP-BIO, respektive GTAP-BYP. Oba modely jsou rozšířenou verzí modelu GTAP-E.

Význam vedlejších produktů vznikajících při výrobě biopaliv spatřují v tom, že jejich prodejem mohou výrobci biopaliv podstatně zlepšovat svoji obchodní bilanci a ziskovost podniku.

Následně tím, že naroste výroba biopaliv, vzroste i nabídka těchto vedlejších produktů, která zvyšuje konkurenci na trhu krmiv s tlakem na pokles jejich cen a potažmo cen produktů živočišné výroby.

Pokles cen vedlejších produktů na druhou stranu působí jako brzda, když snižuje výnosnost producentů biopaliv v okamžiku, kdy jsou tyto vedlejší produkty schopni prodat pouze za nižší cenu. Tím, že je redukována potřeba krmiv, a zejména obilovin, snižuje se jejich využití i negativní vlivy změn ve využití půdy, hnojiv, atd v oblastech, které by byly jinak použity pro pěstování krmiv.

Výše popsané vazby podstatně ovlivňují i výsledky studií, které se zabývají dopady dosažení biopalivového cíle v EU a cíle zákona o energetické nezávislosti USA. Zahrnutí

vedlejších produktů do modelu GTAP-BIO způsobí, že nárůst produkce sektoru obilovin není tak vysoký, respektive případný pokles produkce tohoto sektoru je výraznější.

Predikované poklesy v živočišné výrobě jsou zároveň zmírněny, což je dáno nižším nárůstem cen, než v případě, kdy nemohou být hospodářská zvířata krmena těmito vedlejšími produkty. Autoři také docházejí k závěru, že modely, které nezahrnují možnost využití odpadních produktů, mohou nadhodnocovat negativní efekty spojené se změnami využití půdy.

Z výše uvedeného vyplývá, že zhodnocení ekonomických dopadů podpory využití biopaliv se může podstatně lišit. V této subkapitole byly zhodnoceny výsledky modelů, které vycházejí z rozsáhlé databáze a modelu projektu GTAP, i regionálně specifické modely.

Některé z těchto analýz dospěly k závěru, že podpora využití biopaliv může vést k poměrně významným dopadům na ceny zemědělských produktů a potravin. Tyto negativní efekty jsou mírněny jednak zahrnutím vedlejších produktů vznikajících při výrobě biopaliv a možností rozšíření stávajících zemědělských ploch. Většina z analýz se shoduje na významném vlivu aktuálních světových cen ropy na účinnost jednotlivých podpůrných politik.

4.2. Trh biopaliv a fosilních pohonných hmot v České republice

Vzhledem k politice EU, která je založena na plnění emisních a podílových cílů, je nutné především znát trh pohonných hmot v České republice. Trh fosilních pohonných hmot je tvořen zejména motorovou naftou a bezolovnatým benzínem. Podstatně méně je spotřebováno zkapalněných ropných plynů a zemního plynu. Následující tabulka ukazuje spotřebu jednotlivých pohonných hmot v roce 2012, 2013 a 2014.

Tabulka obsahuje i spotřebu paliv jako B30, E85 a B100. Podíly biopaliv ve všech pohonných hmotách jsou odděleny od čistě fosilního základu. Vzhledem k nízkému podílu na trhu tabulky abstrahují od spotřeby elektřiny.²⁸

Z tabulek č. 2 a 3 je patrné, že více než 60 % trhu tvoří motorová nafta (očištěná o biosložky), přičemž tento podíl narůstá. Podíl druhé nejpoužívanější pohonné hmoty, bezolovnatého benzínu, naopak klesá.

²⁸ Podle Akčního plánu čistá mobilita, který schválila vláda v prosinci 2015, by měla spotřeba elektřiny a zemního plynu dále růst.

Tabulka č.2: Struktura trhu pohonných hmot v ČR (v TJ)

TJ	LPG	Motorový benzín	Biosložky v benzínu	Motorová nafta	Biosložky v naftě	Zemní plyn	Celkem
2012	3 266	69 608	2 349	162 390	9 176	575	247 363
2013	3 174	65 428	2 241	164 336	9 361	878	245 417
2014	3 450	64 900	2 754	173 176	10 545	1 147	255 972

Zdroj: ČSÚ, Generální ředitelství cel, vlastní výpočty

Tabulka č.3: Struktura trhu pohonných hmot v ČR (v %)

%	LPG	Motorový benzín	Biosložky v benzínu	Motorová nafta	Biosložky v naftě	Zemní plyn	Celkem
2012	1,32%	28,14%	0,95%	65,65%	3,71%	0,23%	1
2013	1,29%	26,66%	0,91%	66,96%	3,81%	0,36%	1
2014	1,35%	25,35%	1,08%	67,65%	4,12%	0,45%	1

Zdroj: ČSÚ, Generální ředitelství cel, vlastní výpočty

Z tabulek je také patrný poměrně významný nárůst podílu biosložek, který je důsledkem zejména příznivějšího nastavení daňových sazeb u vysokoprocentních a čistých biopaliv a stanovenou povinností dodavatelům pohonných hmot uvádět za kalendářní rok na trh stanovený podíl biopaliv.

U nárůstu spotřeby zemního plynu je významným důvodem příznivější sazba spotřební (energetické daně), než činí sazba spotřební daně klasických pohonných hmot. Obecně lze tedy shrnout, že spotřeba tradičních fosilních pohonných hmot činila v roce 2014 přibližně 92 % trhu, na biopaliva připadá 5,2 %. Nutno zdůraznit, že tyto podíly nezohledňují letecké pohonné hmoty a elektřinu spotřebovanou elektromobily a železnicemi.

Následující tabulka uvádí výhled spotřeby jednotlivých paliv v roce 2020. Vychází z dat Akčního plánu pro biomasu (APB), který vypracovalo Ministerstvo zemědělství a Národního akčního plánu pro obnovitelné zdroje (NAP OZE), který zpracovalo Ministerstvo průmyslu.

Z tabulky je patrný nárůst spotřeby pohonných hmot v porovnání s dnešním stavem. Aby byly splněny cíle, bude tedy muset dojít k nárůstu spotřeby biopaliv oproti stávajícímu stavu.

Tabulka č. 4: Výchled spotřeby pohonných hmot v dopravě podle APB a NAP OZE v roce 2020

	APB (MZe 2012)	NAP OZE (MPO 2012)
Spotřeba energie celkem (benzin, motorová nafta, biopaliva, elektřina)	262 PJ	268,3 PJ
Spotřeba energie v dopravě z OZE v roce 2020 (10 % e.o.)	26,2 PJ	26,08 PJ
Ethanol konvenční	11,5 PJ	4,17 PJ
Ethanol moderní	-	1,2 PJ
Bionafta konvenční (MEŘO, SME, PME, HVO)	10,3 PJ	11,72 PJ
Bionafta moderní (UCOME, TME, HWVO, HEFA)	1,2 PJ	9 PJ
Biomethan z bioplynu	3,2 PJ	0,04 PJ
Biopaliva konvenční	21,8 PJ	15,89 PJ
Podíl konvenčních biopaliv	8,3 % e.o.	5,9 % e.o.
Biopaliva moderní	4,4 PJ	10,24 PJ
Podíl moderních biopaliv	1,7 % e.o.	3,82 % e.o.
Vícenásobné započítávání (2 x)	8,8 PJ	20,48 PJ
Podíl moderních biopaliv při 2 násobném započítávání	3,3 % e.o.	7,63 % e.o.

Zdroj: Víceletý program podpory dalšího uplatnění udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020.

Z porovnaných dokumentů je patrné, že APB dává větší přednost biopalivům první generace, zatímco NAP OZE klade větší důraz na moderní biopaliva. Z tabulky je také patrné, že APB je v rozporu s nově definovanými podílovými cíli, kdy biopalivy první generace může být splněno pouze 7 % podílového cíle.

V současné době Ministerstvo průmyslu a obchodu aktualizuje NAP OZE tak, aby mohly být v roce 2020 naplněny cíle a zároveň byly zohledněny nové skutečnosti, které se na trhu biopaliv objevily. Jedná se zejména o snížení možného podílu biopaliv první generace v podílovém cíli, technologické bariéry přimíchávání biopaliv první generace do fosilních pohonných hmot, méně příznivé daňové sazby biopaliv vyplývající ze schváleného Víceletého programu další podpory udržitelných biopaliv v dopravě na období 2015 – 2020, konkurence vstupních surovin a relativně stagnující trh biopaliv druhé generace.

Kapacity pro výrobu biopaliv první generace v současné době činí v České republice přibližně 23 PJ. Z tabulek č. 5 a č.6 je patrné, že v případě FAME jde o hypotetický potenciál výroby ve výši 15,2 PJ, z toho většina je tvořena metylesterem řepkového oleje. U bioethanolu se jedná o potenciální kapacity ve výši 7,9 PJ, přičemž většina pochází z obilovin a kukuřice. Daných 23 PJ postačuje k naplnění přibližné hranice podílu biopaliv první generace v roce 2020 (7 % z cca 265 PJ).

Tabulka č.5: Současné výrobní kapacity FAME/MEŘO v ČR (využití 330 dní za rok v třísměnném provozu)

Název společnosti	Rok zahájení nebo znovuzahájení výroby ^{*)}	Roční produkční kapacita FAME/MEŘO (t)	Roční produkční kapacita FAME/MEŘO (GJ)	Rozhodující použitá surovina
AGROPODNIK, a.s. Jihlava	2004	70 000	2 590 000	řepka olejka
Oleo Chemical, a.s. Liberec	2009	70 000	2 590 000	odpadní rostlinné oleje a živočišné tuky, řepkový olej
Primagra, a.s. Milín	2007	35 000	1 295 000	řepka olejka
Preol, a.s. Lovosice	2009	120 000	4 440 000	řepka olejka
Kratolia Trade, a.s. Ústí nad Labem	2013 ^{*)}	100 000	3 700 000	odpadní rostlinné oleje a živočišné tuky, řepkový olej
Ostatní	-	15 000	555 000	řepka olejka
Celkem		410 000	15 170 000	

Zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky

Tabulka č.6: Současné výrobní kapacity Bioethanolu v České republice

Název společnosti	Rok zahájení výroby nebo zkušebního provozu ^{*)}	Roční produkční kapacita (t)	Roční produkční kapacita (GJ)	Základní použitá surovina
Agroetanol Tereos TTD, a.s. (lihovar Dobruvice)	2006	79 000	2 133 000	cukrová řepa
PLP, a.s. Trmice	2007 ^{*)}	79 000	2 133 000	obiloviny, kukuřice
Ethanol Energy, a.s. Vrdy	2007	55 200	1 490 400	obiloviny, kukuřice
Korfil, a.s. Hustopeče	2008 ^{*)}	79 000	2 133 000	obiloviny
Celkem		292 200	7 889 400	

Zdroj: Svaz lihovarů ČR, 2008

Pokud ale neuvažujeme s podniky, které aktuálně nejsou v provozu (Agropodnik Jihlava, Kratolia Trade Ústí nad Labem, PLP Trmice a Korfil Hustopeče), sníží se hypotetická produkční kapacita biopaliv první generace v České republice na 12,5 PJ, z čehož 8,9 PJ budou činit metylestery mastných kyselin a 3,6 PJ bude činit bioethanol. V případě produkce bioethanolu se zároveň majoritní surovinou k jeho výrobě stává cukrová řepa. Tento energetický obsah by již k naplnění 7 % ního podílového cíle nepostačoval.

Využitím půdy pro pěstování energetických plodin v České republice se zabývá APB. Ten uvádí, že je zde k dispozici celková výměra půdy cca 3480 tis. ha, přičemž k zajištění plné potravinové soběstačnosti je teoreticky zapotřebí cca 1972 tis. ha. To znamená, že k pěstování plodin, které slouží k energetickému využití, by teoreticky zbývalo cca 1500 tis. ha půdy.

Vzhledem k přírodním podmínkám České republiky stanovuje APB maximální možnou výměru půdy pro pěstování energetických plodin an 1120 tis. ha. Jedná se o 680 tis. ha orné půdy a 440 tis. ha volných trvalých travních porostů.

Z tabulky č. 7 vyplývá, že požadovaný podíl biopaliv 26,2 PJ (respektive 18,3 PJ podíl připadající na biopaliva první generace) je možno v České republice splnit při zajištění plné potravinové bezpečnosti, a to jak na orné půdě, tak teoreticky na volných trvalých travních porostech.

Tabulka č. 7: Souhrn energetického potenciálu biomasy z orné půdy, trvalých travních porostů, zbytkové a odpadní biomasy podle APB

	Výměra (tis. ha)	Rozsah energetického potenciálu (PJ/rok)	Střední hodnota	
			(PJ/rok)	(%)
Orná půda pro nepotravinářské využití	680	53,1 - 76,2	64,6	40
Trvalé travní porosty	440	22,8 - 29,8	26,3	16
Celkem	1120	133,4 - 186,8	160	100

Zdroj: APB

Stav produkce biopaliv v roce 2014 ve vztahu k potřebám zemědělské půdy ukazuje tabulka č. 8. Z tabulky je patrné, že v roce 2014 byla využita k produkci biopaliv v České republice přibližně pouhá čtvrtina orné půdy, která byla v rámci APB uvažována pro nepotravinářské využití.

Tabulka č. 8: Celková energetická bilance biopaliv a související využití zemědělské půdy k produkci výchozích surovin pro jejich výrobu v roce 2014

	Vyrobené množství v ČR		Hrubá spotřeba v ČR		Potřeba zemědělské půdy k výrobě biopaliv v ČR	
	(t)	(PJ)	(t)	(PJ)	(ha)	index 2014/2013
FAME/MEŘO	219 316	8,11	300 413	11,11	140 292	1,04
Bioethanol	104 112	2,81	119 042	3,21	24 171	0,95
Celkem	-	10,92	-	14,32	164 463	1,02

Zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky

Tabulka č. 9 uvádí, jaké suroviny je nutné v podmínkách České republiky pěstovat tak, aby mohl být splněn podílový cíl na úrovni 10 %. Z tabulky je patrné, že předpoklad o pěstování cukrovky, kukuřice/pšenice a řepky samo o sobě postačí k naplnění cíle 7 % podílu biopaliv, která připadají na biopaliva první generace.

Pokud bychom vyšli z této tabulky a proporcionálně snížili výměru jednotlivých ploch tak, aby bylo dosaženo přesně 7 % podílu biopaliv první generace, docházíme k výměře půdy na úrovni 294 tis. ha.

Tabulka č. 9: Základní scénář výroby suroviny pro produkci biopaliv tak, aby byl naplněn 10 % cíl OZE

Plodina	Druh paliva	Plocha půdy (tis. ha)	Spotřeba plodiny na výrobu biopaliva (t/m3)	Výtěžnost biopaliva (M3/ha)	Obsah energie (GJ/ha)	Celková energie (PJ)
Cukrovka	Ethanol	80	9,32	5,85	122,85	9,8
Kukuřice a Pšenice	Ethanol	30	2,13/2,57	3,43/2,04	72/42,8	1,7
Řepka	FAME	240	2,3	1,3	43	10,3
TTP	biomethan	20	0,01	2700	57,24	1,4
Kukuřičná siláž	biomethan	10	0,006	8100	172	1,7
BRO (tis. t)	biomethan			100		0,1
Použité kuchyňské oleje a tuky (tis. t)	FAME			32		1,18
Celkem		380				26,18

Zdroj: Akční plán pro biomasu

Tabulka č. 9 dále ukazuje předpoklad o výrazném nárůstu kapacit výroby bioethanolu z cukrové řepy, neboť za stávajícího stavu činí maximální produkční kapacita České republiky 2,1 PJ, zatímco APB 2012 předpokládá 9,8 PJ v roce 2020. U metylesteru řepkového oleje již stávající kapacity postačují pro daný předpoklad.

