

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Vedoucí katedry: prof. Ing. Vladislav Čurn, Ph.D.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vliv produkčních procesů při pěstování brambor na emise CO₂

Vedoucí diplomové práce: Prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

Autor: Bc. Martina Jarešová

České Budějovice 2011

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Martina JAREŠOVÁ**
Osobní číslo: **Z09746**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Vliv produkčních procesů při pěstování brambor na emise CO₂**
Zadávací katedra: **Katedra rostlinné výroby a agroekologie**

Zásady pro vypracování:

- 1) **Vypracování literárního přehledu** k tématu zážije životního prostředí v relaci k různým způsobům produkce, zpracování a přípravy potravinových surovin. Zaměřit se na pěstování brambor v konvenčním a ekologickém systému hospodaření, na produkční vertikálu výroby a zátěž životního prostředí při jednotlivých produkčních, zpracovatelských a distribučních etapách.
- 2) **Materiál a metody:** Volba a modifikace LCA metody pro účely práce. Výběr nejčastěji používaných surovin, resp.výrobků z brambor. Stanovení struktury, produkce brambor a popis jejich prvků. Zpracovat dotazníky pro pěstitele, zpracovatele a obchodníky, vyhodnotit dotazníkové šetření. Pomocí databáze GEMNIS a dalších zdrojů vypočítat emise CO₂ spojené s produkcí vybraných výrobků (loupané brambory, předsmážené branolky, bramborová kaše, nezpracované brambory konvenční a biologické produkce). Čerpat z databáze projektu SUKI, na který DP navazuje.
- 3) **Výsledky a diskuze:** Hodnocení analýzy a dotazníkového šetření. Porovnání vlastních výsledků s literárními zdroji.
- 4) **Závěr:** zobecnění výsledků diskuze, návrh opatření v obecné i konkrétní rovině.


Rozsah grafických prací: 5 stran
Rozsah pracovní zprávy: 30 - 40 stran
Forma zpracování diplomové práce: tištěná

Seznam odborné literatury:


- NÁTR, L. (2008): Země jako skleník, 220 s.
DEMO, M. a kol.(2007): Udržitelný rozvoj. SPU Nitra, 440 s.
FOTT, P. et al. (2009): National greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic, NIR. Praha 2009, 202 s.
STRATMANN, B., TEUFEL, J., WIEGMANN, K. (2008): Umweltauswirkungen von Ernährungsgewohnheiten im ZIRN Projekt "Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen". Öko-Institut e.V. - Institut für angewandte Ökologie, Freiburg
FRITESCHE, U.R., EBERLE, U., WIEGMANN, K., SCHMIDT, K. (2007): treibhausgasemissionen durch erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln - Arbeitspapier. Öko-Institut e.V. - Institut für angewandte Ökologie, Darmstadt/Hamburg
TAYLOR, C. (2000): Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen anhand ausgewählter Indikatoren. Dissertation: Inauguraldissertation zur Erlangung des Doktorgrades am Fachbereich Agrarwissenschaften, Ökotrophologie und Umweltmanagement der Justus-Liebig-Universität Gießen, Gießen
STEINMÜLLER, H., SCHÜTZ, O., KUNYIK, F.(1999): Einfluß von Forstwirtschaft, Landwirtschaft und Ernährung auf das Klima. Eine studie erstellt im Auftrag der NÖ Landesregierung und des NÖ Klimahilfearbeitskreises Land & Forstwirtschaft

Vedoucí diplomové práce: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
Katedra rostlinné výroby a agroekologie

Datum zadání diplomové práce: 15. ledna 2010
Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2011


prof. Ing. Miroslav Šech, CSc.
děkan

I.S.


prof. Ing. Vladislav Čuro, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. ledna 2010

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích dne 25. 4. 2011

.....

Bc. Martina Jarešová

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce prof. Ing. Janu Moudrému, CSc. za odborné a metodické vedení při zpracování zadané diplomové práce. Zároveň bych chtěla také poděkovat Ing. Zuzaně Jirouškové za rady a připomínky k tématu práce.

Závěrem bych chtěla poděkovat všem, kteří strávili čas nad vyplněním dotazníku potřebného pro zpracování údajů v diplomové práci.

Anotace

Diplomová práce se zabývá částečným hodnocením životního cyklu brambor a jeho environmentálních dopadů během jednotlivých fází tohoto cyklu. Cyklus se skládá z vyhodnocení emisní zátěže produkce na poli, skladování a transportu ke zpracování i ke konečnému spotřebiteli. V rámci hodnocení emisní zátěže byly porovnány varianty jako ekologické a konvenční brambory, sezónní a skladované brambory, surové brambory a bramborové polotovary. K výpočtu emisní zátěže byl použit softwarový nástroj SimaPro. Cílem práce bylo nalézt jaké formy pěstování, zpracování a dopravy mají nejmenší environmentální dopad a navrhnout nejméně zatěžující varianty školním stravovacím zařízením.

Klíčová slova

Emise skleníkových plynů, pěstování brambor, ekologický/konvenční systém hospodaření

Summary

The thesis deals with the partial evaluation of life cycle of the potatoes and its environmental impact during the all phases of the cycle. The cycle consists of the evaluation of emission load in the field production, processing and transportation to processing and end-users. The evaluation compared the emission load variations, such as organic and conventional potatoes, seasonal and stored potatoes, raw potatoes and processed potato products. For calculating the emission load was used software tool SimaPro. The aim of work was to find which forms of cultivation; processing and transport have the lowest environmental impact and propose variants with low environmental impact to school canteens.

Key words

Emissions of green house gasses, production of potatoes, conventional/organic farming

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Literární přehled.....	11
2.1	<i>Globální změny klimatu.....</i>	<i>11</i>
2.1.1	Definice	11
2.1.2	Skleníkový efekt.....	11
2.1.3	Skleníkové plyny.....	12
2.1.4	Důsledky změny klimatu.....	16
2.1.5	Dohody o boji proti změně klimatu	17
2.2	<i>Potraviny a emise.....</i>	<i>20</i>
2.2.1	Emise ze zemědělství	20
2.2.2	Emise ze zpracování potravin	22
2.2.3	Emise z transportu potravin	22
2.2.4	Celkové emise z produkce potravin	23
2.3	<i>Nástroje environmentálního managementu</i>	<i>24</i>
2.3.1	LCA analýza.....	24
2.3.2	Ekologická stopa	28
2.4	<i>Pěstování brambor.....</i>	<i>28</i>
2.4.1	Konvenční brambory.....	28
2.4.2	Ekologické brambory	32
2.4.3	Porovnání ekologicky a konvenčně pěstovaných brambor.....	35
2.5	<i>Zpracování brambor</i>	<i>35</i>
2.5.1	Konzumní brambory	36
2.5.2	Loupané brambory	36
2.5.3	Hranolky a lupínky.....	37
2.5.4	Bramborová kaše.....	37
3	Metodika	38
3.1	<i>Výběr pracovišť a zjištění skladby používaných surovin</i>	<i>38</i>
3.2	<i>Životní cyklus výrobku (LCA) vybraných surovin.....</i>	<i>41</i>
3.2.1	Definice cílů a rozsahu.....	41
3.2.2	Inventarizační analýza.....	43

3.2.3	Posuzování dopadů	47
3.2.4	Interpretace životního cyklu produktu	47
4	Výsledky	48
5	Diskuze.....	79
6	Závěr	82
7	Seznam použité literatury.....	83

1 Úvod

Otázka změny klimatu je jedním z nejdiskutovanějších a nejkontroverznějších globálních problémů, jimž musí lidská společnost čelit. Na rozdíl od poměrně jasně definovatelných a dobře měřitelných globálních problémů jako jsou např. problémy se znečišťováním, úbytkem biosféry, potravinové problémy či problematika populačního růstu, je změna klimatu tématem zahaleným řadou nejistot. Fakt, že se zemské klima mění a průměrná povrchová teplota planety vzrostla od roku 1860 o 0,3 – 0,6°C a v posledních čtyřiceti letech pak o 0,2 – 0,3°C (spolehlivější údaje), už dnes zpochybňuje jen málokdo. Nezodpovězenou otázkou ovšem zůstává, zda je tento proces následkem antropogenní činnosti, zejména následky průmyslové revoluce nebo zda je tato změna způsobena nezávislými přírodními pochody.

Dnes je již většina zainteresované vědecké komunity přesvědčena, že lidská činnost má na pozorovaných změnách přinejmenším částečnou spoluodpovědnost, což bylo poprvé publikováno v druhé hodnotící zprávě IPCC (Mezivládní panel o změně klimatu) z roku 1995. Přijmeme-li tento konsens, je nutné přijít s konstruktivním řešením a vytvořit účinný mezinárodní systém, který by zajistil zastavení nebo alespoň omezení lidských činností, ohrožující negativní změnu zemského klimatu. Lidská komunita již má s podobným projektem z minulosti pozitivní zkušenost, když se od roku 1987 na základě Montrealského protokolu podařilo úspěšně odstranit výrobu a používání chemických látek poškozujících ozónovou vrstvu. V případě změny klimatu a omezení emisí skleníkových plynů však narážíme na daleko hlubší problém. Klíčová odvětví světové ekonomiky jsou totiž výrazně závislá na využívání zdrojů s vysokou emisní náročností (energetika, doprava, zemědělství) a jakákoli snaha o redukci těchto zdrojů naráží na související obrovskou finanční náročnost celého projektu, stejně jako na řadu dalších ekonomických a sociálních překážek.

Mezinárodní jednání o změně klimatu se vedou od roku 1979, po Montrealském protokolu bylo dalším vážně míněným pokusem o účinné řešení jednání v japonském Kjótu v roce 1997, které skončilo přijetím tzv. Kjótského protokolu. Ten nastiňuje základní principy a mechanismy, na jejichž základě má být celý budoucí projekt redukce emisí skleníkových plynů vybudován.

Cílem této diplomové práce je vyhodnocení části životního cyklu vybrané potraviny. Hodnocený životní cyklus vybrané potraviny se skládá z produkce, skladování, transportu potraviny ke zpracování, samotné zpracování a transport ke spotřebiteli.

Práce je součástí projektu SUKI – Sustainable Kitchen, realizovaném v rámci programu Česko – Rakouské spolupráce (EUS). Práce si klade za cíl zjistit, jaké emise jsou produkovány v rámci cyklu výrobku z pole do školních stravovacích zařízení, jak jsou tyto emise ovlivněny způsobem produkce (konvenční, ekologické), místem vzniku suroviny (regionální, dovozové) a zpracováním suroviny (čerstvé, zpracované - př. mražené polotovary). Z výsledků lze navrhnout možnosti ke snižování emisí CO₂ a hledání cest udržitelného využívání potravin, podpoře regionální produkce a environmentálně příznivých systémů zemědělského hospodaření.

V předkládané práci jsou vybranou surovinou brambory, pro které je na základě získaných informací o životním cyklu stanovena emisní zátěž v rámci ekologického a konvenčního systému hospodaření, porovnání z hlediska sezonality (čerstvé / skladované brambory) a z hlediska regionality (regionální / dovezené).

2 Literární přehled

2.1 Globální změny klimatu

2.1.1 Definice

Dle NEMEŠOVÉ a PRETLA (1998) si lze pod pojmem změny klimatu představit jak antropogenní změny (vyvolané lidskou činností), tak změny přirozené, vlastní proměnlivému klimatickému systému. BARROS (2006) představuje jedinou metodologii ke konstruování scénářů budoucího vývoje klimatu prováděním pokusů s matematickými modely, které zpracovávají emisní scénáře koncentrací skleníkových plynů. METELKA a TOLASZ (2009) tvrdí, že přibývajících koncentrace skleníkových plynů povedou evidentně ke změnám celého klimatického systému. Tyto změny při určitém zvýšení koncentrace skleníkových plynů však nemusí být stejné na všech místech na Zemi. Obecně oteplení bude nad pevninou větší než nad oceány.

LEGGET (1992) je přesvědčen, že se klimatické změny projevují nejrychleji na ekosystémech. Mezi základní reakce organismů na klimatické změny patří migrace, a proto musíme očekávat, že i při budoucích klimatických změnách bude hlavní sebezáchovnou odpovědí organismů alespoň pokus o migraci. Většina organismů, zvláště stromů, není schopna migrovat takovou rychlostí, která by jim umožnila zůstat v rovnováze s budoucím klimatem, a budou nahrazeny ruderalními druhy.

Podle ACOTA (2005) se stav planety výrazně zhoršil a pokračuje znečišťování ovzduší, znečišťování moří i sladkých vod, ubývání ozónové vrstvy, odlesňování (17 milionů hektarů ročně), úmyslné vypouštění ropných odpadů do světového oceánu (více než 10 milionů tun ročně, nemluvě o únicích po haváriích).

2.1.2 Skleníkový efekt

Ve srovnání s jinými tělesy Sluneční soustavy se Země vyznačuje značnou stabilitou svého klimatu. Velmi důležitou roli má skleníkový efekt zemského ovzduší. Spočívá v tom, že sluneční záření prochází jenom s malými změnami atmosférou k povrchu Země, kde se pohlcuje. Energií záření se zemský povrch ohřívá a přebytečné tepelné energie se zbavuje převážně opět zářením: vyzařuje

infračervené záření. Infračervené paprsky však již atmosférou nepronikají tak snadno jako viditelné záření sluneční a z větší části se v ovzduší absorbují. Atmosféra se jimi ohřívá a přebytečnou energii podobně jako zemský povrch vyzařuje ve formě infračerveného záření. Jeho část směřuje k zemskému povrch, který dále ohřívá (MOLDAN, 2010).

METELKA a TOLASZ (2009) tvrdí, že by bez skleníkových plynů byla průměrná teplota atmosféry v blízkosti zemského povrchu asi o 33 °C nižší, než je dnes. Infračervené záření ze zemského povrchu pohlcují a skleníkový efekt však způsobují jen některé složky ovzduší (MOLDAN, 2010).

2.1.3 Skleníkové plyny

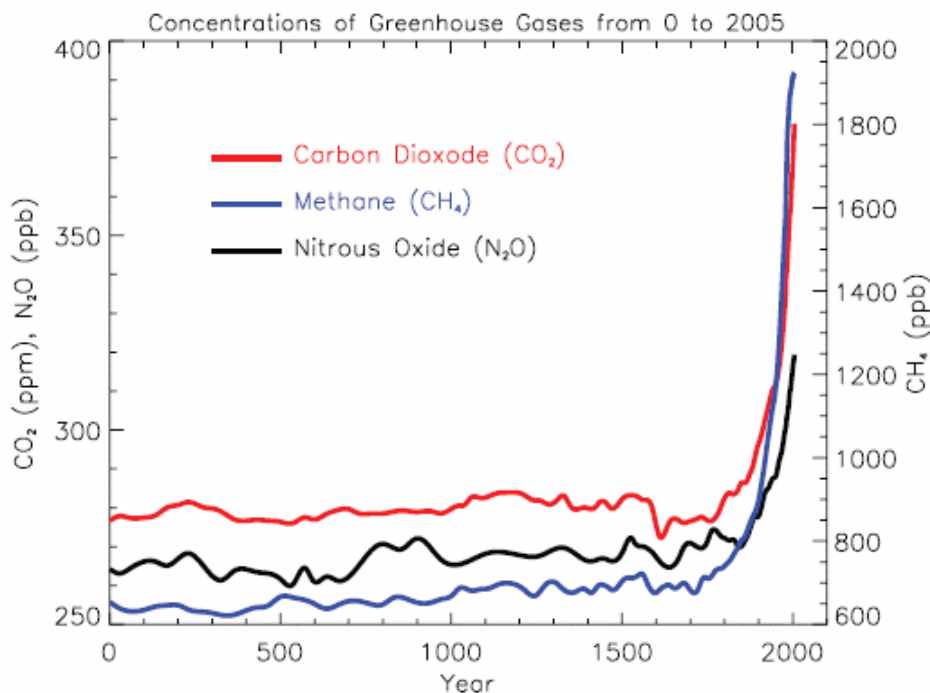
Složky ovzduší, které způsobují skleníkový efekt, se nazývají skleníkové plyny (BARROS, 2006). Zahrnují ty sloučeniny, které se vyskytují v atmosféře Země a vyznačují se silnou adsorpcí dlouhovlnného infračerveného záření (NÁTR, 2006).

Jednotlivé skleníkové plyny se navzájem liší:

- 1) svými radiačními vlastnostmi, což znamená, že stejné množství různých plynů může absorbovat velmi rozdílné množství infračerveného záření,
- 2) dobou existence v atmosféře, tj. průměrnou dobou, po kterou se uchovávají v atmosféře, než jsou rozloženy na jiné látky, pohlceny rostlinami či oceány apod. (FUGLESTVEDT et al., 2003)

Přírodními skleníkovými plyny jsou dle BARROSE (2006) vodní pára, oxid uhličitý, metan, oxid dusný a ozón. Existují i další přírodní plyny, které také disponují obdobnými schopnostmi, ale jejich podíl na radiační rovnováze planety je zanedbatelný. Nejdůležitějším skleníkovým plynem je vodní pára, avšak pozornost se soustřeďuje na druhou nejdůležitější látku, kterou je oxid uhličitý, protože jeho koncentrace v atmosféře stoupají. Důsledkem antropogenně vyvolaného růstu obsahu skleníkových plynů v ovzduší je zvyšování skleníkového efektu zemské atmosféry (MOLDAN, 2010).

Masivní nárůst emisí skleníkových plynů v životním prostředí zobrazený v Grafu č. 1. souvisí dle DORINGERA a FREYERA (2008) s nevratným zničením mnoha rostlin, živočichů a podzemních vod.



Graf č. 1. Atmosférické koncentrace skleníkových plynů za poslední dvě tisíciletí
(Zdroj: FORSTER et al., 2007)

METELKA a TOLASZ (2009) jsou přesvědčeni, že je největším antropogenním zdrojem skleníkových plynů bezesporu spalování fosilních paliv: uhlí (40 %), ropy (40 %) a zemního plynu (20 %). NEMEŠOVÁ a PRETEL (1998) tvrdí, že tzv. skleníkové plyny (např. oxid uhličitý), které jsou v hojné míře vypouštěny do atmosféry, patrně vyvolaly jen v tomto století růst globální teploty zhruba o polovinu stupně Celsia.

