Projekt SUKI
Sustainable Kitchen

Možnosti stravovacích zařízení ke snížení emisí CO_2

(opatření, rámcové podmínky a hranice)

5. Dílčí zpráva

Stručná zpráva – brambory

včetně loupaných brambor, kaše a hranolků

České Budějovice, duben 2011

/

EUROPEAN UNION
European Regional
Development Fund

EUROPEAN TERRITORIAL CO-OPERATION
AUSTRIA-CZECH REPUBLIC 2007-2013
Gemeinsam mehr erreichen. Společně dosáhneme více.

Možnosti stravovacích zařízení ke snížení emisí oxidu uhličitého (opatření, rámcové podmínky a hranice) - Sustainable Kitchen

(Projekt SUKI)

5. Dílčí zpráva

(Vers. 0.2)

Zuzana Jiroušková
Jan Moudrý jr.
Jan Moudrý sr.
Radek Plch

financováno z prostředků

Evropského fondu regionálního rozvoje

Spolkového ministerstva životního prostředí, zemědělství,lesního a vodního hospodářství

Spolkového ministerstva hospodářství a práce

Hlavního města Vídně – MA22 (ÖkoKauf) a MA38

Hornorakouského zemského vládního úřadu

Dolnorakouského zemského vládního úřadu

Ministerstva životního prostředí České republiky

Jihočeské univerzity České Budějovice

Masarykovy univerzity Brno

České Budějovice, duben 2011

Vedení projektu:

Jan Moudrý

Odborné zpracování projektu:

Zuzana Jiroušková, Jan Moudrý jr., Jan Moudrý sr., Radek Plch

Partneři projektu:

Rakousko: Ressourcen Management Agentur (RMA), BIO AUSTRIA
Česká republika: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Daphne ČR, EPOS

Zúčastněná stravovací zařízení:

Rakousko:
Vídeň: Sociálně zdravotní centrum Baumgartner Höhe, Nemocnice Otty Wagnera; EB-Restaurační podniky, s.r.o.
Dolní Rakousko: stravovací zařízení v St. Pöltenu, HBLA a Spolkový úřad pro vinařství a ovocnářství v Klosterneuburgu
Horní Rakousko: Stravovací zařízení zemského sněmu v Linci; zemská nemocnice v Rohrbachu
Česká republika:
Jihočeský kraj: Koleje a menzy Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích, školní jídelna Základní školy v Sezimově Ústí
kraj Vysočina: Školní jídelna Střední odborné školy podnikání a služeb v Jihlavě
Jihomoravský kraj: Školní jídelna Základní školy v Brně

Impressum:

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta

Studentská 13
České Budějovice 37005
Tel.: 00420387772446
Fax: 00420387772431
Email: moudry@zf.jcu.cz www.zf.jcu.cz

Obsah

OBSAH I

1 ÚVOD 1

2 STANOVENÍ CÍLŮ, PROBLEMATIKA 2

3 METODICKÝ POSTUP 3

3.1 Rámec šetření – vymezení hranic 3

3.2 Předřazené procesy 4

3.2.1 Produkce minerálních hnojiv 4
3.2.2 Produkce organických hnojiv 5
3.2.3 Produkce prostředků na ochranu rostlin 6
3.2.4 Produkce osiva 6
3.2.5 Výroba energie 7

3.3 Proces zemědělství 9

3.3.1 Základní data 9
3.3.2 Zemědělské vstupy 10
3.3.3 Polní emise 14
3.3.3.1 Přímé polní emise oxidu dusného (N_2O) 14
3.3.3.2 Nepřímé polní emise oxidu dusnéhé (N_2O) 17
3.3.4 Agrotechnické operace 21

3.4 Proces obchod 25

3.4.1 Doprava 25
3.4.1.1 Silniční doprava 25
3.4.1.2 Transportní scénář 26
3.4.2 Skladování 29

3.5 Proces zpracování 30

3.5.1 Obecné hypotézy 30

4 VÝSLEDKY 32

5 ZÁVĚR 50

6 LITERATURA 51

1 Úvod

Produkce potravin má značné dopady na změnu klimatu, jež představuje jednu z největších výzev dnešní doby. Z celosvětového hlediska je zemědělství zodpovědné za zhruba 14 % všech antropogenních emisí skleníkových plynů (především CH_4, N_2O a CO_2).

Trend ke stravování mimo domov neustále narůstá. Důvodem je rostoucí pracovní, prostorová a sociální mobilita, nárůst domácností, jež obývá pouze jedna osoba a rostoucí vzdálenosti mezi bydlištěm a místem výkonu práce. Přibližně pětina výdajů za potraviny tvoří u konzumentů výdaje za stravování mimo domov, což znamená v přepočtu 3 mld. eur.

Stravovací zařízení spotřebují každý den velké množství energie. Tato energie se dělí na přímou energii, jež je využívána pro přípravu jídel, chlazení potravin, vytápění, osvětlení, chlazení, atd. Další, nepřímá energie, se skrývá ve zpracovávaných potravinách. Tato potřeba nepřímé energie se skládá z celkové spotřeby energie, která vzniká během produkce, skladování a dopravy z pole přes obchod až do kuchyně.

Zatímco přímou spotřebu energie v kuchyni lze zjistit relativně snadno, je nepřímá potřeba energie zatím velkou neznámou. Množství emisí oxidu uhličitého (CO_2) ve stravovacích zařízeních je ve velké míře ovlivněno také volbou použitých potravin a připravovaných jídel. Stravovací zařízení vyprodukují denně až 1,5 mil. jídel. Potenciál úspory energie je vysoký. Dle výzkumů lze ušetřit 20 % až 25 % spotřeby energie.

Volbou použitých potravin mohou stravovací zařízení ve velké míře přispět k ochraně klimatu. Vedle výživově fyziologických a ekonomických kritérií hrají při sestavování jídelníčku stále významnější roli také kritéria ekologická. Otázka, která se tedy nabízí, zní: Jak velký vliv má způsob produkce (konvenční/ekologická), místo produkce (regionální/mimo region) a doba nákupu (sezónní produkce/mimo sezónu) na emise oxidu uhličitého (CO_2) u potravin, resp. jídel?

Vědomý výběr potravin nemá jen ekologické přednosti, přispívá také k dobrému pocitu konzumentů a v jídelnách základních a mateřských škol představuje preventivní výchovný účinek pro mladou generaci.

2 Stanovení cílů, problematika

Cílem projektu SUKI je zjistit celkové emise oxidu uhličitého (CO_2) v zúčastněných stravovacích zařízeních a analyzovat přímé a nepřímé možnosti vlivu těchto zařízení na emise oxidu uhličitého. Cílem projektu je také ukázat možnosti a hranice ke snížení emisí oxidu uhličitého.

Projekt zodpovídá následující otázky:

- Kolik energie se ve stravovacích zařízeních spotřebuje na celý proces produkce jídel?
- Jak moc se liší spotřeba energie u kuchyní používajících čerstvé suroviny ve srovnání s kuchyněmi, které používají polotovary?
- Kolik energie je obsaženo v potravinách, které doputují z pole do stravovacích zařízení? Jaký vliv má způsob systém produkce (konvenční, ekologický) při výběru potravin na emise oxidu uhličitého ve stravovacích zařízeních?
- Jaký vliv má zohlednění původu (regionalita) při výběru potravin na emise oxidu uhličitého ve stravovacích zařízeních?
- Jaký vliv má zohlednění sezónnosti při výběru potravin na emise oxidu uhličitého ve stravovacích zařízeních?
- Jaké jídlo má největší ekologickou stopu?
- Jaká krátkodobá, střednědobá a dlouhodobá opatření mohou stravovací zařízení učinit za účelem snížení emisí?

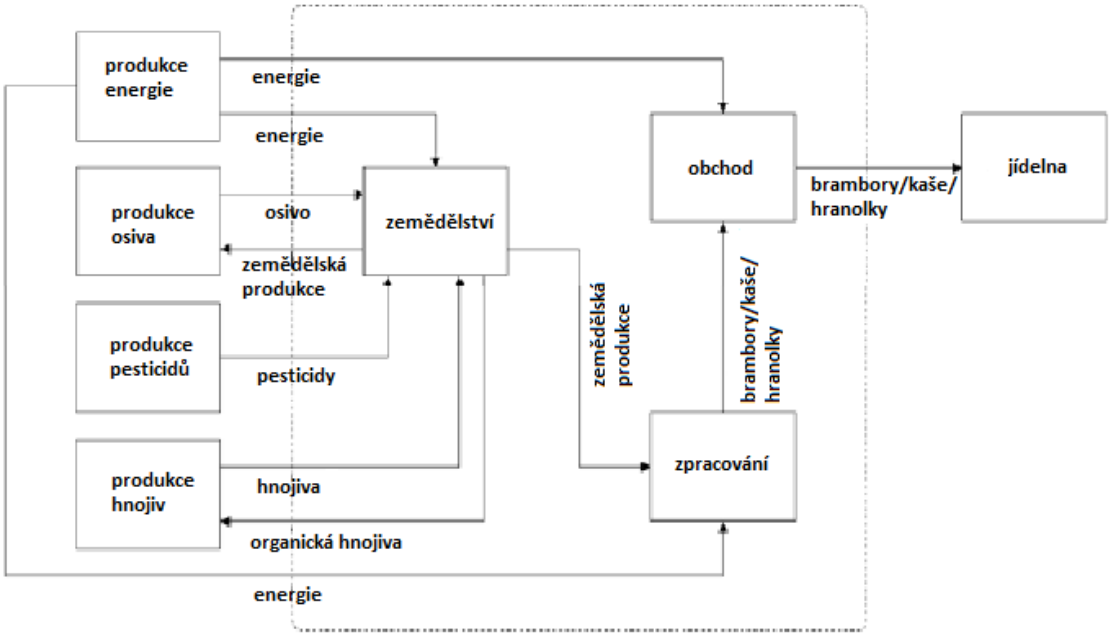
Základem je snaha podpořit stravovací zařízení na cestě k trvale udržitelné produkci jídel při zachování či zvýšení nutriční hodnoty stravy, přičemž na příkladu emisí skleníkových plynů u vybraných potravin a jídel z různých regionů a produkčních systémů budou volbou surovin ukázány určité omezené možnosti snížení emisí.

3 Metodický postup

3.1 Rámec šetření – vymezení hranic

Funkční jednotkou je 1 kg produktu (brambory, loupané brambory, kaše a hranolky). Hlavní produkční oblasti tvoří brambor tvoří kraj Vysočina.

Systém obsahuje všechny podstatné procesy produkující skleníkové plyny při výrobě 1 kg finálního produktu směřujícího do školních jídelen. Hranice sytému zobrazuje Obrázek 3-1.



Obrázek 3-1: *Systémové hranice pro brambory, kaši a hranolky*

3.2 Předřazené procesy

3.2.1 Produkce minerálních hnojiv

Výroba minerálních hnojiv je příčinou emisí amoniaku (NH_3), kyseliny fosforečné (H_2PO_4) a kyseliny dusičné (H_2PO_4) (International Fertilizer Industry Association, 2010). V rámci produkce anorganických hnojiv jsou v projektu zohledňována hnojiva obsahující tři primární živiny, dusík ve formě N, fosfor ve formě P_2O_5 a draslík ve formě K_2O. Účinky produkce anorganických hnojiv na ovzduší v kg CO_2e kg^{-1} jsou převzaty z databáze Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2007) a zobrazuje je Tabulka 3-1. Emisní faktory využité v databázi jsou založeny na údajích z nejaktuálnější studie o produkci hnojiv současné doby autorů Davise a Haglunda (1999).