Tabulka č. 10 se věnuje emisím skleníkových plynů, které produkují biopaliva první generace vyráběná v České republice. Porovnává standardní hodnoty množství emisí skleníkových plynů během životního cyklu metylesterů mastných kyselin s potenciálními možnostmi snížení emisí, kterých je možno dosáhnout.

Z tabulky je patrné, že v rámci standardních hodnot má produkce FAME ze slunečnicového zrna vyšší potenciál snížit emise skleníkových plynů, než FAME produkované z řepkového zrna.

V rámci optimalizace jednotlivých procesů výroby metylesteru řepkového oleje, nejpoužívanějšího biopaliva v České republice, lze dosáhnout úspory emisí skleníkových plynů v průměru přibližně na úrovni 59 % oproti referenčnímu palivu. U metylesteru vyrobeného ze slunečnicového zrna může být úspora emisí po optimalizaci ještě výraznější.

Tabulka č. 10: Příklad optimalizace emisí GHG pro methylestery řepkového a slunečnicového oleje (FAME) v g CO_{2eq}/MJ v celém řetězci

	FAME			
	Řepkové zrna		Slunečnicové zrna	
	Standardní hodnoty emisí GHG	Emise GHG po optimalizaci	Standardní hodnoty emisí GHG	Emise GHG po optimalizaci
Pěstování e _{cc}	29	23,2 (NUTS 2)	18	18
Přeprava a distribuce e _{td}	1	1	1	1
Zpracování e _p	22	15 / 5	22	15 / 5
CELKEM	52	39,2 / 29,2	41	34 / 24
Referenční fosilní palivo E _F	83,8			
Úspory emisí GHG (%)	38	53 / 65	51	59 / 71

Zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky

Podobná tabulka je níže uvedena i pro případ bioethanolu (tabulka č. 11). Z této tabulky je patrné, že při standardních hodnotách může být dosaženo nejvyšších úspor u bioethanolu z pšenice a dále pak u bioethanolu z cukrové řepy.

Naopak v případě optimalizace jednotlivých výrobních procesů bioethanolu lze dosáhnout úspory emisí skleníkových plynů v průměru přibližně na úrovni 63 %, pokud je bioethanol vyráběn z cukrové řepy a 61 %, pokud je produkován z kukuřičného zrna, tedy dvou nejpoužívanějších surovin k výrobě bioethanolu v České republice.

U biopaliv dovážených do České republiky z třetích zemí se hodnota emisních faktorů pohybuje na úrovni 32,5 g CO₂/MJ, což přibližně znamená 61 % úsporu emisí skleníkových plynů oproti referenčnímu palivu.

Tabulka č. 11: Příklad optimalizace emisí GHG pro bioethanol z cukrové řepy, zrna kukuřice a pšenice v g CO₂eq/MJ v celém řetězci

	Bioethanol					
	Cukrová řepa		Zrno kukuřice		Zrno pšenice	
	Standardní hodnoty emisí GHG	Emise GHG po optimalizaci	Standardní hodnoty emisí GHG	Emise GHG po optimalizaci	Standardní hodnoty emisí GHG	Emise GHG po optimalizaci
Pěstování e _{ec}	12	11,6 (NUTS 2)	20	19,5 / 15 (NUTS 2)	23	22,3 (NUTS 2)
Přeprava a distribuce e _{td}	2	2	2	2	2	2
Zpracování e _p	26	21,4 / 13,4	21	14,5 / 12	30 / 19 / 1	8,7 / 1
CELKEM E	40	35 / 27	43	36 / 29	55 / 44 / 26	33 / 25,3
Referenční fosilní palivo E _F	83,8					
Úspory emisí GHG (%)	52	58 / 68	49	57 / 65	34 / 47 / 69	61 / 70

Zdroj: Výzkumný ústav zemědělské techniky

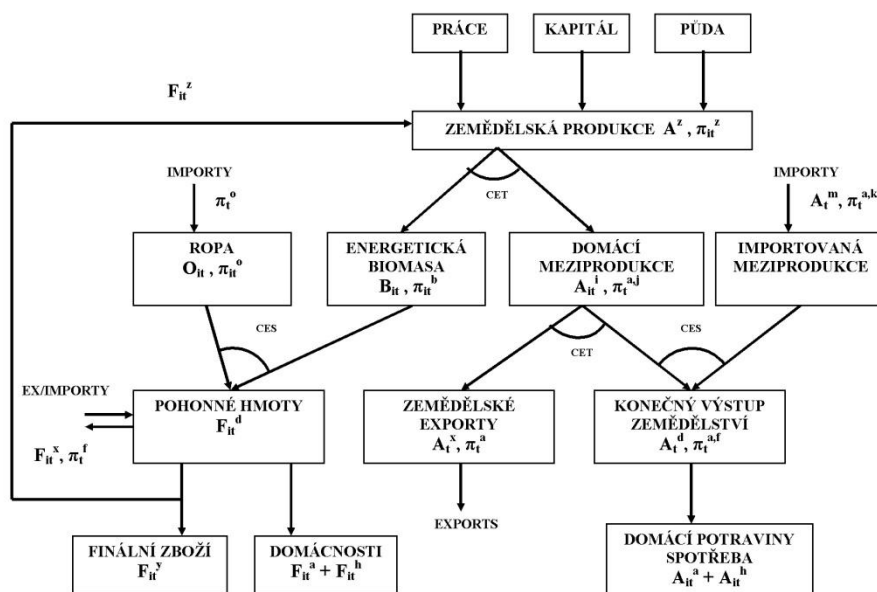
Na základě výše uvedeného lze zobecnit, že hodnota úspor emisí biopaliv první generace produkováných v České republice i do České republiky dovážených bude oscilovat okolo 60 % oproti referenčnímu palivu nebo naopak, že biopalivo spotřebované v České republice vyprodukuje ve svém životním cyklu 40 % skleníkových plynů svého fosilního substitutu.

4.3. Aplikovaný Model

K analýze byl vybrán model, který vychází ze studie Brůha a Píša (2011). Vzhledem k tomu, že má postihnout českou ekonomiku, jedná se o dynamický model CGE malé otevřené ekonomiky.

Ta disponuje omezeným množstvím zemědělské půdy a je obydlena dvěma reprezentativními domácnostmi: zemědělskou a nezemědělskou. Ekonomika je rozdělena do čtyř produkčních sektorů a všechny ceny v modelu jsou normalizovány vůči ceně produktu sektoru konečného zboží. Všechny ostatní ceny v modelu včetně mezd jsou následně vyjádřeny v jednotkách tohoto zboží. Ekonomický základ modelu je znázorněn na obrázku č. 2.

Obrázek č.2: Struktura ekonomického jádra modelu



Model obsahuje také environmentální blok, který slouží k vyjádření dopadů změn v produkci biopaliv na změny v emisích oxidu uhličitého a ostatních skleníkových plynů. Environmentální aspekt je do modelu začleněn pomocí průměrných emisních faktorů ze spotřeby energetických produktů relevantními sektory.

Model v tomto ohledu uvažuje pouze se stávajícími producenty biopaliv a jejich emisní náročností výroby. Zároveň abstrahuje od podstatného rozšíření biopaliv druhé a

dalších generací. V současné době se tento předpoklad, zejména do konce roku 2020, nejeví jako nereálný.

Dynamika modelu je řešena několika mezičasovými optimalizačními problémy a kapitálovými akumulacími funkcemi.

4.3.1. Domácnosti

Volba dvou typů domácností má za cíl umožnit zhodnocení změny struktury výdajů u venkovského obyvatelstva. V ekonomice jsou z tohoto důvodu dvě reprezentativní domácnosti: zemědělská a nezemědělská.

Obě reprezentativní domácnosti spotřebovávají finální statky, potraviny, pohonné hmoty a nabízí cenově neelastické množství výrobního faktoru práce. Obě domácnosti zároveň investují do specifického fyzického kapitálu, tj. zemědělská domácnost do kapitálu využitého v zemědělském sektoru (mimo výrobního faktoru půdy), nezemědělská domácnost do kapitálu v sektoru finálního zboží. Nezemědělská domácnost vlastní část podniků v zemědělském sektoru a také část půdy. Naopak zemědělská domácnost se angažuje pouze v zemědělském sektoru.

Vzhledem ke své specifčnosti je kapitál imobilní jak mezi sektory, tak mezi regiony. Kapitál modelově specifikovaný tímto způsobem napomáhá vysvětlit reálný jev relativně pomalé konvergence ekonomiky do svého ustáleného stavu.

4.3.1.1. Nezemědělská domácnost

Nezemědělská domácnost v každém časovém období (t) spotřebovává výrobky sektoru finální produkce (C_{ht}), produkty zemědělského sektoru (A_{ht}), produkty sektoru výroby pohonných hmot (F_{ht}) a nabízí na pracovním trhu výrobní faktor práce, který však v užitkové funkci působí opačně, než výše uvedené spotřeby statků. Tato domácnost maximalizuje očekávanou nekonečnou řadu užitků v konkrétních časových obdobích. Její optimalizační problém je popsán v rovnici (1):

$$(1) \quad \max E_t^* \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C_{ht}, A_{ht}, F_{ht}, L_{ht})$$

při omezení:

$$(2) \quad C_{ht}(1 + \tau_t^{DPHS}) + \pi_t^{af} A_{ht} (1 + \tau_t^{DPHR}) + (\pi_t^f + \tau_t^{SD}) F_{ht} (1 + \tau_t^{DPHS}) + \kappa_1 I_{ht} \leq w_{ht} L_{ht} (1 - \tau_t^l) + \Pi_{ht} (1 - \tau_t^p) + \kappa_1 \Pi_{at} (1 - \tau_t^p) + \kappa_2 \pi_t^l \Gamma$$

a akumuláční funkci domácího nezemědělského kapitálu:

$$(3) \quad K_{h,t+1} = (1 - \delta) K_{h,t} + I_{h,t},$$

Rozpočtové omezení (2) na levé straně ukazuje výdaje této domácnosti, na straně pravé se jedná o příjmy. Z rovnic je patrné, že nezemědělská domácnost vlastní část podniků v zemědělském sektoru (κ_1) a také část půdy (κ_2). Parametr κ_1 byl zvolen na úrovni 0,35, což přibližně vyplývá ze studie Curtiss et. al. (2005), parametr κ_2 poté na základě dat ÚZEI na úrovni 0,5.

V rovnovážném ustáleném stavu modelu je rozpočtové omezení redukováno na následující rovnici.

$$(4) \quad C_{ht}(1 + \tau_t^{DPHS}) + \pi_t^{af} A_{ht} (1 + \tau_t^{DPHR}) + (\pi_t^f + \tau_t^{SD}) F_{ht} (1 + \tau_t^{DPHS}) + \kappa_1 \delta K_h \leq w_{ht} L_{ht} (1 - \tau_t^l) + \beta \Pi_{ht} (1 - \tau_t^p) + \kappa_1 \beta \Pi_{at} (1 - \tau_t^p) + \kappa_2 \pi_t^l \Gamma$$

U nezemědělské domácnosti je uvažována následující forma užitkové funkce:

$$(5) \quad u = \ln C_h + \xi_{ha} \ln(A_h - \bar{A}) + \xi_{hf} \ln(F_h - \bar{F}) - \xi_{hl} \frac{1}{\phi_h} L_h^{\phi_h}$$

Parametry $\xi_{ha} = 0,15$ a $\xi_{hf} = 0,03$ vzhledem ke zvolené funkční formě ukazují nominální podíly jednotlivých komodit na výdajích a jejich hodnota je kalibrována podle dat z tabulky dodávek a užití (ČSÚ) s tím, že je normalizována vůči podílu zboží finální produkce, který je předpokládán jednotkový.

Parametr nabídkové funkce práce nezemědělských domácností byl stanoven na úrovni $\xi_{hl} = 1$. Další parametr nabídkové funkce práce nezemědělských domácností ϕ_h , který vyjadřuje „neužitek z práce“ byl stanoven na úrovni $\phi_h = 3$.

Parametr \bar{A} je úrovněová konstanta. Zahrnutí úrovněové konstanty $\bar{A} > 0$ značí, že podíl potravin na výdajích s rostoucími výdaji klesá. Podobná úrovněová konstanta je zahrnuta i u motorových paliv F a platí pro ni, že její hodnota je záporná. Tímto je modelována povaha pohonných hmot jako luxusního zboží v ekonomice. Míra depreciae δ byla stanovena na obvyklé úrovni $\delta = 0,1$.

Ve stálém stavu modelu vede poté optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(6) \quad \xi_{ha}(1 + \tau^{DPHS})C_h = \pi^{af}(A_h - \bar{A})(1 + \tau^{DPHR})$$

$$(7) \quad \xi_{hf}C_h = (\pi^f + \tau^{SD})(F_h - \bar{F})$$

$$(8) \quad \xi_{hl}C_h(1 + \tau^{DPHS}) = w_h(1 - \tau^l)L_h^{1-\phi_h}$$

$$(9) \quad 1 = \beta \left[\frac{\partial \Pi_h}{\partial K_h} (1 - \tau^p) + (1 - \delta) \right]$$

4.3.1.1. Zemědělská domácnost

Zemědělská domácnost v každém časovém období (t) spotřebovává výrobky sektoru finální produkce (C_{at}), produkty zemědělského sektoru (A_{at}), produkty sektoru výroby pohonných hmot (F_{at}) a nabízí na pracovním trhu výrobní faktor práce (L_{at}), který v užitkové funkci působí opačně, stejně jako je tomu u domácnosti nezemědělské. Zemědělská domácnost maximalizuje očekávanou nekonečnou řadu užitků v konkrétních časových obdobích. Její optimalizační problém je popsán v rovnici (2):

Optimalizační problém zemědělské domácnosti ukazuje rovnice č. 2

$$(10) \quad \max E_t^* \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t u(C_{at}, A_{at}, F_{at}, L_{at})$$

při omezení:

$$(11) \quad C_{at}(1 + \tau_t^{DPHS}) + \pi_t^{af} A_{at} (1 + \tau_t^{DPHR}) + (\pi_t^f + \tau_t^{SD}) F_{at} (1 + \tau_t^{DPHS}) + (1 - \kappa_1)I_{at} \leq w_{at} L_{at} (1 - \tau_t^l) + (1 - \kappa_1)\Pi_{at} (1 - \tau_t^p) + (1 - \kappa_2)\pi_t^l \Gamma$$

a při akumulaci funkci zemědělského kapitálu:

$$(12) \quad K_{a,t+1} = (1 - \delta) K_{a,t} + I_{a,t},$$

Rozpočtové omezení na levé straně ukazuje výdaje této domácnosti, na straně pravé se jedná o příjmy. Z rovnic je patrné, že zemědělská domácnost vlastní pouze část podniků v zemědělském sektoru ($1-\kappa_1$) a také pouze část půdy ($1-\kappa_2$).