Vodní pára – je hlavním skleníkovým plynem, její koncentrace v atmosféře ovšem nezávisí přímo na emisích pocházejících z lidských aktivit. Rovnováha vodní páry je regulována teplotou, která působí na její přeměny v procesech srážení a zmrazování v mracích (BARROS, 2006). Podle METELKY a TOLASZE (2009) má vodní pára na přirozeném skleníkovém efektu podíl 36-70 % (bez započtení vlivu oblačnosti). NÁTR (2006) tvrdí, že se její množství v atmosféře zvyšuje vlivem oteplení. ŽALUD (2009) říká, že může teplejší vzduch absorbovat mnohem více vodní páry, což při současném trendu zvyšování teploty vzduchu vede k vyššímu množství výparu, resp. obsahu vodní páry v atmosféře a tedy i k zesílení skleníkového efektu s důsledkem dalšího zvyšování teploty.

Oxid uhličitý (CO₂) – pohlcuje velmi silně dlouhovlnné infračervené záření, které emituje povrch planety (NÁTR, 2006). Podílí se na přirozeném skleníkovém efektu z 9-26 %. Oxid uhličitý a metan jsou součástí tzv. globálního uhlíkového cyklu. Největším rezervoárem uhlíku je dle METELKY A TOLASZE (2009) hluboký oceán, který obsahuje kolem 37 000 gigatun (miliard tun) uhlíku. Velkým zdrojem oxidu uhličitého je i výroba cementu a odlesňování (snižuje se množství uhlíku zachyceného ve vegetaci). Mezi další hlavní zdroje patří dle NÁTRA (2006) spalování fosilních paliv (až 80 %), změna v užívání půdy, spalování biomasy a eroze (celkem 20 %). REES (2005) tvrdí, že je dnes obsah oxidu uhličitého v atmosféře ve srovnání s dobou před průmyslovou revolucí vyšší již o více než polovinu; příčinou je rostoucí spotřeba fosilních paliv. Podle HOUGHTONA, JENKINSE a EPHRAUMSE (1990) se do atmosféry v souvislosti se změnami ve využívání půdy, zejména díky kácení lesů, vypalování savan apod. dostalo přibližně 115 Gt uhlíku. Celkové množství uhlíku, které bylo za toto období do atmosféry uvolněno, činí přibližně třetinu jeho původního obsahu v atmosféře.

Metan (CH₄) – je dle NÁTRA (2006) mnohem účinnější pohlcovač dlouhovlnného infračerveného záření než CO₂. Vzniká při chovu dobytka a intenzivním pěstování rýže (METELKA a TOLASZ, 2009). STAUD a REIMER (2009) tvrdí, že každá kráva nebo býk vytvoří denně v bachoru něco mezi 140 a 600 litry metanu (přesné množství záleží na typu skotu a skladbě krmiva). Mezi další zdroje metanu řadí NÁTR (2006) močály (20 %) a uhelné sloje (10 %). Dle NEMEŠOVÉ a PRETELA (1998) zvýšilo lidstvo koncentraci metanu v atmosféře o 145 % nad množství, které by bylo přítomné v přirozených podmínkách. Globální metanové emise činí zhruba 500 mil. tun ročně, z toho 205 tun připadá na zemědělství (DAXBECK, 2008).

Oxid dusný (N₂O) – se podílí 3-7 % na přirozeném skleníkovém efektu (METELKA a TOLASZ, 2009). Je produkován při různých zemědělských a průmyslových aktivitách. BANGE (2000) tvrdí, že je uvolňován z půdy i oceánů. Vzniká také při spalování biomasy a je obsažen v emisích z průmyslových závodů a spalovacích motorů. Jeho koncentrace nyní přesahuje přirozenou koncentraci asi o 15 % (NEMEŠOVÁ a PRETEL, 1998). Podle NÁTRA (2006) zvyšují emise oxidu dusného do atmosféry zejména aplikace dusíkatých hnojiv, hospodaření s hnojem, kde za anaerobních podmínek dochází ke vzniku metanu. FOTT et al. (2008) tvrdí,

že ke vzniku emisí oxidu dusného dochází nejvíce při denitrifikačních procesech v půdách, z anorganických dusíkatých hnojiv, hnojem z chovu hospodářských zvířat a dusíkem obsažených částech zemědělských plodin, které se vracejí do půdy (např. ve formě slámy spolu s hnojem, nebo jsou zaorány do půdy).

Ozón (O₃) – se podílí 4-9 % na přirozeném skleníkovém efektu (METELKA a TOLASZ, 2009). NEMEŠOVÁ A PRETEL (1998) tvrdí, že je troposférický ozón z valné části produkován automobilovou dopravou a elektrárenským provozem. Hlavním zdrojem jsou dle NÁTRA (2006) fotochemické reakce s polutanty.

Aerosoly – mohou změnit množství energie, kterou atmosféra pohlcuje a odráží. Jejich životnost je však krátká (NEMEŠOVÁ a PRETEL, 1998).

Freony – patří dle BARROSE (2006) mezi umělé skleníkové plyny, nejčastěji se uplatňují v chladírenském průmyslu. Jejich vliv na skleníkový efekt vyjádřený na hmotnostní jednotku je obecně mnohokrát větší než efekt vyvolaný přírodními skleníkovými plyny. NÁTR (2006) řadí mezi hlavní zdroje freonů aerosoly (30 %), chladničky (30 %), plastické pěny (32 %), rozpouštědla a farmaceutický průmysl (8 %). NEMEŠOVÁ a PRETEL (1998) tvrdí, že se díky mezinárodním dohodám snížilo množství freonů, protože bylo prokázáno, že svým působením narušují ozónovou vrstvu Země. Dle NÁTRA (2006) způsobují také destrukci stratosférického ozónu a přispívají tak ke vzniku ozónové díry. Na základě tzv. Montrealského protokolu z r. 1987 je produkce freonů celosvětově omezována a do roku 2006 měla celosvětově ustát. Vzhledem ke stabilitě freonů v atmosféře však bude jejich podíl na skleníkovém efektu ještě dlouho přetrvávat.

GWA - Global warning potential - antropogenní skleníkový efekt znamená nárůst „přirozených“ skleníkových plynů vlivem člověka jako je např. spalování fosilních paliv. Způsob jak reprezentovat lidský vliv na globální oteplování představuje CO₂ ekvivalent (TAYLOR, 2000). Ekvivalent CO₂ (oxidu uhličitého) je míra užívaná k porovnání emisí složených z různých skleníkových plynů na základě jejich potenciálu pro globální oteplování (ANONYMUS 1, 2010). Ekvivalent CO₂ pro plyn se odvodí násobením počtu tun plynu příslušným potenciálem zobrazeným v Tabulce č. 1.

Tabulka č. 1. Potenciál globálního oteplování u vybraných skleníkových plynů
(Zdroj: KALVOVÁ a MOLDAN, 1996)

Plyn	Vzorec	Životnost (roky)	Potenciál globálního oteplování
Oxid uhličitý	CO ₂	proměnná	1
Metan	CH ₄	12 - 13	21
Oxid dusný	N ₂ O	120	310
CFC – 11	CFC ₁₁	50	4 000
CFC – 12	CF ₂ C ₁₂	102	8 500

2.1.4 Důsledky změny klimatu

Klima a jeho kolísání ovlivňuje lidi i ekonomiku. Větší výkyvy přirozeně přinášejí i horší důsledky. Dopady se mohou řetězit. Nejprve působí na rostliny, mikroorganismy (např. výskyt tropických chorob), zvířata a teprve následně na lidské zdraví, zemědělství, energetiku, dopravu a další. Mezi jednotlivými faktory pak existují mnohostranné přímé a zpětné vazby (METELKA a TOLASZ, 2009). Bude-li tento trend pokračovat, mohou se dle NEMEŠOVÉ a PRETELA (1998) změnit klimatické poměry na celém světě – dojde k tání ledovců, vzestupu hladiny oceánů, růstu pouští a posunu vegetačních pásem.

METELKA a TOLASZ (2009) tvrdí, že lze v posledních letech na Zemi pozorovat mnoho dopadů probíhající změny klimatu. Ve velehorách přibývá ledovcových jezer, klesá stabilita jejich hrází a odtéká více vody. Kvůli tání trvale zmrzlé půdy (permafrostu) se zvyšuje nestabilita půdy, jsou narušovány mosty, silnice, železnice, produktovody. Povrchová jezera a vodní toky se postupně oteplují. Vinou většího výparu ubývá povrchových zdrojů vody. Jaro nastupuje časněji, takže dochází k dřívějšímu rozvinutí listů a kvetení, zrychluje se migrace a rozmnožování ptáků i ryb. Zkracuje se délka sněhové pokrývky, což dramaticky mění vlastnosti půdy i hydrologického režimu povodí. Areály rostlinných i živočišných druhů se posunují do vyšších nadmořských výšek. Rozšiřují se oblasti výskytu alergenních pylů a plísňových spor a prodlužuje se doba jejich škodlivého působení. Vyskytují se delší období sucha a vyšší úhrny srážek.

2.1.5 Dohody o boji proti změně klimatu

V roce 1972 proběhla první konference OSN o lidském prostředí ve Stockholmu. Jedním z výsledků konference byl vznik Programu OSN na ochranu životního prostředí (UNEP) v Nairobi (WEIZSAECKER, 1997).

Problémy změny klimatu se dle NEMEŠOVÉ a PRETLA (1998) poprvé objevily na mezinárodním fóru během 1. světové klimatické konference v Ženevě v roce 1979. Byla zaměřena na možnosti „předvídání“ dopadů různých úrovní koncentrací plynů v atmosféře na klima. Závěr akce ukázal, že lze připustit a vědecky zdůvodnit, že narůstající koncentrace skleníkových plynů do atmosféry mohou vést k významnému narušení přirozeného klimatického systému.

"Summit Země" v Riu z roku 1992, druhá konference OSN na téma ochrany životního prostředí, přinesl tři hlavní výsledky: rámcovou konvenci o změnách klimatu, konvenci o biologické rozmanitosti a Agendu 21, kterou mnozí pozorovatelé považovali za plán, který povede k trvale udržitelnému rozvoji, pokud bude dodržován (WEIZSAECKER, 1997). Úmluva vychází ze základního poznání, že klima planety Země je ohroženo emisemi skleníkových plynů zejména v důsledku spalování fosilních paliv. Zavazuje smluvní strany, aby věnovaly maximální úsilí redukci emisí, konkrétně je nabádá, aby dosáhly stabilizace na úrovni roku 1990 do roku 2000 (MOLDAN, 2010).

MOLDAN (2010) tvrdí, že jde o rámcovou konvenci, která sice neobsahuje specifické závazky, avšak vytváří předpoklady pro další vývoj, zejména pro vypracování jednotlivých protokolů. Tyto protokoly budou již obsahovat konkrétní závazky.

V roce 2002 se konal Světový summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu. Tématem byla integrace ekonomické, environmentální a sociální politiky. Mezinárodní zasedání mělo dále potvrdit a zkontrolovat dosažené výsledky od posledního zasedání v Riu de Janeiro v roce 1992. Konference měla na programu pět klíčových témat - globalizaci, harmonizaci rozvoje a životního prostředí, chudobu a miléniové cíle rozvoje, model spotřeby a výroby, ochranu biodiverzity a přírodních zdrojů (ANONYMUS 2, 2010).

Ve dnech 7. - 18. prosince 2009 se v Dánské Kodani uskutečnilo setkání Rámcové dohody o změně klimatu. Cílem vyjednávání v Kodani bylo dosažení hranice globálního oteplování 2°C, 25 až 40 % snížení emisí v rozvinutých zemích a

způsob financování rozvojových zemí z prostředků EU po roce 2012 (ANONYMUS 3, 2009).

Na rozdíl od Kjótského protokolu, jenž byl dojednán v roce 1997, mají být do programu ochrany klimatu zapojeny také USA a rozvojové země, přinejmenším ty větší z nich. Místo právně závazného dokumentu, který by zaujal pozici Kjótského protokolu, byla uzavřena pouze kompromisní dohoda s velmi obecnými cíli. Součástí textu dohody jsou prázdné přílohy, v nichž měly rozvinuté a rozvojové země do konce ledna 2010 vyčíslit konkrétní závazky ke snížení produkce skleníkových plynů resp. k omezení tohoto růstu (DOLEŽAL, 2010).

Ve dnech 29. listopadu až 10. prosince 2010 se konala v mexickém Cancúnu další klimatická konference OSN. Dvě stovky států se neshodly na prodloužení platnosti Kjótského protokolu omezujícího emise skleníkových plynů, dohodly se ale například na zřízení zeleného fondu pro rozvojové země, s jehož pomocí by se rozvojové země mohly vypořádat s důsledky globálního oteplování. Vyspělé státy slíbily do zeleného fondu přispívat společně částkou 100 miliard dolarů (1,9 bilionu korun) ročně. Další klimatická konference se bude konat v roce 2011 v jihoafrickém Durbanu (ANONYMUS 4, 2010).

IPCC (Mezivládní panel ke klimatické změně)

Mezivládní panel o změně klimatu byl ustanoven v roce 1988 Světovou meteorologickou organizací (WHO) a Programem pro životní prostředí Organizace spojených národů (UNEP). Jeho úkolem je podávat politikům objektivní informace, vycházející ze současných vědeckých poznatků (JARUŠKOVÁ, 2009).

Nezávislý vědecko-technický orgán je zaměřený na podporu poznání podstaty klimatické změny a hodnocení jejích environmentálních a sociálních důsledků. Tři pracovní skupiny IPCC jsou zaměřené na otázky vědecké podstaty problému, na dopady klimatické změny a na analýzy strategií vedoucích ke zmírnění následků, čtvrtá skupina sleduje přípravu inventur emisí skleníkových plynů (CHMI, 2010).

Pracovní skupina IPCC také vypracovává metodiku pro národní inventarizace skleníkových plynů za účelem jednotnosti, transparentnosti a kontrolovatelnosti. Emisní inventury jsou dělány pro účely mezinárodní smluv za účelem regulace skleníkových plynů.

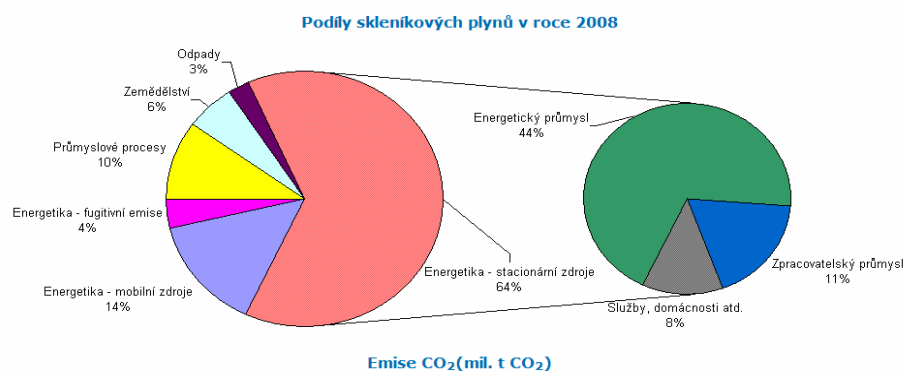
Národní inventarizační systém (NIS) v České republice

Povinnost vybudovat plně funkční národní inventarizační systém stanovuje článek 5 Kjótského protokolu.

Tabulka č. 2. Globální emise skleníkových plynů v zemědělství (Zdroj: ČHMÚ, 2010)

Sektory	Stručný popis
Energetika	veškeré spalovací procesy a procesy související s těžbou, úpravou a výrobou paliv a energií
Průmyslové procesy	emise z metalurgických a chemických procesů, procesů rozkladu karbonátových minerálů a z použití F-plynů (HFC, PFC a SF ₆)
Zemědělství	emise metanu a z chovu zvířectva (enterická fermentace), hospodaření s hnojem, emise oxidu dusného při denitrifikačních procesech v půdách
Využití krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví	sledování celkové zásoby dřeva v lesích, emise nebo propady v důsledku konverze jednotlivých typů využití krajiny
Odpady	emise metanu ze skládek komunálního odpadu a emisemi metanu z čištění odpadních vod (průmyslových i komunálních)

K hlavním funkcím NIS patří zejména vybudování a funkční zprovoznění institucionálního, legislativního a procedurálního uspořádání potřebného k plnění všech nezbytných činností spojených s inventarizací skleníkových plynů. Zodpovědnost za správné fungování NISu nese v ČR Ministerstvo životního prostředí (MŽP), které pověřilo Český hydrometeorologický ústav (ČHMÚ) jako organizaci zodpovědnou za koordinaci přípravy inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů (ČHMÚ, 2010). Inventarizace skleníkových plynů je podle předepsané metodiky IPCC. Inventarizace probíhá v jednotlivých sektorech zobrazených v Tabulce č. 2. Podíl skleníkových plynů z jednotlivých sektorů zobrazuje Graf č. 2.



Graf č. 2. Podíly skleníkových plynů v roce 2008 (Zdroj: ČHMÚ, 2010)

2.2 Potraviny a emise

Potraviny produkují různé množství emisí během celého svého cyklu od vypěstování na poli, přes různé formy zpracování až po všechny transporty mezi jednotlivými kroky. Emise má samozřejmě i samotná úprava potravin konečným spotřebitelem v kuchyních, tyto emise ovšem již nenáleží do rámce počítaného v diplomové práci.

2.2.1 Emise ze zemědělství

Podle DORNIGERA a FREYERA (2008) zemědělství vydává mezi 5,1 a 6,6 miliardy tun CO₂e/rok (10 - 12%). Emise jsou převážně emitovány ve formě metanu (3,3 Gt CO₂e/ rok) a oxidu dusného (2,8 miliardy tun CO₂e/rok). Oproti tomu čisté emise oxidu uhličitého jsou relativně nízké (0,04 miliardy tun CO₂e/rok). Zdroje těchto emisí a jejich množství je vyobrazeno v Tabulce č. 3.

Velké rozdíly dle těchto autorů lze najít mezi ekologickým a konvenčním systémem hospodaření, tyto rozdíly jsou zobrazeny v Tabulce č. 4.

Emise ze samotné produkce potravin představují podle DORNIGERA a FREYERA (2008) 60 % celkových emisí ze stravy.