Tabulka 3-1: *Emise skleníkových plynů (v kg CO_2e kg^{-1}) vzniklé při výrobě minerálních hnojiv*

Konvenční zemědělství			
Hnojivo	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
N-hnojivo	kg CO_2e kg^{-1}	8,16	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	8,2	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Calcium ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	**5,49**	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Urea ammonium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	4,7	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Ammonium nitrate phosphate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	2,39	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Ammonium sulphate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	4,43	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Calcium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	3,07	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Urea, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	2,49	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Monoammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	15,4	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potassium nitrate, as N, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	2,5	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Diammonium phosphate, as N, at regional storehouse/RER U
P_2O_5-hnojivo	kg CO_2e kg^{-1}	1,4	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Monoammonium phosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	2,1	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Single superphosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	**1,74**	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Triple superphosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	1,38	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Diammonium phosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	1,09	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Ammonium nitrate phosphate, as P2O5, at regional storehouse/RER U“

Konvenční zemědělství			
Hnojivo	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
K_2O-hnojivo	kg CO_2e kg^{-1}	0,677	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potassium nitrate, as K2O, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	1,13	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potassium sulphate, as K2O, at regional storehouse/RER U“
	kg CO_2e kg^{-1}	**0,364**	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potassium chloride, as K2O, at regional storehouse/RER U“

3.2.2 Produkce organických hnojiv

Tabulka 3-2 zobrazuje účinky produkce organických hnojiv na ovzduší v kg CO_2e kg^{-1}. Emisní faktory z dané tabulky pochází z databáze Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2007). Databáze Ecoinvent postrádá procesy kejdy a hnoje. Z tohoto důvodu byly tyto procesy vytvořeny autory projektu. Procesy hnoje a kejdy byly založeny na spotřebě krmiva pro zvíře produkující kejdu/hnůj, spotřebě energie (nafty/elektřiny/plynu) na zvíře, emisí z managementu hnoje ($N_2O_{přímé}$, $N_2O_{nepřímé}$, CH_4) za zvíře a na emisích z enterické fermentace (CH_4) za zvíře. V údajích platí předpoklad, že hnůj je vedlejším produktem ekologického chovu skotu a kejda je vedlejším produktem konvenčního chovu skotu. Alokační postup pro vedlejší produkt (hnůj/kejda) je založen na ekonomické alokaci, tj. na tržní ceně všech produktů a jejich produkovaném množství.

Tabulka 3-2: *Emise skleníkových plynů (v kg CO_2e kg^{-1}) vzniklé při produkci organických hnojiv*

Konvenční zemědělství			
Hnojivo	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
Kompost	kg CO_2e kg^{-1}	0,325	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Compost, at plant/CH U“
Rohovka (moučka z rohoviny)	kg CO_2e kg^{-1}	0,252	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Horn meal, at regional storehouse/CH U“
Slepičí hnůj	kg CO_2e kg^{-1}	0,0966	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Poultry manure, dried, at regional storehouse/CH U“
Vinasa	kg CO_2e kg^{-1}	0,0157	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Vinasse, at regional storehouse/CH U“
Zelené hnojení, konvenční	kg CO_2e ha^{-1}	915	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Green manure IP, until February/CH U“
Zelené hnojení, biologické	kg CO_2e ha^{-1}	498	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Green manure organic, until February/CH U“
Hnůj, masný skot	kg CO_2e kg^{-1}	0,0263	Proces: HNUJ;masny skot;CZ v02.1
Hnůj, mléčný skot	kg CO_2e kg^{-1}	**0,0101**	Proces: HNUJ; mlecny skot;CZ v02.1
Kejda, masný skot	kg CO_2e kg^{-1}	0,0126	Proces: KEJDA;masny skot;CZ v02.1
Kejda, mléčný skot	kg CO_2e kg^{-1}	0,00095	Proces: KEJDA;mlecny skot;CZ v02.1

Emise skleníkových plynů z managementu hnoje a z enterické fermentace jsou spočteny dle metodiky IPCC 2006 (De Klein, 2006). Pro enterickou fermentaci je použito metodického přístupu Tier 1. Vstupní data jsou v kg dusíku, organická hnojiva jsou přepočteny dle množství obsaženého dusíku. Kravský hnůj dle Moudrého (2010), ústní sdělení obsahuje 42 kg čistého dusíku v jedné tuně.

3.2.3 Produkce prostředků na ochranu rostlin

Produkce pesticidů využívaných v zemědělství přispívá relativně v malém množství k celkovým emisím skleníkových plynů a proto se zde přistupuje k ‚hrubé' modelaci. Hrubá modelace znamená, že nepočítáme s emisemi z výroby z konkrétního pesticidu, ale pouze se všeobecnými emisemi z výroby pesticidů, herbicidů, fungicidů či insekticidů. Emisní zátěž výroby těchto látek je převzatá z databáze (Ecoinvent Centre, 2007) a zobrazuje ji Tabulka 3-3. Hodnoty z databáze jsou založeny na studii Greena (1987), která představuje současně nejkvalitnější a nejdostupnější pramen ohledně údajů o produkci pesticidních přípravků (Nemecek, 2007).

Tabulka 3-3: *Emise skleníkových plynů (v kg CO_2e kg^{-1}) vzniklé při výrobě pesticidů*

Konvenční a ekologické zemědělství – Produkce chemických prostředků na ochranu rostlin			
Hnojivo	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
Pesticidy	kg CO2e kg^{-1}	9,36	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Pesticide unspecified, at regional storehouse/RER U"
Herbicidy	kg CO2e kg^{-1}	9,46	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Herbicides, at regional storehouse/RER U"
Fungicidy	kg CO2e kg^{-1}	9,92	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Fungicides, at regional storehouse/RER U"
Insekticidy	kg CO2e kg^{-1}	15,8	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Insecticides, at regional storehouse/RER U"

3.2.4 Produkce osiva

Produkce osiva a sadby přispívá relativně v malém množství (méně než 5 %) k celkovým emisím skleníkových plynů u produkce potravin (Nemecek, 2007). Výjimku tvoří brambory, neboť je zapotřebí větší množství sadbového materiálu na 1 ha. Na základě relativně nízkého podílu produkce osiva a sadby na celkovém množství emisí skleníkových plynů je tento proces modelován prostřednictvím dostupných dat v databázi Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2007), emisní zátěž zobrazuje Tabulka 3-4. V projektu je zohledňováno pouze osivo a sadba pro jednoleté kultury, u víceletých

kultur, které jsou v projektu řešeny (ovoce) je produkce osiva a sadby na základě nízkého podílu emisní zátěže na celkové produkci skleníkových plynů zanedbatelná.

Tabulka 3-4: *Emise skleníkových plynů (v CO_2e kg^{-1}) vzniklé při produkci osiva a sadby*

Konvenční zemědělství – produkce osiva a sadby			
Osivo, sadba	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
Ječmen, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	0,37	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Barley seed IP, at regional storehouse/CH U“
Ječmen, biologický	kg CO_2e kg^{-1}	0,42	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Barley seed organic, at regional storehouse/CH U“
Jetel, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	3,15	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Clover seed IP, at regional storehouse/CH U“
Tráva, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	1,82	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Grass seed IP, at regional storehouse/CH U“
Tráva, biologická	kg CO_2e kg^{-1}	1,38	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Grass seed organic, at regional storehouse/CH U“
Kukuřice, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	1,78	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Maize seed IP, at regional storehouse/CH U“
Kukuřice, biologická	kg CO_2e kg^{-1}	1,24	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Maize seed organic, at regional storehouse/CH U“
Hrách, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	0,82	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Pea seed IP, at regional storehouse/CH U“
Hrách, biologický	kg CO_2e kg^{-1}	0,84	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Pea seed organic, at regional storehouse/CH U“
Řepka, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	1,6	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Rape seed IP, at regional storehouse/CH U“
Řepka, biologická	kg CO_2e kg^{-1}	1,17	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Rape seed organic, at regional storehouse/CH U“
Žito, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	0,29	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Rye seed IP, at regional storehouse/CH U“
Žito, biologické	kg CO_2e kg^{-1}	0,4	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Rye seed organic, at regional storehouse/CH U“
Pšenice, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	0,51	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Wheat seed IP, at regional storehouse/CH U“
Pšenice, biologická	kg CO_2e kg^{-1}	0,46	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Wheat seed organic, at regional storehouse/CH U“
Brambory, konvenční	kg CO_2e kg^{-1}	**0,177**	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potato seed IP, at regional storehouse/CH U“
Brambory, biologické	kg CO_2e kg^{-1}	**0,163**	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Potato seed organic, at regional storehouse/CH U“

3.2.5 Výroba energie

Spotřeba energie probíhá skrz tkz. nosiče energie, v nichž je přímá energie uložena fyzikálním či chemickým způsobem. Přeměnou primárních nosičů energie - ropy, uhlí, plynu, dřeva a biomasy vznikají sekundární nosiče jako elektrický proud, pára a stlačený vzduch.

U procesů zemědělství, obchod a zpracování jsou využívány různé typy nosiče energie. Emise z výroby nosičů energie jsou kompletně převzaty z databáze Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2007).
Údaje o produkci elektřiny zahrnují: produkci domácí a dovozové elektřiny, přenos, ztráty při přenosu a transformaci na střední a nízké napětí, stejně jako emise hexafluoridu síry (SF_6) (Ecoinvent Centre, 2007). Při zemědělských procesech stejně jako při většině zpracovatelských procesů užíváme stroje a zařízení připojené na nízké napětí.
Údaje o produkci nafty zahrnují: rafinaci nafty, skladování a transport nafty ke konečnému spotřebiteli. Základní předpoklad pro údaje o spotřebě nafty u všech procesů představuje průměrný stav technologií v Evropě, tzn. ropa dle EN 520, s nízkým obsahem síry.
U všech topných procesů je obecně uváděn jako nosič energie zemní plyn (např. vytápění skleníků), což je nutné v jednotlivých případech posuzovat individuálně. Údaje o spalování zemního plynu jsou převzaty z databáze Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2007).
Emisní faktory dálkového tepla produkovaného ze spalování odpadu byly převzaty z procesu „disposal, municipal solid waste, 22,9% water, to municipal incineration“ a přepočteny dle pravidel alokace 1/3 dálkového tepla.

Tabulka 3-5: *Nosiče energie použité v potravinářské výrobě a emise skleníkových plynů (v kg CO_2e kg^{-1}) vzniklé při jejich výrobě*

Výroba nosičů energie			
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Zdroj a poznámky**
Nafta	kg CO_2e kg^{-1}	0,441	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U“
Elektřina	kg CO_2e kWh^{-1}	0,431	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Electricity, low voltage, at grid/AT U“
	kg CO_2e kWh^{-1}	0,914	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Electricity, low voltage, at grid/CZ U“
	kg CO_2e kWh^{-1}	0,708	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Electricity, low voltage, at grid/DE U“
	kg CO_2e kWh^{-1}	0,627	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Electricity, low voltage, at grid/IT U“
	kg CO_2e kWh^{-1}	0,735	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Electricity, low voltage, at grid/HU U“
Zemní plyn	kg CO_2e MJ^{-1}	0,0708	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Heat, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW/RER U“
	kg CO_2e MJ^{-1}	0,0663	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Natural gas, burned in boiler condensing modulating >100kW/RER U“
Dálkové teplo	kg CO_2e MJ^{-1}	0,0738	(Ecoinvent Centre, 2007): Proces „Heat from waste, at municipal waste incineration plant/CH U“

3.3 Proces zemědělství

3.3.1 Základní data

V této části jsou formou tabulek prezentovány základní data v zemědělství týkající se výnosu. Tabulka 3-6 ukazuje výnos brambor v konvenčním systému hospodaření a Tabulka 3-7 v ekologickém systému hospodaření.

Tabulka 3-6: *Základní parametry konvenční zemědělské produkce brambor*

Konvenční zemědělství				
Parametr	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Výnos	kg ha^{-1}	22 000	21 000	(Kavka, 2006)
			22 000	(Diviš, 2010), expertní odhad
			25 000	(Urban, 2010), ústní sdělení
			27 500	(Čížek, 2010), ústní sdělení

Tabulka 3-7: *Základní parametry ekologické zemědělské produkce brambor*

Ekologické zemědělství				
Parametr	**Množství**	**Velikost**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Výnos	kg ha^{-1}	15 000	15 000	(Diviš, 2010), expertní odhad
			19 000	(Urban a Šarapatka, 2005)
			20 000	(Kolínková, 2010), (Pulíček, 2010), ústní sdělení

3.3.2 Zemědělské vstupy

V této části jsou formou tabulek prezentovány vstupní údaje pro zemědělskou výrobu. Množství hnojiv používaných v konvenčním zemědělství brambor zobrazuje Tabulka 3-8 a v ekologickém zemědělství brambor Tabulka 3-9.