V rovnovážném stálém stavu modelu je rozpočtové omezení redukováno na následující rovnici.

$$(13) \quad C_{at}(1 + \tau_t^{DPHS}) + \pi_t^{af} A_{at} (1 + \tau_t^{DPHR}) + (\pi_t^f + \tau_t^{SD}) F_{at} (1 + \tau_t^{DPHS}) + (1 - \kappa_1)\delta K_a \leq w_{at} L_{at} (1 - \tau_t^l) + (1 - \kappa_1)\beta\Pi_{at} (1 - \tau_t^p) + (1 - \kappa_2)\pi^l\Gamma$$

U nezemědělské domácnosti je uvažována následující forma uživatelské funkce:

$$(14) \quad u = \ln C_a + \xi_{aa} \ln(A_a - \bar{A}) + \xi_{af} \ln(F_a - \bar{F}) - \xi_{al} \frac{1}{\phi_a} L_a^{\phi_a}$$

Parametry ξ_{aa} a ξ_{af} , ukazují vzhledem ke zvolené funkční formě nominální podíly jednotlivých komodit na výdajích a jejich hodnota je kalibrována podle dat statistiky rodinných účtů.

Jejich hodnoty v modelu jsou stanoveny $\xi_{aa} = 0,17$ a $\xi_{af} = 0,025$. Nominální podíl potravin je u zemědělských domácností vyšší než u nezemědělských domácností, neboť se předpokládá, že se jedná o nezbytné statky, jejichž podíl na výdajích s klesajícím důchodem roste. Naopak u pohonných hmot se jedná o luxusní zboží, a tak je jejich podíl na výdajích u nezemědělských domácností nepatrně vyšší.

Parametr nabídkové funkce práce zemědělských domácností byl stanoven na úrovni $\xi_{al} = 1$. Další parametr nabídkové funkce práce zemědělských domácností ϕ_a byl stanoven na úrovni $\phi_a = 3$. Tyto parametry byly zvoleny na stejné úrovni, jako u nezemědělských domácností, protože je u obou typů domácností učiněn předpoklad o identickém užítku z práce. Ve stálém stavu modelu vede poté optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(15) \quad \xi_{aa}(1 + \tau^{DPHS})C_a = \pi^{af}(A_a - \bar{A})(1 + \tau^{DPHR})$$

$$(16) \quad \xi_{af}C_a = (\pi^f + \tau^{SD})(F_a - \bar{F})$$

$$(17) \quad \xi_{al}C_a(1 + \tau^{DPHS}) = w_a(1 - \tau^l)L_a^{1-\phi_a}$$

$$(18) \quad 1 = \beta \left[\frac{\partial \Pi_a}{\partial K_a} (1 - \tau^p) + (1 - \delta) \right]$$

4.3.2. Produkční sektory

4.3.2.1. Sektor finálního zboží

Výrobní sektor finálního zboží má v ekonomice za cíl maximalizovat svůj zisk tak, že optimálně alokuje kapitál nezemědělských domácností K_{ht} , výrobní faktor práce nezemědělských domácností L_{ht} , u kterého v čase roste produktivita ς_{yt} a množství spotřebovaných pohonných hmot F_{yt} . Tento sektor na rozdíl od obou typů domácností neřeší svoji problematiku mezičasově. Optimalizační problém sektoru finálního zboží tak ukazuje následující maximalizační problém č. 19.

$$(19) \quad \max Y(K_{ht}, \varsigma_{yt} L_{yt}, F_{yt}) - w_{ht} L_{yt} - F_{yt} (\pi_t^f + \tau_t^{SD}),$$

Z optimalizačního problému je patrné, že sektor finálního zboží není plátcem daně z příjmu fyzických osob. Při neoklasických předpokladech, kterými je tento model charakterizován, nejsou nijak ovlivněny výsledky modelu. Z hlediska kalibrace modelu je pouze nutné uvažovat se sociálním a zdravotním pojištěním, která jsou pod tímto parametrem zahrnuta.

V rámci tohoto sektoru je uvažována Cobb-Douglasova produkční funkce, a tak lze maximalizační problém přepsat:

$$(20) \quad \max K_h^{\alpha_{Ky}} (\zeta_y L_y)^{\alpha_{Ly}} F_y^{1-\alpha_{Ky}-\alpha_{Ly}} - w_h L_y - F_y (\pi^f + \tau^{SD})$$

Ve stálém stavu modelu vede poté optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(21) \quad \alpha_{Ly} Y = w_h L_y$$

$$(22) \quad (1 - \alpha_{Ky} - \alpha_{Ly}) Y = F_y (\pi^f + \tau^{SD})$$

$$(23) \quad \alpha_{Ky} Y = Y - w_h L_y - F_y (\pi^f + \tau^{SD}) = \Pi_h$$

Parametry α_{Ky} a α_{Ly} ukazují vzhledem ke zvolené funkční formě podíly jednotlivých výrobních faktorů na nominální přidané hodnotě sektoru finálního zboží. Jejich hodnoty v modelu jsou stanoveny podle tabulek zdrojů a užití na obvyklé úrovni $\alpha_{Ky} = 0,35$ a $\alpha_{Ly} = 0,6$.

4.3.2.2. Sektor výroby pohonných hmot

Sektor výroby pohonných hmot se v rámci svého chování snaží maximalizovat svůj zisk tak, že v každém časovém období optimálně alokuje svoji produkci mixem produktů vznikajících rafinací ropy O_t a produktů pocházejících z biomasy B_t , u nichž se dále předpokládá zvyšující se produktivita jejich konverze ζ_b .

Tento sektor na rozdíl od obou typů domácností neřeší svoji problematiku mezičasově. Optimalizační problém tohoto sektoru je obsažen v problému č. 24.

$$(24) \quad \max \pi_t^f F_t^d(O_t, \zeta_{bt} B_t) - \pi_t^o O_t - \pi_t^b B_t,$$

V rámci tohoto sektoru je předpokládána produkční funkce typu CES, tedy lze maximalizační problém upravit, jak je uvedeno níže:

$$(25) \quad \max \pi^f [\alpha_o O^{-\epsilon f} + (1 - \alpha_o)(\zeta_b B)^{-\epsilon f}]^{\frac{-1}{\epsilon f}} - \pi^o O - \pi^b B$$

Ve stálém stavu modelu vede poté optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(26) \quad \pi_o O^{1+\epsilon f} = \pi^f \alpha_o (F^d)^{1+\epsilon f}$$

$$(27) \quad \pi^b B^{1+\epsilon f} = \pi^f (1 - \alpha_o) \zeta_b^{-\epsilon f} (F^d)^{1+\epsilon f}$$

Parametr ρ_f odráží míru substituce mezi ropnými produkty a biopalivy. Hodnota tohoto parametru byla stanovena na úrovni $\rho_f = 0,3$ jako ve vyspělých biopalivových ekonomikách (výše uvedená hodnota parametru ρ_f odpovídá přibližně elasticitě substituce na úrovni 1,43).

Parametr CES funkce α_o byl nakalibrován tak, aby podíl biopaliv na spotřebovaných pohonných hmotách odpovídal výchozímu roku 2014 (podíl biopaliv na pohonných hmotách činil v roce 2014 5,2 % vyjádřeno v energetickém obsahu paliv – viz tabulka č. 3) na úrovni $\alpha_o = 0,7$.

4.3.2.3. Zemědělský sektor

Zemědělský sektor je v modelu rozdělen (viz obrázek č. 2). Na počátku je subsektor produkující veškeré zemědělské plodiny A^z , jejichž reálná kompozitní cena je označena π^{az} . Zemědělský sektor maximalizuje zisk, který je určen níže uvedenou funkcí:

$$(28) \quad \max \pi^{az} A(K_a, \varsigma_a L_a, \Gamma, F_z) - w_a L_a - \pi^l \Gamma - F_{zt} (\pi^f + \tau^{SDR})$$

Ve výše uvedeném problému je předpokládána Cobb Douglasova produkční funkce:

$$(29) \quad \max \pi^{az} K_a^{\alpha_{Ka}} (\zeta_a L_a)^{\alpha_{La}} \Gamma^{\alpha_{\Gamma}} F_z^{1-\alpha_{Ka}-\alpha_{La}-\alpha_{\Gamma}} - w_a L_a - \pi^l \Gamma - F_z (\pi^f + \tau^{SDR})$$

Ve stálém stavu modelu vede optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(30) \quad \pi^l \Gamma = \alpha_{\Gamma} \pi^{az} A^z$$

$$(31) \quad w_a L_a = \alpha_{La} \pi^{az} A^z$$

$$(32) \quad (1 - \alpha_{Ka} - \alpha_{La} - \alpha_{\Gamma}) \pi^{az} A^z = (\pi^f + \tau^{SDR})$$

$$(33) \quad \Pi_a = \pi^{az} A^z - w_a L_a - \pi^l \Gamma - F_z (\pi^f + \tau^{SDR})$$

Parametry α_{Ka} , α_{La} a α_{Γ} ukazují nominální podíly výrobních faktorů kapitálu, práce a půdy na přidané hodnotě zemědělského sektoru. Jejich hodnota v modelu je kalibrována na úrovních $\alpha_{Ka} = 0,15$, $\alpha_{La} = 0,45$ a $\alpha_{\Gamma} = 0,05$. Nominální podíly byly odvozeny z tabulek zdrojů a užití publikovaných Českým statistickým úřadem. Podíl připadající na výrobní faktor půdy byl vyčleněn z přidané hodnoty připadající na zemědělský kapitál.

Produkce A^z je dále v tomto sektoru rozdělena pomocí transformační CET funkce na dva výstupy lišící se výnosností: plodiny určené k potravinářskému využití a energetické plodiny. CET funkce slouží jako modelový nástroj na zachycení skutečnosti, že relativní ceny jednotlivých zemědělských komodit ovlivňují rozhodnutí o pěstování těchto komodit.

Možnost záměny jednoho typu produkce za jiný je dán parametrem elasticity transformace. Parametr míry transformace byl stanoven na úrovni $\rho_{\Gamma} = 0,7$, což odpovídá míře elasticity transformace na úrovni 0,33, tedy nepřilíš vysoká míra možnosti substituovat jednu pěstovanou surovinu jinou.

Pro rozdělení na energetickou biomasu a potravinářské zemědělské komodity platí:

$$(34) \quad B = \frac{1}{1 + \alpha_{\Gamma} \left(\frac{\pi^{al}}{\pi^{b(1+\tau^{SUB})}} \right)^{1+\rho_{\Gamma}}}$$

$$(35) \quad A^i = \frac{\alpha_T \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^b (1+\tau^{SUB})} \right)^{1+\varrho T}}{1 + \alpha_T \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^b (1+\tau^{SUB})} \right)^{1+\varrho T}}$$

Parametr CET funkce α_T byl kalibrován tak, aby přibližný podíl biopaliv výchozího roku odpovídal realitě, tedy zhruba na úrovni 5,2 % podílu spotřeby pohonných hmot (viz tabulka č. 3).

Za předpokladu dokonalé konkurence platí pro tvorbu reálné kompozitní zemědělské ceny následující cenová rovnice:

$$(36) \quad \pi^{az} = \frac{\pi^{ai} \alpha_T \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^b (1+\tau^{SUB})} \right)^{1+\varrho T} + \pi^b (1+\tau^{SUB})}{1 + \alpha_T \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^b (1+\tau^{SUB})} \right)^{1+\varrho T}}$$

Zemědělská potravinářská produkce rostlinné výroby A^i je dále rozdělena na export těchto produktů A^x , které jsou prodávány za exogenně danou reálnou světovou cenu π^{a*} , a domácí produkci A^{id} .

K této desagregaci slouží další z transformačních CET funkcí modelu. Tato další funkce je do modelu přidána z důvodu, aby nemusela být nastavena stejná míra substituce mezi energetickými plodinami, potravinářskou biomasou určenou na export a potravinářskou biomasou určenou k domácí spotřebě.

$$(37) \quad A^x = \frac{1}{1 + \alpha_X \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^{a*}} \right)^{1+\varrho x}} A^i$$

$$(38) \quad A^{id} = \frac{\alpha_X \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^{a*}} \right)^{1+\varrho x}}{1 + \alpha_X \left(\frac{\pi^{ai}}{\pi^{a*}} \right)^{1+\varrho x}} A^i$$

Parametr CET funkce α_X byl kalibrován tak, aby podíl exportovaných produktů zemědělského sektoru odpovídal tabulkám zdrojů a užití tedy přibližně na úrovni cca 25 % součtu exportů a domácí produkce.

Parametr ρ_X poté značí, jak snadné je domácí produkci nabízet na zahraničních trzích. Jeho hodnota byla stanovena na úrovni 0,8, což značí poměrně vysokou možnost substituce mezi domácí a zahraniční poptávkou.

Domácí potravinářská rostlinná produkce určená pro domácí spotřebu A^{id} je následně při rozhodování kombinována s dováženými zemědělskými produkty, které jsou vystaveny mezinárodní konkurenci a prodávány za reálnou světovou cenu π^{a*} .

K modelování konečného kompozitu zboží spotřebovávaného pro potravinářské účely domácnostmi v domácí ekonomice je použita CES funkce. Množství tohoto zboží je označeno jako A^d a je prodáváno za cenu π^{af} .

Domácí poptávka po zemědělských komoditách je následně určena pomocí CES funkce:

$$(39) \quad A^d = [\alpha_A(A^{id})^{-\rho_A} + (1 - \alpha_A)(A^m)^{-\rho_A}]^{-\frac{1}{\rho_A}}$$

Parametr CES funkce byl kalibrován tak, aby import zemědělských komodit ve výchozím roku odpovídal poměru k domácí spotřebované produkci zemědělských komodit (cca 20 %).

Parametr ρ_A , který určuje míru substituce mezi domácí a zahraniční produkcí při saturaci domácí poptávky po potravinách, byl nastaven na úrovni $\rho_A = 0,25$, což znamená poměrně velkou možnost substituce mezi domácími a zahraničními produkty. Hodnota tohoto parametru odpovídá homogenitě produktů a jejich vysoké míře mezinárodní konkurence.