Tabulka č. 3. Globální emise skleníkových plynů v zemědělství
(Zdroj: DORNIGER a FREYERA, 2008)

Zdroje emisí skleníkových plynů v zemědělství	Skleníkový plyn	CO ₂ e/rok [t]	v [%]
Emise uvolňované z N hnojiv	N ₂ O	2128	17,00
Živočišná produkce	CH ₄	1792	14,3
Spalování biomasy	CH ₄ , N ₂ O	672	5,4
Emise uvolňované z hnoje	CH ₄ , N ₂ O	413	3,3
Produkce minerálních hnojiv	CO ₂ , N ₂ O	410	3,3
Závlaha	CO ₂	369	2,9
Zemědělské stroje	CO ₂	158	1,3
Produkce pesticidů		72	0,6

Tabulka č. 4. Množství skleníkových plynů (Zdroj: DORNIGER a FREYER, 2008)

Emise skleníkových plynů	Ekologické	Konvenční
CO ₂	1.933	19.326
CH ₄	0,01	0,1
N ₂ O	0,6	6,0
CO ₂ e	4.753	47.530

Také způsob hospodaření ovlivňuje produkci emisí CO₂ a následně i změny klimatu. Vhodně zvoleným způsobem hospodaření je možné redukovat emise skleníkových plynů. Celkový potenciál úspor z přeměny zemědělství na jedné straně a změna stravy na straně druhé představují 319 kg CO₂e na osobu a rok (DORINGER a FREYER, 2008).

Stále častěji vystupují do popředí i negativní ekologické důsledky zemědělské výroby. Z pověření parlamentu vypracoval v roce 1994 Ulrich Köpke, profesor agrárních věd na Bonnské univerzitě studii o vlivu zemědělství na klima. Z této studie vyplývá, že konvenčně pracující zemědělec způsobuje dvaapůlkrát více emisí CO₂ než rolník, který respektuje ekologické zásady. Hlavní příčina spočívá v tom, že konvenční zemědělství využívá v mnohem větší míře stroje a intenzivně aplikuje jak postřiky proti škůdcům, tak především umělá hnojiva (HAAS, WETTERICH, KÖPKE, 2001)

Národní inventura skleníkových plynů v České republice vymezuje pět hlavních zdrojů emisí ze zemědělství včetně jejich procenticky zobrazených emisí z celkového počtu emisí skleníkových plynů v České republice – Tabulka č. 5. Tabulka č. 6. zobrazuje vývoj emisí skleníkových plynů v letech 1990 – 2008.

Tabulka č. 5. Zdroje a množství skleníkových plynů v České republice (Zdroj: FOTT et al., 2008)

Zdroj (IPPC kategorie)	Skleníkový plyn	% z celkového součtu skleníkových plynů
Přímé emise ze zemědělských půd (4D1)	N ₂ O	2,05
Střevní fermentace (4A)	CH ₄	1,71
Nepřímé emise ze zemědělských půd (4D3)	N ₂ O	1,30
Hospodaření s hnojem (4B)	CH ₄	0,33
Pastevní výkaly (4D2)	N ₂ O	0,26

Tabulka č. 6. Vývoj emisí ze zemědělství v České republice 1990 -2008 (Zdroj: FOTT et al., 2008)

Rok	Celkové emise	Střevní fermentace	Management hnojiv	Zemědělská půda
1990	15 937	4 869	1 709	9 358
1991	14 161	4 588	1 643	7 930
1992	12 344	4 111	1 511	6 722
1993	10 811	3 556	1 387	5 868
1994	9 976	3 115	1 217	5 645
1995	9 897	3 032	1 154	5 711
1996	9487	3 004	1 161	5 322
1997	9 315	2 802	1 129	5 384
1998	8 889	2 627	1 077	5 185
1999	8 897	2 683	1 069	5 144
2000	8 659	2 577	1 011	5 071
2001	8 883	2 596	1 004	5 283
2002	8 625	2 535	963	5 127
2003	8 020	2 468	935	4 617
2004	8 362	2 390	890	5 083
2005	8 066	2 393	855	4 818
2006	7 937	2 349	845	4 744
2007	8 117	2 372	844	4 901
2008	8 324	2 412	810	5 103

2.2.2 Emise ze zpracování potravin

Při zpracovatelských procesech se využívají energetické nosiče (tj. elektřina, plyn, pohonné hmoty), jejichž výroba způsobuje emise, spálením pohonných hmot se uvolňují další emise. Dalšími vstupy do zpracovatelských procesů jsou např. různé chemické látky či obalové materiály.

2.2.3 Emise z transportu potravin

Největším problémem při určení, zda jsou lokální potraviny skutečně šetrnější k životnímu prostředí, je fakt, že neexistuje obecně přijímaná definice pojmu lokální potravina. Někteří autoři za „lokální“ považují potraviny vyrobené v okruhu do 100 kilometrů od místa spotřeby. Někdy se za lokální považují potraviny vyprodukované

v kraji či v dané zemi (zejména v Evropě), (VALEŠKA, 2009).

Dálková nákladní doprava je významným prvkem v poškozování životního prostředí. Téma „potravinových kilometrů“ je spojeno se širším zájmem o emise CO₂ a další skleníkové plyny z fosilních paliv. Redukování problému lokálnosti na pouhé posuzování přepravní vzdálenosti však neříká celou pravdu. Koncept „potravinových kilometrů“ ukazuje vzdálenost, kterou potraviny ujedou, ale není to celkové měřítko jejich dopadu na životní prostředí.

Environmentální dopady se totiž odvíjejí také od toho, jakým způsobem byly potraviny dopravovány. Například železniční nákladní doprava má 10x nižší dopady na životní prostředí než doprava kamionová. Takže můžete jíst brambory dovezené ze vzdálenosti 100 kilometrů kamionem, nebo ty samé brambory dovezené vlakem z místa vzdáleného 1 000 kilometrů a jejich dopad na životní prostředí bude zhruba stejný (VALEŠKA, 2009).

Druh transportního prostředku má také velký vliv na množství emisí vypouštěných do životního prostředí. Největší množství emisí je vyprodukováno dle LACKNER (2008) při přepravě potravin pomocí letadla a to až 607 g CO₂/km/tunu. Tabulka č. 7. ukazuje jednotlivé dopravní prostředky a jejich emisní zátěž ze spalování fosilních paliv.

Tabulka č. 7. Emise z jednotlivých dopravních prostředků (Zdroj: LACKNER, 2008)

Dopravní prostředek	g CO ₂ /km/tunu
Oceánská loď	13,9
Nákladní automobil	100
Letadlo	607

2.2.4 Celkové emise z produkce potravin

Podle STRATMANN (2008) ukazuje analýza materiálových toků v oblasti výživy, že zelenina, ovoce a těstoviny patří do skupiny potravin s nízkou produkcí emisí. Neúměrně vysoké emise využívání půdy jsou spojené s výrobky z mléčného tuku a s hovězím masem stejně jako potraviny vyrobené ze sušených brambor (bramborová kaše), zvýšené množství energie je i u mražených výrobků. Vyvážená strava, která je bohatá na ovoce a zeleninu a méně masa a hotových výrobků přispěje nejen nutričně ke zdraví člověka, ale také přispívá ke snížení znečištění ovzduší.

Tento závěr potvrzuje i studie CARLSSON-KANYAMI (1998), která provedla pozoruhodnou analýzu toho, jak je produkce vybraných druhů potravin spojena s emisemi skleníkových plynů. Počítala spotřebu energie, emise skleníkových plynů spojené s následujícími procesy: procesy během vlastního pěstování, což zahrnuje výrobu a transport průmyslových hnojiv, obdělávání půd a ošetřování porostů, skladování a posklizňová úprava, transport a uložení u prodejce, prodej a doprava ke konečnému spotřebiteli. Podle výsledků CARLSSON-KANYAMI (1998) je environmentálně vhodnější konzumace domácích potravin, snížení konzumace masa (hlavně hovězího) a omezení konzumace polotovarů, které způsobují velké množství emisí.

2.3 Nástroje environmentálního managementu

2.3.1 LCA analýza

LCA analýza je zkratka anglického spojení Life Cycle Assessment, což lze volně přeložit jako hodnocení životního cyklu. Tato metoda byla primárně určena pro interní účely organizací – hodnocení konkrétních výrobků, služeb a technologií (obecně produktů). Původním cílem bylo najít zlepšení životního cyklu produktu nebo vybrat variantu s nižším dopadem na životní prostředí (CONSOLI, 1993).

REMTOVÁ a PŘIBYLOVÁ (2001) popisují metodu LCA jako systematický postup, podle něhož lze stanovit vlivy, kterými působí výrobní systém během svého celého životního cyklu na životní prostředí. To znamená, že zkoumáme vliv výrobku na životní prostředí od fáze těžby a dopravy surovin, přes užitnou fázi až po jeho likvidaci nebo recyklaci. Posuzování životního cyklu produktů je analytická metoda hodnocení dopadů lidských činností na životní prostředí ve vztahu ke konkrétním produktům. Posuzování životního cyklu se zabývá environmentálními dopady produktových systémů ve vztahu k očekávané funkci výrobku či služby. Environmentální dopady daného systému jsou vždy vztaženy ke zvolené funkční jednotce (REMTOVÁ, 2003).

Základní myšlenka metody LCA tj. posoudit produkt, činnost nebo nějaký systém od jeho vzniku až po jeho zánik z hlediska dopadu na životní prostředí, respektive i z jiného hlediska (dopad na zdraví člověka, na bezpečnost, na vznik rizika) je v praxi velmi užitečná. Dovoluje vybrat mezi alternativními výrobky ten

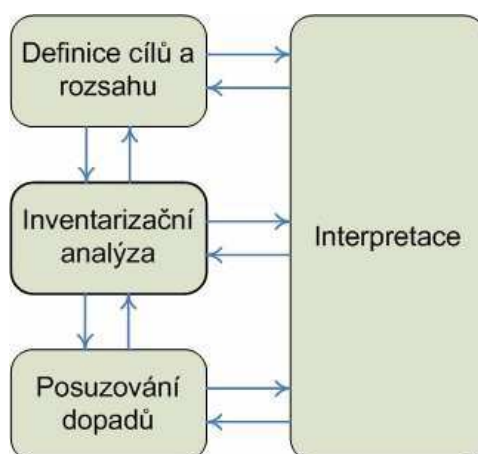
výrobek, jehož kvótní cyklus bude nejméně poškozovat životní prostředí, popřípadě vhodně zkombinovat jednotlivé fáze životních cyklů (KOČÍ, 2009).

Metoda LCA je standardizována ve 2 normách:

- CSN EN ISO 14040:2006 (01 0940), která řeší environmentální management – posuzování životního cyklu - zásady a osnovu
- CSN EN ISO 14044:2006 (01 0944), která se zabývá environmentálním managementem – posuzováním životního cyklu - požadavky a směrnicemi

Fáze LCA

LCA analýza obsahuje čtyři fáze, které na sebe plně navazují. Jejich vzájemné vazby jsou znázorněny na Obrázku č. 1.



Obrázek č. 1. Jednotlivé fáze a jejich vzájemný vztah (Zdroj: ČSN EN ISO 14 040)

Fáze stanovení cíle a rozsahu

V první fázi je nutné vymezit rámec, z kterého vycházejí další kroky. Při studii LCA jsou vždy velmi důležité hranice systému, což je stanovené rozhraní mezi výrobním systémem a jeho okolím (REMTOVÁ a PRIBYLOVÁ 2001).

Při stanovení cíle studie je důležité zodpovědět otázky, proč se studie vypracovává, z jakého důvodu a pro jaký účel, k čemu budou výsledky analýzy použity a pro koho se tato analýza zpracovává. Výsledek může posloužit jak pro vnitřní účely proveditele, tak pro vnější účely. Vnitřním účelem může být porovnání různých technologií jednoho produktu s cílem najít cestu pro snížení zátěže výroby. Vnější účel může sloužit propagaci výrobku např. pod ekoznačením (WEINZETTEL, 2008).

Při stanovení rozsahu studie je nutné stanovit jasně, srozumitelně a viditelně všechny hranice, metodologie, kategorie dat a přijaté předpoklady. Je tedy nutné určit následující položky: funkce systému, funkční jednotku, kvalitu dat a alokační postupy (REMTOVÁ a PRIBYLOVÁ, 2001).

Fáze inventarizační analýzy

Inventarizační analýza je kvantitativním popisem všech toků materiálů a energie přes hranici systému směrem dovnitř i vně vlastního systému.

Do inventarizační analýzy je řazeno 6 procesů:

- příprava a realizace sběru údajů - přímé měření, údaje z literatury, kvalifikované odhady
- validace získaných údajů - kontrola platnosti údajů
- vztažení získaných údajů k jednotkovému procesu a k funkční jednotce – sebrané údaje přepočítat na funkční jednotku
- zpřesnění hranic systému - při zpracovávání údajů může dojít k potřebě zmenšit nebo zvětšit výrobní systém kvůli zjištění, zda jsou nebo nejsou informace důležité
- alokace toku - je rozdělení vstupních a výstupních toků jednotkového procesu vzhledem k posuzovanému výrobnímu systému (nutná tam kde nevzniká jen jeden požadovaný meziprodukt, ale také další nepožadované produkty)
- interpretace výsledků

Úkolem inventarizační analýzy je sběr dat a posouzení jejich kvality (reprodukovatelnosti, věrohodnosti, transparentnosti, důvěrnosti). Jedná se o soubor vstupů (materiál, energie) a výstupů (obsahuje materiál ve formě hotových výrobků a odpadů do ovzduší, vody, půdy (ČURDA a FUCHSOVÁ, 1996). Podle FAVA (1997) představuje tato fáze hlavní praktickou část studie LCA, náročnou na čas, dostupnost dat a zkušenost zpracovatele studie s modelováním produktových systémů.

Fáze hodnocení dopadu životního cyklu (LCIA)

LCIA hodnotí důležitost potenciálních dopadů na životní prostředí na základě výsledků inventarizační analýzy. Výstupem z LCIA je soubor výsledků indikátorů různých kategorií dopadu. Kategorie dopadu je třída představující problém v životním prostředí, jenž je způsobován lidskou činností a ke kterému lze přiřadit výsledky inventarizace.

Základní kategorie dopadu:

- úbytek neobnovitelných (abiotických) zdrojů
- využívání krajiny (pokles množství využitelné krajiny)
- změny klimatu
- úbytek stratosférického ozónu
- humánní toxicita
- ekotoxicita (sladkovodní, mořská, terestrická)
- tvorba foto-oxidačních látek
- acidifikace
- eutrofizace

Fáze interpretace životního cyklu

Identifikace environmentálních problémů zkoumaného výrobního systému a hledání možností zaměřených na snížení spotřeby energie, surovin a dopadů na životní prostředí. V interpretaci dochází k propojení poznatku z inventarizační analýzy a hodnocení dopadů.

- identifikace významných problémů - cílem je vybrat ta data, jež se zásadní měrou podílejí na formulaci závěrů
- hodnocení - cílem hodnotící části LCA studie je zvýšit její důvěryhodnost. Toho se docílí sledováním spolehlivosti průběžných, závěrečných výsledků a především významných problémů. Hodnocení studie je třeba provádět v souladu s cílem a rozsahem studie a musí brát zřetel na zamýšlené použití výsledků.
- závěry a doporučení - cílem je určit závěry na základě předchozích postupů a zpracovat doporučení pro zadavatele studií LCA nebo LCIA (KOČÍ, 2008)

Nástroje LCA

Mnohé soukromé společnosti i státní organizace, které pracují na rozvoji metody LCA, se podílejí i na tvorbě databází a rozvoji aplikačních softwarů. Mezi nejznámější softwarové nástroje pro zpracování LCA patří GaBi (Pre International, Německo), SimaPro (Pré Consultants, Holandsko), Umberto (ifu Hamburg, Německo), Boustead Model (Boustead Consulting, Velká Británie). Tyto nástroje pracují s databázemi procesů a materiálů, které mohou být využity přímo při modelování životního cyklu produktu. Z nich pak program následně zkonstruuje inventarizační analýzu.

2.3.2 Ekologická stopa

Koncept ekologické stopy (ES) můžeme považovat za účetní nástroj pro počítání ekologických zdrojů. Různé kategorie lidské spotřeby jsou převedeny na plochy biologicky produktivních ploch, nezbytné k zajištění zdrojů a asimilaci odpadních produktů. (ANONYMUS 5, 2010)

Jako ekologická stopa se uvádí rozměr biologicky produktivní země, jejíž kapacita plně využívá hodnocení jedince, společnost, stát nebo celé lidstvo či určitá oblast lidské činnosti. Ekologická stopa je tedy mírou obnovitelné biologické kapacity (NÁTR, 2005).

2.4 Pěstování brambor

Brambory patří dle JUNA (1983) do čeledi lilkovitých (*Solanaceae Pers.*), rodu lilek (*Solanum Tourn.*), druh brambor hlíznatý (*Solanum tuberosum*), který zahrnuje 2000 druhů. Domovinou brambor je Jižní Amerika. Brambory jako jedna z nejdůležitějších plodin setrvávají nadále v ohnisku pozornosti jak spotřebitelů, tak pěstitelů i zpracovatelů (MIKULKA, 1997). Podle HAMOUZE (1994) má pěstování brambor kladný vliv na úrodnost půdy a příznivě působí na výnosy ostatních plodin v osevním postupu. Podle užití rozdělujeme brambory do „užitkových směrů“. Brambory konzumní (rané a ostatní) jsou určeny pro přímou spotřebu k lidské výživě, brambory na potravinářské (zušlechtěné) výrobky jsou určeny pro průmyslovou úpravu na výrobky mokré, smažené, sušené (loupané brambory, hranolky, lupínky, kaši, knedlíky apod.), brambory průmyslové se používají pro zpracování na škrob a líc, brambory sadbové se používají pro prodej na sadbu a brambory krmné slouží jako surovina pro výživu hospodářských zvířat. Z celkové produkce brambor v České republice se spotřebuje asi 40 - 45 % na lidskou výživu (HAMOUZ, 1994). Průměrná roční spotřeba konzumních brambor na jednoho obyvatele se podle JŮZLA et al. (2000) v ČR pohybuje v rozmezí 75 - 80 kg, z toho je asi 15 kg raných brambor.