Tabulka 3-8: *Vstupní údaje pro hnojiva v rámci konvenčního zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství – vstupní údaje u hnojiv					
Hnojivo		**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Anorganická hnojiva	N-hnojiva	kg N ha^{-1}	92	70	(Čížek, 2010), ústní sdělení
				92	(Diviš, 2010), expertní odhad
				120	(Hamouz, 1994)
				220	(Urban, 2010), ústní sdělení
	P-hnojiva	kg P_2O_5 ha^{-1}	35	20	(Čížek, 2010), ústní sdělení
				35	(Diviš, 2010), expertní odhad
				60	(Hamouz, 1994)
				70	(Urban, 2010), ústní sdělení
	K-hnojiva	kg K_2O ha^{-1}	120	10	(Čížek, 2010), ústní sdělení
				100	(Hamouz, 1994)
				120	(Diviš, 2010), expertní odhad
				173	(Urban, 2010), ústní sdělení
Organická hnojiva	Kompost	kg ha^{-1}	0		
	Rohová moučka	kg ha^{-1}	0		
	Slepičí hnůj	kg ha^{-1}	0		
	Vinasa	kg ha^{-1}	0		
	Hnůj, masný skot	kg ha^{-1}	0		
	Kejda, masný skot	kg ha^{-1}	0		
	Hnůj, mléčný skot	kg ha^{-1}	20 000	20 000	(Diviš, 2010), expertní odhad
				30 000	(Urban, 2010), ústní sdělení

Konvenční zemědělství – vstupní údaje u hnojiv					
Hnojivo		**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
				30 000	(Vojtěch, 2010)
				35 000	(Čížek, 2010), ústní sdělení
	Kejda, mléčný skot	kg ha^{-1}	0		
	Zelené hnojení, konvenční	Ha	0		
	Zelené hnojení , biologické	Ha	0		

Tabulka 3-9: *Vstupní údaje pro hnojiva v rámci ekologického zemědělství brambor*

Ekologické zemědělství – vstupní údaje u hnojiv					
Hnojivo		**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Anorganická hnojiva	N-hnojiva	kg N ha^{-1}	0		
	P-hnojiva	kg P_2O_5 ha^{-1}	0		
	K-hnojiva	kg K_2O ha^{-1}	0		
Organická hnojiva	Kompost	kg ha^{-1}	0		
	Rohová moučka	kg ha^{-1}	0		
	Slepičí hnůj	kg ha^{-1}	0		
	Vinasa	kg ha^{-1}	0		
	Hnůj, masný skot	kg ha^{-1}	0		
	Kejda, masný skot	kg ha^{-1}	0		
	Hnůj, mléčný skot	kg ha^{-1}	20000	20 000	(Čížek, 2010), ústní sdělení
				20 000	(Diviš, 2010), expertní odhad
				30 000	(Urban, 2010), ústní sdělení
	Kejda, mléčný skot	kg ha^{-1}	0		
	Zelené hnojení, konvenční	Ha	0		
	Zelené hnojení , biologické	Ha	0		

Množství prostředků na ochranu rostlin prezentují pro konvenční a ekologické zemědělství brambor Tabulka 3-10 a Tabulka 3-11.

Tabulka 3-10: *Vstupní údaje pro prostředky na ochranu rostlin v rámci konvenčního zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství – Vstupní údaje o prostředcích na ochranu rostlin				
Prostředky na ochranu rostlin	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Pesticidy	kg ha^{-1}	0		
Herbicidy	kg ha^{-1}	0,625		(Diviš, 2010), ústní sdělení, www.agromanual.cz
Insekticidy	kg ha^{-1}	0,042		(Diviš, 2010), ústní sdělení, www.agromanual.cz
Fungicidy	kg ha^{-1}	5,52		(Diviš, 2010), ústní sdělení, www.agromanual.cz

Tabulka 3-11*: Vstupní údaje pro prostředky na ochranu rostlin v rámci ekologického zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství – Vstupní údaje o prostředcích na ochranu rostlin				
Prostředky na ochranu rostlin	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Pesticidy	kg ha^{-1}	0		
Herbicidy	kg ha^{-1}	0		
Insekticidy	kg ha^{-1}	0		
Fungicidy	kg ha^{-1}	0		

Tabulka 3-12 zobrazuje množství sadby brambor v rámci konvenčního systému hospodaření, Tabulka 3-13 v rámci ekologického systému hospodaření.

Tabulka 3-12*: Vstupní údaje pro sadbu v rámci konvenčního zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství – vstupní údaje o osivu a sadbě				
Osivo, sadba	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**

Konvenční zemědělství – vstupní údaje o osivu a sadbě				
Osivo, sadba	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Osivo, sadba	kg ha^{-1}	3000	3000	(Čížek, 2010), ústní sdělení
			3000	(Diviš, 2010), expertní odhad
			3000	(Urban, 2010), ústní sdělení

***Tabulka 3-13**: Vstupní údaje pro sadbu v rámci ekologického zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství – vstupní údaje o osivu a sadbě				
Osivo, sadba	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Osivo, sadba	kg ha^{-1}	3500	3500	(Diviš, 2010), expertní odhad
			4000	(Pulíček, 2010), ústní sdělení

3.3.3 Polní emise

V rámci polních emisí je počítáno s emisemi vysoce radiačních plynů – v našem případě je takovým oxid dusný. Emise oxidu dusného způsobené antropogenní činností (hnojení, pastva) jsou uvolňovány ze zemědělských půd při denitrifikaci minerálních i organických hnojiv (MZE, 2011). V tomto případě projekt řeší množství aplikovaných hnojiv (minerálních a organických včetně výkalů pasoucích se zvířat). Pro výpočet těchto emisí je použito upravené metody IPCC 2006 (De Klein, 2006). Vznikající emise se dle této metodiky dělí na emisi vzniklé přímo (tj. přímou aplikací hnojiv) a emise vzniklé nepřímo (tj. následnou volatilizací a vyplavováním dusíku).

3.3.3.1 Přímé polní emise oxidu dusného (N_2O)

Zvýšené množství dostupného dusíku zvyšuje produktivitu nitrifikačních a denitrifikačních procesů a tím i množství uvolňovaných emisí oxidu dusného. V upravené metodice je počítáno s následujícími zdroji dusíku: aplikace minerálních dusíkatých hnojiv (F_{SN}), aplikace organických dusíkatých hnojiv (F_{ON}) a aplikace moči a výkalů u pasoucích se zvířat (F_{PRP}). Na rozdíl od IPCC metodiky 2006 (De Klein, 2006) nebereme ohled na mineralizovaný dusík jako důsledek ztráty organické půdní hmoty v důsledku změny land-use (F_{SOM}) a dusík z posklizňových zbytků, včetně vazby vzdušného dusíků pomocí leguminóz (F_{CR}).
Rovnice 3-1 zobrazuje výpočet přímých emisí z aplikace hnojiv. Průměrné vstupy anorganického dusíku (F_{SN}), organického dusíku (F_{ON}) a moči a exkrementů pasoucích se zvířat (F_{PRP}) byly zjišťovány na základě dotazníkového šetření se zemědělci a zemědělskými experty či z literárních zdrojů. Organický zdroj dusíku tvoří různá organická hnojiva, celková hodnota je vypočtena pomocí Rovnice 3-2. Odpovídající obsah dusíku v organických hnojivech byl zjišťován na základě expertního odhadu a literatury. Jeden kg průměrného kravského hnoje obsahuje 0,42% dusíku (Moudrý, 2010, ústní sdělení). U systémů pastvinného chovu dochází k přísunu dusíku na půdu pomocí moči a exkrementů pasoucích se zvířat Odpovídající emise oxidu dusného jsou zjišťovány prostřednictvím Rovnice 3-3. Rovnice 3-4 pro celkové přímé emise z hospodářsky obdělávaných půd sčítá emise z aplikace hnojiv a z pastvinného chovu a přepočítává na základě stechiometrického výpočtu emise dusíku na emise oxidu dusného. Tabulka 3-14 a Tabulka 3-15 zobrazují potřebné parametry výpočtu přímých emisí oxidu uhličitého v konvenčním a ekologickém způsobu pěstování brambor.

Rovnice 3-1:*Výpočet přímých emisí dusíku z hnojiv (kg N-N_2O rok^{-1})*

$$N_2O - N_{N\ inputs} = \left[\left(F_{SN} + F_{ON}\right) \times EF_1\right]$$

$N_2O\text{-}N_{N\ inputs}$: roční přímé polní emise z aplikace hnojiv, kg N_2O-N ha^{-1}
F_{SN}: aplikované roční množství anorganických hnojiv, kg N ha^{-1}
F_{ON}: aplikované roční množství organických hnojiv, kg N ha^{-1}
EF_1: emisní faktor pro emise oxidu dusného, kg N_2O-N $(kg\ N)^{-1}$

Rovnice 3-2: *Výpočet ročního aplikovaného množství organického dusíku (kg N-N_2O rok^{-1})*

$$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$$

F_{AM}: roční množství aplikovaného statkového hnojiva, kg N rok^{-1}
F_{SEW}: roční množství aplikovaného kalu z odpadních vod, kg N rok^{-1}
F_{COMP}: roční množství aplikovaného kompostu, kg N rok^{-1}
F_{OOA}: roční množství aplikovaných ostatních organických hnojiv, kg N rok^{-1}

Rovnice 3-3: *Výpočet přímých emisí dusíku z pastevního hospodaření (kg N-N_2O rok^{-1})*

$$N_2O\text{-}N_{PRP} = F_{PRP} \times EF_{PRP}$$

$N_2O\text{-}N_{PRP}$: roční množství přímých emisí z exkrementů zvířat z pastvinného chovu, kg N_2O-N rok^{-1}
F_{PRP}: roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu, kg N rok^{-1}
EF_{PRP}: emisní faktor pro exkrementy zvířat z pastvinného chovu, kg N_2O-N $(kg\ N)^{-1}$

Rovnice 3-4: *Výpočet celkových ročních přímých emisí z hospodářsky obdělávaných půd*

$$N_2O = \left(N_2O\text{-}N_{N\ inputs} + N_2O\text{-}N_{PRP}\right) \times \left(\frac{44}{28}\right)$$

Tabulka 3-14: *Parametry pro výpočet přímých polních emisí v rámci konvenčního zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství					
Parametr	**Popis**	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
F_{SN}	roční množství aplikovaného anorganického hnojiva	kg N rok^{-1}	92		(Diviš, 2010), expertní odhad
$Frac_{GASF}$	frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x, kg NH_3-N a NO_x	kg N (hnojiva) rok^{-1}	0,153		(Anderl, 2009) Kap. 6.4.2.1, S.260;(0,023 pro minerální hnojiva 0,153 pro močovinu)
F_{AM}	roční množství aplikovaného statkového hnojiva	kg N rok^{-1}	84		(Diviš, 2010), expertní odhad
F_{SEW}	roční množství aplikovaného kalu z odpadních vod	kg N rok^{-1}	0		
F_{COMP}	roční množství aplikovaného kompostu	kg N rok^{-1}	0		
F_{OOA}	roční množství aplikovaných ostatních organických hnojiv	kg N rok^{-1}	0		
EF_1	emisní faktor pro emise oxidu dusného ze zemědělsky obhospodařovaných půd	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,01		(De Klein, 2006) Kap. 11.2.1.2, S.11.11, Tbl.11.1.
F_{PRP}	roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu	kg N rok^{-1}	0		
EF_{PRP}	emisní faktor pro exkrementy zvířat z pastvinného chovu	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,02		(De Klein, 2006) Kap. 11.2.1.2, S.11.11, Tbl.11.1

Tabulka 3-15*: Parametry pro výpočet přímých polních emisí v rámci ekologického zemědělství brambor*

Ekologické zemědělství					
Parametr	**Popis**	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
F_{SN}	roční množství aplikovaného anorganického hnojiva	kg N rok^{-1}	0		

Ekologické zemědělství					
Parametr	**Popis**	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
$Frac_{GASF}$	frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x, kg NH_3-N a NO_x	kg N (hnojiva) rok^{-1}	0,023		(Anderl, 2009) Kap. 6.4.2.1, S.260;(0,023 pro minerální hnojiva 0,153 pro močovinu)
F_{AM}	roční množství aplikovaného statkového hnojiva	kg N rok^{-1}	84		(Diviš, 2010), expertní odhad
F_{SEW}	roční množství aplikovaného kalu z odpadních vod	kg N rok^{-1}	0		
F_{COMP}	roční množství aplikovaného kompostu	kg N rok^{-1}	0		
F_{OOA}	roční množství aplikovaných ostatních organických hnojiv	kg N rok^{-1}	0		
EF_1	emisní faktor pro emise oxidu dusného ze zemědělsky obhospodařovaných půd	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,01		(De Klein, 2006) Kap. 11.2.1.2, S.11.11, Tbl.11.1.
F_{PRP}	roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu	kg N rok^{-1}	0		
EF_{PRP}	emisní faktor pro exkrementy zvířat z pastvinného chovu	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,02		(De Klein, 2006) Kap. 11.2.1.2, S.11.11, Tbl.11.1

3.3.3.2 Nepřímé polní emise oxidu dusného (N_2O)

Aplikace anorganických i organických hnojiv může vést také k nepřímým emisím oxidu dusného. Nepřímé oxidu dusného vznikají pomocí dvou způsobů. První je vyprcháním dusíku formou amoniaku (NH_3) a oxidů dusíku (NO_x) a jejich následnou přeměnou v oxid dusný. Emise z tohoto způsobu jsou vypočteny pomocí

Rovnice ***3-5***. Druhý způsob vzniku nepřímých emisí oxidu dusného je skrz povrchový odtok a vyplavování dusíku ze zemědělské půdy. V půdě se dusík nachází ve formě velice pohyblivého nitrátu (NO_3), který lze především v zimním období kdy na poli není žádný porost snadno vyplavit prosakující vodou (Spiess, 2005). Emise z druhého způsobu jsou vypočítány pomocí Rovnice 3-6. Možnosti dusíkatých vstupů a jejich zjišťování a obsahy čistého dusíku v jednotlivých hnojivech jsou stejné jako u přímých emisí a jsou popsány u výše zmíněných přímých emisí (viz 3.3.3.1).