Ve stálém stavu modelu vede poté optimalizace k následujícím podmínkám:

$$(40) \quad (A^{id})^{1+\rho_A} = \alpha_A \frac{\pi^{af}}{\pi^{ad}} (A^d)^{1+\rho_A}$$

$$(41) \quad (A^m)^{1+\rho_A} = (1 - \alpha_A) \frac{\pi^{af}}{\pi^{a*}} (A^d)^{1+\rho_A}$$

Pro reálnou cenu zemědělských komodit π^{af} poté platí:

$$(42) \quad \pi^{af} = \begin{cases} \left[\alpha_A^{\frac{1}{1+\rho_A}} (\pi^{ad})^{\frac{\rho_A}{1+\rho_A}} + (1 - \alpha_A)^{\frac{1}{1+\rho_A}} (\pi^{a*})^{\frac{\rho_A}{1+\rho_A}} \right]^{\frac{1+\rho_A}{\rho_A}} & \text{pokud } \rho_A \neq 0 \\ (\pi^{ad})^{\alpha_A} (\pi^{a*})^{1-\alpha_A} & \text{pokud } \rho_A = 0 \end{cases}$$

4.3.3. Veřejný sektor

Vláda v modelu poskytuje veřejný statek G_t a může též poskytovat dotaci výrobcům energetické biomasy τ^{SUB} . Vláda v této verzi modelu inkasuje daň z příjmů právnických osob, daň z příjmů fyzických osob, daň z přidané hodnoty ve dvou sazbách a

spotřební daň taktéž ve dvou sazbách. Funkci vládních úspor lze poté napsat následující rovnicí č. 43:

$$(43) \quad \Delta_{t+1} = \Delta_t (1 + r) - G_t - \pi_t^b B_t \tau_t^{SUB} + \tau_t^{SD} F_{yt} + \tau_t^{SDR} F_{zt} + (F_{ht} + F_{at})(\tau_t^{SD} + (\tau_t^{SD} + \pi_t^f) \tau_t^{DPHS} + \tau_t^{DPHS} (C_{at} + C_{ht}) + \tau_t^{DPHR} \pi_t^{af} A_t^d + \tau_t^l (w_{at} L_{at} + w_{ht} L_{ht}) + \tau_t^p (\Pi_{at} + \Pi_{ht}))$$

Z rovnice vládního sektoru je patrné, že model předpokládá vládu, která si pro financování svých deficitů půjčuje za stejnou reálnou úrokovou míru jako soukromé subjekty. Model tedy implicitně předpokládá, že se vláda chová tak, aby byl udržován konstantní poměr vládní a soukromé spotřeby.

4.3.4. Identity modelu

Mezinárodní obchod je vyrovnán za předpokladu splnění následující rovnice č. 7 aplikované na trhy finálního zboží:

$$(44) \quad X_t = Y_t - C_{ht} - C_{at} - G_t - I_{ht} - I_{at}$$

Také musí být identicky vyrovnán trh s pohonnými hmotami:

$$(45) \quad F_{xt} = F_t^d - F_{ht} - F_{at} - F_{yt} - F_{zt}$$

Dále je vyčištěn trh potravin, tedy produkce zemědělského sektoru, která musí odpovídat domácí poptávce:

$$(46) \quad A_t^d = A_{ht} + A_{at}$$

Poslední identitou, která musí v modelu platit, je rovnováha platební bilance, která je dána následující rovnicí:

$$(47) \quad X_t + \pi_t^{a*} (A_t^x - A_t^m) - \pi_t^o O_t + \pi_t^f F_t^x r_t \Delta_t = (\Delta_{t+1} - \Delta_t)$$

Jak již bylo uvedeno výše, rovnice stálého stavu lze získat tak, že jsou odstraněna časová znaménka, neboť se ve stálém stavu předpokládá neměnnost dané proměnné v čase, dále jsou anulovány náklady na přizpůsobení, neboť ty se v rovnovážném stavu modelu nevznikají.

V technické příloze jsou odvozeny všechny rovnice stálého stavu modelu i další rovnice, které vycházejí z předpokládaných funkcionálních forem užitkových, produkčních a transformačních funkcí.

4.3.5. Environmentální blok modelu

Na základě emisních dat o biopalivech vyráběných v České republice i biopaliv do České republiky dovážených lze učinit určité modelové zjednodušení, že emise skleníkových plynů biopaliva uvedeného na trh činí v celém svém životním cyklu přibližně 40 % emisí skleníkových plynů vyprodukovaných v celém životním cyklu tradiční fosilní pohonné hmoty.

Od takto vypočteného množství vyprodukovaných emisí skleníkových plynů musí být očištěny emise, které byly vyprodukovány při domácí produkci biopaliv a které jsou již zahrnuty v koeficientu, který odráží emisní náročnost spotřeby biopaliv v celém jejich životním cyklu.

Model abstrahuje od utváření ceny emisí skleníkových plynů, tedy cena emisí skleníkových plynů není v modelu endogenizována a nevstupuje do rozhodovacích procesů jednotlivých subjektů v ekonomice.

Vývoj emisí skleníkových plynů lze tedy sumarizovat následující rovnicí č. 48:

$$(48) \quad GHG_t = O_t - \frac{B_t}{A_t} F_{zt} + 0,4 B_t$$

4.3.6. Dynamika modelu

Model se vyznačuje dvěma Eulerovými rovnicemi mezičasového rozhodování o spotřebě a dvěma rovnicemi akumulace fyzického kapitálu. V obou případech se jedná o rozhodování dvou typů domácností, tedy zemědělské a nezemědělské. Model lze s ohledem na dynamiku nazvat jako rekurzivně dynamický.

5. Scénáře podpory biopaliv v České republice

V této kapitole jsou provedeny základní simulace s modelem, nejprve je uveden základní nulový scénář, ke kterému jsou následně přirovnávány ostatní alternativní scénáře. Alternativní scénáře jsou zhodnoceny dále v druhé části této kapitoly.

5.1. Základní scénář

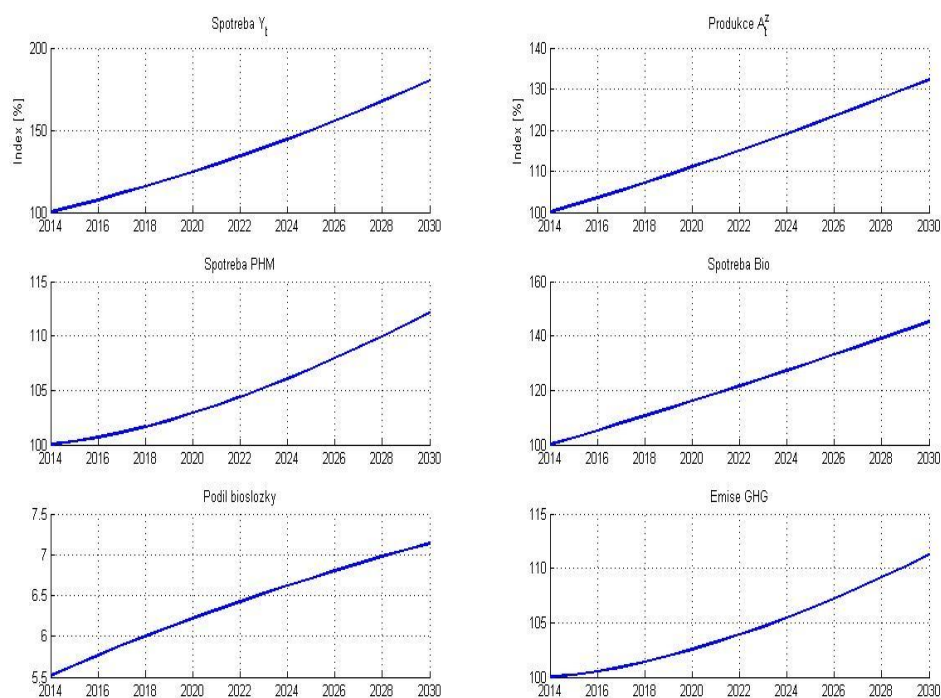
Základní scénář byl kalibrován tak, aby odpovídal realitě České republiky. Vývoj jednotlivých proměnných v čase ukazuje obrázek č. 3. Z obrázku je patrný nárůst HDP, který je předpokládán na úrovni cca 4 % ročně. V zemědělství je předpokládán růst produkce přibližně na úrovni 1,8 %. Jednotlivé parametry modelu byly dále navoleny tak, aby vývoj spotřeby pohonných hmot v České republice přibližně odpovídal předpokladu Akčního plánu pro biomasu (tabulka č. 4). Ten oproti roku 2014 předpokládá do roku 2020 nárůst spotřeby pohonných hmot v dopravě (vyjádřeno v GJ) přibližně mezi 2,5 a 3 %. Vývoj byl dále protažen až do cílového roku projekce 2030.

Parametry modelu byly také upraveny s ohledem na vývoj podílu biosložky na trhu pohonných hmot, kdy počáteční hodnota byla zvolena na úrovni cca 5,5 % současného trhu pohonných hmot (viz tabulka č. 3) s postupným nárůstem do budoucna podle stávajících podmínek. V roce 2020 jsou téměř dosaženy technologické bariéry při využití pouze nízkoprocentních směsí biopaliv, tedy za předpokladu nulové spotřeby vysokoprocentních a čistých biopaliv.

Z tohoto propočtu je mimo jiné patrné, že požadovaného podílu 7 % biopaliv první generace na trhu pohonných hmot nelze při stávající struktuře spotřeby (benzín vs. nafta) dosáhnout pouze používáním tradičních nízkoprocentních směsí biopaliv (dosáhnout lze přibližně 6,7 % podílu energetického obsahu – tohoto podílu je v základním scénáři dosaženo přibližně v roce 2024).

Z růstu spotřeby pohonných hmot a růstu podílu biosložky je odvozen i následný růst emisí skleníkových plynů z dopravy.

Obrázek č.3: Vývoj jednotlivých proměnných v základním scénáři



5.2. Alternativní scénáře

V rámci alternativních scénářů byly uvažovány tři mixy politických nástrojů. Základním nástrojem podpory biopaliv byl státní příspěvek k výkupní ceně biopaliva respektive energetické plodiny sloužící k výrobě biopaliva.

Využití tohoto příspěvku je v České republice hypotetické, avšak jako nástroj je velmi podobný příspěvku na hektar plochy, na které se pěstují energetické plodiny. Jak bylo již uvedeno výše, byl tento nástroj v minulosti v EU již používán.

Tato cenová subvence zvýhodňuje pěstování energetické plodiny oproti pěstování plodiny později použité k výrobě potravin. Zvýhodněná biomasa, resp. následné biopalivo může být poté snáze nabízeno sektoru pohonných hmot, kde substituuje paliva fosilního původu. Míra možnosti substituce závisí především na parametru ρ_f a na aktuální ceně ropy, která se promítá do ceny fosilních paliv.

Při poklesu reálné ceny směsi fosilních pohonných hmot s alternativními biopalivy může dojít k nárůstu spotřeby těchto směsí a také k následnému reálnému nárůstu spotřeby domácností.

Výše této cenové subvence je vyjádřena v reálných cenových jednotkách Gigajoulu pohonné hmoty, který je z daného reálného množství biopaliv vyroben. Cenová subvence je financována z výdajové strany vlády a působí ve směru zvýšení jejího rozpočtového deficitu.

Vzhledem k nejvýznamnějším politickým trendům poslední dekády, kdy jsou zdůrazňovány pojmy jako rozpočtová odpovědnost a případně fiskální neutralita, jsou v rámci jednotlivých alternativních scénářů případné výpadky na výdajové straně státního rozpočtu financovány navýšením jiných typů daní vybíraných v domácí ekonomice.

U prvního alternativního scénáře je onou kompenzační daní daň z příjmů fyzických osob, u druhého alternativního scénáře se jedná o spotřební daň a konečně v posledním scénáři jsou výdaje spojené se subvencí financovány navýšením sazby daně z přidané hodnoty.

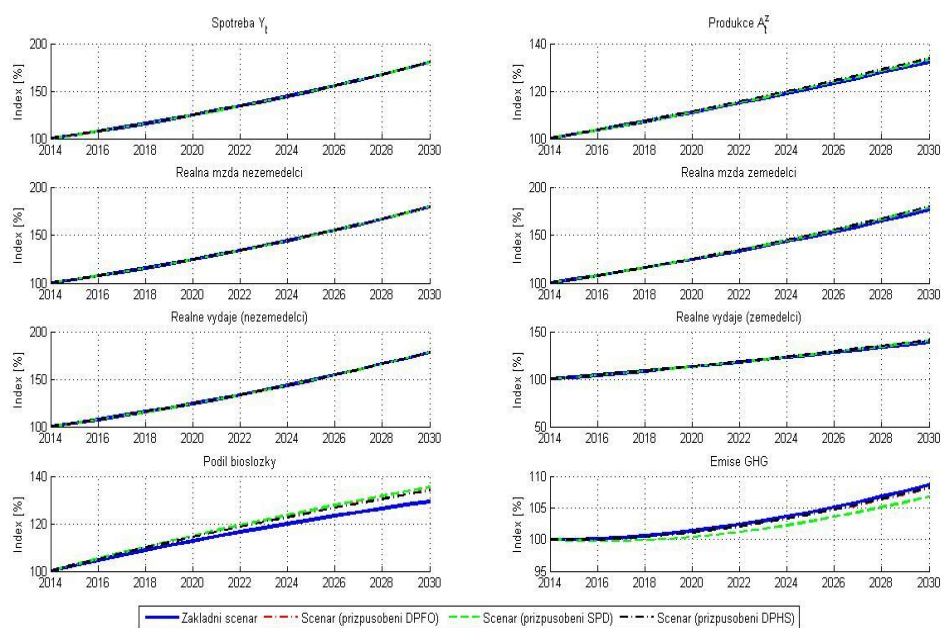
Všechny alternativní scénáře jsou zařazeny do základního rámce tří simulací. V první simulaci je postupně lineárně navyšována reálná subvence z nulové úrovně až do výše 10 % ceny finálního zboží v roce 2030, v rámci druhé simulace je takto lineárně navyšována cenová subvence až do výše sazby spotřební daně, kterou je zatížen zemědělský sektor (60 % základní sazby spotřební daně) a konečně v rámci poslední simulace je cenová subvence postupně navyšována až do vážené výše spotřební daně z pohonných hmot.

5.2.1. Výsledky simulace č. 1

Z obrázku č. 4 vyplývá, že u první simulace jsou zaznamenány relativně nízké dopady oproti nulovému scénáři. Vývoj finální produkce, reálné mzdy nezemědělských domácností i vývoj jejich reálných výdajů jsou změněny pouze nepatrně.

Vesměs všechny tyto veličiny (kromě reálné mzdy při kompenzaci formou sazby daně z přidané hodnoty) oproti nulovému scénáři poklesnou. U reálné produkce dochází k nejvyššímu poklesu při kompenzaci formou spotřební daně (-0,21 % oproti nulovému scénáři v roce 2030), která způsobí navýšení nákladů produkce tohoto sektoru. Naopak nejméně poklesne reálná produkce v případě kompenzace formou standardní sazby daně z přidané hodnoty.

Obrázek č.4: Vývoj jednotlivých proměnných v alternativních scénářích (simulace č.1)



Vývoj reálné zemědělské produkce oproti nulovému scénáři mírně vzroste ve všech alternativních scénářích, avšak až od roku 2020. V roce 2030 je zemědělská produkce v alternativních scénářích přibližně o 1 % vyšší, než v základním scénáři. To je způsobeno zejména nárůstem produkce energetických plodin.

K nejvyššímu nárůstu zemědělské produkce dochází ve scénáři, kdy je výpadek inkasa kompenzován nárůstem standardní sazby daně z přidané hodnoty. To je intuitivní, neboť nárůst této sazby zvýhodní zemědělské komodity, které jsou zatíženy sníženou sazbou daně z přidané hodnoty oproti ostatní finální produkci v ekonomice.

Naopak, k menším nárůstům dochází při kompenzaci formou daňového zatížení práce, a formou spotřební daně, kdy je v obou případech navýšena nákladová položka zemědělského sektoru. V prvním případě prostřednictvím zvýšené ceny práce, v druhém případě dražšími pohonnými hmotami, které jsou v rámci zemědělského sektoru spotřebovávány.