2.4.1 Konvenční brambory

Na rozdíl od doby, kdy byly brambory pro většinu lidí hlavní základní potravinou a tehdejší spotřeba se pohybovala okolo 150 kg brambor na hlavu za rok, v poslední době byl ve většině zemí výrazný pokles. V České republice spotřeba dnes činí asi 75 kg na osobu za rok (HOUBA et al., 2007).

Nároky na stanoviště

Brambory pro konzumní a průmyslové účely se dají pěstovat ve všech výrobních oblastech. V typických bramborářských oblastech nalezneme lehčí až středně těžké půdy s dobře propustnou spodinou, slabě kyselou půdní reakcí pH 5,5 – 6,5, s dobrou úrovní staré půdní síly (pozemky pravidelně hnojeny organickými hnojivy, převážně drobtovité struktury, humózní), s hloubkou ornice nejméně 15 cm (HAMOUZ, 1994).

Zařazení v osevním postupu

Brambory nemají zvláštní požadavky na předplodinu, zejména jsou-li hnojeny statkovými hnojivy. Nejlepšími předplodinami jsou plodiny, které zanechávají v půdě velké množství organických zbytků, tj. jeteloviny a jetelotravní směsky. Dále jsou vhodné luskoviny a organicky hnojené plodiny, jako silážní kukuřice, cukrovka, krmná řepa. Brambory jsou po sobě pěstitelsky snášenlivé, ale neměly by se zařazovat na stejný pozemek dříve než čtvrtým, lépe pátým rokem, protože hrozí zamoření půd některými chorobami a hád'átkem bramborovým (VOKÁL, 2001).

Výživa a hnojení

Nejvhodnější organická hnojiva pod brambory jsou hnůj a kompost. Hnůj v obvyklé dávce 30 - 40 t.ha⁻¹ se zaorává v období od žní do konce října. Zelené hnojení je pro brambory velmi vhodné, je účelným doplňkem všech organických hnojiv a na půdách s dobrou starou půdní silou je může i nahradit. Z jednotlivých živin musí být velmi citlivý přístup zejména k hnojení dusíkem. Dusík podporuje velikost hlíz, vysoký výnos a lojovitou konzistenci dužniny. Na druhé straně přehnojení dusíkem a jeho pozdní aplikace prodlužují vegetační dobu, způsobují nevyzrálou hlíz v době sklizně, což má za následek vyšší mechanické poškození hlíz a vede ke zhoršení skladovatelnosti. Nadbytek dusíku také zvyšuje náchylnost porostů k napadení plísní bramborovou, zvyšuje obsah škodlivých dusičnanů v hlízách, snižuje obsah sušiny a škrobnatost, nehledě na ekonomické ztráty a ekologické důsledky při jeho snadném vyplavování z půdy. Dávky dusíku se stanoví podle užitkového směru brambor, délky vegetační doby, dávky hnoje, výrobní oblasti a předplodiny s ohledem na plánovaný výnos. Hnojení fosforem a draslíkem má svůj čas na podzim. Celou dávku těchto hnojiv zaoráme společně s organickými hnojivy.

Dusíkatá hnojiva se zásadně používají na jaře. Zpravidla se celá dávka nebo 80 – 90 % plánované dávky zapraví do půdy při kypření před sázením (VOKÁL, 2001).

Zpracování půdy do založení porostu

Po sklizni předplodiny se nejprve provede podmítka, tj. mělké zkypření půdy do hloubky 80 - 100 mm (VOKÁL, 2001). Podmítku provádíme co nejdříve po sklizni předplodiny, abychom šetřili půdní vláhu. Podmítáme radličnými nebo talířovými podmítači na hloubku 8 -12 cm, na hlubších půdách až 15 cm (HAMOUZ, 1994).

Hlavním cílem je zamezit ztrátám vody z utužené půdy. Po podmítce je třeba povrch pozemku branami uvláčet a poté nasít meziplodinu na zelení hnojení. Před podzimní orbou pak aplikovat chlévský hnůj a fosforečná, draselná a hořečnatá hnojiva. Podzimní orba je základním opatřením klasického zpracování půdy s mnohonásobným účinkem. K podzimní orbě se musí přistoupit bezprostředně po aplikaci hnoje nebo jiných organických hnojiv, aby nemohlo dojít k úniku a ztrátám živin. Zelené hnojení zapravujeme buď přímo (při výšce rostlin do 250 mm), nebo po uválení či udusání. Důležité je promísení hnoje, zelené hmoty a průmyslových hnojiv s půdou a důkladné zaklopení všech částí, aby mohlo dojít k rozkladu organické hmoty. Nejvhodnější termín pro provedení podzimní orby je ve většině oblastí kolem poloviny října (VOKÁL, 2001).

Ošetřování během vegetace – mechanické, chemické

V období od výsadby do zapojení porostu je nutné hubit plevely a pečovat o příznivý fyzikální stav půdy (HAMOUZ, 1994). Od sázení do vzejití porostu se provádí mechanické kultivace. Jedná se o systém vláčení a proorávek provádějících po sobě v určitém časovém sledu. Těsně před vzejitím brambor se aplikuje preemergentní herbicid. Jako první zásah po sázení, po kterém je nad hlízou 100-150 mm kypré ornice, by mělo následovat vláčení síťovými branami s krátkými hřeby. Tam, kde se nepodaří při sázení nahrnout nad sadbovou hlízu předpokládaných 100 - 150 mm ornice, nelze ihned vláčet, ale provede se proorávka naslepo, po které by hrůbky měly zůstat vysoké alespoň 220 - 250 mm. Po proorávce naslepo následuje vláčení, které rozdrťí hroudy a hlavně ničí klíčící plevely. Nahrnování je poslední mechanický zásah v porostech brambor, prováděný těsně před zapojením porostu mezi řádky. Při této operaci se používají výlučně hrobkovací tělesa, a to na hloubku

40 - 60 mm s nahrnutím 30 - 60 mm půdy ke stonkům brambor (VOKÁL, 2001).

Ochrana proti škodlivým činitelům je jedním z nejdůležitějších úseků při pěstování brambor, a to u všech užitkových směrů. Mezi významné škůdce brambor patří mandelinka bramborová. Škodí jak brouci, tak larvy, nejvíce v teplých oblastech, kde tento škůdce může vytvořit dvě generace. Při silném přemnožení můžou způsobovat holožír a tak podstatně redukovat výnos (VOKÁL, 2001). Podle HAMOUZE (1994) spočívá ochrana proti mandelince bramborové v chemickém ošetřování při překročení kritických hodnot výskytu, tj. 100 brouků.ha⁻¹ v květnu a červnu nebo při výskytu 5000 larev.ha⁻¹, tj. při výskytu 1 larvy cca na každém desátém trsu. Příklady chemických přípravků proti mandelince – Ambush 25 DP (dávka 0,3 kg – postřik se provádí 1 x), Bancol 50 WP (0,5 kg – postřik se provádí 2 x), Phposdrin 24 EC (1 litr – postřik 2 x) atd.

Sklizeň, posklizňové ošetření a skladování

Konzumní i průmyslové brambory sklízíme v plné zralosti, kdy odumírá, žloutne a zasychá nať, hlízy odpadávají od stonků, slupka je pevná a neodlupuje se (VOKÁL, 2001).

Vlastní sklizeň je možné provádět třemi způsoby:

- ručním sběrem a vyorávačem – menší poškození hlíz, vhodné pro malé plochy, svažitě pozemky nad 8° a při sklizni raných konzumních brambor, na silně kamenitých půdách
- přímou sklizní kombinovaným sklízečem – vhodná pro sklizeň na malých plochách, nepoužívat při sklizni těžké traktory se širokými pneumatikami (poškozují brambory v hrůbcích)
- dělenou sklizní – v první operaci se vyorají dva řádky vyorávačem na povrch pole a potom je sbírá jednořádkový sklízeč se sběracím ústrojím

Teplota hlíz při mechanizované sklizni by neměla klesnout pod 8 – 10 °C, kdy jsou hlízy náchylnější k poranění. Neměla by přestoupit 20 °C a není vhodné sklízet za deštivého počasí, protože v obou případech se zvyšuje riziko šíření mokré bakteriální hniloby (HAMOUZ, 1994). Zdravé nepoškozené, zralé brambory se zpevněnou slupkou a sklizené za dobrého počasí mohou být v odpovídajících prostorech skladovány bez problémů. Skladovací období se skládá z fází osoušení, hnojení, zchlazování, klidu a ohřívání hlíz (VOKÁL, 2001).

2.4.2 Ekologické brambory

Pěstování brambor v ekologických zemědělských systémech je značně náročné. Pro dosažení uspokojivého výnosu a dobré kvality hlíz je nutné především zvolit správný osevní sled, vybrat vhodnou odrůdu, optimalizovat organické hnojení a ostatní agrotechnické zásahy. Velmi důležité je využití biologických a ostatních povolených prostředků k ochraně porostů. Správná volba odrůdy se týká především její odolnosti k napadení natě a hlíz plísní bramborovou, ale i její náročnosti na zásobu přijatých živin v půdě v průběhu vegetace. Základním opatřením v oblasti hnojení brambor v podmínkách ekologického hospodaření je aplikace organických hnojiv. Stájová hnojiva se uplatňují pouze z vlastní uzavřené (organické) produkce a patří k nim zejména vyžrálý chlévský hnůj. Jeho dávka by neměla překročit 40-50 t na 1 ha. Zelené hnojení je třeba po sklizni předplodiny použít vždy, přednost mají směsky mezplodin s podílem vikvovitých. Průmyslová hnojiva se nepoužívají, ale pro zvýšení obsahu hořčíku i vápníku v půdě je možné použít horninové substráty s vyhovujícím obsahem rizikových prvků (VOKÁL, 2001).

Nároky na stanoviště

Z půdních nároků je brambor dle DIVIŠE a ZLATOHLÁVKOVÉ (2007) charakterizován jako humifilní čili vlhkomilná plodina. Brambory však reagují obzvláště citlivě na dlouhá období mokra či sucha během květu a tvorby hlíz (HRADIL, 2007). DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ (2007) doporučují pro pěstování brambor hlinito-písčité až písčito-hlinité půdy s vyšším obsahem humusu. Nejvhodnější půdy jsou lehké až středně těžké, nepříliš kamenité a hlubší půdy s vyrovnaným vodním režimem a s pH 5,5 až 7 (HRADIL, 2007).

Zařazení v osevním postupu

Tvorba osevního postupu má v ekologickém zemědělství podstatně větší význam než v zemědělství konvenčním (KÖLSCH a STÖPPLER, 1990). Brambory tvoří základ osevního postupu, regulují a snižují zaplevelení pozemku, příznivě působí na půdu a podílejí se na ekonomické stabilitě podniku (NEUERBURG a PADEL, 1994). V osevním postupu dodržovat odstup alespoň 4 roky (včetně raných brambor), (HRADIL, 2007). Kratší interval pěstování brambor po sobě zvyšuje dle DIVIŠE a ZLATOHLÁVKOVÉ (2007) tlak plísní bramboru, vločkovitost hlíz, obecně strupovitost. Zvláště významný je nárůst výskytu mandelinky bramborové.

Je nutné brát ohled na svažitost pozemků (maximálně do 8 %), na podíl kamene v ornici, na možnosti techniky a na vhodnou půdní reakci (pH/KCl 5,5 - 6,5), (NEUERBURG a PADEL, 1994). Brambory mají vysoké nároky na živiny, proto rostou obzvlášť dobře po předplodinách, které zvyšují půdní úrodnost a zlepšují strukturu půdy (HRADIL, 2007). Vhodné jsou všechny předplodiny, které zanechávají zralou, prokořeněnou ornici s dostatkem živin při mineralizaci – jetel, jetelotrávy. Brambory jsou nejčastěji pěstovány po obilninách. Zde je vhodné jejich předplodinovou hodnotu zlepšit zeleným hnojením (DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ, 2007).

Zelenému hnojení se připisuje velký vliv na snížení strupovitosti hlíz (NEUERBURG a PADEL, 1994). Brambory zanechávají v půdě malé množství posklizňových zbytků a jejich vysoká předplodinová hodnota je dána hnojením hnojem (DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ, 2007). Zanechávají v půdě velké množství přístupného dusíku ohroženého vymýváním, proto by po nich měly být pěstovány plodiny, které dusík na podzim dobře využijí např. ozimé obiloviny nebo pícniny (HRADIL, 2007).

Výživa a hnojení

V ekologickém zemědělství jsou základními hnojivy pro brambory hnůj, zelené hnojení a kompost. Hnůj musí být dobře uleželý a je vhodné použít nižší dávky 20 - 30 t.ha⁻¹. Vyšší dávky mohou nepříznivě ovlivnit kvalitu hlíz (NEUERBURG a PADEL, 1994). Chlévský hnůj zapravujeme na podzim. K meziplodině nebo na slámu je vhodné upravení poměru C:N aplikovat kejdu nebo močůvku (DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ, 2007). Na jaře by měly brambory dostat ještě dřevěný popel a extra dávku hnojiva (BRUNSOVY, 2010).

Zpracování půdy a hnojení

Vzájemné působení s ostatními zásahy (osevní postup, hnojení, technika sázení) a vlivy, částečně ležící mimo aktivní jednání (např. nemoci) je rozmanité (KÖLSCH a STÖPPLER, 1990). Brambory zanechávají pozemek pro následnou plodinu zpravidla velmi čistý (HRADIL, 2007). Po sklizni obilnin navrhuje DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ (2007) podmítku. Pečlivá příprava půdy náradím s pasivním nebo aktivním pracovním ústrojím před sázením do hloubky 180 – 200 mm dává předpoklad kvalitní výsadby, redukce plevelů a rovnoměrného a rychlého vzcházení.

Ošetření během vegetace – mechanické a chemické

Pro regulaci zaplevelení se používají síťové brány, neboť jsou lehké a snadno kopírují povrch půdy (hrůbky). Lze použít i prutové brány. Účinné je střídání vláčení a proorávky. Tento postup lze naslepo provádět až do vzejití rostlin. Další kultivaci v porostu lze provádět v době, kdy rostliny dosahují výšky 8 – 10 cm. Zásadami kultivace během vegetace je provádět je včas (nejlépe při klíčení plevelů anebo ve stádiu 2 listů), používat lehké traktory s úzkými pneumatikami a omezit poškození natě a stolonů. Poslední operací (hrůbkováním) by měl být vytvořen dobře zformovaný hrůbek, který omezuje výskyt plísňě bramborové na hlízách, výskyt zelených hlíz, atd. (VOJTĚCH, 2010).

Sklizeň, posklizňové ošetření a skladování

Před sklizní se vykopáním zkušebního vzorku posoudí velikost hlíz, obsah škrobu, pevnost slupky (zkouška palcem), napadení drátovcem nebo kořenomorkou (HRADIL, 2007). Zničením natě před sklizní se zabrání napadení hlíz spórami plísňě bramboru. Sklizeň by měla probíhat za teplot minimálně 10 °C. Sklizeň se neprovádí za deště, i mírného, a po dešti. Brambory skladujeme v podmínkách, které zabraňují vzniku ztrát. Skladovací teplota pro konzumní brambory je 4-7 °C a relativní vlhkost 85-95 % (DIVIŠ a ZLATOHLÁVKOVÁ, 2007). Brambory na uskladnění se sklízí od srpna do října. Musí se zabránit delšímu vystavení světlu (hlízy zelenají).

Teplota při skladování je rozdílná podle účelu využití brambor:

- sadba – 3 - 4 °C
- dlouhodobé skladování – 4 - 5 °C
- krátkodobé skladování – 5 - 8 °C (NEUERBURG, PADEL, 1994)

2.4.3 Porovnání ekologicky a konvenčně pěstovaných brambor

Hlavní rozdíly mezi konvenčním a ekologickým zemědělstvím je zobrazen v Tabulce č. 8.

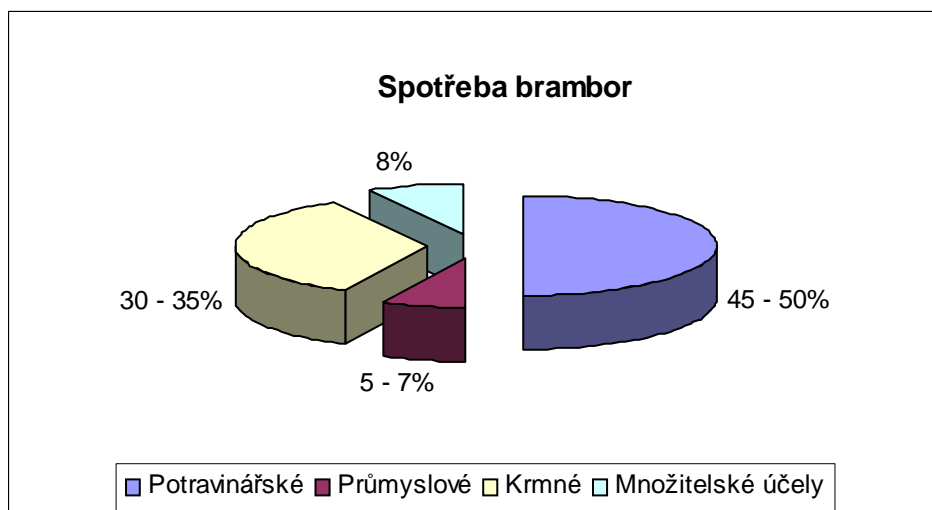
Tabulka č. 8. Rozdíl - ekologické a konvenční zemědělství

	Ekologické zemědělství	Konvenční zemědělství
Toky látek a energií	uzavřené toky, snaha co nejvíce využívat místní zdroje, minimalizovat ztráty a náklady	otevřené, závislé na vnějších vstupech
Hnojiva	organická	uměle vytvořená
Chemické prostředky	nevyužívá	Využívá
Výnosy	produkce kvalitních potravin a krmiv o vysoké nutriční hodnotě v dostatečném množství	snaha o maximalizaci výnosů
Vliv hospodaření na půdu	snaha udržovat a zlepšovat úrodnost půdy, minimalizovat požívání neobnovitelných zdrojů	zhoršení půdních vlastností, utužení půdy, náchylnost půdy k erozi, kontaminace půdy reziduí pesticidy, nadměrné vyčerpávání zdrojů
Vliv na rozmanitost	snaha uchovat přírodní ekosystémy v krajině, chránit přírodu a její diverzitu	způsobuje snížení diverzity v krajině

2.5 Zpracování brambor

Brambory se pěstují pro potravinářské, průmyslové, krmné a množitelské účely – Graf č. 3. Hlavní užití brambor spočívá v přímé spotřebě obyvatelstvem, kde se uplatní 45 - 50 % sklizně. Průmyslově (na výrobu škrobových derivátů a lihu) se zpracovává 5 až 7 % vypěstovaných brambor. Spotřeba meziprojektu, kam je zahrnuta sadba, výroba krmiv, přírodní spotřeba přímé zkrmování, činí 30 až 35 % produkce.