Rovnice 3-7 nám pro celkové nepřímé emise z hospodářsky obdělávaných půd sčítá emise z volatilizace a z povrchového odtoku a vyplachování a přepočítává na základě stechiometrického výpočtu emise dusíku na emise oxidu dusného. Tabulka 3-16 a Tabulka 3-17 zobrazují potřebné parametry výpočtu přímých a nepřímých emisí oxidu uhličitého v konvenčním a ekologickém způsobu pěstování brambor.

Rovnice 3-5: *Výpočet nepřímých emisí dusíku z volatilizace (kg N-N_2O rok^{-1})*

$$N_2O_{(ATD)} - N = [(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + ((F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{GASM})] \times EF_4$$

$N_2O_{(ATD)}$: roční nepřímé polní emise ze zemědělsky obhospodařovaných půd, kg N_2O-N ha^{-1}
F_{SN}: aplikované roční množství anorganických hnojiv, kg N ha^{-1}
$Frac_{GASF}$: frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x, kg NH_3-N a NO_x, kg/kg
F_{ON}: aplikované roční množství organických hnojiv, kg N ha^{-1}
F_{PRP}: roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu, kg N rok^{-1}
$Frac_{GASM}$: frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NOx, kg NH_3-N a NO_x, kg/kg
EF_4: emisní faktor pro N-volatilizaci, kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N)$^{-1}$

Rovnice 3-6: *Výpočet nepřímých emisí dusíku z povrchového odtoku a vyplavování (kg N-N_2O rok^{-1})*

$$N_2O_L - N = (F_{SN} + F_{ON} + F_{PRP}) \times Frac_{LEACH-(H)} \times EF_5$$

N_2O_L-N: roční množství nepřímých polní emisí z povrchového odtoku a vyplavování, kg N_2O-N ha^{-}
F_{SN}: aplikované roční množství anorganických hnojiv, kg N ha^{-1}
F_{ON}: aplikované roční množství organických hnojiv, kg N ha^{-1}
F_{PRP}: roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu, kg N rok^{-1}
$Frac_{LEACH-(H)}$: frakce dusíkatých ztrát, vznikající povrchovým odtokem a vymýváním , kg N (kg N)$^{-1}$
EF_5: emisní faktor pro průsak a splach, kg N_2O-N (kg N)$^{-1}$

Rovnice 3-7: *Stechiometrický přepočet dusíku na oxid dusný*

$$N_2O = \left(N_2O_{(ATD)} + N_2O_{LEACH\text{-}(H)}\right) \times \left(\frac{44}{28}\right)$$

Tabulka 3-16: *Parametry pro výpočet nepřímých polních emisí v rámci konvenčního zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství					
Parametr	**Popis**	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
F_{SN}	aplikované roční množství anorganických hnojiv	kg N ha^{-1}	92		(Diviš, 2010), expertní odhad
$Frac_{GASF}$	frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x, kg NH_3-N a NO_x	kg N (kg hnojiva)$^{-1}$	0,153		(Anderl, 2009) Kap. 6.4.2.1, S.260;(0,023 pro minerální hnojiva 0,153 pro močovinu)
F_{AM}	roční množství aplikovaného statkového hnojiva	kg N ha^{-1}	84		(Diviš, 2010), expertní odhad
F_{SEW}	roční množství aplikovaného kalu z odpadních vod	kg N ha^{-1}	0		
F_{COMP}	roční množství aplikovaného kompostu	kg N ha^{-1}	0		
F_{OOA}	roční množství aplikovaných ostatních organických hnojiv	kg N ha^{-1}	0		
F_{PRP}	roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu	kg N ha^{-1}	0		
$Frac_{GASM}$	frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NOx	kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N)$^{-1}$	0,2		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
EF_4	emisní faktor pro N-volatilizaci	kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N)$^{-1}$	0,01		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
$Frac_{LEACH\text{-}(H)}$	frakce dusíkatých ztrát, vznikající povrchovým odtokem a vymýváním	kg N (kg N)$^{-1}$	0,3		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
EF_5	emisní faktor pro průsak a splach	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,0075		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3

***Tabulka 3-17**: Parametry pro výpočet nepřímých polních emisí v rámci ekologického zemědělství brambor*

Ekologické zemědělství					
Parametr	**Popis**	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
F_{SN}	aplikované roční množství anorganických hnojiv	kg N ha^{-1}	0		
$Frac_{GASF}$	frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x, kg NH_3-N a NO_x	kg N (kg hnojiva)$^{-1}$	0,023		(Anderl, 2009) Kap. 6.4.2.1, S.260;(0,023 pro minerální hnojiva 0,153 pro močovinu)
F_{AM}	roční množství aplikovaného statkového hnojiva	kg N ha^{-1}	84		((Diviš, 2010), expertní odhad
F_{SEW}	roční množství aplikovaného kalu z odpadních vod	kg N ha^{-1}	0		
F_{COMP}	roční množství aplikovaného kompostu	kg N ha^{-1}	0		
F_{OOA}	roční množství aplikovaných ostatních organických hnojiv	kg N ha^{-1}	0		
F_{PRP}	roční množství přísunu exkrementů zvířat z pastvinného chovu	kg N ha^{-1}	0		
$Frac_{GASM}$	frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NOx	kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N)$^{-1}$	0,2		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
EF_4	emisní faktor pro N-volatilizaci	kg N2O-N (kg NH3-N + NOx-N)$^{-1}$	0,01		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
$Frac_{LEACH-(H)}$	frakce dusíkatých ztrát, vznikající povrchovým odtokem a vymýváním	kg N (kg N)$^{-1}$	0,3		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3
EF_5	emisní faktor pro průsak a splach	kg N2O-N (kg N)$^{-1}$	0,0075		(Anderl, 2009) Kap.11.2.2, S.11.19-24, Tbl.11.3

3.3.4 Agrotechnické operace

Použití zemědělských strojů způsobuje emise skleníkových plynů spalováním fosilních paliv. Předpokládá se, že nafta je nejreprezentativnější pohonná hmota pro zemědělské operace. Odpovídající emisní faktory jsou zjištěny pomocí studie Nemecka (2007) a zobrazuje je Tabulka 3-18. Při převodu nafty z litrů na kg je počítáno s její průměrnou hustotou.

***Tabulka 3-18**: Emise uvolňované spálením pohonných hmot (nafty a propanu) v zemědělských strojích*

Konvenční a ekologické zemědělství – emisní faktory				
Parametr	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Emisní faktor oxidu uhličitého (CO_2)	kg CO_2 (kg nafty)$^{-1}$	3,12		(Nemecek, 2007) Kap.7.2.6,S.62,Tbl.7.1
Emisní faktor metanu (CH_4)	kg CH_4 (kg naftyl)$^{-1}$	0,000129		(Nemecek, 2007) Kap.7.2.6,S.62,Tbl.7.1
Emisní faktor oxidu dusného (N_2O)	kg N_2O (kg nafty)$^{-1}$	0,00012		(Nemecek, 200) Kap.7.2.6,S.62,Tbl.7.1
Hustota nafty	kg l^{-1}	0,8325	Min. 0,820 Max. 0,845	http://de.wikipedia.org
Emisní faktor oxidu uhličitého (CO_2)	kg CO_2 (kg propanu)$^{-1}$	2,9		(Gomez, 2006) Vol.2,S.2.22,Tbl.2.5 (předpoklad: NCV_{LPG}:46 MJ/kg)
Emisní faktor metanu (CH_4)	kg CH_4 (kg propanu)$^{-1}$	$2{,}3e^{-4}$		(Gomez, 2006) Vol.2,S.2.22,Tbl.2.5 (předpoklad: NCV_{LPG}:46 MJ/kg)
Emisní faktor oxidu dusného (N_2O)	kg N_2O (kg propanu)$^{-1}$	$4{,}6e^{-6}$		(Gomez, 2006) Vol.2,S.2.22,Tbl.2.5 (předpoklad: NCV_{LPG}:46 MJ/kg)

Počet jednotlivých pracovních operací na ha zobrazuje Tabulka 3-19 pro konvenční systém, Tabulka 3-20 pro ekologický systém pěstování brambor. V tabulkách je rovněž zobrazena spotřeba pohonných hmot na ha, převzatá z databáze Ecoinvent (Ecoinvent Centre, 2000).

***Tabulka 3-19:** Agrotechnické operace, jejich počet a spotřeba pohonných hmot v konvenčním zemědělství brambor*

Konvenční zemědělství					
Agrotechnické operace	**Počet operací**	**Jednotka**	**Spotřeba paliva**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Setí		kg ha^{-1}	3,82		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Sowing/CH U“

Konvenční zemědělství					
Agrotechnické operace	**Počet operací**	**Jednotka**	**Spotřeba paliva**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Sázení		kg ha^{-1}	16,8		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Planting/CH U“
Sázení brambor	1	kg ha^{-1}	8,9		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Potato planting/CH U“
Orba	1	kg ha^{-1}	26,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, ploughing/CH U“
Kultivace	1	kg ha^{-1}	15,5		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, cultivating, chiselling/CH U“
Podmítka, vláčení (těžké brány)	1	kg ha^{-1}	11,5		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, harrowing, by rotary harrow/CH U“
Vláčení (prutové brány)		kg ha^{-1}	4,44		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, harrowing, by spring tine harrow/CH U“
Kypření		kg ha^{-1}	14,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, rotary cultivator/CH U“
Válení		kg ha^{-1}	3,18		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, rolling/CH U“
Plečkování		kg ha^{-1}	1,6		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, currying, by weeder/CH U“
Aplikace minerálních hnojiv	2	kg ha^{-1}	5,29		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Fertilising, by broadcaster/CH U“
Aplikace kejdy		kg $(m^3)^{-1}$	0,217		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Slurry spreading, by vacuum tanker/CH U“
Aplikace tuhého hnoje	20 000	kg kg^{-1}	0,000531		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader/CH U“
Sekání (rotační sekačka)		kg ha^{-1}	4,3		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Mowing, by rotary mower/CH U“
Pokos		kg ha^{-1}	2,95		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Swath, by rotary windrower/CH U“
Obracení sena		kg ha^{-1}	1,92		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Haying, by rotary tedder/CH U“
Sklizeň (kombajn)		kg ha^{-1}	33,3		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Combine harvesting/CH U“
Sklizeň brambor	1	kg ha^{-1}	28,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Harvesting, by complete harvester, potatoes/CH U“
Sklizeň cukrovky		kg ha^{-1}	103		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Harvesting, by complete harvester, beets/CH U“
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	8	kg ha^{-1}	1,76		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Application of plant protection products, by field sprayer/CH U“
Proorávka	2	kg ha^{-1}	3,28		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Hoeing/CH U“
Mulčování		kg ha^{-1}	3,51		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Mulching/CH U“

Konvenční zemědělství						
Agrotechnické operace		**Počet operací**	**Jednotka**	**Spotřeba paliva**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Vypalování			kg ha^{-1}	3,3		(Anderst, 2010) proces: „Vypalování;v ha;TEMPLATE (v.01)“; emisní faktory jsou pro výpočty emisí skleníkových plynů použity ze spalování propanu, viz Tabulka 3-18
Zavlažování	nafta		kg ha^{-1}	3,78		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
	elektřina		kWh ha^{-1}	876		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
	voda		m^3 ha^{-1}	1.200		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
Spotřeba nafty – nezařaditelná		20,6	kg ha^{-1}			(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U“
Spotřeba elektrického proudu – nezařaditelné		66	kWh ha^{-1}			(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Electricity, low voltage, at grid/CZ U“

Tabulka 3-20: *Agrotechnické operace, jejich počet a spotřeba pohonných hmot v ekologickém zemědělství brambor*