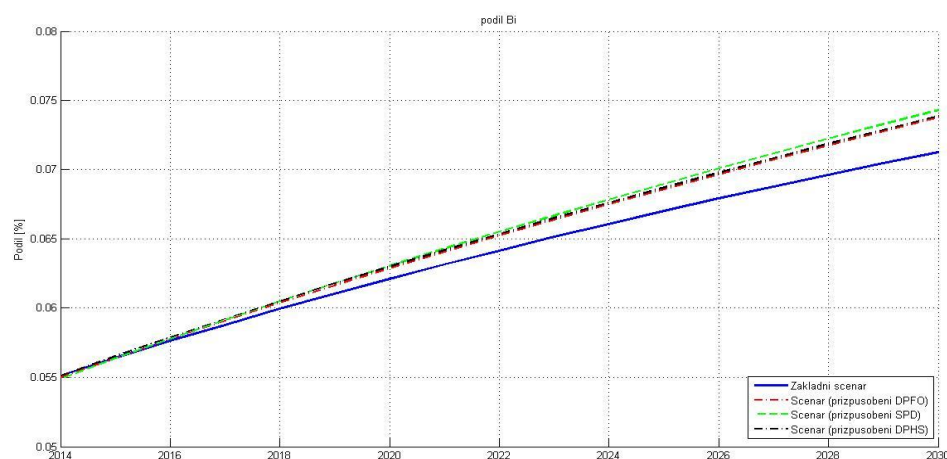
Reálná mzda zemědělských domácností taktéž narůstá (od roku 2020 i při porovnání se základním scénářem, v případě kompenzace formou navýšené spotřební daně později). Zde však působí několik vlivů. Reálná mzda v zemědělství je pozitivně ovlivněna nárůstem ceny zemědělského komponentu a negativně ovlivněna nárůstem ceny půdy, který je výsledkem nárůstu produkce a ceny pohonných hmot, které vstupují do produkce zemědělského sektoru.

Ceny zemědělského kompozitu v úvodních letech klesají, zejména z důvodu poklesu ceny biopaliva a negativně tak ovlivňují reálnou mzdu zemědělských domácností, poté však začínají narůstat. V roce 2030 je reálná mzda v alternativních scénářích přibližně o 1,6 % vyšší než v základním scénáři. Reálná mzda zároveň roste v relativním vyjádření, protože konečné reálné ceny biopaliv (včetně subvence) reálně klesají. V grafu se jedná o reálnou mzdu nezatíženou daní z práce. Nárůst reálné mzdy a ziskovosti zemědělského sektoru zároveň povedou k nárůstu reálných výdajů zemědělských domácností. Do těch jsou započteny i sazby daní.

Nárůst reálných výdajů oproti nulovému scénáři se však netýká případu, kdy je výpadek inkasa kompenzován nárůstem spotřební daně. Tento nárůst způsobí poměrně výrazný pokles spotřeby pohonných hmot těmito domácnostmi.

Z obrázku je dále patrný pokles emisí skleníkových plynů v porovnání s nulovým scénářem. K nejvyššímu poklesu emisí skleníkových plynů dochází v případě kompenzace prostřednictvím spotřební daně (o 2,3 % oproti nulovému scénáři), kdy je zároveň vytvářen tlak na pokles spotřeby směsných pohonných hmot v sektoru domácností a také v zemědělském sektoru. Povinné cíle snížení emisí naplněny nejsou, neboť oproti hypotetické čistě fosilní spotřebě dochází k redukci emisí skleníkových plynů pouze na úrovni 3,5 % v roce 2017 a 3,7 % v roce 2020.

Obrázek č.5: Vývoj podílu biosložky (simulace č.1)

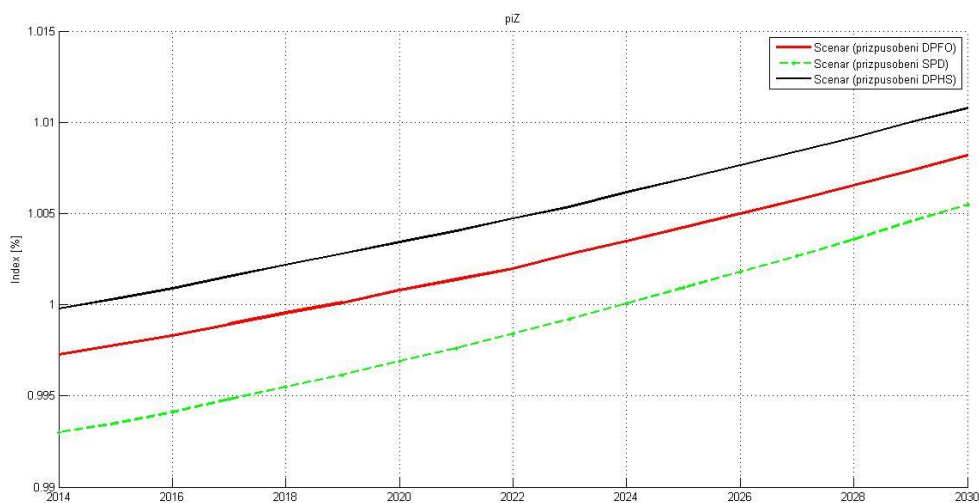


Z obrázku č. 5 vyplývá, že vliv cenové subvence v těchto výších na navýšení podílu biopaliv na trhu pohonných hmot je poměrně nízký. Nejvyššího podílu biopaliv na trhu je dosaženo při kompenzaci výpadku příjmů prostřednictvím spotřební daně. Nárůst

však není tak výrazný, aby bylo v roce 2020 dosaženo požadovaného cíle 7 % biopaliv první generace (dosaženo je pouze podílu 6,32 %).

Obrázek č. 6 je věnován vývoji cen zemědělské produkce. Z obrázku je patrné, že při velmi mírném nárůstu cenové subvence mohou v některých scénářích ceny zemědělské produkce dokonce poklesnout. To je zejména případ, kdy jsou výdaje na cenové subvence financovány navýšením standardní sazby spotřební daně z pohonných hmot.

Obrázek č.6: Vývoj reálné ceny zemědělské produkce oproti základnímu scénáři (simulace č.1)



V tomto případě není dopad navýšené sazby spotřební daně na zemědělský sektor tak vysoký (zemědělský sektor může uplatnit nárok na vrácení části daně) s tím, že nárůst daně a zároveň pokles ceny biopalivové části pohonných hmot vedou ke snížení nákladů v zemědělském sektoru a tedy potenciálnímu tlaku na pokles ceny produkce. Tento při nízkých výších subvence převládne nad navýšením nákladů zemědělského sektoru, které vyplývají ze zvýšení ceny půdy. Dále případnému vyššímu nárůstu cen brání importy plodin, které jsou za konkurenceschopnou cenu saturovat část původní poptávky po potravinách.

Obecně však lze říci, že dopady na ceny potravin jsou v tomto scénáři spíše marginální (v roce 2020 činí nejvýznamnější nárůst reálné ceny potravin o 0,34 % více, než v základním scénáři).

5.2.2. Výsledky simulace č. 2

Z obrázku č. 7 vyplývá, že u druhé simulace jsou zaznamenány vyšší ekonomické i environmentální dopady oproti nulovému scénáři, než v případě první simulace. Vývoj

finální produkce, reálné mzdy nezemědělských domácností i vývoj jejich reálných výdajů jsou však změněny stále pouze nepatrně. Vesměs všechny tyto veličiny oproti nulovému scénáři poklesnou.

U reálné produkce dochází k nejvyššímu poklesu při kompenzaci formou spotřební daně (o -0,24 % oproti nulovému scénáři v roce 2030), která způsobí navýšení nákladů produkce tohoto sektoru. Naopak nejméně poklesne reálná produkce v případě kompenzace formou standardní sazby daně z přidané hodnoty (o - 0,05 %).

Vývoj reálné zemědělské produkce oproti nulovému scénáři mírně vzroste ve všech alternativních scénářích, při kompenzaci výpadku příjmu prostřednictvím spotřební daně s určitým zpožděním. V roce 2030 je zemědělská produkce v alternativních scénářích přibližně o 2 - 4 % vyšší, než v základním scénáři. To je způsobeno zejména vyšším využitím biopaliv a biomasy, která je určena k jejich výrobě.

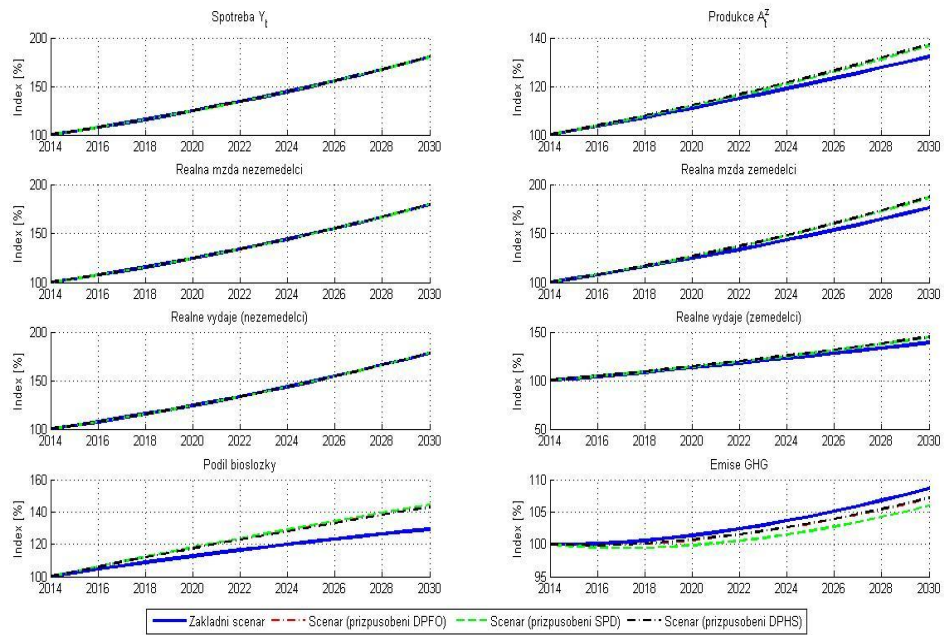
Reálná mzda nezemědělských domácností roste, oproti základnímu scénáři však poklesne, nejvíce v případě kompenzace formou navýšené sazby spotřební daně z pohonných hmot. Tato sazba negativně ovlivní náklady sektoru finálního zboží a tedy zisku, který těmto nezemědělským domácnostem plyne.

Reálná mzda zemědělských domácností taktéž narůstá, i v porovnání se základním scénářem. V roce 2030 je tato reálná mzda v alternativních scénářích přibližně o 4 až 6,5 % vyšší než v základním scénáři.

Reálné výdaje nezemědělských domácností poklesnou ve všech scénářích, naproti tomu reálné výdaje zemědělských domácností oproti základnímu scénáři rostou, u kompenzace formou zdanění práce s mírným zpožděním, u kompenzace formou spotřební daně až od roku 2022. U nezemědělských domácností klesá (v porovnání se základním scénářem) spotřeba zboží finální produkce a pohonných hmot, vzroste pouze spotřeba potravin jako nezbytných statků. U zemědělských domácností vzroste oproti základnímu scénáři spotřeba všech komodit vyjma pohonných hmot ve scénáři, kdy je výpadek příjmů veřejných rozpočtů kompenzován navýšenou sazbou spotřební daně.

Z obrázku je dále patrný pokles emisí skleníkových plynů v porovnání s nulovým scénářem. K nejvyššímu poklesu emisí skleníkových plynů dochází v případě kompenzace prostřednictvím spotřební daně (o 3,2 % oproti nulovému scénáři v roce 2030). Povinné cíle snížení emisí naplněny nejsou, neboť oproti hypotetické čistě fosilní spotřebě dochází k redukci emisí skleníkových plynů pouze na úrovni 3,7 % v roce 2017 a 3,9 % v roce 2020.

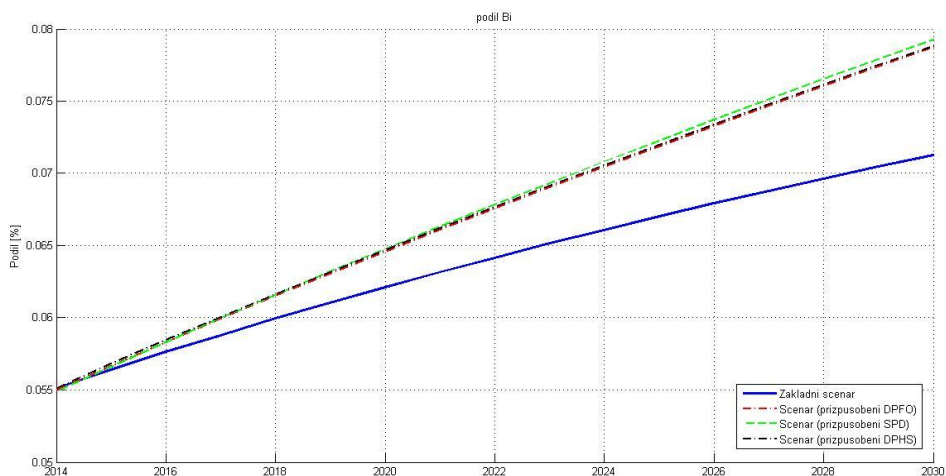
Obrázek č.7: Vývoj jednotlivých proměnných v alternativních scénářích (simulace č.2)



Z obrázku č. 8 pro tuto simulaci dále vyplývá, že vliv cenové subvence v těchto výších na navýšení podílu biopaliv na trhu pohonných hmot je významnější, než v rámci první simulace.

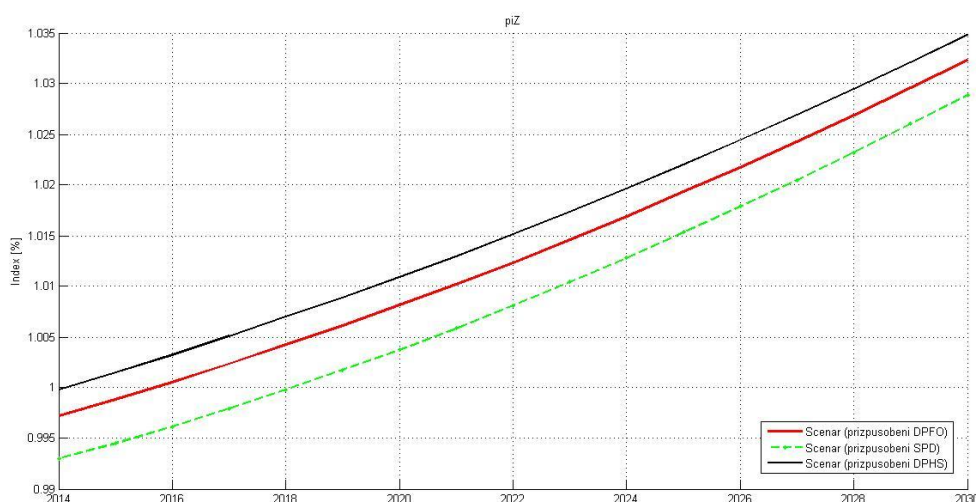
Nejvyššího podílu biopaliv na trhu je opět dosaženo při kompenzaci výpadku příjmů prostřednictvím navýšené sazby spotřební daně. Nárůst však stále není tak výrazný, aby bylo v roce 2020 dosaženo požadovaného cíle 7 % biopaliv první generace (dosaženo je pouze podílu 6,5 %).