Diplomová práce se zabývá pouze zpracováním konzumních brambor.



Graf č. 3. Spotřeba brambor v ČR (zdroj: MALEŘ, 1994)

2.5.1 Konzumní brambory

MALEŘ (1994) tvrdí, že je spotřeba brambor pro konzumní účely dlouhodobě stabilní, a to v rozmezí 70 až 87 kg na osobu a rok. Většina brambor zůstává uskladněna u výrobců. Uskladnění u spotřebitelů činí pouze 10 až 15 %.

Podle účelu užití jsou konzumní brambory určeny pro:

- zásobování a přímou spotřebu
- zpracování na zušlechtěné potravinářské výrobky

Mezi hlavní zušlechtěné výrobky z brambor patří:

- syrové loupané brambory
- před smažením bramborové hranolky a lupínky
- dehydrované bramborové kostky
- bramborové krokety
- sterilizované a pasterizované brambory
- bramborové vločky
- bramborová mouka, mražená bramborová kaše, bramborové knedlíky aj.

2.5.2 Loupané brambory

Bramborové hlízy se vyklápějí z dopravních prostředků na příjmový dopravník, který je dopravuje do pračky. Při předpírání se odstraní kameny, hroudy a další příměsi. Znečištěná voda se odvádí do přeřadu. Předepřané brambory padají do žlabu šnekového dopravníku, kam se na ně přivádí voda. Oprané brambory se

dopravují do vyrovnávacího zásobníku nad loupací zařízení. Odtud postupují do bubnového dávkovače. Buben dávkuje hlízy do loupacího zařízení. Čas loupání je nastavitelný. Oloupané hlízy vypadají na vynášecí dopravník. Slupky se shromažďují zpravidla v kontejneru. Oloupané hlízy se opět perou v pračce. Ručně je dočistějí pracovníce rozmístěné kolem manipulačního stolu, v jehož středu se na pásu pohybují oloupané brambory. Dočištěné brambory, které pouštějí pracovníce do otvorů stolů, jsou svedeny do sběrného zásobníku. Dočištěné brambory se dopravují (pásovými dopravníky) k sulfitovacímu zařízení, v němž se ponoří asi na 60 sekund do 0,8 % roztoku louhu hydroxidu sodného (NaHSO_3). Louh se mění po průchodu asi 2 tun brambor. Po sulfitování je možno oloupané brambory skladovat při teplotě $+3\text{ }^\circ\text{C}$ do 36 hodin. Oloupané a konzervované brambory je možno porcovat a balit do fólie PVC na balicích automatech (MALEŘ, 1994).

2.5.3 Hranolky a lupínky

Velká část hranolků se do ČR dováží. Hranolky vyrábí v ČR Friall, s.r.o. Tábor, Fritagro Nížkov, s.r.o. a Mrazírny Brtnice. Průmyslově vyráběné předsmažené bramborové hranolky se dodávají tak, že se vytříděné hlízy po oloupání nakrájí na požadované tvary, vytřídí, blanšírují, fritují a zamrazí. Takový výrobek má asi 10 % tuku, před podáváním se krátce dosmaží nebo dopeče v troubě (HOUBA et al., 2007).

2.5.4 Bramborová kaše

Sušení brambor představuje nejlepší, ale také nejdražší způsob konzervace brambor. Výroba bramborových vloček probíhá na válcových sušárnách. Na výrobu jsou potřeba odrůdy s vysokou škrobnatostí. Kvalitní bramborové vločky se vyrábějí vařením brambor a sušením - vařená a rozdrcená hmota se nanáší na povrch sušícího válce, čistící válečky odstraňují slupky a nečistoty. Hodnota usušených vloček je dána kvalitou surovin. Bramborové vločky mají mít světlou barvu a příjemnou bramborovou chuť a vůni. Vlhkost je 14 až 10 %, někdy i méně. Vločky vyrábějí u nás Natura a.s, Medipo Agras spol. s.r.o. a Bramborárna Vatín. Výroba se pohybuje mezi 3 až 4 tisíci tunami. Toto množství pro český trh nestačí, a tak si řada výrobců vločky a mouku (u nás se spíše používá výraz kaše) dováží (HOUBA et al., 2007).

3 Metodika

Diplomová práce je součástí česko-rakouského projektu M00080 – Sustainable Kitchen „Možnosti stravovacích zařízení při redukci emisí oxidu uhličitého“ z programu Evropské územní spolupráce (EUS).

Cílem této práce bylo ověřit hypotézu, že je z environmentálního hlediska (produkce skleníkových plynů) vhodnější využívat ve stravovacích zařízeních regionální, ekologicky pěstované a čerstvé brambory než brambory dovážené, konvenčně pěstované, zpracované na polotovary a dlouhodobě skladované.

K výpočtu emisí CO₂ byl použit softwarový program SimaPro (místo původně plánované databáze GEMNIS z důvodu sjednocení s Rakouskými partnery projektu). Tento nástroj využívá databáze Ecoinvent a slouží k modelování životního cyklu daného výrobku v souladu s ČSN EN ISO 14040 a ČSN EN ISO 14044.

Dílčí kroky:

1. Výběr pracovišť, výběr nejvíce konzumovaných potravin
2. LCA modelové suroviny

3.1 Výběr pracovišť a zjištění skladby používaných surovin

Výběr partnerských pracovišť probíhal v relaci k metodice projektu SUKI tak, aby v souladu s Programem EUS byli do projektu zapojeni zástupci všech partnerských příhraničních regionů. Na rakouské straně region Dolní Rakousko, Horní Rakousko a Vídeň a na české straně regiony Jihočeský kraj, Vysočina a Jihomoravský kraj. Vybraná stravovací zařízení zobrazuje Tabulka č. 9.

Výběr potravin ve stravovacích zařízeních probíhal na základě množstevního zastoupení. V každém stravovacím zařízení byl stanoven seznam nejvíce používaných potravin, jejichž souhrnný objem činil alespoň 85 % celkové spotřeby potravinových surovin. Pro účel výzkumu v diplomové práci byly stanoveny za modelovou surovinu brambory. Spotřebu modelové suroviny v jednotlivých českých zařízeních zobrazuje Tabulka č. 10.

Tabulka č. 9. Přehled vybraných stravovacích zařízení

Rakousko	Česká republika
Vídeň - Erste Bank-Restaurants - Krankenhausküche Otto-Wagner – Spital	Jihočeský kraj - Menza JU České Budějovice - Základní a mateřská škola Sezimovo Ústí
Horní Rakousko - Landtagsküche Linz - Landeskrankenhaus Rohrbach	Kraj Vysočina Stravovací zařízení Střední odborné školy obchodu a služeb v Jihlavě (SŠOS) - 1. Jídelna v ul. Karoliny Světlé - 2. Jídelna v ul. Na Stoupách
Dolní Rakousko - Landhausküche St. Pölten HBLA für Wein- und Obstbau in Klosteneuburg	Jihomoravský kraj - Základní škola - Herčíkova 19 Brno

Tabulka č. 10. Spotřeba brambor ve vybraných stravovacích zařízeních

Vybrané zařízení	Spotřeba brambor v kg
České Budějovice – Menza JU	152 138
Jihlava – SŠOS- Karoliny Světlé 2	14 381
Jihlava – SŠOS – Na Stoupách	17 019
Brno - Základní škola - Herčíkova 19	13 560
Sezimovo Ústí - Základní a mateřská škola	5 479

Následně byla modelová surovina (brambory) rozdělena do jednotlivých skupin, pro které se dělala analýza životního cyklu výrobku (LCA). Dělení do skupin bylo podle konečných výrobků z brambor. Graficky je dělení znázorněno na Obrázku č. 2. a č. 3.

dle formy produktu

- nezpracované
- zpracované (kaše, hranolky, oloupané brambory)

dle systému pěstování

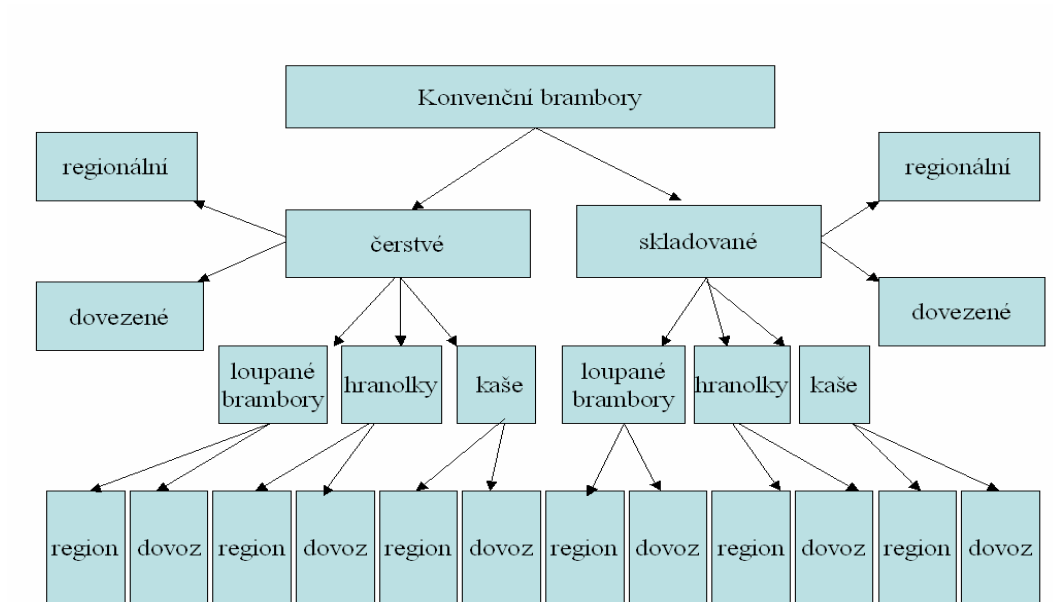
- ekologické
- konvenční

dle sezónnosti

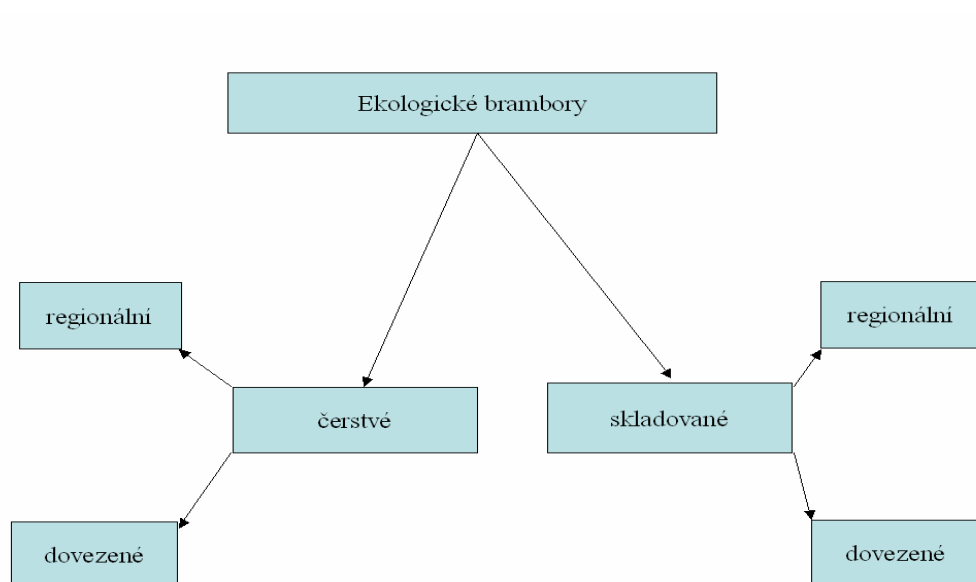
- čerstvé
- skladované

dle původu

- regionální
- dovezené



Obrázek č. 2. Grafické znázornění dělení výrobků z konvenčních brambor



Obrázek č. 3. Grafické znázornění dělení výrobků z ekologických brambor

Produkty zpracování brambor v ekologickém zemědělství (bio hranolky, bio kaše atd.) nebyly v diplomové práci hodnoceny z důvodu absence firem se zaměřením na zpracování bio brambor v České republice.

3.2 Životní cyklus výrobku (LCA) vybraných surovin

3.2.1 Definice cílů a rozsahu

Účel a cíl studie

Cílem studie bylo zjistit, zda bude z environmentálního hlediska vhodnější používat ve stravovacích zařízeních brambory z regionální produkce nebo dovezené, čerstvé nebo polotovary a ekologicky nebo konvenčně vypěstované.

Cílovou skupinou, které jsou adresovány výsledky studie, tvoří pracovníci zúčastněných zařízení a to zejména ředitelé škol, vedoucí kuchyní, ale i řadoví pracovníci – kuchaři a kuchařky. Výsledky stejně tak mohou posloužit zemědělcům a distribučním společnostem, které mají také zájem se zapojit do procesu snižování emisí. Na základě těchto výsledků bude možné identifikovat nejdůležitější zdroje spotřeby energie v celém životním cyklu produktu a navrhnout stravovacím zařízením možnosti v přechodu k environmentálně přijatelnějším formám přípravy jídel.

Rozsah studie

1) Hranice systému

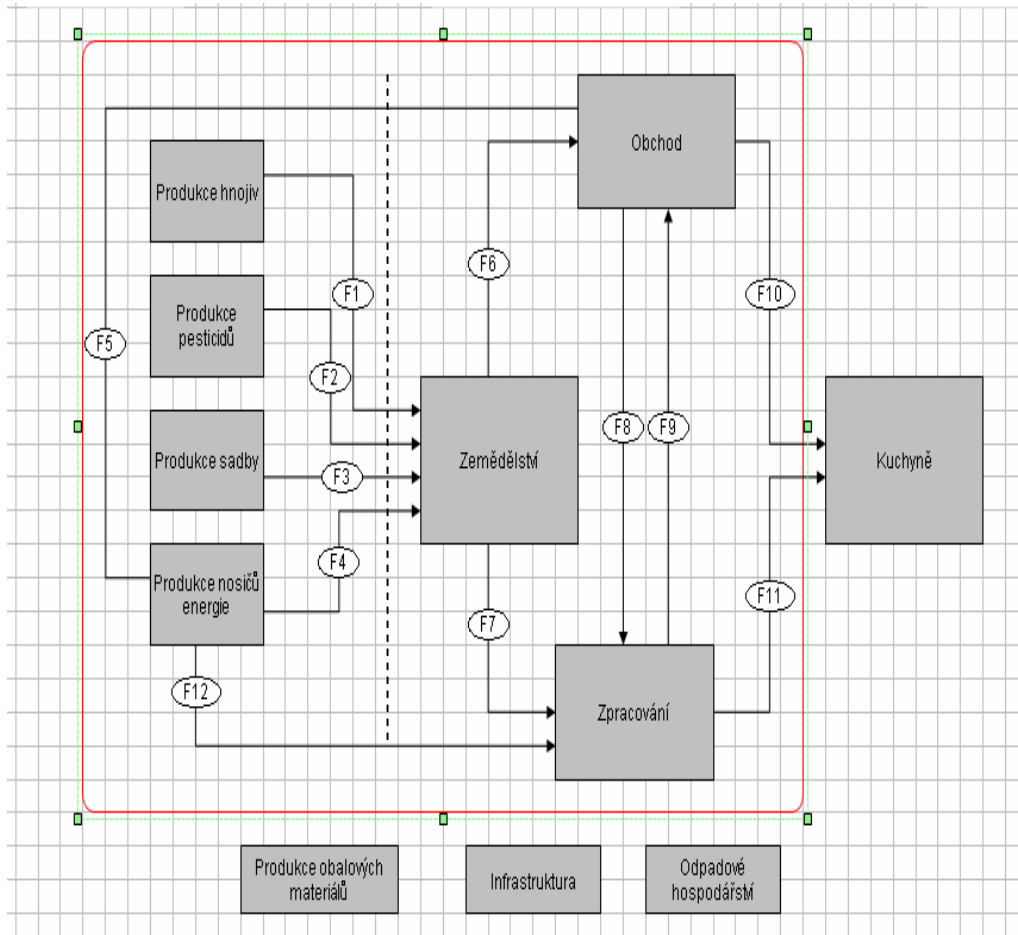
Celkové znázornění systému je vyobrazeno v Obrázku č. 4. Procesy zahrnuté v našem systému byly rozděleny do 3 skupin. Před-procesy zahrnují procesy, do nichž nezískáváme primární data a používáme hodnoty z dostupných databází.

Těmito procesy jsou:

- produkce minerálních hnojiv
- produkce osiva a sadby
- produkce pesticidů
- produkce nosičů energie

Systémové procesy jsou procesy, pro které získáváme primární data, v případě nemožnosti jejich získání využíváme literaturu, či databáze. Mezi tyto procesy patří - zemědělství, zpracování, transport.

Mimo hranice systému byly definovány procesy odpadového hospodářství a infrastruktury. Vyloučení mimo systém znamená, že žádné vstupy, výstupy ani toky mezi těmito procesy a procesy v systémových hranicích nejsou počítány.



Obrázek č. 4. Hranice systému (Zdroj: autor na základě programu STAN)

[Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft Technische Universität Wien]

2) Funkční jednotka

Jako funkční jednotka byl definován 1 kg produktu (např. 1 kg hranolků, z ekologických čerstvých regionálních brambor)

3) Kvalita dat

Do studie byla využita jak data primární, která byla získávána přímým dotazováním farmářů, zpracovatelských a distribučních společností, tak data převzatá z literatury. Z územního hlediska byla primárně používána data z České republiky, která byla doplněna o data z databáze Ecoinvent, (tato data splňovala územní příslušnost

k Evropě a ostatní námi vytyčené parametry kvality dat).