Ekologické zemědělství					
Agrotechnické operace	**Počet operací**	**Jednotka**	**Spotřeba paliva**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Setí		kg ha^{-1}	3,82		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Sowing/CH U“
Sázení		kg ha^{-1}	16,8		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Planting/CH U“
Sázení brambor	1	kg ha^{-1}	8,9		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Potato planting/CH U“
Orba	1	kg ha^{-1}	26,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, ploughing/CH U“
Kultivace	1	kg ha^{-1}	15,5		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, cultivating, chiselling/CH U“
Podmítka, vláčení (těžké brány)	1	kg ha^{-1}	11,5		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, harrowing, by rotary harrow/CH U“
Vláčení (prutové brány)		kg ha^{-1}	4,44		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, harrowing, by spring tine harrow/CH U“
Kypření		kg ha^{-1}	14,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, rotary cultivator/CH U“
Válení		kg ha^{-1}	3,18		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, rolling/CH U“
Plečkování		kg ha^{-1}	1,6		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Tillage, currying, by weeder/CH U“

Ekologické zemědělství					
Agrotechnické operace	**Počet operací**	**Jednotka**	**Spotřeba paliva**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Aplikace minerálních hnojiv		kg ha^{-1}	5,29		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Fertilising, by broadcaster/CH U“
Aplikace kejdy		kg $(m^3)^{-1}$	0,217		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Slurry spreading, by vacuum tanker/CH U“
Aplikace tuhého hnoje	20 000	kg kg^{-1}	0,000531		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Solid manure loading and spreading, by hydraulic loader and spreader/CH U“
Sekání (rotační sekačka)		kg ha^{-1}	4,3		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Mowing, by rotary mower/CH U“
Pokos		kg ha^{-1}	2,95		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Swath, by rotary windrower/CH U“
Obracení sena		kg ha^{-1}	1,92		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Haying, by rotary tedder/CH U“
Sklizeň (kombajn)		kg ha^{-1}	33,3		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Combine harvesting/CH U“
Sklizeň brambor	1	kg ha^{-1}	28,1		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Harvesting, by complete harvester, potatoes/CH U“
Sklizeň cukrovky		kg ha^{-1}	103		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Harvesting, by complete harvester, beets/CH U“
Aplikace prostředků na ochranu roslin		kg ha^{-1}	1,76		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Application of plant protection products, by field sprayer/CH U“
Proorávka	5	kg ha^{-1}	3,28		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Hoeing/CH U“
Mulčování		kg ha^{-1}	3,51		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Mulching/CH U“
Vypalování		kg ha^{-1}	3,3		(Anderst, 2010) proces: „Vypalování;v ha;TEMPLATE (v.01)“; emisní faktory jsou pro výpočty emisí skleníkových plynů použity ze spalování propanu, viz Tabulka 3-18
Zavlažování – nafta		kg ha^{-1}	3,78		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
Zavlažování – elektřina		kWh ha^{-1}	876		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
Zavlažování – voda		m^3 ha^{-1}	1.200		(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Irrigating/ha/CH U“
Spotřeba nafty – nezařaditelná	20,6	kg ha^{-1}			(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Diesel, low-sulphur, at regional storage/RER U“
Spotřeba elektrického proudu – nezařaditelné	45	kWh ha^{-1}			(Ecoinvent Centre, 2007); Proces: „Electricity, low voltage, at grid/CZ U“

3.4 Proces obchod

3.4.1 Doprava

Proces dopravy je rozdělen do čtyř odlišných kategorií: silniční doprava, železniční doprava, letecká doprava a lodní doprava. Doprava zboží je prezentována pomocí jednotky tunokilometr (tkm). Jeden tunokilometr je definován jako doprava jedné tuny zboží určitým dopravním prostředkem na vzdálenost jednoho kilometru.

Doprava brambor a bramborových produktů v rámci České republiky probíhá prostřednictvím silniční dopravy. Pro transport jednotlivých produktů je použito scénáře pro konvenční a pro ekologické produkty, který počítá s průměrnými vzdálenostmi. Do scénáře je započten i transport meziproduktů.

3.4.1.1 Silniční doprava

Silniční doprava je zdrojem emisí oxidu uhličitého (CO_2), metanu (CH_4), a oxidu dusného (N_2O). Pro výpočet emisí způsobených silniční dopravou jsou zapotřebí následující parametry: spotřeba paliva, emisní faktory jednotlivých dopravních prostředků a vytížení nákladního automobilu. Parametry jsou převzaty z evropského dopravního modelu TREMOVE. Ačkoli existují metodiky typické pro danou zemi, model TREMOVE poskytuje jednotnou metodiku pro 31 evropských zemí, což je pro vytvoření parametrů výhodou. V modelu jsou představeny průměrné spotřeby paliv těžkých a lehkých užitných vozidel pěti zemí původu. Spotřeba paliv u technologických tříd (EURO-Standard) vozidel je relativně nízká, proto je použito průměrné spotřeby paliv u každé hmotnostní kategorie (třídy užitné zátěže) vozidel. Emisní faktory a vytížení vozidla byly převzaty z modelu TREMOVE a zobrazuje je Tabulka 3-21.

Tabulka 3-21: *Průměrná spotřeba paliva, emisní faktory a vytížení dle příslušných hmotnostních kategorií vozidel*

Průměrné emisní faktory a vytížení					
Hmotnostní kategorie	**kg paliva vkm^{-1}**	**kg CO_2 vkm^{-1}**	**kg CH_4 vkm^{-1}**	**kg N_2O vkm^{-1}**	**Vytížení (vkm tkm^{-1})**
SNF >32t	0,299	3,14	1,65E-04	1,01E-04	0,08
SNF 16-32t	0,232	3,14	2,14E-04	1,30E-04	0,16
SNF 7,5-16t	0,172	3,14	9,07E-05	1,75E-04	0,28
SNF 3,5-7,5t	0,099	3,14	1,66E-04	3,05E-04	0,92
LNF <3,5t	0,062	3,15	1,18E-04	1,36E-04	1,25

3.4.1.2 Transportní scénář

Tabulka 3-22: *Transportní scénář pro konvenční brambory CZ*

Transportní scénář : konvenční brambory CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) – jídelna	SNF 3,5-7,5t	50	0,001	0,05	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a jídelnou

Tabulka 3-23: *Transportní scénář pro ekologické brambory CZ*

Transportní scénář : ekologické brambory CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) – jídelna	SNF 3,5-7,5t	120	0,001	0,12	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a jídelnou

Tabulka 3-24: *Transportní scénář pro konvenční loupané brambory CZ*

Transportní scénář : konvenční loupané brambory CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (loupárna)	SNF 3,5-7,5t	50	0,0012	0,06	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a loupárnou
ZP,OB (lupárna) – jídlena	SNF 3,5-7,5t	30	0,001	0,03	Předpoklad vzdálenosti mezi loupárnou a jídelnou

Tabulka 3-25: *Transportní scénář pro ekologické loupané brambory CZ*

Transportní scénář : ekologické loupané brambory CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (loupárna)	SNF 3,5-7,5t	100	0,0012	0,12	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a loupárnou
ZP,OB (lupárna) – jídlena	SNF 3,5-7,5t	50	0,001	0,5	Předpoklad vzdálenosti mezi loupárnou a jídelnou

Tabulka 3-26: *Transportní scénář pro konvenční kaši CZ*

Transportní scénář : konvenční kaše CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (výrobna kaše)	SNF 7,5-16t	100	0,0066	0,66	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a výrobnou kaše
ZP, OB (výrobna kaše) – jídelna	SNF 3,5-7,5t	50	0,001	0,05	Předpoklad vzdálenosti mezi výrobnou kaše a jídelnou

Tabulka 3-27: *Transportní scénář pro ekologickou kaši CZ*

Transportní scénář : ekologická kaše CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (výrobna kaše)	SNF 7,5-16t	150	0,0066	0,99	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a výrobnou kaše
ZP, OB (výrobna kaše) – jídelna	SNF 3,5-7,5t	200	0,001	0,2	Předpoklad vzdálenosti mezi výrobnou kaše a jídelnou

Tabulka 3-28: Transportní scénář pro konvenční hranolky CZ

Transportní scénář: konvenční hranolky CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (výrobna hranolků)	SNF 7,5-16t	100	0,0035	0,35	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a výrobnou hranolků
ZP, OB (výrobna hranolků) - jídelna	SNF 3,5-7,5t	200	0,001	0,02	Předpoklad vzdálenosti mezi výrobnou hranolků a jídelnou

Tabulka 3-29: Transportní scénář pro ekologické hranolky CZ

Transportní scénář: ekologické hranolky CZ					
Trasa	**Dopravní prostředek**	**km**	**Hmotnost nákladu (t)**	**tkm**	**Zdroj a poznámky**
ZE (brambory) - ZP (výrobna hranolků)	SNF 7,5-16t	150	0,0035	0,252	Předpoklad průměrné vzdálenosti mezi polem a výrobnou hranolků
ZP, OB (výrobna hranolků) - jídelna	SNF 3,5-7,5t	1000	0,001	1	Předpoklad vzdálenosti mezi výrobnou hranolků a jídelnou

3.4.2 Skladování

Údaje ke spotřebě energie při skladování potravin byly získány z dotazníkového průzkumu. Výpočet je založen na spotřebě energie v kWh na skladování 1 kg produktu po dobu 24 hodin (tj. 1 dne). Jako příslušný proces byl využit proces: „Electricity, low voltage, at grid/CZ U“. Brambory se skladují na farmě v průměru 6 měsíců. Hranolky se v mrazírnách skladují v průměru dva dny.

Tabulka 3-30: *Vstupní data pro skladování brambor*

Skladování (chlazení, mražení)				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh den^{-1} kg^{-1}	0,000145	0,000145	(MZE, 2010)

Tabulka 3-31: *Vstupní data pro skladování kaše*

Skladování (chlazení, mražení)				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh den^{-1} kg^{-1}	0		

Tabulka 3-32: *Vstupní data pro skladování hranolků*

Skladování (chlazení, mražení)				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh den^{-1} kg^{-1}	0,035	0,035	(Smetana, 2010), ústní sdělení

3.5 Proces zpracování

3.5.1 Obecné hypotézy

Údaje o spotřebě energie byly také získány z dotazníkového průzkumu či z literatury. Základ pro výpočet tvoří údaje o spotřebě energie na výrobu 1 kg produktu. Jako příslušné procesy byly využity procesy: „Electricity, low voltage, at grid/CZ U“ , „Heat, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW/RER U“ a „Natural gas, burned in boiler condensing modulating >100kW/RER U“. Poslední položkou ve vstupních datech je množství zemědělské produkce potřební na 1 kg zpracovaného produktu.

Tabulka 3-33: *Vstupní data pro zpracování loupaných brambor*

Vstupní data pro zpracování loupaných brambor				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh kg^{-1}	0,03	0,02	(Loupárna 1, 2010), ústní sdělení
			0,02	(Loupárna 2, 2010), ústní sdělení
			0,04	(Loupárna 3, 2010), ústní sdělení
Heat, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Natural gas, burned in boiler condensing modulating >100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Zemědělská produkce brambor	kg (kg loupaných brambor) $^{-1}$	1,2		(Loupárna 1, 2010), ústní sdělení

Tabulka 3-34: *Vstupní data pro zpracování kaše*

Vstupní data pro zpracování kaše				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh kg^{-1}	2,13	2,13	(Výrobna kaše 1, 2010), ústní sdělení
Heat, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Natural gas, burned in boiler condensing modulating >100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Zemědělská produkce brambor	kg (kg kaše) $^{-1}$	6,6		(Výrobna kaše 1, 2010), ústní sdělení

Tabulka 3-35: *Vstupní data pro zpracování hranolků*

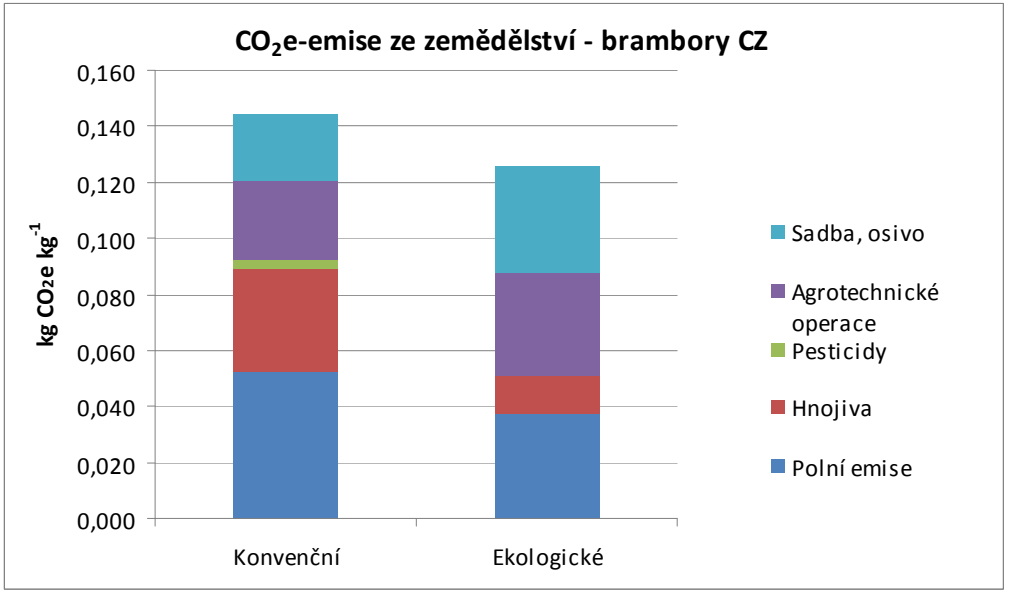
Vstupní data pro zpracování hranolků				
Nosič energie	**Jednotka**	**Množství**	**Z:**	**Zdroj a poznámky**
Electricity, low voltage, at grid/CZ U	kWh kg^{-1}	1,4	1,4	(Výrobna hranolků 1, 2010), ústní sdělení
Heat, natural gas, at boiler condensing modulating <100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Natural gas, burned in boiler condensing modulating >100kW/RER U	MJ kg^{-1}	0		
Zemědělská produkce brambor	kg (kg hranolků) $^{-1}$	03,5		(Výrobna hranolků 1, 2010), ústní sdělení