Obrázek č.8: Vývoj podílu biosložky (simulace č.2)



Obrázek č. 9 je věnován vývoji cen zemědělské produkce. Z obrázku je patrné, že při středně vysokém nárůstu cenové subvence již ve většině případů reálná cena potravin v porovnání se základním scénářem roste, což je způsobeno nárůstem nákladů zemědělců z titulu nárůstu ceny půdy. Obecně lze říci, že nárůst cen je stále relativně nevýznamný. V roce 2020 by oproti základnímu scénáři narostly ceny potravin o přibližně 1,1 %.

Obrázek č.9: Vývoj reálné ceny zemědělské produkce oproti základnímu scénáři (simulace č.2)



Tento nárůst je navíc mírně nadhodnocen. Model jednak neuvažuje s vedlejšími produkty vznikajícími při výrobě biopaliv a také předpokládá fixní omezené množství půdy. Z tabulky č. 7 přitom vyplývá, že Česká republika má v současné době dostatek půdy pro pěstování energetické biomasy.

5.2.3. Výsledky simulace č. 3

Z obrázku č. 10 vyplývají nejvýznamnější dopady v rámci všech simulací. Vývoj finální produkce, reálné mzdy nezemědělských domácností i vývoj jejich reálných výdajů přesto vykazují poměrně nízké dopady. Dochází přesto k opětovnému poklesu těchto proměnných v porovnání se základním scénářem.

U reálné produkce opětovně dochází k nejvyššímu poklesu při kompenzaci formou spotřební daně (o -0,28 % oproti nulovému scénáři v roce 2030). Tato kompenzace a s ní spojený nárůst sazby spotřební daně z pohonných hmot způsobí navýšení nákladů produkce tohoto sektoru. Naopak nejméně poklesne reálná produkce v případě kompenzace formou standardní sazby daně z přidané hodnoty (o - 0,09 %).

Vývoj reálné zemědělské produkce oproti nulovému scénáři vzroste ve všech alternativních scénářích, při kompenzaci výpadku příjmu prostřednictvím spotřební daně opět s určitým zpožděním. V roce 2030 je zemědělská produkce v alternativních scénářích přibližně o 5 - 7 % vyšší, než v základním scénáři. To je opět způsobeno zejména vyšším využitím biopaliv a biomasy, která je určena k jejich výrobě.

Reálná mzda nezemědělských domácností v čase roste, oproti základnímu scénáři však mírně klesá (o -0,1 až -0,3 % v roce 2030).

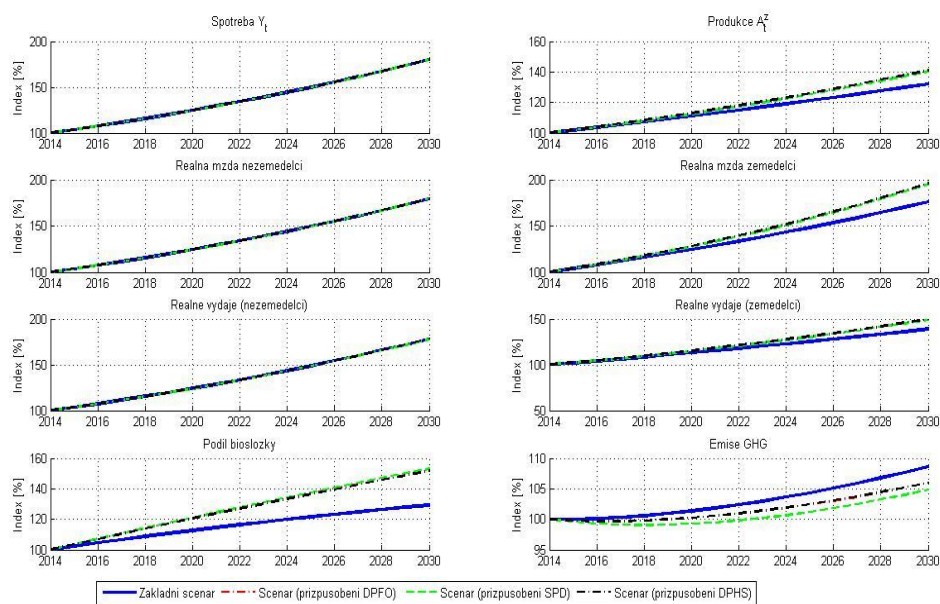
Reálná mzda zemědělských domácností taktéž narůstá, i v porovnání se základním scénářem. V roce 2030 je reálná mzda v alternativních scénářích přibližně o 9 až 11 % vyšší než v základním scénáři.

Reálné výdaje nezemědělských domácností poklesnou ve všech scénářích, nejvíce v případě kompenzace formou navýšené sazby daně z příjmů fyzických osob, kdy se již výpadek příjmů výrazně promítne do jejího nárůstu. Naproti tomu reálné výdaje zemědělských domácností oproti základnímu scénáři rostou, u kompenzace formou zdanění práce s mírným zpožděním, u kompenzace formou spotřební daně až od roku 2022.

U nezemědělských domácností klesá (v porovnání se základním scénářem) spotřeba zboží finální produkce a pohonných hmot, naopak výrazně vzroste spotřeba potravin jako nezbytných statků. U nezemědělských domácností vzroste oproti základnímu scénáři spotřeba všech komodit vyjma pohonných hmot ve scénáři, kdy je výpadek příjmů veřejných rozpočtů kompenzován navýšenou sazbou spotřební daně. Zde dochází k nárůstu až při vyšších sazbách kompenzace v posledních letech pozorování.

Z obrázku č.10 je dále patrný pokles emisí skleníkových plynů v porovnání s nulovým scénářem. K nejvyššímu poklesu emisí skleníkových plynů dochází jako v předchozích případech v případě kompenzace prostřednictvím spotřební daně (o 4,8 % oproti nulovému scénáři v roce 2030). Povinné cíle snížení emisí naplněny nejsou, neboť oproti hypotetické čistě fosilní spotřebě dochází k redukci emisí skleníkových plynů pouze na úrovni 3,8 % v roce 2017 a 4 % v roce 2020 (v tomto roce má být splněn cíl snížení emisí skleníkových plynů o 6 %).

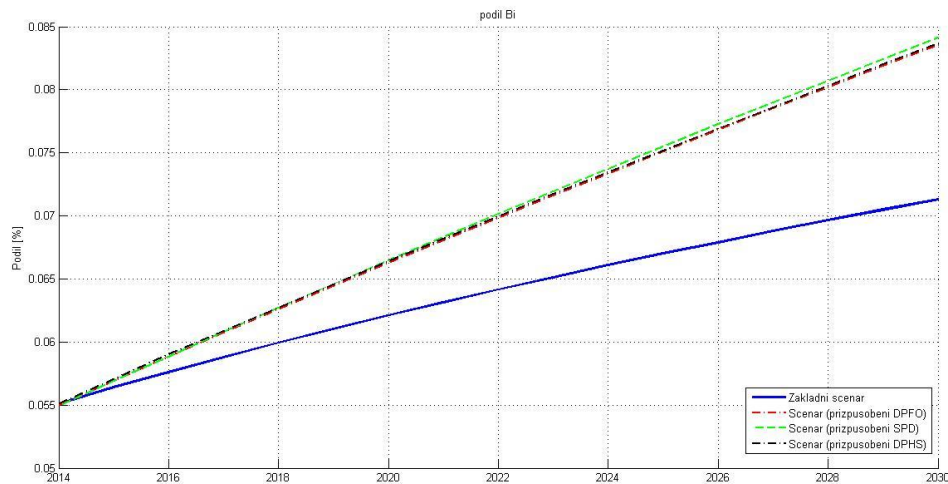
Obrázek č.10: Vývoj jednotlivých proměnných v alternativních scénářích (simulace č.3)



Z obrázku č. 11 pro tuto třetí simulaci dále vyplývá, že vliv cenové subvence v těchto výších na navýšení podílu biopaliv na trhu pohonných hmot je významnější, než v rámci první simulace.

Nejvyššího podílu biopaliv na trhu je opět dosaženo při kompenzaci výpadku příjmů prostřednictvím navýšené sazby spotřební daně. Nárůst však stále není tak výrazný, aby bylo v roce 2020 dosaženo požadovaného cíle 7 % biopaliv první generace (dosaženo je pouze podílu 6,7 %)

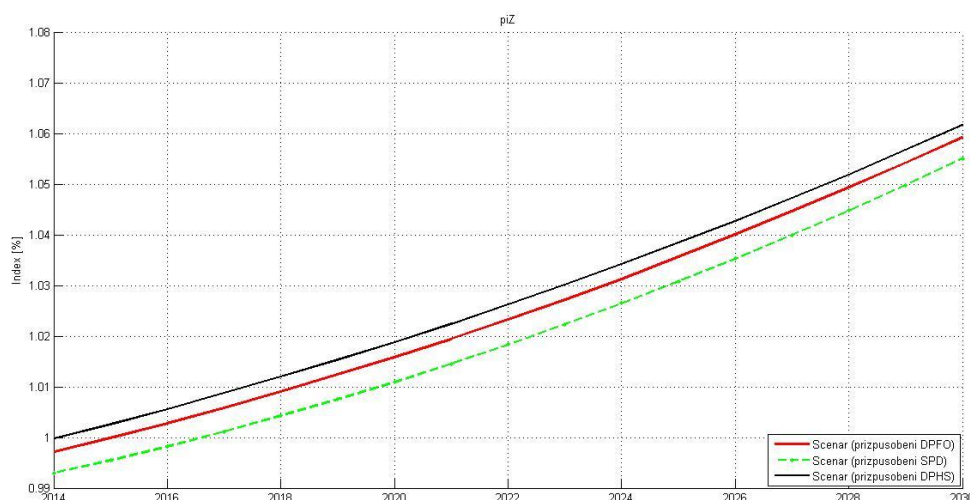
Obrázek č.11: Vývoj podílu bioslozky (simulace č.3)



Obrázek č. 12 je zaměřen na vývoj cen zemědělské produkce. Z obrázku je patrné, že při nejvyšším nárůstu cenové subvence reálná cena potravin oproti základnímu scénáři roste relativně významně. V roce 2020 by oproti základnímu scénáři narostly ceny potravin o přibližně 1,9 %, v roce 2030 poté až o 6,2 %.

Je nutné však připomenout, že tento nárůst cen může být mírně nadhodnocen. Model jednak neuvažuje s vedlejšími produkty vznikajícími při výrobě biopaliv a také předpokládá fixní omezené množství půdy.

Obrázek č.12: Vývoj reálné ceny zemědělské produkce oproti základnímu scénáři (simulace č.3)



6. Závěr

Cílem této dizertační práce bylo zhodnotit ekonomické a environmentální dopady různých politických environmentálně založených mixů politik, které jsou zaměřeny na podporu výroby a užití biopaliv v České republice.

Jako hlavní nástroj pro zhodnocení těchto dopadů byl zvolen teoretický model všeobecné rovnováhy, který se vyznačuje tím, že se skládá ze tří sektorů: zemědělského sektoru, sektoru výroby pohonných hmot a sektoru výroby finálních statků. Zejména propojenost jednotlivých sektorů a jejich vzájemné působení na ceny komodit upřednostnily tento typ modelu při jeho výběru před modelem dílčí rovnováhy, nebo některou z ekonometrických studií.

Významnou přidanou aplikovaného modelu je heterogenita domácností, kdy jsou tyto rozděleny na zemědělskou a nezemědělskou. Rozdíl mezi domácnostmi spočívá zejména v rozdílné struktuře jejich spotřebitelského koše a rozdílných typech příjmů, které jim z ekonomiky plynou. Příjmy nezemědělské domácnosti tvoří kromě příjmů z práce a

nezemědělského kapitálu také příjmy plynoucí z vlastnictví části zemědělských podniků a příjmy plynoucí z vlastnictví zemědělské půdy. Příjmy zemědělských domácností jsou naopak tvořeny pouze příjmy z práce, zemědělského kapitálu a vlastnictví půdy. Tyto domácnosti v rámci předpokladu modelu nemají žádný prospěch z nezemědělského kapitálu.

Dalším pozitivem modelu je jeho dynamika, kdy dva typy domácností mezičaso­vě optimalizují svá chování. To umožňuje nejen nacházet rovnovážné stavy, ale také zobrazovat průběh jednotlivých proměnných v čase.

Z rešerše literatury vyplynuly i možná témata, která by bylo možné dále rozvíjet v navazujících studiích. Jedním z nich je určité zobecnění trhu s pohonnými hmotami (motorová nafta a bezolovnatý benzín jsou sumarizovány jako pohonné hmoty fosilního původu, zatímco bioethanol a bionafta jsou dohromady považovány za biopaliva první generace). Dalším možným budoucím vylepšením modelu by mohlo být zahrnutí vazby mezi zbytkovými surovinami produkovanými v biopalivovém sektoru a dopadem na ceny zemědělských komodit. Konečně poslední charakteristikou modelu, kterou by bylo možné adresovat v navazujících studiích, je poměrně jednoduché uchopení nabídkové funkce půdy a s tím spojená vyšší agregace zemědělského sektoru. Předpokládáné fixní množství zemědělské půdy může taktéž nadhodnocovat reálné cenové dopady v případě České republiky, kde v současné době existuje potenciál půdy pro pěstování energetické biomasy.

Zvolený typ modelu byl parametricky kalibrován tak, aby odpovídal ekonomickým podmínkám České republiky a předpokladům o vývoji hrubého domácího produktu a trhu s pohonnými hmotami. Kalibrováný model byl použit k simulacím možného vývoje české ekonomiky po exogenních šocích způsobených třemi typy politických mixů.

Jako hlavní nástroj byla ilustrativně zvolena cenová subvence pěstování energetických plodin. Ačkoli je tento nástroj v podmínkách České republiky spíše hypotetický, jedná se o nástroj, který byl a je běžně využíván ve světě a zároveň nejlépe ilustruje přímé vlivy vládního fiskálního opatření na zemědělský sektor.

Vzhledem k politické realitě a narůstajícím veřejným dluhům byl následně zvolen takový mix nástrojů, aby zaručoval rozpočtovou neutralitu, tedy navýšené výdaje veřejných rozpočtů způsobené vyplácenými cenovými subwencemi byly financovány navýšením některého z daňových nástrojů.

V rámci prvního alternativního scénáře byla proto navýšena sazba daně z příjmů fyzických osob, v rámci druhého alternativního scénáře byla navýšena sazba spotřební

daně a v rámci třetího alternativního scénáře byla navýšena standardní sazba daně z přidané hodnoty.

S těmito alternativními scénáři byly provedeny tři simulace různých výší změn cenové subvence. V prvním případě byla cenová subvence z nulové úrovně postupně navyšována až na úroveň deseti procent reálné kompozitní ceny statků finální produkce v roce 2030, v druhém případě byla takto navyšována až na úroveň sazby spotřební daně z pohonných hmot pro zemědělský sektor a v posledním případě došlo k navýšení až na standardní sazbu spotřební daně z pohonných hmot.