Z hlediska časového byla primární data aktuální pro roky 2009-2011 a sekundární data pro roky 2000-2011. S ohledem na zvolenou technologii byla vybírána taková data, která svým charakterem odpovídají průměrně využívaným technologiím.

4) Alokační postupy

Veškeré použité alokační postupy ve studii byly dělány na základě ekonomické analýzy hlavního produktu a produktu vedlejšího (by-product).

3.2.2 Inventarizační analýza

V inventarizační analýze byly namodelovány všechny vstupy, výstupy a toky v námi vytyčeném modelu (Obrázek č. 4).

Zjišťování dat

Pro kvantifikování vstupů a výstupů bylo nutné získat konkrétní data vztahující se ke sledované potravíně.

1) Primární data

Pro sběr dat byly vypracovány tři typy dotazníků – pro obchodníky, zpracovatele a zemědělce (viz. příložené cd). Dotazníky byly po předběžné konzultaci a zjištění ochoty komunikovat zasílány respondentům, případně s nimi byly vyplňovány osobně. Prioritně byli osloveni dodavatelé, zpracovatelé a producenti brambor, kteří dodávají brambory do vybraných stravovacích zařízení.

Doplňkové informace byly získávány telefonicky nebo zprostředkovaně pomocí poradců EPOS (Spolek poradců pro ekologické zemědělství) v Brně.

2) Sekundární data

Vzhledem k očekávané variabilitě primárních dat i relativně malému počtu respondentů byla primární data získaná z dotazníků vyhodnocována, a porovnávána s daty z literatury. Pro účely výzkumu byly jako hlavní zdroj sekundárních dat zvoleny:

Pro zemědělské procesy

- normativy zemědělských výrobních technologií
- odborná literatura

- metodiky pěstitelských technologií

- konzultace s experty

Pro zpracovatelské procesy

- odborná literatura

- metodiky zpracovatelských technologií

- konzultace s experty

Pro distribuční procesy

- odborná literatura

- konzultace s experty

Popis vstupů a výstupů

1) Předřazené procesy

Předřazené procesy, v našem systému znamenají, že byly započítány do systémových hranic výroby a jejich environmentální dopady, nicméně nebyla k nim zjišťována primární data, ale byla využita data z databáze Ecoinvent. V rámci produkce organických hnojiv byly využity výsledky z databáze nadefinované PLCHEM (2011, ústní sdělení). Důležité je zachovat definovanou kvalitu dat. Do předřazených procesů byla započítána:

- produkce minerálních hnojiv
- produkce osiva a sadby
- produkce pesticidů
- produkce nosičů energie

2) Procesy výrobního systému

Pro procesy definované jako procesy výrobního systému platí, že sami zadáváme primární data (tato data jsou zjištěna buď na základě vlastního dotazníkového šetření, či na základě literárně dostupných dat, či použitím dat z databází).

a) zemědělství

Proces „zemědělství“ je složen z několika dílčích procesů. (operace na poli, zemědělské vstupy a emise vzniklé z aplikace hnojiv tkz. polní emise). Podle KAVKY (2006) byla zjištěna spotřeba paliv pro danou operaci na hektar. Na základě dotazníkového šetření a rozhovorů se zemědělci bylo zjištěno, kolikrát se daná operace provádí za jeden vegetační cyklus a jaké množství zemědělských vstupů se používá za sezónu na hektar. Pomocí těchto informací a hodnot získaných z databáze

SimaPro, byl v programu MS Excel vypočten počet kilogramů ekvivalentu oxidu uhličitého na 1 kilogram brambor (CO₂ eqv. na 1 kg brambor).

Hodnoty parametrů vztažených k jednotlivým procesům byly přepočítávány na 1 ha vypěstované plodiny. Dílčí procesy agrotechnické operace byly definovány pomocí spotřeby pohonných hmot při agrotechnických operacích (např. válení, orba, podmítka). Kromě spotřeby pohonných hmot bylo nutné do dílčího procesu hnojení započítat množství a druh použitých hnojiv, do procesu aplikace prostředků na ochranu rostlin množství a druh použitých herbicidů, pesticidů a insekticidů, do procesu sadba množství a druh sadby (ekologická, konvenční). Do procesu zemědělství byly ještě započítány přímé a nepřímé emise N₂O uvolňované při aplikaci minerálních a organických dusíkatých hnojiv. Tyto emise byly spočítány dle metodiky IPPC (DE KLEIN, 2006), doplněné o český národní report k inventarizaci skleníkových plynů, sekce 2009). Tato metodika je popsána v Tabulce č. 11., parametry nutné k výpočtu jsou uvedeny v Tabulce č. 12. Emise vzniklé z aplikace pesticidů na pole jsou zanedbatelné a nebylo s nimi v procesu počítáno.

Tabulka č. 12. Metodika IPPC pro výpočty emisí oxidu dusného (Zdroj: DE KLEIN, 2006)

Celkové emise oxidu dusného	
$N_2O = N_2O_{DIRECT} + N_2O_{INDIRECT}$	
$N_2O_{PŘÍMÉ}$	roční přímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha)
$N_2O_{NEPŘÍMÉ}$	roční nepřímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha)
Přímé emise oxidu dusného	
$N_2O - N_{DIRECT} = (F_{SN} + F_{ON}) * EF_1$	
$N_2O_{DIRECT} = N_2O - N_{DIRECT} * (44/28)$	
F_{SN}	roční dávka syntetických hnojiv (kg N/ha)
F_{ON}	roční dávka organických hnojiv (kg N/ha)
EF_1	emisní faktor pro emise oxidu dusného (kg N ₂ O – N)
Syntetická hnojiva	Organická hnojiva
$F_{SN} = N_{FERT} * (1 - Frac_{GASF})$	$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$
N_{FERT} : roční množství aplikovaného hnojiva (kg N/ha)	F_{AM} : roční množství aplikovaného (kg N/ ha)
$Frac_{GASF}$: frakce dusíkatých ztrát přes NH ₃ a NO _x	F_{SEW} : roční množství aplikovaného živočišného odpadu (kg N/ ha)
	F_{COMP} : roční množství aplikovaného kompostu (kg N/ ha)
	F_{OOA} : roční množství jiného aplikovaného organického hnojiva (kg N/ ha)

Nepřímé emise oxidu dusného	
$N_2O -N_{INDIRECT} = N_2O_{(G)} + N_2O_{(L)}$	
$N_2O_{INDIRECT} = N_2O -N_{INDIRECT} * (44/28)$	
$N_2O_{(G)}$ emise z atmosférické depozice NH_3 a NO_x (kg N/rok)	
$N_2O_{(L)}$ emise způsobené průsakem a splachem N (kg N/rok)	
Atmosférická depozice	Průsak a splach
$N_2O_{(G)} = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{ON}) * Frac_{GASM}] * EF_4$	$N_2O_{(L)} = (F_{SN} + F_{ON}) * Frac_{LEACH} * EF_5$
$Frac_{GASF}$: Frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 and NO_x , kg NH_3-N a NO_x	$Frac_{LEACH}$: Frakce dusíkových ztrát skrz průsak a splach
$Frac_{GASM}$: frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_x ,	EF_5 : emisní faktor pro průsak a splach
EF_4 : emisní faktor pro N-volatilizaci	

Tabulka č. 13. Parametry použité při výpočtu IPCC metodiky (Zdroj: DE KLEIN, 2006)

Parametr	Použitá hodnota	Zdroj
EF1	0,0125	český národní report
EF4	0,01	český národní report
EF5	0,025	český národní report
FracGASF	0,1	český národní report
FracGASM	0,2	český národní report
FracLEACH	0,3	český národní report

b) zpracování

Do procesu „zpracování“ byly zahrnuty všechny procesy vedoucí k výrobě konečného produktu. V procesu byly zohledňovány dopady na životní prostředí způsobené používáním strojů. Proces používání strojů byl definován na základě přímé spotřeby pohonných hmot, plynu či elektřiny na jednotku produktu. Takto získané údaje byly přepočteny na spotřebu energie na kg výrobku a společně s daty z databáze SimaPro byla v MS Excel vypočtena hodnota ekvivalentu CO_2 při jednotlivých zpracovatelských procesech.

c) obchod

Do procesu obchod byly zahrnuty dílčí procesy doprava a skladování. Dílčí proces dopravy byl definován pomocí spotřeby pohonných hmot, ujeté vzdálenosti a množství přepraveného nákladu. Dílčí proces skladování byl definován pomocí

spotřeby energie (elektrické) nutné na skladování určité jednotky produktu. Také bylo zohledněno časové období skladování produktu. V MS Excel bylo opět s pomocí údajů z databáze spočítáno množství CO₂ eqv. na kg produktu.

3.2.3 Posuzování dopadů

Pro výpočet emisí oxidu uhličitého byla zvolena metoda ReCiPe 2008, integrovaná do softwaru SimaPro. Naposledy byla aktualizována v listopadu 2009 [SimaPro 7, 2009] a momentálně disponuje nejnovějšími zveřejněnými údaji o potenciálech skleníkových plynů. Midpoints jsou indikátory účinnosti, které rozlišují mezi emisemi škodlivin a vlastním poškozením, např. potenciál skleníkových plynů, okyselení a tvorba ozónu. Endpoints nebo také „kategorie škod“ se vztahují přímo na škody, např. poškození lidského zdraví, ekologických systémů nebo zdrojů. Spojení obou rovin do jedné metody pak vytváří solidní základ pro provedení ekologické bilance.

Při výpočtu pomocí metody ReCiPe 2008 se berou v potaz tři perspektivy:

- Individualista (I): posuzuje krátký časový horizont a nezpochybnitelný typ účinku
- Hierarchista (H): založeno na obvyklých principech
- Egalitarián (E): používat jen s opatrností, protože jsou aplikovány dlouhé časové horizonty a ne zcela úplně vyvinuté typy účinku

Na základě zkušeností z praxe a na základě adaptace ISO 14044 byla zvolena perspektiva H v časovém horizontu 100 let.

3.2.4 Interpretace životního cyklu produktu

Cílem poslední fáze LCA bylo vyhodnotit environmentální problémy výrobního systému a hledat možnosti snížení spotřeby energie a dopadů na životní prostředí. Následující kapitola popisuje výsledky získané při provádění LCA analýzy u brambor.

4 Výsledky

V kapitole výsledky jsou vždy v první části uspořádána a popsána zjištěná vstupní data, v druhé části dochází k jejich interpretaci do výsledků. V podstatě se jedná o praktickou část LCA, kde v první části je provedena inventarizační analýza a v druhé části posuzování dopadů a interpretace výsledků.

Zemědělství – vstupní údaje

Výnos

V každé ze zemědělských oblastí České republiky zemědělci dosahují rozdílných výnosů zobrazených v Tabulce č. 14. a Tabulce č. 15. Dotazovaní konvenční zemědělci uvedli výnosy mezi 25 000 – 27 500 kg/ha a ekologičtí zemědělci shodně 20 000 kg/ha. Oslovení konvenční i ekologičtí zemědělci ovšem hospodaří v klimaticky příhodných podmínkách a nelze tato data použít jako průměrná, jelikož v horších klimatických podmínkách jsou výnosy menší. Z tohoto důvodu bylo počítáno s průměrným ročním výnosem České republiky, který činí pro konvenční zemědělství 22 000 kg/ha [DIVIŠ, ústní sdělení, 2010]. Toto číslo odpovídá literárnímu údaji z roku 2006 (bereme – li v úvahu každoroční vzrůst výnosů v důsledku dokonalejších systémů hospodaření), který činí 21 000 kg/ ha [KAVKA, 2006]. Průměrný roční výnos z ekologického zemědělství je dle literárních údajů 19 000 kg/ha [ŠARAPATKA, 2005]. Pro naše výpočty byl použit tento průměr.

Tabulka č. 14. Průměrné výnosy z konvenčního pěstování brambor [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Výnos (kg/ha)	Zemědělci
27 500	[URBAN, 2010]
25 000	[ČÍŽEK, 2010]
Výnos (kg/ha)	Ověření dat
22 000	[DIVIŠ, 2010]
Výnos (kg/ha)	Literární data
21 000	[KAVKA, 2006]

Tabulka č. 15. Průměrné výnosy z ekologického pěstování brambor [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Výnos (kg/ha)	Zemědělci
20 000	[KOLÍNKOVÁ, 2010]
20 000	[PULÍČEK, 2010]
Výnos (kg/ha)	Literární data
19 000	[ŠARAPATKA, 2005]

Agrotechnické operace

V každé ze zemědělských oblastí České republiky zemědělci používají odlišnou technologii pěstování brambor. Odlišná technologie a postupy jsou ovlivněny klimatickou situací v daném roce, technologickým vybavením farmy a ekonomickou prosperitou farmy. Pro dosažení reprezentativnosti výsledků byly vytvořeny modely pěstování brambor v konvenčním a ekologickém systému hospodaření – Tabulka č. 16. a Tabulka č. 17., které obsahují pořadí, počet operací a spotřebu paliva (v případě posklizňové linky spotřebu el. energie) na 1 ha průměrné kultury brambor pěstovaných v České republice.

Tabulka č. 16. Model pěstování konvenčních brambor [Zdroj: DIVIŠ, ústní sdělení, 2010, KAVKA, 2006]

Pořadí operací	Počet operací na ha	Spotřeba paliva v l/ha	Zdroj
Podmítka	1	5,7	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, 2010)
Hnojení organickými hnojivy	1	26	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, 2010)
Hnojení minerálními hnojivy	2	2,4	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Orba	1	26	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Kultivace	1	9,25	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Sázení	1	20	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Proorávky	2	7	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, 2010)
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	8	2	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Odstranění natě	1	6,5	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, 2010)
Sklizení	1	18	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: URBAN, ČÍŽEK, 2010)
Odvoz z pole	1	6,4	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: ČÍŽEK, 2010)
Posklizňová linka	1	66	ZVOLÁNEK, 2010 (ověření u zemědělců: URBAN, 2010)

Tabulka č. 17. Model pěstování ekologických brambor [Zdroj: DIVIŠ, ústní sdělení, 2010]

Pořadí operací	Počet operací na ha	Spotřeba paliva v l/ha	Zdroj
Podmítka	1	5,7	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: KOLÍNKOVÁ, 2010)
Hnojení organickými hnojivy	1	26	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Orba	1	26	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Kultivace	1	9,25	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Sázení	1	20	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců - PULÍČEK) 2010
Proorávky	4	7	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Hrůbkování	1	7	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	3	2	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Odstranění natě	1	6,5	KAVKA, 2006
Sklizeň	1	18	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, KOLÍNKOVÁ, 2010)
Odvoz z pole	1	18	KAVKA, 2006 (ověření u zemědělců: PULÍČEK, 2010)
Posklizňová linka	1	10	ZVOLÁNEK, 2010

Hnojiva

Při pěstování konvenčních brambor se kombinuje používání organických hnojiv s hnojivy minerálními, při pěstování ekologických brambor se používají pouze organická hnojiva, aplikované množství opět záleží na půdních a klimatických podmínkách dané lokality, druhu brambor a na postavení brambor v rámci osevního postupu. Následující tabulky (Tabulka č. 18. - 19.) zobrazují množství používaných hnojiv v ekologickém a konvenčním způsobu hospodaření.

Statková hnojiva

Z organických hnojiv se nejvíce používá kravský hnůj, jeho množství pro konvenční zemědělství znázorňuje Tabulka č. 20 a pro ekologické zemědělství Tabulka č. 21. Dotazovaní konvenční zemědělci uvedli spotřebu kravského hnoje mezi 30 – 35 t/ha. Literární data potvrzují spotřebu 30 t/ha (VOJTĚCH a kol., 2010). Jelikož trendy v posledních letech udávají spotřebu až 40 t/ha (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010). Pro výpočet bylo použito hodnoty 40 t/ha, ovšem z důvodů postupného uvolňování hnojiv je maximální využitelná dávka poloviční, proto se počítá pouze s 20 t/ha. Dotazovaní ekologičtí zemědělci uvedli spotřebu kravského hnoje mezi 20 – 30 t/ha. Literární data potvrzují spotřebu 30 t/ha (VOJTĚCH a kol., 2010). V ekologickém zemědělství díky správnému střídání plodin dochází k dostatečnému zásobení půdy N a my tento N nejsme schopni započítat do výpočtu. Proto byla vytvořena modelová situace, kdy pole je naprosto bez dusíku a je třeba vnést potřebné množství živin hnojem, z tohoto důvodu byla hodnota hnoje zvolena 40 t/ha.

Tabulka č. 18. Množství aplikovaného statkových hnojiv v rámci ekologického zemědělství

[Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství kravského hnoje (t/ha)	Zemědělci
20	[KOLÍNKOVÁ, 2010]
30	[PULÍČEK, 2010]
Množství kravského hnoje (t/ha)	Ověření dat
30 – 40	[DIVIŠ, 2010]

Množství kravského hnoje (t/ha)	Literární data
30	[VOJTĚCH, 2010]

Tabulka č. 19. Množství aplikovaných statkových hnojiv v rámci konvenčního zemědělství
[Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství kravského hnoje (t/ha)	Zemědělci
30	[URBAN, 2010]
35	[ČÍŽEK, 2010]
Množství kravského hnoje (t/ha)	Ověření dat
40	[DIVIŠ, 2010]
Množství kravského hnoje (t/ha)	Literární data
30	[VOJTĚCH, 2010]

Minerální dusíkatá hnojiva

Dotázaní farmáři uvedli spotřebu dusíku mezi 70 – 220 kg/ha. Problematickým místem odpovědi je fakt, že farmáři neuváděli, v jaké formě dusík používají. Z tohoto důvodu byl použit údaj 96 kg čistého N z močoviny (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010), tento údaj charakterizuje používanou dávku a typ dusíkatého hnojiva převážnou většinou českých pěstitelů.