4 Výsledky

4.1 Emisní zátěž brambor (CZ)

Celkové emise na zemědělskou produkci jednoho kg konvenčních brambor činí 0,145 kg CO_2e a ekologických brambor 0,126 kg CO_2e. Zemědělská produkce konvenčních brambor způsobuje o zhruba 13% vyšší emise než produkce ekologických brambor. Nejvíce se na celkovém výsledku podílí emisní zátěž polních emisí, hnojiv a agrotechnických operací.
Celkové emise z produkce jednoho kg surových brambor činí pro konvenční brambory 0,187 kg CO_2e, pro ekologické brambory 0,193 kg CO_2e. Produkce ekologických a konvenčních brambor způsobuje téměř stejné emise.

Emisní zátěž zemědělství ekologických a konvenčních brambor
Při porovnání emisní zátěže zemědělské produkce, kterou zobrazuje Obrázek 4-1, jeden kg konvenčních brambor vyprodukuje 0,145 kg CO_2e a jeden kg ekologických brambor 0,126 kg CO_2e. Celkovou emisní zátěž konvenčních brambor tvoří nejvíce proces polních emisí, který má zátěž 0,053 kg CO_2e (36%), dále hnojiva s 0,037 kg CO_2e (26%), agrotechnické operace s 0,028 kg CO_2e (19%), osivo s 0,024 kg CO_2e (17%) a pesticidy s 0,003 (2%). Celkovou emisí zátěž ekologických brambor tvoří nejvíce procesy sadby, agrotechnických operací a polních emisí s hodnotou zátěže 0,037 kg CO_2e (30%) a hnojiv s 0,014 kg CO_2e (10%).



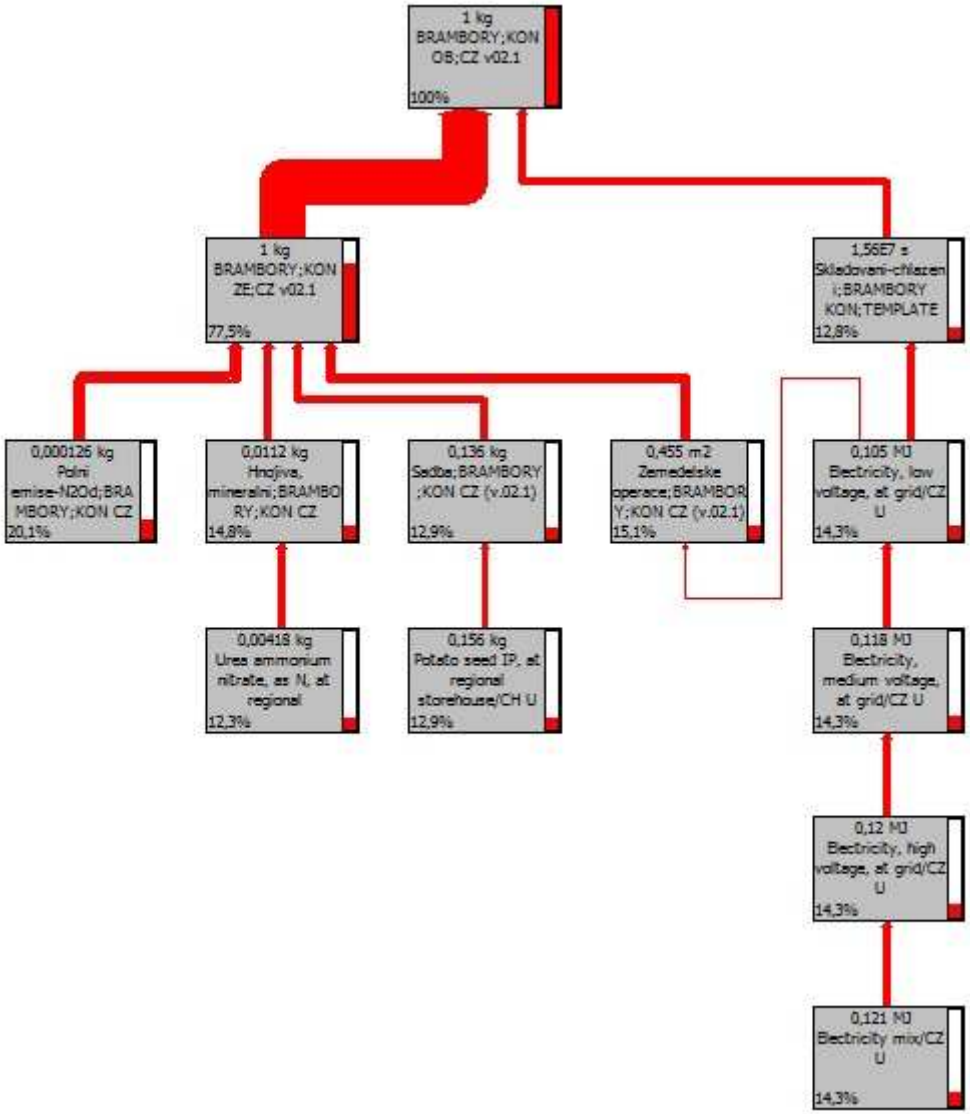
Obrázek 4-1: *Emisní zátěž konvenčních a ekologických brambor (v kg CO_2e/ kg brambor)*

Emisní zátěž konvenčních brambor

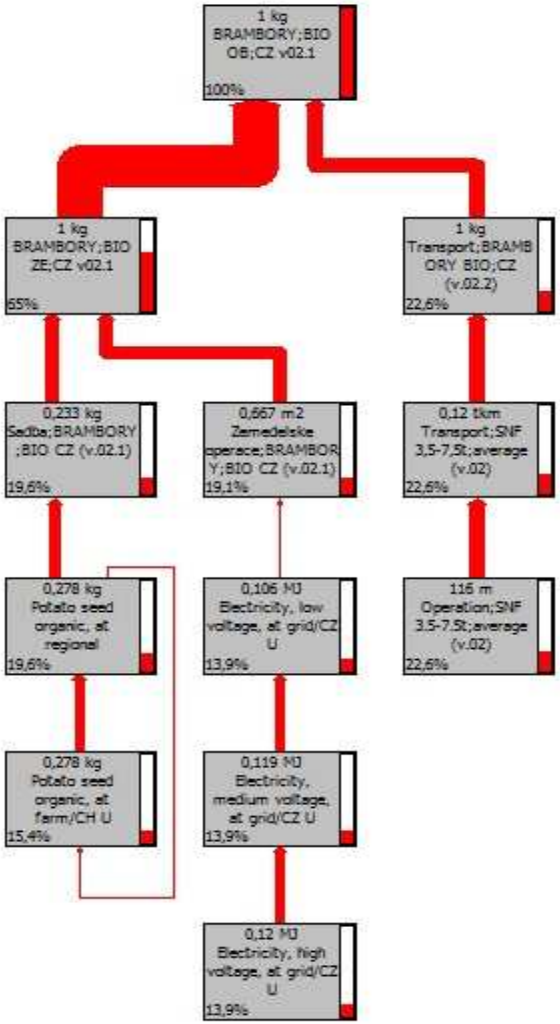
Obrázek 4-2 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládá zátěž konvenčních brambor. Celková emisní zátěž 0,187 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,145 kg CO_2e (77%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,042 kg CO_2e (23%).

Emisní zátěž ekologických brambor

Obrázek 4-3 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládá zátěž ekologických brambor. Celková emisní zátěž 0,193 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,126 kg CO_2e (65%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,068 kg CO_2e (35%).



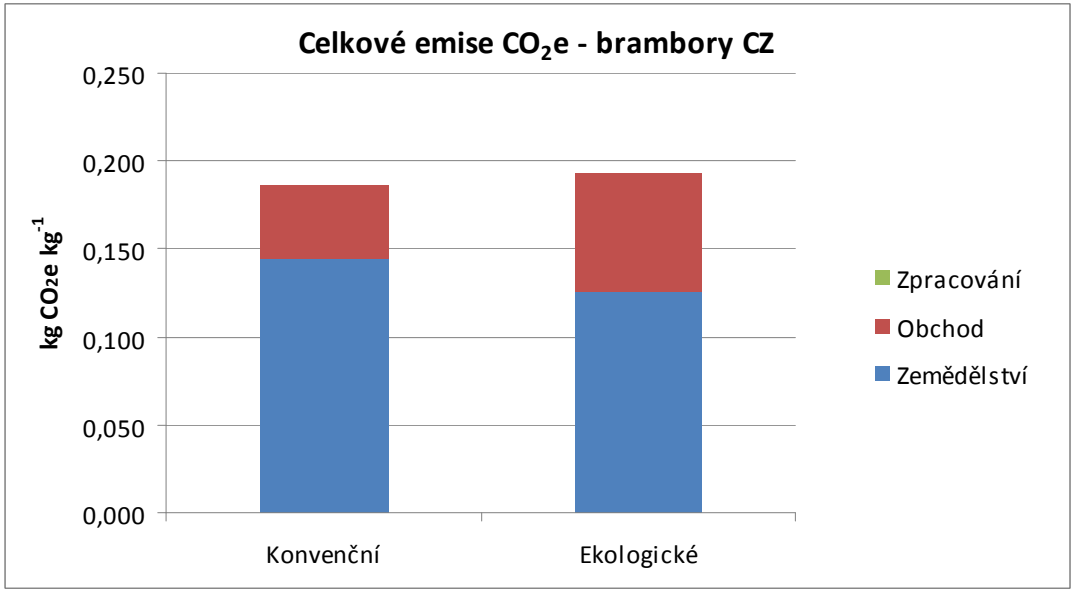
Obrázek 4-2: *Toky emisní zátěže konvenčních brambor*



Obrázek 4-3: *Toky emisní zátěže ekologických brambor*

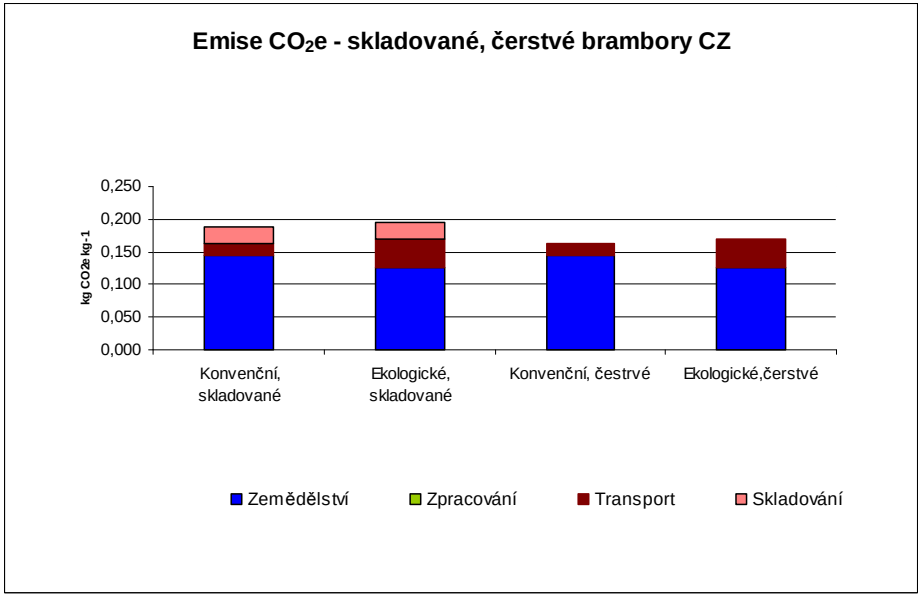
Srovnání emisní zátěže ekologických a konvenčních brambor

Obrázek 4-4 srovnává emisní zátěž konvenčních a ekologických brambor. Celková emisní zátěž 1 kg konvenčních brambar je 0,187 kg CO_2e a 1 kg ekologických brambor 0,193 kg CO_2e.