Výsledky ukázaly, že ekonomicky se nejpříznivěji jeví kombinace s navýšením standardní sazby daně z přidané hodnoty. Dopady podpory biopaliv na nezemědělské domácnosti jsou přesto poměrně nízké (zejména proto, že reálné ceny potravin nejsou příliš ovlivněny), naopak zajímavé dopady byly zaznamenány u domácností zemědělských.

Vzhledem k tomu, že aplikace mixů nástrojů je pro ekonomiku distorzivní, a zároveň bylo zapotřebí dodržet rozpočtovou neutralitu, mají všechna zvolená opatření negativní dopady na vývoj produkce finálních statků v porovnání s nulovým scénářem, kde tyto nástroje uvažovány nejsou. Obecně lze také říci, že je patrná určitá míra přerozdělení mezi nezemědělskými a zemědělskými domácnostmi.

Nebyly zaznamenány ani přílišné dopady na ceny zemědělské produkce plynoucí ze zvýšené konkurence při pěstování potravinářských a energetických plodin na stávajících plochách. Tyto relativně nízké negativní dopady na ceny potravin jsou však s ohledem na modelovou specifikaci a podchycení nabídky půdy mírně nadhodnoceny.

Nejvýznamnějších environmentálních dopadů je dosaženo kombinací navýšení cenové subvence na energetické plodiny v kombinaci s navýšením spotřební daně z pohonných hmot. Zde simultánně působí tlak na pokles spotřeby pohonných hmot plynoucí z nárůstu spotřební daně a zároveň zvýšená penetrace biopaliv na trh plynoucí z jejich příznivější ceny.

Ani maximální zvolená cenová subvence však v rámci třetí simulace nevedla ke splnění cíle, které po České republice pro rok 2020 požaduje Evropská komise, tedy snížit emise skleníkových plynů o 6 % v porovnání s přepočtem na spotřebu referenčního fosilního paliva.

Ke splnění emisních cílů by tedy bylo zapotřebí zapojit další alternativní paliva, která se na trhu potenciálně nabízí: biopaliva vyšších generací, elektřinu a zemní plyn (v různých formách). Zde však vyvstává otázka, jak budou různé další podpůrné politiky úspěšné při stávajících cenách ropy.

Při výše uvedené „maximální“ politice, kdy je výrazná cenová subvence kompenzována nárůstem sazby spotřební daně, by nebyl naplněn ani hypotetický podílový cíl, tedy zajistit, aby v roce 2020 bylo na trhu pohonných hmot 7 % biopaliv první generace, která splňují kritéria udržitelnosti biopaliv.

Tento podílový cíl lze splnit například vyšším využitím vysokoprocenních a čistých biopaliv. Tato jsou však při stávajících sazbách spotřební daně a aktuálních světových cenách ropy cenově nekonkurenceschopná.

Cíle lze splnit i direktivně, tedy naplnit je prostřednictvím povinných minimálních podílů biopaliv na trhu. To by se však při stávajících cenách ropy mohlo negativně projevit v cenách pohonných hmot (nelze daňově zvýhodnit biopaliva, která jsou uplatňována v povinných minimálních kvótách) nehledě na technologické bariéry, které při stávajícím složení trhu s pohonnými hmotami a vozového parku existují.

Použitá literatura

ABDEGALIL, Elsayed a Solomon I. COHEN. Policy modeling of trade-off between agricultural development and land degradation – the Sudan case. *Journal of Policy Modeling*. 2001, 23, s. 847-874. ISSN 0161-8938.

ACQUAYE, Adolf A. et. al. Biofuels and their potential to aid the UK towards achieving emissions reduction policy targets. *Renewable and Sustainable Energy Review*. 2012, 16(7), s. 5414-5422, Elsevier. ISSN 1364-0321.

AJANOVIC, Amela. a Reinhard Haas. Biofuels vs. food production: Does biofuels production increase food prices? *Energy Policy*. 2011, 36(4), s. 2070-2076. Elsevier. ISSN 0301-4215.

AJANOVIC, Amela. a Reinhard Haas. Economic challenges for the future relevance of biofuels in transport in EU countries. *Energy*. 2010, 35(8), s. 3340 - 3348. Elsevier. ISSN 0360-5442.

ALCAMO, Joseph., Rick LEEMANS a Eric KREILEMAN. *Global Change Scenarios of the 21st Century. Results from the IMAGE 2.1 Model*. 1st ed. Pergamon and Elsevier Science, London, 1999. ISBN 9780080434476.

ANDRLE, Michal et. al. Implementing the New Structural Model of the Czech National Bank. *Czech National Bank Working Paper Series*. 2009, 2. ISSN 1803-7070.

ARADHEY, Amit. India Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report číslo IN3073.

ARNDT, Channing et. al. Biofuels, Poverty and Growth. A Computable General Equilibrium Analysis of Mosambique, *International Food Policy Research Institute discussion paper*. 2008, 803. Washington, USA.

BANSE, Martin et. al. Will EU biofuel Policies affect Global Agricultural Markets. *European Review of Agricultural Economics*. 2008, 35(2), s. 117-141. ISSN 1464-3618.

BARROS, Sergio. Brazil Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report číslo BR14004.

BELL, David. R. et. al. The net cost of biofuels in Thailand - An economic analysis, *Energy Policy*, 2011, 39(2), s. 834 – 843, Elsevier. ISSN 0301-4215.

BERGMAN, Lars. (2005): CGE modeling of Environmental Policy and Resource Management. In: *Handbook of Environmental Economics*. 2005, Vol. 3, Elsevier. ISBN: 978-0-444-51146-1.

BERNARD, Frederick a Anne PRIEUR. Biofuel market and carbon modeling to analyze French biofuel policy. *Energy Policy*. 2007, 35(12), s. 5991 – 6002, Elsevier. ISSN 0301-4215.

BIRUR, Dileep K., Thomas W. HERTEL a Wallace E. TYNER. Impact of Biofuel Production on World Agricultural Markets: A Computable General Equilibrium Analysis. *GTAP Working paper*. 2008, 53. Purdue University, USA.

BOETERS, Stefan et. al. The potential for biofuels alongside the EU-ETS. Studie prezentovaná na 11. výroční konferenci GTAP. 2008, Helsinky, Finsko.

BÖHRINGER, Christoph, Andreas KELLER a Edwin van der WERF. Are green hopes too rosy? Employment and welfare impacts fo renewable energy promotion. *Energy Economics*. 2013, 36, s. 277 – 285, Elsevier. ISSN: 0140-9883.

BOSELLO, Francesco a Jian ZHANG. Assessing Climate Change Impacts: Agriculture. *Poziční studie FEEM*. 2005, 94.

BREUSS, Fritz a Karl STEININGER. Biomass Energy Use to Reduce Climate Change: A General Equilibrium Analysis for Austria. *Journal of Policy Modeling*. 1998, 20(4), s. 513-535. ISSN 0161-8938.

BRITZ, Wolfgang a Thomas W. HERTEL. Impacts of EU biofuels directives on global markets and EU environmental quality: An integrated PE, global CGE analysis. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2011, 142(1-2), s. 102 - 109, Elsevier. ISSN 0167-8809.

BRITZ, Wolfgang (ed.). *CAPRI Modelling System Documentation*. 2005. Dostupné z: <http://www.ilr1.uni-bonn.de/agpo/rsrch/capri/capri-documentation.pdf> .

BRŮHA, Jan a Vítězslav PÍŠA. Dynamics of Commodity Prices and Quantities: An Analysis using a Dynamic Multiregional CGE Model. In: *Proceedings of the International Conference on Policy Modeling EcoMod 2011*, Ponta Delgada, Portugalsko. ISBN 0-9763295-6-5.

BURNIAUX, Jean-Marc a Huey-Lin LEE. Modeling Land Use Changes in GTAP. Sborník 6. konference ke globální ekonomické analýze. 2003. Hague, Nizozemsko.

CORPUZ, Perfecto. Philippine Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report.

CURTISS, Jarmila, Tomáš MEDONOS a Tomáš RATINGER. Ownership Form Effect on Large Scale Farm Performance: Case of Czech Agriculture. *EEAE seminar paper*. 2005, 94, Ashford, the UK.

ČESKO. Vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 133/2010 Sb. ze dne 5. května 2010 o požadavcích na pohonné hmoty, o způsobu sledování a monitorování složení a jakosti pohonných hmot a o jejich evidenci (vyhláška o jakosti a evidenci pohonných hmot), ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2010, částka 48, s. 1746 – 1768.

ČESKO. Vyhláška Ministerstva životního prostředí č. 482/2005 Sb. ze dne 2. prosince 2005 o stanovení druhů, způsobů využití a parametrů biomasy při podpoře výroby elektřiny z biomasy, ve znění pozdějších předpisů. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2005, částka 168, s. 8882 – 8889.

ČESKO. Zákon České národní rady ze dne 21. prosince 1992 č. 16/1993 Sb., o dani silniční, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů České republiky. 1993, částka 6, s. 133 – 136.

ČESKO. Zákon ze dne 26. září 2003 č. 353/2003 Sb., o spotřebních daních, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů České republiky. 2003, částka 118, s. 5730 – 5788.

ČESKO. Zákon ze dne 2. května 2012 č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. In: Sběrka zákonů České republiky. 2012, částka 69, s. 2786 – 2841.

ČSN EN 14214. *Motorová paliva - Methylestery mastných kyselin (FAME) pro vznětové motory - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2004.

ČSN EN 228. *Motorová paliva - Bezolovnaté automobilové benziny - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2013.

ČSN EN 590. *Motorová paliva – Motorové nafty – Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 6565 08. *Motorová paliva - Směsné motorové nafty obsahující methylestery mastných kyselin (FAME) - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, 2014.

ČSN 6565 13. *Motorová paliva - Ethanol E95 pro vznětové motory - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

ČSN 6565 16. *Motorová paliva - Řepkový olej pro spalovací motory na rostlinné oleje - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2007.

ČSN P CEN/TS 15293. *Motorová paliva - Ethanol E85 - Technické požadavky a metody zkoušení*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

DARWIN, Roy et. al. Land use and cover in ecological economics. *Ecological Economics*. 1996, 17(3), s. 157 - 181. ISSN 0921-8009.

DE ALMEIDA, E. Fagundes et. al. The performance of Brazilian biofuels: an economic, environmental, and social analysis. In: „Biofuels – Linking Support to Performance“, OECD/ITF, s. 151 – 188. ISSN: 2074-3378.

DE GORTER, Harry a David R. JUST. The Social Costs and Benefits of Biofuels: The Intersection of Environmental, Energy and Agricultural Policy. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2010, 32(1), s. 4 – 32. ISSN 2040-5804.

DESSUREAULT, Darlene. Canada Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report číslo CA14109.

DIXON, Peter B., Stefan OSBORNE a Maureen T. RIMMER. The Economy-Wide Effects in the United States of Replacing Crude Petroleum with Biomass. *Diskusní studie zaslaná na konferenci GTAP*. 2007. Purdue University, Indiana.

DOGRUEL, Fatma, A. Suut DOGRUEL a Erinc YELDAN, E. Macroeconomics of Turkey's agricultural reforms: an intertemporal computable general equilibrium analysis. *Journal of Policy Modeling*. 2003, 25, s. 617 – 637. ISSN 0161-8938.

DOKU, Angela a Salvatore DI FALCO. Biofuels in developing countries: Are comparative advantages enough? *Energy Policy*. 2012, 44, str. 101 – 117. ISSN: 0301-4215.

DOORNBOSCH, Richard a Ronald STEENBLIK. Round Table on Sustainable Development - Biofuels: Is the Cure Worse than the Disease? 2007. OECD, Paříž, Francie.

EDWARDS, Robert et al. Well-to-wheel analysis of future automotive fuels and powertrains in the European context: Well-to-Tank report. Ver. 4a. 2014. European Commission Joint Research Centre.

EICKHOUT, Bas et. al. Economic and ecological consequences of four European land use scenarios. *Land Use Policy*. 2007, 24(3), s. 562 – 575. ISSN: 0264-8377.

EIDE, Asbjorn. The Right to Food and the Impact of Liquid Biofuels (Agrofuels). Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). 2008. Řím, Itálie.

EVANS, George W. a Seppo HONKAPOHYA. Learning and Expectations in Macroeconomics. 2001. Princeton University Press, Princeton NJ.

EVROPSKÁ KOMISE. Sdělení Komise – Pokyny pro státní podporu v oblasti životního prostředí a energetiky na období 2014 – 2020. 2014, Ústřední věstník EU, C200.

EVROPSKÁ UNIE. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2015/1513/EU ze dne 9. září 2015, kterou se mění směrnice 98/70/ES o jakosti benzínu a motorové nafty a směrnice 2009/28/ES o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů. In: Official Journal of the European Union, 2015, L239/1.

EVROPSKÉ SPOLEČENSTVÍ. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/28/ES ze dne 23. dubna 2009 o podpoře využívání energie z obnovitelných zdrojů a o změně a následném zrušení směrnic 2001/77/ES a 2003/30/ES. In: Official Journal of the European Union. 2009, L140/16.

EVROPSKÉ SPOLEČENSTVÍ. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2009/30/ES ze dne 23. dubna 2009, kterou se mění směrnice 98/70/ES, pokud jde o specifikaci benzínu, motorové nafty a plynových olejů, zavedení mechanismu pro sledování a snížení emisí skleníkových plynů, a směrnice Rady 1999/32/ES, pokud jde o specifikaci paliva používaného plavidly vnitrozemské plavby, a kterou se ruší směrnice 93/12/EHS. In: Official Journal of the European Union. 2009, L140/88.

EVROPSKÉ SPOLEČENSTVÍ. Směrnice Rady 2003/96/ES ze dne 27. října 2003, kterou se mění struktura rámcových předpisů Společenství o zdanění energetických produktů a elektřiny. In: Official Journal of the European Union. 2003, L283.

FARGIONE, Joseph et. al. Land Clearing and the Biofuel Carbon Debt. *Science*. 2008, 319(5867), s. 1235-1238. ISSN 1095-9203.

FARREL, Roger. Australia Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report číslo AS1415.

FÉMÉNIA, Fabienne a Alexandre GOHIN. Dynamic modelling of agricultural policies: The role of expectation schemes. *Economic Modelling*. 2011, 28(4), s. 1950 – 1958. ISSN 0264-9993.

GIESECKE, James A., J. Mark HORRIDGE a Jose A. SCARAMUCCI. The Downside of Domestic Substitution of Oil with Biofuels: Will Brazil Catch the Dutch Disease? *Studies in Regional Science*. 2009, 39(1), s. 189-207. ISSN 0287-6256.

GOHIN, Alexandre a Francois CHANTRET. The long-run impact of energy prices on world agricultural markets: The role of macro-economic linkages. *Energy Policy*. 2010, 38, s. 333 - 339. Elsevier.

GOHIN, Alexandre a Giancarlo MOSCHINI. Impacts of the European Biofuel Policy on the Farm Sector: A General Equilibrium Assessment. Studie prezentovaná konferenci „Biofuels, Food & Feed Tradeoffs“. 2007. St. Louis, Missouri, duben 12-13.