Tabulka č. 20. Množství aplikovaného N hnojiva [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství aplikovaného N hnojiva [kg N/ha]	Zemědělci
220 (nespecifikováno)	[URBAN, 2010]
70 (nespecifikováno)	[ČÍŽEK, 2010]
Množství aplikovaného N hnojiva [kg N/ha]	Ověření dat
96 (močovina)	[DIVIŠ, 2010]
Množství aplikovaného N hnojiva [kg N/ha]	Literární data
90 – 120 (čistého N)	[HAMOUZ, 1994]

Minerální fosforečná hnojiva

Spotřeba fosforečných hnojiv se v podnicích dotazovaných zemědělců pohybovala v hodnotách mezi 20 – 70 kg superfosfátu na ha. Literární údaje vykazují vyšší hodnoty okolo 60 kg/ha, takovéto množství prakticky díky vysoké ceně fosforečných hnojiv používáno není. Ve výpočtu bylo použito hodnoty 35 kg/ha (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010), tato hodnota reflektuje průměrná data České republiky.

Tabulka č. 21. Množství aplikovaného superfosfátu (P_2O_5) [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství aplikovaného superfosfátu [kg P_2O_5 /ha]	Zemědělci
16	[URBAN, 2010]
73	[ČÍŽEK, 2010]
Množství aplikovaného superfosfátu [kg P_2O_5 /ha]	Ověření dat
35	[DIVIŠ, 2010]
Množství aplikovaného superfosfátu [kg P_2O_5 /ha]	Literární data
35 – 100	[HAMOUZ, 1994]

Minerální draselná hnojiva

Zjištěné údaje od zemědělců se opět liší ve vykazovaných hodnotách mezi 10 – 170 kg/ha chloridu draselného. Literární údaje potvrzují vysoké hodnoty mezi 50 – 170 kg/ha. Průměrné množství činí 120 kg/ha (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010).

Tabulka č. 22. Množství aplikovaného chloridu draselného (K_2O) [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství aplikovaného chloridu draselného [kg K_2O /ha]	Zemědělci
6	[URBAN, 2010]
173	[ČÍŽEK, 2010]

Množství aplikovaného chloridu draselného [kg K ₂ O/ha]	Ověření dat
120	[DIVIŠ, 2010]
Množství aplikovaného chloridu draselného [kg K ₂ O/ha]	Literární data
55 – 175	[HAMOUZ, 1994]

Prostředky na ochranu rostlin

V oblasti prostředků na ochranu rostlin nebyla od zemědělců získána relevantní data, z tohoto důvodu byla použita data expertního posudku zobrazená v Tabulce č. 23. pro konvenční zemědělství a v Tabulce č. 24. pro ekologické zemědělství. Množství účinné látky bylo vyhledáno pomocí databáze pesticidů. Při převodu kapalných pesticidů na kg platí předpoklad, že 1 l odpovídá 1 kg.

Tabulka č. 23. Množství aplikovaných prostředků na ochranu rostlin v konvenčním systému hospodaření [Zdroj: expertní ověření]

	Název	Množství [kg/ha], (počet aplikací)	Účinná látka	Množství uč. látky [kg/ha]	Zdroj
Herbicid	Afalon 45 SC	1,5 (1*1,5)	Linuron	0,675	[DIVIŠ, 2010, databáze pesticidů, 2010]
Insekticid	Mospilan 20 SC	0,18 (3*0,06)	Acetamiprid	0,036	[DIVIŠ, 2010, databáze pesticidů, 2010]
Fungicid	Akrobat MZ	8 (4*2)	Mancozeb Dimethomorf	4,8 0,720	[DIVIŠ, 2010, databáze pesticidů, 2010]

Tabulka č. 24. Množství aplikovaných prostředků na ochranu rostlin v ekologickém zemědělství [Zdroj: expertní ověření]

	Název	Množství [kg/ha], (počet aplikací)	Účinná látka	Množství uč.látky [kg/ha]	Zdroj
Fungicid	Kuprikol 50	4 (4*3)	Oxichlorid měďi	10	[DIVIŠ, 2010, databáze pesticidů, 2010]

Sadba

Množství používaných sadových brambor pro konvenční hospodaření zobrazuje Tabulka č. 25. a pro ekologické zemědělství Tabulka č. 26. Použité množství sadby na ha uvedli konvenční zemědělci 50 – 55 000 ks na ha, což při průměrné váze sadbové brambory 60 g činí 3 t/ha. Tuto hodnotu potvrzuje i expertní odhad (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010). Použité množství sadby na ha uvedli ekologičtí zemědělci 50 – 70 000 ks na ha, což při průměrné váze sadbové brambory 60 g činí 3,5 t/ha. Tuto hodnotu potvrzuje i expertní odhad (DIVIŠ, ústní sdělení, 2010).

Tabulka č. 25. Množství sadbových konvenčních brambor [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství sadbových brambor [kg/ha]	Zemědělci
3000	[URBAN, 2010]
3000	[ČÍŽEK, 2010]
Množství sadbových brambor [kg/ha]	Ověření dat
3000	[DIVIŠ, 2010]
Množství sadbových brambor [kg/ha]	Literární data
3000	[KAVKA, 2006]

Tabulka č. 26. Množství sadbových ekologických brambor [Zdroj: zemědělci, expertní ověření, literární ověření]

Množství sadbových brambor (kg/ha)	Zemědělci
4500	[KOLÍNKOVÁ, 2010]
3000	[PULÍČEK, 2010]
Množství sadbových brambor (kg/ha)	Ověření dat
3500	[DIVIŠ, 2010]
Množství sadbových brambor (kg/ha)	Literární data
3000	[KAVKA, 2006]

Emise – N₂O

Emise N₂O byly vypočteny na základě metodiky IPPC popsané v kapitole metodika, vstupní údaje do vzorce jsou zobrazeny v Tabulce č. 27. pro konvenční zemědělství a v Tabulce č. 28. pro ekologické zemědělství.

Tabulka č. 27. Množství čistého N v kg/ha v rámci konvenčního zemědělství [Zdroj: zemědělci, expertní ověření]

Množství čistého N v kg na ha	
Syntetický N (kg/ha)	Organický N (kg/ha)
96	84

Tabulka č. 28. Množství čistého N v kg/ha v rámci ekologického zemědělství [Zdroj: zemědělci, expertní ověření]

Množství čistého N v kg na ha	
Syntetický N (kg/ha)	Organický N (kg/ha)
0	168

Zemědělství – výstupní údaje

Získaná data byla přepočtena na CO₂ eqv. v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro. Pro zemědělství bylo využito těchto výpočtů.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (agrotechnické operace)} = (DI * (ev(DI) + es(DI))) / V,$$

kde DI je spotřeba pohonných hmot v kg na ha, $ev(DI)$ emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg pohonných hmot, $es(DI)$ emise eqv. CO₂ ze spálení 1 kg pohonných hmot a V je hektarový výnos

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (agrotechnické operace)} = (E * ev(E)) / V,$$

kde E je množství el. energie na ha, $ev(E)$ emise eqv. CO₂ z výroby 1 kWh a V je hektarový výnos

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (hnojiva)} = (H * ev(H)) / V,$$

kde H je množství daného hnojiva na ha, $ev(H)$ emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg daného hnojiva a V je hektarový výnos

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (pesticidy)} = (P * ev(P)) / V,$$

kde P je množství daných pesticidů na ha, $ev(P)$ emise eqv. CO₂ z výroby 1 kg daného pesticidu a

V je hektarový výnos

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (sadba)} = (S * ev(S)) / V,$$

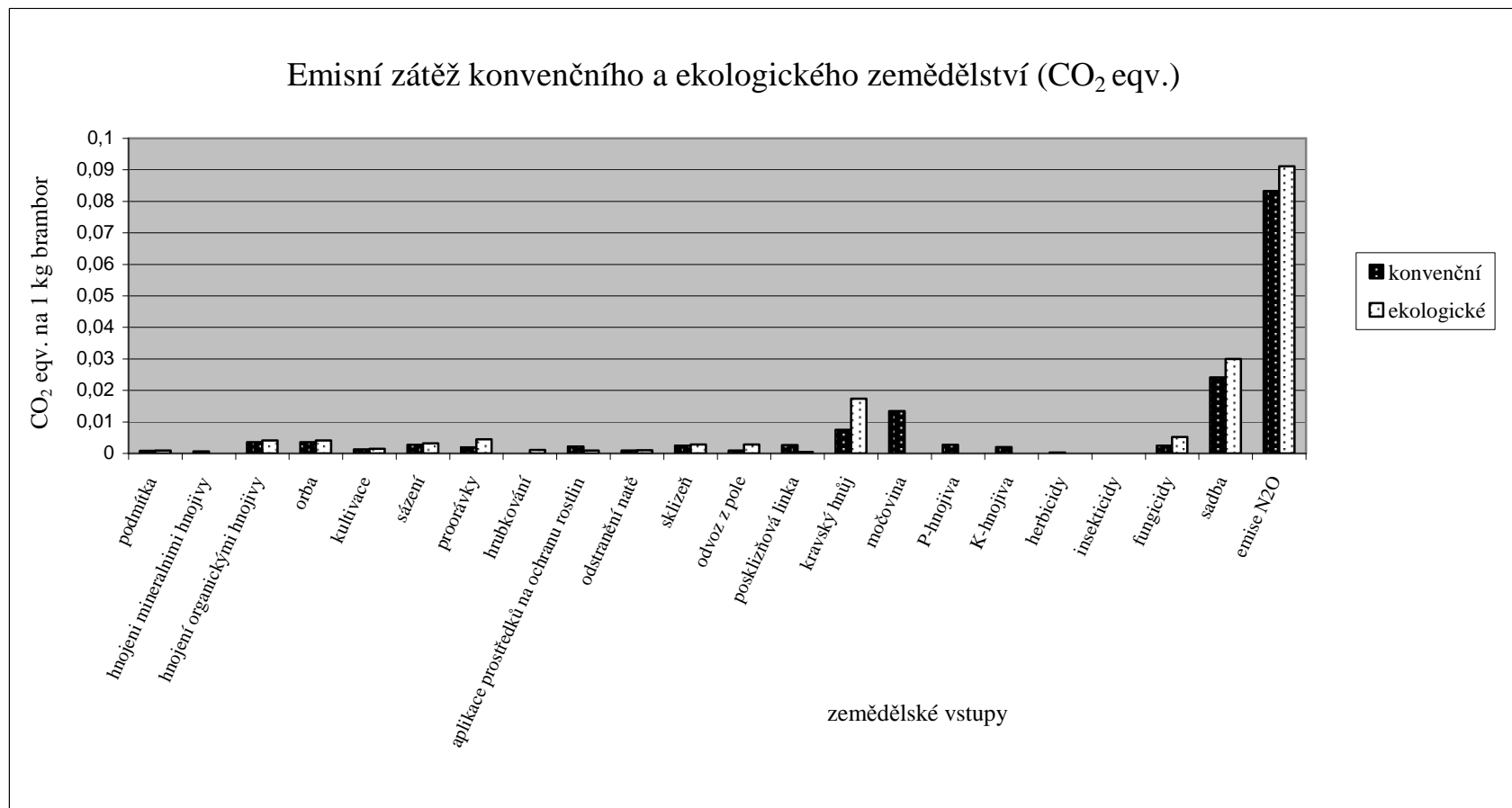
kde S je množství sadby na ha, $ev(S)$ emise eqv. CO_2 z výroby 1 kg sadby a V je hektarový výnos

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (polní emise)} = (N_2O * GWP(N_2O)) / V,$$

kde N_2O je množství oxidu dusného z ha (vypočítané dle metodiky IPPC) na ha, $GWP(N_2O)$ global warning potential pro N_2O a V je hektarový výnos

Graf č. 4. a Tabulka č. 29. zobrazuje porovnání výsledků ekologického a konvenčního hospodaření. Z nich vyplývá, že největší emise při pěstování brambor představuje aplikace hnojiv. V ekologickém zemědělství jsou emise mírně vyšší z důvodu nižších hektarových výnosů. Proces pěstování brambor byl pro větší přehlednost rozdělen do několika celků, které jsou znázorněny v následujících grafech. Grafy č. 5, 6 a 7 ukazují číselné množství emisí z jednotlivých celků procesu konvenčního a ekologického zemědělství. Emise CO_2 způsobené při agrotechnických operacích jsou v ekologickém zemědělství o 17 % vyšší než v konvenčním. Tento rozdíl je způsoben vlivem většího počtu operací na regulaci plevelů (plečkování) v ekologickém zemědělství. Vliv používání hnojiv na emisní zátěž je u ekologického zemědělství o 35 % nižší než u konvenčního v důsledku nadměrného používání minerálních hnojiv. Výrazný vliv na tvorbu emisí CO_2 představuje také používání pesticidů. V ekologickém zemědělství je hodnota emisní zátěže až o 86 % vyšší než v konvenčním. Tento rozdíl je způsoben použitím povolených měďnatých přípravků na ochranu rostlin v ekologickém zemědělství. Produkce emisí CO_2 vyprodukovaných přípravou sadby brambor je u ekologického zemědělství o 25 % vyšší než u konvenčního. Vyšší hodnota CO_2 eqv. je u ekologického zemědělství způsobena potřebou většího množství sadby a přepočítáním na hektar. Dalším faktorem ovlivňujícím emisní zátěž jsou emise z aplikace hnojiv N_2O . V ekologickém zemědělství je množství těchto emisí vyšší o 10 %.

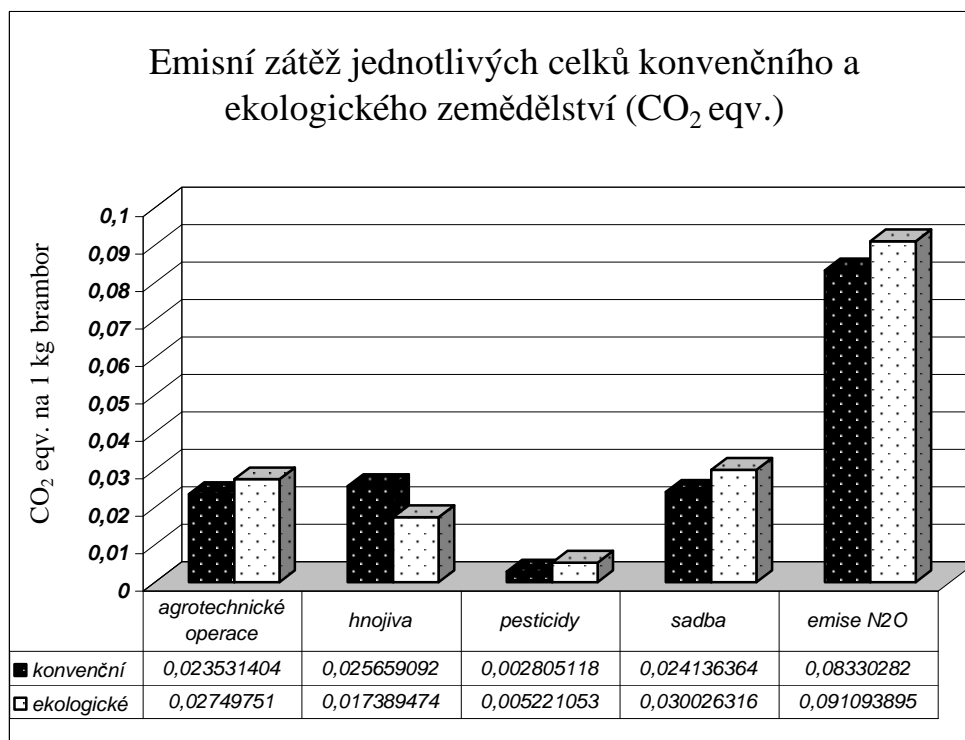
Graf č. 6. a 7. ukazují procentické zastoupení těchto celků v rámci konvenčního a ekologického zemědělství.



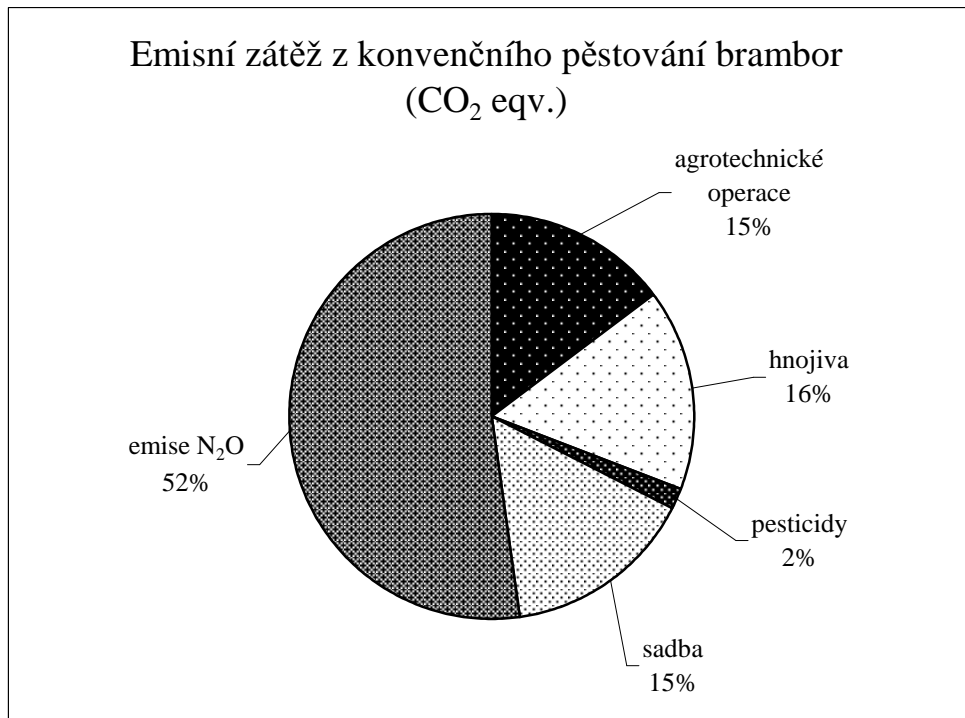
Graf č. 4. Emisní zátěž konvenčního a ekologického zemědělství (CO₂ eqv.)

Tabulka č. 29. Emisní zátěž konvenčního a ekologického zemědělství (CO₂ eqv.)