Obrázek 4-4: *Emisní zátěž konvenčních a ekologických brambor (v kg CO_2e/ kg brambor)*

Obrázek 4-5 srovnává emisní zátěž skladovaných a neskladovaných brambor. Konvenční skladované brambory způsobují emisní zátěž 0,187 kg CO_2e na 1 kg brambor, ekologické skladované brambory 0,193 kg CO_2e, zatímco neskladované konvenční brambory způsobují 0,163 kg CO_2e a neskladované ekologické 0,170 kg CO_2e. Z výsledků vyplývá že skladování způsobuje přibližně 12 % celkových emisí.



Obrázek 4-5: *Porovnání emisní zátěže skladovaných a neskladovaných brambor*

Z výsledků konstatovat, že zemědělství ekologických brambor je méně zatěžující než zemědělství konvenčních brambor. Tuto příznivou bilanci ovšem narušuje obchod, který je pro ekologický produkt více zátěžový. To je způsobeno nedostatkem zpracovatelských kapacit pro ekologickou produkci a příliš dlouhých tras transportu ekologických výrobků. Uvažujeme-li situaci, kdy by v České republice bylo stejné prostorové rozmístnění produkční a odbytové kapacity pro ekologické produkty, poté by kg ekologických brambor produkoval 0,168 kg CO_2e, což by bylo o 11% méně emisí než kg konvenčních brambor.

4.2 Emisní zátěž loupaných brambor (CZ)

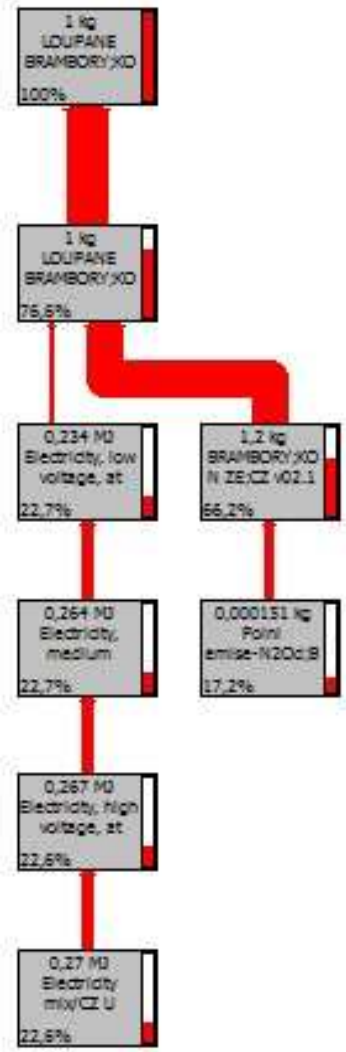
Celkové emise na výrobu jednoho kg konvenčních loupaných brambor činí 0,262 kg CO_2e a jednoho kg ekologických loupaných brambor 0,247 kg CO_2e. Produkce ekologických loupaných brambor způsobuje o 6% nižší emise než produkce konvenčních loupaných brambor. Nejvýrazněji se na celkovém výsledku podílí emisní zátěž zemědělství. Obchod výrazněji přispívá k emisní zátěži ekologických loupaných brambor, k zátěži konvenčních přispívá podstatně méně.

Emisní zátěž konvenčních loupaných brambor

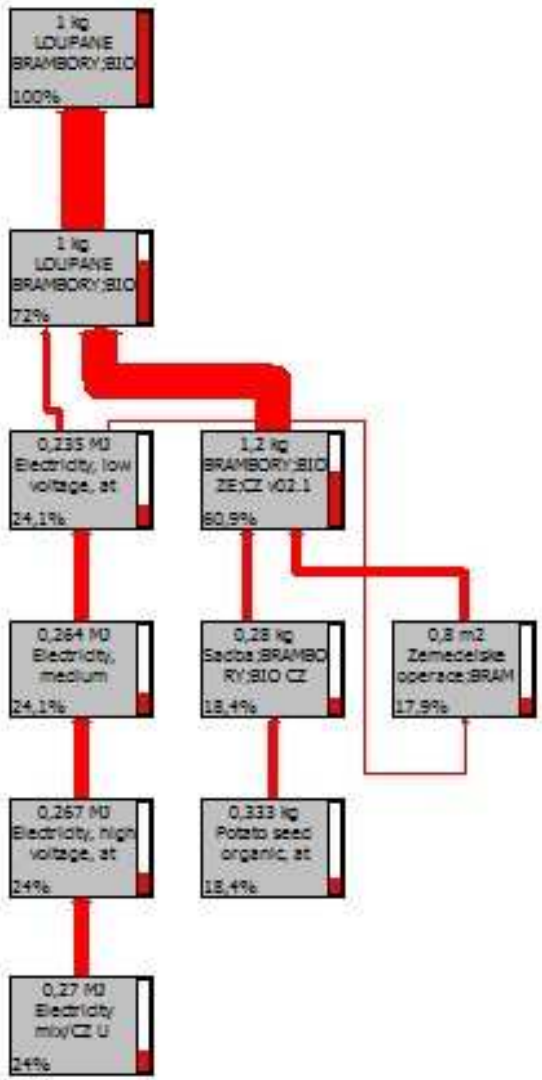
Obrázek 4-6 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládají konvenční loupané brambory. Celková emisní zátěž 0,262 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,174 kg CO_2e (66%), zpracování, které tvoří zátěž 0,027 kg CO_2e (10%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,061 kg CO_2e (23%).

Emisní zátěž ekologických loupaných brambor

Obrázek 4-7 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládají ekologické loupané brambory. Celková emisní zátěž 0,247 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,151 kg CO_2e (61%), zpracování, které tvoří zátěž 0,027 kg CO_2e (11%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,069 kg CO_2e (28%).



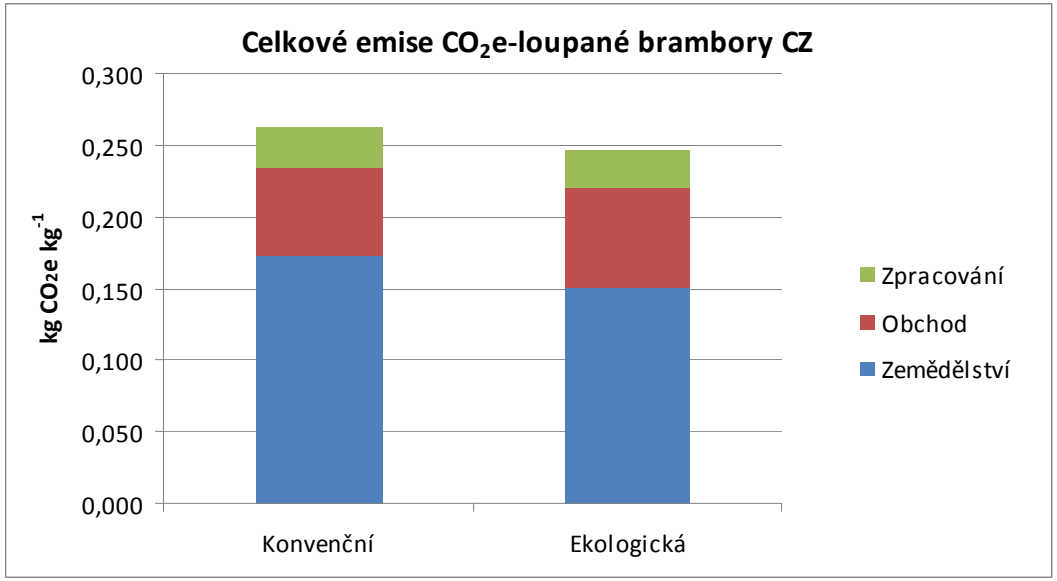
Obrázek 4-6:*Toky emisní zátěže konvenčních loupaných brambor*



Obrázek 4-7: *Toky emisní zátěže ekologických loupaných brambor*

Srovnání emisní zátěže ekologických a konvečních loupaných brambor

Obrázek 4-8 srovnává emisní zátěž konvenčních a ekologických loupaných brambor. Celková emisní zátěž konvenčních loupaných brambor je 0,262 kg CO_2e a ekologických loupaných brambor je 0,247 kg CO_2e.



Obrázek 4-8: *Emisní zátěž ekologických a konvenčních loupaných brambor (v kg CO_2e/ kg brambor)*

Z výsledků konstatovat, že zemědělství ekologických brambor je méně zatěžující než konvenční zemědělství. Tuto příznivou bilanci ovšem narušuje obchod, který je pro ekologický produkt a meziprodukt více zátěžový. To je způsobeno nedostatkem zpracovatelských kapacit pro ekologickou produkci a příliš dlouhých tras transportu ekologických výrobků. Uvažujeme-li situaci, kdy by v České republice bylo stejné prostorové rozmístnění produkční a odbytové kapacity pro ekologické produkty, poté by kg ekologických loupaných brambor produkoval 0,240 kg CO_2e což by bylo o 8% méně emisí než kg konvenčních loupaných brambor.

4.3 Emisní zátěž kaše (CZ)

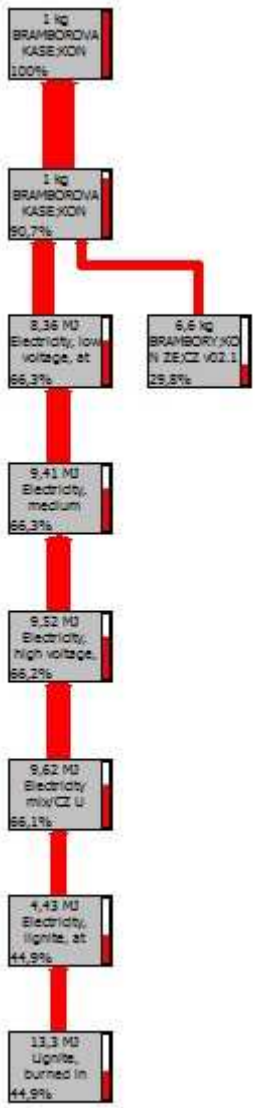
Celkové emise na výrobu jednoho kg konvenční kaše činí 3,201 kg CO_2e a jednoho kg ekologické kaše 3,192 kg CO_2e. Produkce ekologické kaše způsobuje téměř shodné emise jako produkce konvenční kaše. Nejvýrazněji se na celkovém výsledku podílí emisní zátěž zpracování. Obchod výrazněji přispívá k emisní zátěži ekologické kaše, k zátěži konvenční přispívá podstatně méně.

Emisní zátěž konvenční kaše

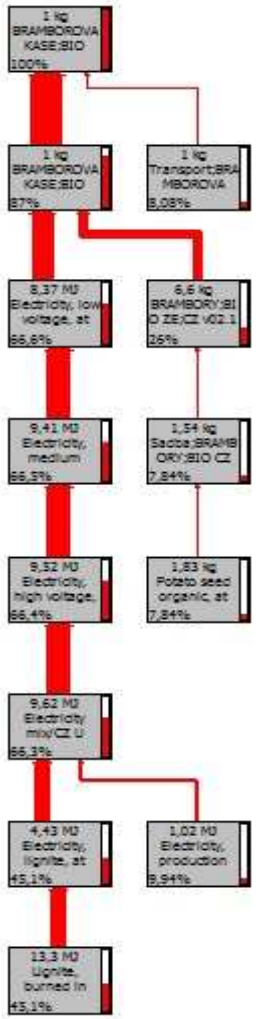
Obrázek 4-9 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládá konvenční kaše. Celková emisní zátěž 3,201 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,955 kg CO_2e (35%), zpracování, které tvoří zátěž 1,947 kg CO_2e (64%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,299 kg CO_2e (9%).

Emisní zátěž ekologické kaše

Obrázek 4-10 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládá ekologická kaše. Celková emisní zátěž 3,192 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,829 kg CO_2e (26%), zpracování, které tvoří zátěž 1,947 kg CO_2e (61%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,415 kg CO_2e (13%).