GOHIN, Alexandre a Giancarlo MOSCHINI. Evaluating the Market and Welfare Impacts of Agricultural Policies in Developed Countries: Comparison of Partial and General Equilibrium Measures. *Review of Agricultural Economics*. 2006, 28(2), s. 195 - 211. ISSN: 1467-9353.

GOLUB, Alla, Thomas W. HERTEL. a Brent SOHNGEN. Land Use Modeling in Recursively-Dynamic GTAP Framework. *Pracovní studie GTAP* č. 48. 2008a.

GOLUB, Alla et. al. Biofuel Growth: Global Greenhouse Gas Emissions Impacts from Changes in Forest Carbon Stocks. *Pracovní studie vytvořená pro prezentaci na výroční zasedání American Agriculture Economic Association*. 2008b. Olando, Florida.

GOMEZ, Ana. Honduras Biofuels Annual Report 2012. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report.

HANSON, Kenneth A. a Agapi SOMWARU. Distributional Effects of U.S. Farm Commodity Programs: Accounting for Farm and Non-Farm Households. *Studie připravená u příležitosti konference Agricultural policy reform and the WTO: where are we heading?* 23. -26. června 2003, Capri.

HERTEL, Thomas W., Wallace E. TYNER a Dileep BIRUR. Biofuels for all? Understanding the Global Impacts of Multinational Mandates. *Studie GTAP*. 2008a, 51. Center for Global Trade Analysis Department of Agricultural Economics, Purdue University.

HERTEL, Thomas W., Steven ROSE a Richard S. J. TOL. Land Use in Computable General Equilibrium Model: An Overview. *Studie GTAP*. 2008b, 39. Center for Global Trade Analysis Department of Agricultural Economics, Purdue University.

HOCHMAN, Gal, Deepak RAJAGOPAL a David ZILBERMAN. The Effect of Biofuels on the International Oil Market. *Applied Economic Perspectives and Policy*. 2013, 33(3), s. 402-427. ISSN 2040-5804.

HOEFNAGELS, Ric et. al. Macro-economic impact of large-scale deployment of biomass resources for energy and materials on a national level – A combined approach for the Netherlands. *Energy Policy*. 2013, 59, s. 727-744. Elsevier. ISSN: 0301-4215.

HUANG, Jikun et. al. Biofuels and the poor: Global impact pathways of biofuels on agricultural markets. *Food Policy*. 2012, 37, s. 439-451. Elsevier. ISSN: 0306-9192.

CHAVEZ, Luis. Mexico Biofuels Annual Report 2012. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report č. MX2507.

IJIMA, Midori. Japan Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service, GAIN Report č. JA4018.

JOSEPH, Ken. Argentina Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report.

JOSEPH, Ken. Paraguay Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report.

JOSLING, Tim, David BLANDFORD a Jane EARLY. Biofuel and Biomass Subsidies in the U.S., EU and Brazil: Towards a Transparent System of Notification. *Poziční studie International Food and Agricultural Trade Policy Council*. 2010.

KHANNA, Madhu, Basanta DHUGANA a John CLIFTON-BROWN. Costs of Perennial Grasses for BioEnergy in Illinois. *Biomass and Bioenergy*. 2008, 32(6), s. 482 – 493. Elsevier. ISSN: 0961-9534.

KOJIMA, Satoshi (2010). Quantitative assessment of biofuel promotion policy in India: A dynamic CGE approach. USDA Foreign Agricultural Service, studie prezentovaná na mezinárodní konferenci Ecomod, Istanbul, Turecko, 2010.

KRETSCHMER, Bettina, Daiju NARITA a Sonja PETERSON. The Economic Effects of the EU Biofuel Target. *Energy Economics*. 2009, 31, s. 285-294. ISSN 0140-9883.

KRETSCHMER, Bettina a Sonja PETERSON. Integrating bioenergy into computable general equilibrium models – A survey. *Energy Economics*. 2009, 32, s. 673-686. ISSN 0140-9883.

LEE, Huey-Lin et. al. Towards and Integrated Land Use Data Base for Assessing the Potential for Greenhouse Gas Mitigation. *Techická studie GTAP*. 2005, 25, Center for Global Trade Analysis, Purdue University, West Lafayette, USA.

MÁCA, Vojtěch. Externí náklady životních cyklů alternativních paliv v dopravě na příkladu bioethanolu a methyleteru řepkového oleje. In: *Centrum dopravního výzkumu: Sborník z konference Doprava, zdraví a životní prostředí*. 2006. Brno.

MCDONALD, Scott, Sherman ROBINSON a Karen THIERFELDER. Impact of Switching Production to Bioenergy Crops: The Switchgrass Example. *Energy Economics*, 28(2), s. 243-265. ISSN 0140-9883.

MELILLO, Jerry M., et. al. Unintended Environmental Consequences of a Global Biofuels Program. MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change Unintended Environmental Consequences of a Global Biofuels Program. Zpráva č. 168. 2009.

MINISTERSTVO ZEMĚDĚLSTVÍ. Akční plán pro biomasu v ČR na období 2012-2020. 2012. Ministerstvo zemědělství. ISBN 978-80-7434-074-1.

MITCHELL, Donald. A Note on Rising Food Prices. *Policy Research Working Paper*. 2008, č. 4682. Světová banka.

MURAN, Marina. Russian Federation Biofuels Annual. Biofuels Sector Update. 2013. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report č. RS1437.

NOLTE, Gaspar E. a Mariano J. BEILLARD. Peru Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report.

OECD. Economic Assessment of Biofuel Support Policies. DG Trade and Agriculture, OECD. 2008. Paříž.

PERRY, Miles. Food Production vs. Biomass Export vs. Land-Use Change: A CGE Analysis for Argentina. Revidovaná verze studie prezentovaná na 16. konferenci k biomase. 2008. Valencia, Španělsko.

PINZON, Leonardo. Colombia Biofuels Annual Report 2012. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report.

PREECHAJARN, Sakchai a Ponnarong PRASERTSRI. Thailand Biofuels Annual Report 2012. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report č. TH4057.

RAJAGOPAL, Deepak a David ZILBERMAN. Environmental, Economic and Policy Aspects of Biofuels, Foundations and Trends in Microeconomics. 2008, 4(5), s. 353-469. ISBN 978-1-60198-174-5.

RENEWABLE FUELS AGENCY. The Gallagher Review of the indirect effects of biofuels production. 2008.

REILLY, John a Sergey PALTSEV. Biomass Energy and Competition for Land. *Pracovní studie GTAP*. 2007, 46. Center for Global Trade Analysis Department of Agricultural Economics, Purdue University.

ROSEGRANT, Mark W. et. al. International Model for Policy Analysis of Agricultural Commodities and Trade (IMPACT): Model Description. 2008. International Food Policy Research Institute, Washington, D.C., USA.

RONNEBERGER, Kerstin. KLUM@GTAP: Spatially explicit, biophysical land use in a computable general equilibrium model. In: Hertel, Thomas W. et. al. (eds.): *Economic Analysis of Land Use in Global Climate Change Policy*. 2009. Abingdon: Routledge.

SEARCHINGER, Timothy et. al. Use of U.S. Croplands for Biofuels Increases Greenhouse Gases Through Emissions from Land-Use Change. *Science*. 2008, 319, 5867, s. 1238-1240. ISSN 1095-9203.

SERRA, Teresa et. al. Price Transmission in the US Ethanol Market. In: *Handbook of Bioenergy Economics and Policy*. 2010, kapitola 5, s. 55-72. Springer Verlag. ISBN 978-1-4419-0368-6

SCOTT, Ryan a Jiang JUNYANG. China Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report č. 13040.

SLETTE, John a Ibnu Edy WIYONO. Indonesia Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report ID1337.

SORDA, Giovanni, Martin BANSE a Claudia KEMFERT. An overview of biofuel policies across the world. *Energy Policy*. 2010, 38(11), s. 6977 – 6988. ISSN 0301-4215.

TAHERIPOUR, Farzad et. al. Biofuels and their by-products: Global economic and environmental implications. *Biomass and Bioenergy*. 2010, 34(3), s. 278 – 289. ISSN 0961-9534.

TIMILSINA, Govinda R., Simon MEVEL, a Ashish SHRESTHA. Oil price, biofuels and food supply. *Energy Policy*. 2011, 39(12), s. 8098 – 8105. ISSN: 0301-4215.

TAY, Karla. Guatemala Biofuels Annual Report 2013. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report č. GT9008.

TONNER, Jaroslav, J. POLANSKÝ a Osvald VAŠÍČEK. Parameter Drifting in an Estimated DSGE Model on Czech Data. *Finance a úvěr*. 2011, 61(5), s. 510 – 524. ISSN 0015-1920.

U.S. EPA. Biofuels and the Environment: First Triennial Report to Congress. Office of Research and Development, National Center for Environmental Assessment, Washington, DC; EPA/600/R-10/183F. Ke stažení online na <http://epa.gov/ncea>.

VAN MEIJL, et. al. The impact of different policy environments on agricultural land use in Europe. *Agriculture, Ecosystems and Environment*. 2006, 114 (1), s. 21 – 38. ISSN: 0167-8809.

VEDENOV, Dmitry a Michael WETZSTEIN. Toward an optimal U.S. ethanol fuel subsidy. *Energy Economics*. 2008, 30, s. 2073-2090. ISSN: 0140-9883.

WAHAB, Abdul Ghani. Malaysia Biofuels Annual Report 2014. USDA Foreign Agricultural Service. GAIN Report č. MY4011.

WIANWIWAT, Suthin a John ASAFU-ADJAYE. Is there a role for biofuels in promoting energy self sufficiency and security? A CGE analysis of Thailand. *Energy Policy*. 2013, 55, s. 543-555. ISSN: 0301-4215.

WIESENTHAL, Tobias. et. al. Biofuel support policies in Europe: Lessons learnt for the long way ahead. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2009, 13(4), s. 789-800. ISSN 1364-0321.

WOODFORD Michael. Macroeconomic Analysis without the Rational Expectations Hypothesis. NBER Working Papers. 2013, 19368. National Bureau of Economic Research, Inc.

YANG, Jun et. al. Biofuels and the Greater Mekong Subregion: Assessing the impact on prices, production and trade. *Applied Energy*. 2009, 86, s. 537-546. ISSN: 0306-2619.

ZHANG, Zibin et. al. Food versus fuel: What do prices tell us? *Energy Policy*. 2010, 38, s. 445–451. ISSN: 0301-4215.

ZILBERMAN, David, Mahdu Khanna a L LIPPER. Economics of new technologies for sustainable agriculture. *Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*. 1997, 41(1), s. 63–80. doi: 10.1111/1467-8489.00004.

Příloha č. 1 – Seznam proměnných a parametrů

Proměnné

I_{ht}	investice nezemědělských domácností v sektoru finálního zboží,
K_{ht}	fyzický kapitál uplatněný v sektoru finálního zboží,
Π_{ht}	zisk sektoru finálního zboží,
C_{ht}	spotřeba finální produkce nezemědělskými domácnostmi,
A_{ht}	spotřeba potravin produktů nezemědělskými domácnostmi,
F_{ht}	spotřeba pohonných hmot nezemědělskými domácnostmi,
L_{ht}	faktor práce nabízený nezemědělskými domácnostmi,
I_{at}	investice nezemědělských domácností v zemědělském sektoru,
K_{at}	fyzický kapitál zemědělských domácností v zemědělském sektoru,
Π_{at}	zisk zemědělského sektoru,
C_{at}	spotřeba finální produkce zemědělskými domácnostmi,
A_{at}	spotřeba potravin produktů zemědělskými domácnostmi,
A^i	potravinářská produkce domácí rostlinné výroby,
A^x	export potravinářské produkce domácí rostlinné výroby,
A^{id}	potravinářská produkce domácí rostlinné výroby určená pro ČR,
F_{at}	spotřeba pohonných hmot zemědělskými domácnostmi,
L_{at}	faktor práce nabízený zemědělskými domácnostmi,
F_{yt}	množství pohonných hmot spotřebovaných v sektoru finálního zboží,
O_t	ropné produkty spotřebované v sektoru výroby pohonných hmot,
B_t	produkty z biomasy spotřebované v sektoru výroby pohonných hmot,
A^z	produkce všech zemědělských plodin v ekonomice,
F_{xt}	čistý export pohonných hmot,
F^d	pohonné hmoty vyprodukované domácí ekonomikou,
F_{zt}	pohonné spotřebované zemědělským sektorem,
Δ_t	saldo vládních úspor

Parametry

$0 < \beta < 1$	mezičasová míra substituce,
κ_1	podíl nezemědělských domácností na zisku zemědělského sektoru
κ_2	podíl půdy vlastněné nezemědělskými domácnostmi
τ^{DPHS}	standardní sazba DPH,
τ^{DPHR}	snížená sazba DPH,

τ^{SD}	standardní sazba spotřební daně,
τ^{SDR}	snížená sazba spotřební daně,
τ^P	daň z příjmů právnických osob,
τ^I	daň z příjmů fyzických osob,
ζ_{yt}	produktivita práce v sektoru finálního zboží,
ζ_b	produktivita konverze biomasy na biopalivo,
α_{Ka}	podíl kapitálu na přidané hodnotě zemědělského sektoru,
α_{La}	podíl práce na přidané hodnotě zemědělského sektoru,
α_{Ky}	podíl kapitálu na přidané hodnotě sektoru finálního zboží,
α_{Ly}	podíl práce na přidané hodnotě sektoru finálního zboží,
α_O	podíl ropných produktů na přidané hodnotě výroby PHM,
α_Γ	podíl výrobního faktoru půdy na přidané hodnotě zemědělského sektoru,
ξ_{aa}	podíl potravin na výdajích zemědělských domácností,
ξ_{af}	podíl pohonných hmot na výdajích zemědělských domácností,
ξ_{al}	parametr nabídkové funkce práce zemědělských domácností,
ξ_{ha}	podíl potravin na výdajích nezemědělských domácností,
ξ_{hf}	podíl pohonných hmot na výdajích nezemědělských domácností,
ξ_{hl}	parametr nabídkové funkce práce nezemědělských domácností,
ϕ_h	parametr nabídkové funkce práce nezemědělských domácností,
ϕ_a	parametr nabídkové funkce práce zemědělských domácností,
δ	míra depreciační v ekonomice,
ρ_f	parametr odrážející míru substituce mezi ropnými produkty a biopalivy,
Γ	fixní množství půdy
π^{a*}	reálná cena exportu potravinářské produkce domácí rostlinné výroby,
α_x	parametr CET funkce podílu plodin určených na export,
ρ_x	parametr odrážející míru substituce mezi potravinářskou produkcí zemědělství určenou na export a pro spotřebu v domácí ekonomice

Ceny

π^{af}	reálná cena zemědělských potravinářských výrobků,
π^{az}	reálná kompozitní cena zemědělského sektoru,
π^{ai}	reálná cena potravinářských produktů rostlinné výroby,
π^b	reálná cena biopaliv,
π^f	reálná cena sektoru pohonných hmot,

π^l	nájemní reálná cena plochy určené k pěstování biomasy,
π^o	reálná cena ropných produktů,
w_{ht}	reálná mzda v sektoru finálního zboží,
w_{at}	reálná mzda v zemědělském sektoru,