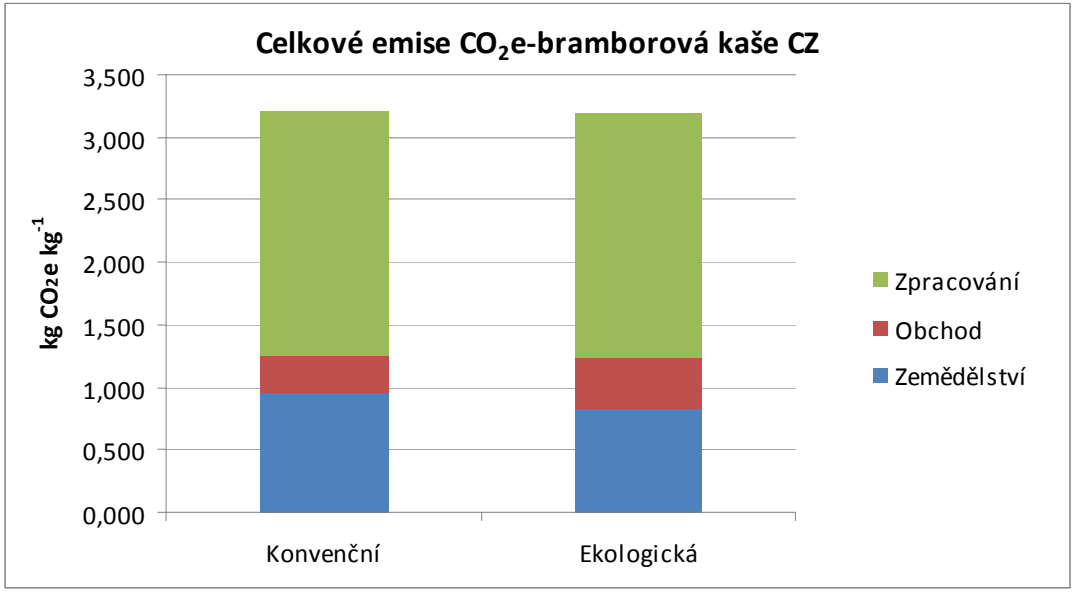
Obrázek 4-9: *Toky emisní zátěže konvenční kaše*



Obrázek 4-10: *Toky emisní zátěže ekologické kaše*

Srovnání emisní zátěže ekologické a konvenční kaše

Obrázek 4-11 srovnává emisní zátěž konvenční a ekologické kaše. Celková emisní zátěž konvenční kaše je 3,201 kg CO_2e a ekologické kaše 3,192 kg CO_2e.



Obrázek 4-11: *Emisní zátěž ekologické a konvenční kaše (v kg CO_2e/ kg kaše)*

Z výsledků konstatovat, že zemědělství ekologických brambor potřebné na výrobu kaše je méně zatěžující než konvenční zemědělství. Tuto příznivou bilanci ovšem narušuje obchod, který je pro ekologický produkt a meziprodukt více zátěžový. To je způsobeno nedostatkem zpracovatelských kapacit pro ekologickou produkci a příliš dlouhých tras transportu ekologických výrobků. Uvažujeme-li situaci, kdy by v České republice bylo stejné prostorové rozmístnění produkční a odbytové kapacity pro ekologické produkty, poté by kg ekologické kaše produkoval 3,075 kg CO_2e což by bylo o 4% méně emisí než kg konvenční kaše.

4.4 Emisní zátěž hranolků (CZ)

Celkové emise na výrobu jednoho kg konvenčního hranolků činí 2,072 kg CO_2e a jednoho kg ekologických hranolků 2,271 kg CO_2e. Produkce ekologických hranolků způsobuje o zhruba 9% vyšší emise než produkce konvenčních hranolků. Nejvýrazněji se na celkovém výsledku podílí emisní zátěž zpracování. Obchod výrazněji přispívá k emisní zátěži ekologických hranolků, k zátěži konvenčních přispívá podstatně méně.

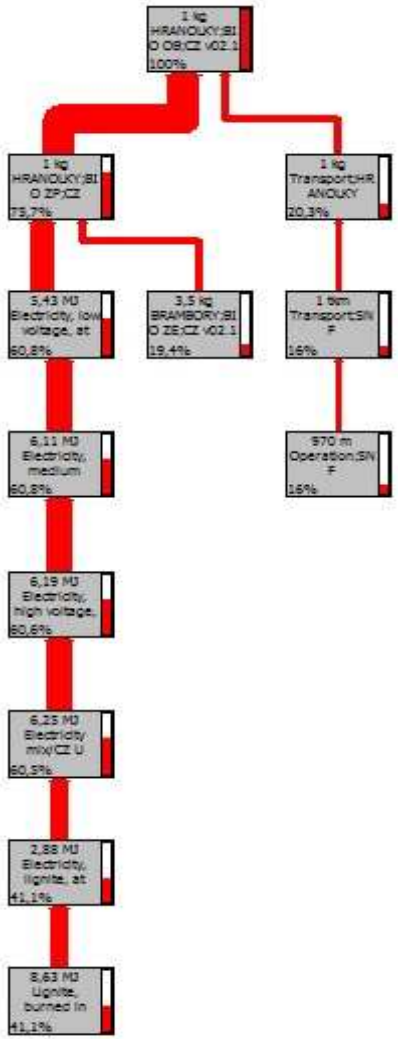
Emisní zátěž konvenčních hranolků

Obrázek 4-12 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládají konvenční hranolky. Celková emisní zátěž 2,072 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,506 kg CO_2e (24%), zpracování, které tvoří zátěž 1,280 kg CO_2e (62%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,286 kg CO_2e (14%).

Emisní zátěž ekologických hranolků

Obrázek 4-13 zobrazuje hlavní emisní toky z kterých se skládají ekologické hranolky. Celková emisní zátěž 2,271 kg CO_2e se skládá z procesů zemědělství, které tvoří zátěž 0,440 kg CO_2e (19%), zpracování, které tvoří zátěž 1,280 kg CO_2e (56%) a obchodu, který tvoří zátěž 0,552 kg CO_2e (24%).

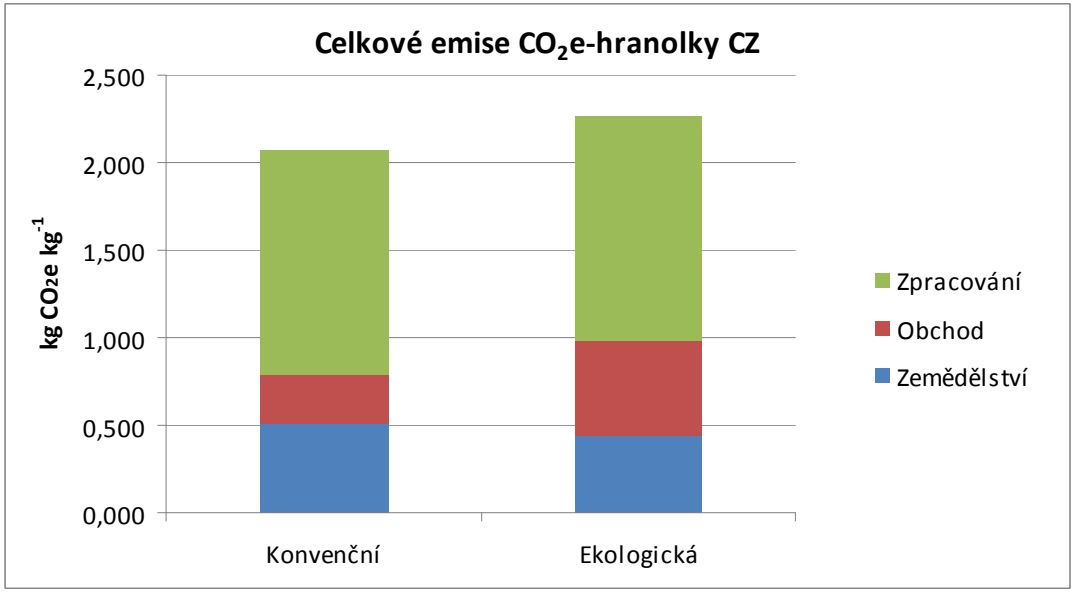
Obrázek 4-12: *Toky emisní zátěže konvenčních hranolků*



Obrázek 4-13: Toky emisní zátěže ekologických hranolků

Srovnání emisní zátěže ekologických a konvenčních hranolků

Obrázek 4-14 srovnává emisní zátěž konvenčních a ekologických hranolků. Celková emisní zátěž konvenčních hranolků je 2,072 kg CO_2e a ekologických hranolků 2,271 kg CO_2e.



Obrázek 4-14: *Emisní zátěž konvenčních a ekologických hranolků (v kg CO_2e/ kg hranolků)*

Z výsledků konstatovat, že zemědělství ekologických brambor potřebné pro výrobu hranolků je méně zatěžující než konvenční zemědělství. Tuto příznivou bilanci ovšem narušuje obchod, který je pro ekologický produkt více zátěžový. To je způsobeno nedostatkem zpracovatelských kapacit pro ekologickou produkci a příliš dlouhých tras transportu ekologických výrobků. Skladování probíhá bez spotřeby energie, tudíž sezonalita nám celkový výsledek neovlivňuje. Uvažujeme-li situaci, kdy by v České republice bylo stejné prostorové rozmístnění produkční a odbytové kapacity pro ekologické produkty, poté by kg ekologických hranolků produkoval 2,005 kg CO_2e, což by bylo o 1% méně emisí než kg konvenčních hranolků.

5 Závěr

Celková emisní zátěž zemědělské produkce konvečních brambor je 0,145 kg CO_2e na 1 kg brambor. U ekologické produkce je to 0,126 kg CO_2e. Největší emisní zátěž zemědělské produkce mají procesy hnojiv a polních emisí.

Celková emisní zátěž konveční loupaných brambor je na 1 kg 0,262 kg CO_2e, na 1 kg ekologických loupaných brambor 0,247 kg CO_2e. Největší emisní zátěž způsobuje samotné zemědělství, zpracování má stejné emise pro oba produkty, obchod nejvíce ovlivňuje ekologické loupané brambory, kde přispívá výrazněji k emisní zátěži. Je to způsobeno nedostatečnou odbytovou infrastrukturou pro ekologické produkty v České republice.

Celková emisní zátěž konveční kaše je na 1 kg 3,201 kg CO_2e, na 1 kg ekologické kaše 3,192 kg CO_2e. Celková emisní zátěž konvenčních hranolků na 1 kg činí 2,072 kg CO_2e, na 1 kg ekologických hranolků 2,271 kg CO_2e. Nejvyšší emisní zátěž má proces zpracování. Transport nejvíce ovlivňuje ekologické produkty, kde přispívá výrazněji k emisní zátěži. Je to způsobeno nedostatečnou odbytovou infrastrukturou pro ekologické produkty v České republice.

.

6 Literatura

Anderl, M., et al. (2009). Austria's National Inventory Report 2009. Umweltbundesamt. Vienna. 600 s. Dostupné z WWW: <http://www.umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/REP0188.pdf>.

Davis, J., Haglund, C. (1999). Life Cycle Inventory (LCI) of fertiliser production. Fertiliser products used in Sweden and Western Europe. SIK-report No. 654. The Swedish Institute for Food and Biotechnology (SIK). Göteborg.

De Klein, C., et al. (2006). 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Volume 4: Agriculture, Forestry and Other Land Use. Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). Geneva.

Ecoinvent Centre (2007). Ecoinvent data v2.0. Ecoinvent reports No. 1-25. Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Dübendorf.

Green, M. B. (1987). Energy in pesticide manufacture, distribution and use. In: Helsen, Z.R.S. Energy in plant nutrition and pest control, Energy in world agriculture. s. 165-177.

Hamouz, K. (1994). Základy pěstování konzumních a průmyslových brambor. Institut výchovy a vzdělávání ministerstva země. Praha. 56 s.

International Fertilizer Industry Association (2010). Dostupné z WWW: <http://www.fertilizer.org/ifa/Home-Page/SUSTAINABILITY/Climate-change/Emissions-from-production.html. >. Staženo dne: 23.09.2010.

Kavka, M. (2006). Normativy pro zemědělskou a potravinářskou výrobu. ÚZPI. Praha. 395 s.

Nemecek, T., Kägi, T. (2007). Life Cycle Inventories of Swiss and European Agricultural Production Systems. Final report ecoinvent V2.0 No. 15a. Agroscope Reckenholz-Taenikon Research Station ART, Swiss Centre for Life Cycle Inventories. Zurich and Dübendorf.

Ministerstvo zemědělství (2010). Dostupné z WWW: <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/zmena-klimatu/zmirnovani-zmeny-klimatu/>. Staženo dne: 20.12.2010.

SimaPro 7 (2009) Software SimaPro. Uster. ESU-Services Ltd.

Spiess, E.; Richner, W. (2005). Stickstoff in der Landwirtschaft. Forschungsanstalt für Landwirtschaft Agroscope Reckenholz-Tänikon (FAL ART). Schriftenreihe der Forschungsanstalt für Landwirtschaft (FAL). Zurich.