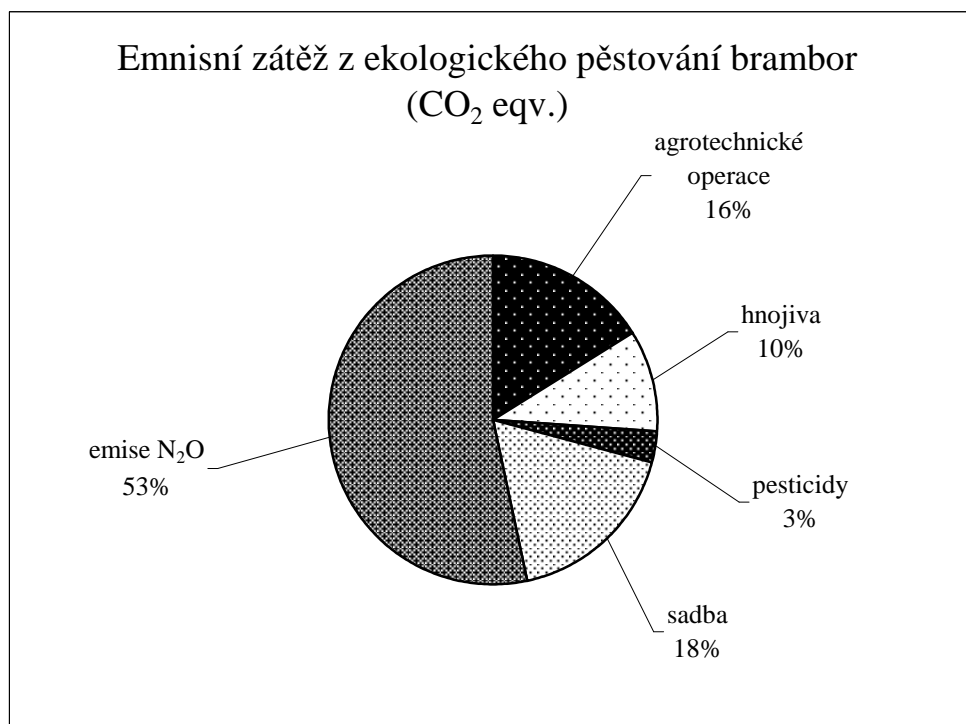
Zemědělské operace	Konvenční (CO₂ eqv.)	Ekologické (CO₂ eqv.)
Podmítka	0,000780789	0,000904176
Hnojení minerálními hnojivy	0,000657583	0
Hnojení organickými hnojivy	0,003561905	0,004124312
Orba	0,003561905	0,004124312
Kultivace	0,001267216	0,001467303
Sázení	0,002739927	0,003172547
Proorávky	0,001917949	0,004441566
Hrůbkování	0	0,001110392
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	0,002191942	0,000951764
Odstranění natě	0,000890476	0,001031078
Sklizeň	0,002465935	0,002855293
Odvoz z pole	0,000876777	0,002855293
Posklizňová linka	0,002619	0,000459474
Kravský hnůj	0,007509091	0,017389474
Močovina	0,013396364	0
P-hnojiva	0,002768182	0
K-hnojiva	0,001985455	0
Herbicity	0,00029025	0
Insekticidy	0,00002585	0
Fungicidy	0,002489018	0,005221053
Sadba	0,024136364	0,030026316
Emise N ₂ O	0,08330282	0,091093895



Graf č. 5. Emisní zátěž jednotlivých celků konvenčního a ekologického zemědělství (CO₂ eqv.)



Graf č. 6. Emisní zátěž konvenčního pěstování brambor (CO₂ eqv.)



Graf č. 7. Emisní zátěž ekologického pěstování brambor (CO₂ eqv.)

Zpracování – vstupní údaje

Loupané brambory

Výchozím technologickým postupem pro všechny další formy zpracování brambor (hranolky, bramborová kaše) je loupání brambor. To v České republice probíhá v loupárnách, kde dochází k procesu vytřídění, vyprání, oloupaní, případného zabalení a okamžitého transportu do jídelen či distribučních firem. Trvanlivost oloupaných brambor je omezená a proto se ve většině případů v loupárnách neskladují. Část procesů probíhá i ruční cestou bez spotřeby energie. Jelikož pro loupárny byl problém poskytnout data týkající se energetické spotřeby každého kroku, byla vypočtena energetická spotřeba z celkové spotřeby energie a celkové produkce oloupaných brambor – Tabulka č. 30.

Tabulka č. 30. Energetická náročnost loupáren (kWh) [Zdroj: zpracovatelé]

Spotřeba energie na kg oloupaných brambor	Zpracovatelé
0,04	[KLOIDA, 2010]
0,02	[RYPÁČEK, 2010]

Na 1 kg brambor je dle výrobců potřeba 0,02 – 0,04 kWh. Pro výpočet byla využita průměrná hodnota 0,03 kWh. Celková ztráta při procesu loupání je určena kvalitou brambor. Pro výpočty byla stanovena 20%. Toto číslo ve větších podnicích s lepší technologií sice signalizuje maximální ztráty, ovšem díky daleko vyšším ztrátám v menších podnicích nám stanoví průměrnou hodnotu.

Bramborová kaše

Výroba bramborové kaše probíhá ve speciálních zařízeních, která se zabývají výrobou a zpracováním bramborového škrobu. Nejprve dochází jako u výroby podobných produktů z brambor k umytí hlíz, dále k tzv. blanšírování čili zahřátí hlíz a oloupaní horké slupky, dále nařezání "nadcení". Potom následuje vaření (jedná se o celkové rozvaření bramborové hlízy). Při poslední operaci se rozvařená hmota usuší a zabalí buď do vaku, pytle nebo do sáčku pro konečného spotřebitele.

Tabulka č. 31. Energetická náročnost „kašárny“ (kWh) [Zdroj: zpracovatelé]

Spotřeba energie na kg bramborové kaše	Zpracovatelé
2,13	(LACHOUT, 2010 – ústní sdělení)

Na 1 kg bramborové kaše složené z bramborových lupínků o vlhkosti 14% je třeba 6,6 kg brambor o vlhkosti 85%. Při tomto procesu se spotřebuje 2,13 kWh na 1 kg brambor.

Hranolky

Výroba bramborových hranolků se soustřeďuje do zařízení, která se zabývají zpracováním brambor na tento produkt. Jednotlivé operace při zpracování se skládají z umytí hlíz, jejich nařezání, poté blanšírování, usmažení,

zmrazení a nakonec zabalení.

Tabulka č. 32. Energetická náročnost „hranolkárny“ (kWh) [Zdroj: zpracovatelé]

Spotřeba energie na kg bramborových hranolků	Zpracovatelé
1,4	(LACHOUT, 2010 – ústní sdělení)

Pro výrobu 1 kg hranolků o obsahu vody 30% se spotřebuje 3,5 brambor o obsahu vody 85% a potřebná energie tvoří 1,4 kWh.

Zpracování – výstupní údaje

Získaná data byla přepočtena na CO₂ eqv. v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro. Pro zpracování bylo využito těchto výpočtů.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (zpracování)} = E * ev(E)$$

kde E je množství el. energie na kg produktu, $ev(E)$ emise CO₂ eqv. z výroby 1 kWh

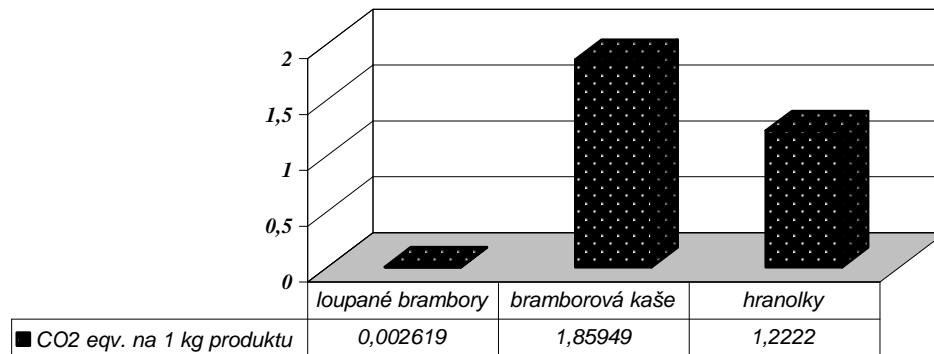
Graf č. 8. zobrazuje porovnání výsledků různých cest zpracování (různých bramborových výrobků). Z tohoto grafu je patrné, že nejmenší zátěž způsobuje loupání brambor.

Výroba bramborové kaše způsobuje z hlediska zpracování největší emise CO₂. Sledované zpracovatelské firmy však nenevidují přesnou spotřebu energie u každé dílčí operace spojené s výrobou bramborové kaše (umytí, blanšírování, nařezání, vaření a sušení). Zjišťují pouze celkovou hodnotu spotřeby energie. Z toho důvodu nejsou podrobně rozebrány jednotlivé procesy při zpracování bramborové kaše. Lze se však domnívat, že energeticky nejnáročnějším procesem je sušení.

Výroba bramborových hranolků je z hlediska emisní zátěže také velmi náročná. Zde se podařilo získat konkrétní údaje týkající se spotřeby energie u dílčích operací. Na základě zjištěných údajů bylo možné určit konkrétní operace způsobující největší emise a zaměřit se tak na jejich redukci.

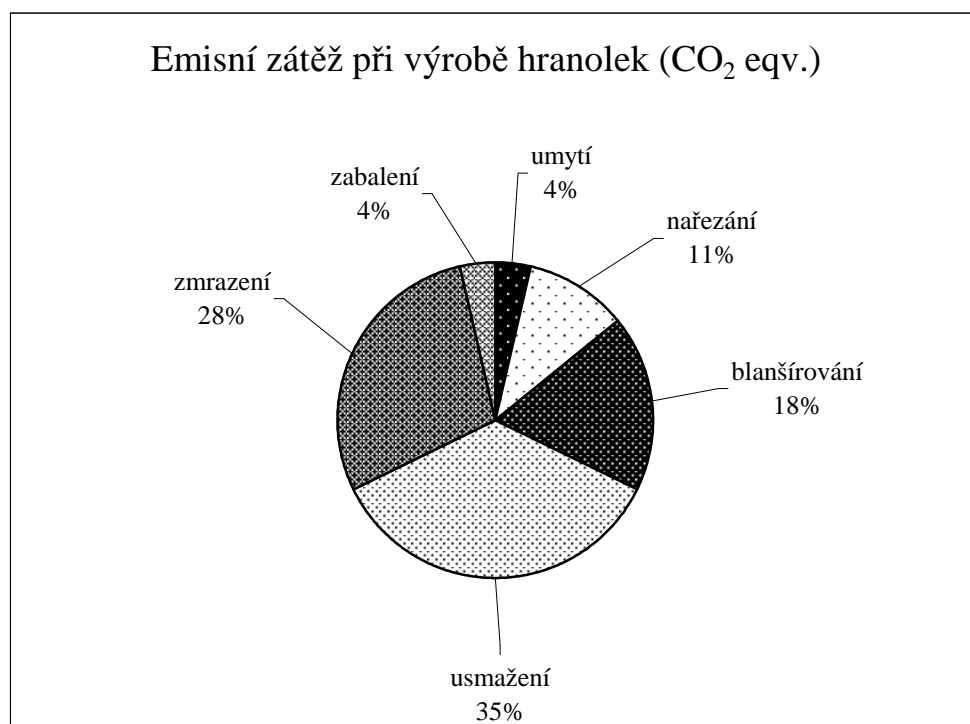
Graf č. 9. ukazuje procentický podíl dílčích operací na produkci emisí CO₂ při zpracování brambor na hranolky. Z něho vyplývá, že nejvíce se na produkci podílí proces usmažení a následného zamrazení hranolků.

Emisní zátěž při zpracování brambor (CO₂ eqv.)



Graf č. 8. Emisní zátěž při zpracování brambor na jednotlivé produkty (CO₂ eqv.)

Emisní zátěž při výrobě hranolek (CO₂ eqv.)



Graf č 9. Emisní zátěž výroby bramborových hranolků (CO₂ eqv.)

Transport – vstupní údaje

Pro celkové zjednodušení výpočtu vlivu transportu na cyklus brambor bylo určeno, že jakákoliv forma brambor se převáží v množství 10 t nákladním automobilem, jehož spotřeba paliva jak ukazuje Tabulka č. 33. činí 22 l na 100 km (KLOIDA, 2010, MOC, 2010, RYPÁČEK, 2010). Díky tomu, že část bramborových produktů se vozí většími auty, část menšími auty určením dopravního prostředku střední velikosti se nedopouštíme chyby. Pro výpočet nás tedy ještě zajímá transportní vzdálenost, která se již ovšem liší dle přepravovaného produktu. Z důvodu nízkého počtu ekologických farem v České republice byla zvolena pro přepočítání emisní zátěže při transportu dvojnásobná vzdálenost.

Tabulka č. 33. Parametry použitých přepravních prostředků (spotřeba l/ 100 km, užitečná hmotnost v tunách) [Zdroj: zemědělci, dopravci]

Zdroj	Název	Spotřeba (l/100 km)	Užitečná hmotnost (t)
[KLOIDA, 2010]	MANN 2007	22	6
[MOC, 2010]	Renault 1999	22	6
[RYPÁČEK, 2010]	Iveco 1998	19	5

Tabulka č. 34. Transportní vzdálenost ekologických a konvenčních loupaných brambor (km) [Zdroj: odhad na základě rozmístění farem kuchyní]

Neloupané brambory		
Transport	Počet km – konvenční	Počet km – ekologické
Z pole do kuchyní – regionální	50	100
Z pole do kuchyní – dovezené	200	400

Tabulka č. 35. Transportní vzdálenost ekologických a konvenčních loupaných brambor (km)

[Zdroj: odhad na základě rozmístění farem zpracovatelských zařízení a kuchyní]

Loupané brambory	
Transport	Počet km – konvenční
Z pole do loupárny	50
Z loupárny do jídelny – regionální	50
Z loupárny do jídelny – dovezené	200

Není zde počítáno s údaji pro transport ekologicky loupaných brambor. Z důvodu nízké spotřeby v kuchyních v České republice.

Tabulka č. 36. Transportní vzdálenost konvenčně vyprodukované bramborové kaše (km)

[Zdroj: odhad na základě rozmístění farem zpracovatelských zařízení a kuchyní]

Bramborová kaše	
Transport	Počet km – konvenční
Transport brambor do výroby kaše	100
Z výroby do jídelny – regionální	100
Z výroby do jídelny – dovezené	400

Jelikož nepoužíváme ekologickou kaši, není zde počítáno s údaji pro transport ekologického produktu

Tabulka č. 37. Transportní vzdálenost konvenčně vyprodukovaných bramborových hranolků (km)

[Zdroj: odhad na základě rozmístění farem zpracovatelských zařízení a kuchyní]

Hranolky	
Transport	Počet km – konvenční
Transport brambor do výroby hranolků	100
Z výroby do jídelny – regionální	100
Z výroby do jídelny – dovezené	400

Jelikož nepoužíváme ekologicky vyrobené hranolky, není zde počítáno s údaji pro transport ekologického produktu

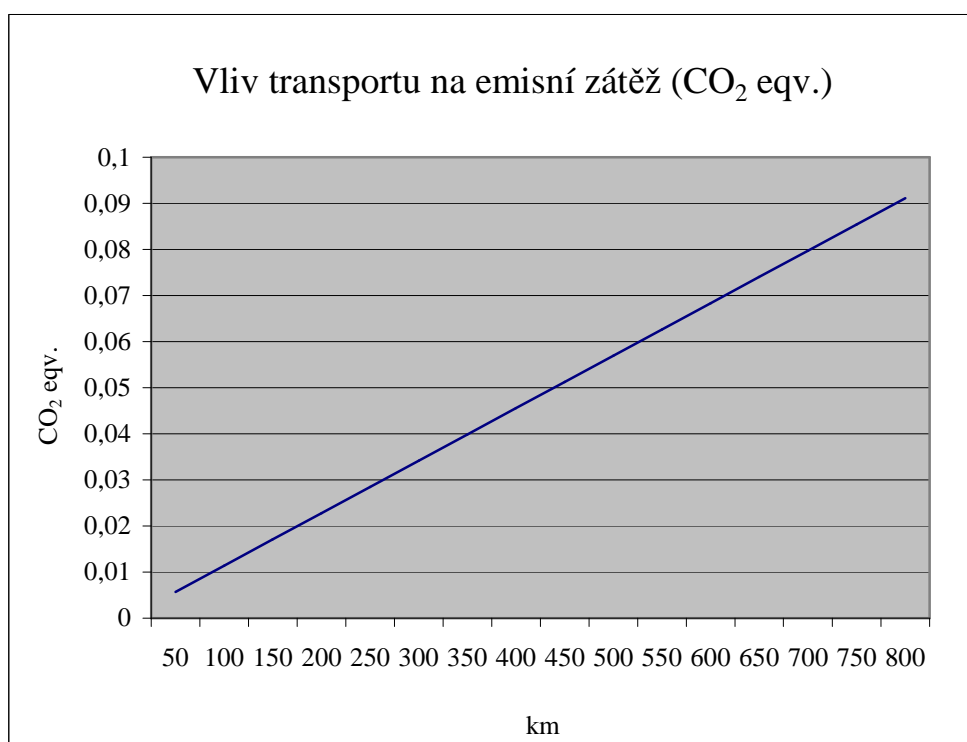
Transport – výstupní údaje

Získaná data byla přepočtena na CO₂ eqv. v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro. Pro transport bylo využito těchto výpočtů.

$$\text{CO}_2 \text{ eqv. (transport)} = (DI * T / 100 * (ev(DI) + es(DI))) / N,$$

kde DI je spotřeba pohonných hmot v kg na 100 km, T je počet transportovaných km, $ev(DI)$ emise CO₂ eqv. z výroby 1 kg pohonných hmot, $es(DI)$ emise CO₂ eqv. ze spálení 1 kg pohonných hmot a N je náklad

Graf č. 8. ukazuje, jaký vliv má transport na produkci emisí skleníkových plynů. S rostoucí vzdáleností dovozu potravin roste množství CO₂ eqv.



Graf č. 8. Vliv transportu na emisní zátěž (CO₂ eqv.)

Skladování – vstupní údaje

Skladování na farmě

Skladování brambor na farmě probíhá dle velikosti farmy a dle odbytu v různém rozmezí. Energie potřebná k dlouhodobému skladování brambor byla použita ze závěrů projektu Ministerstva zemědělství „Výzkum efektivního využití

technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifických podmínkách českého zemědělství“, v níž náklady na chlazení t brambor činí 110 Kč. Při průměrné délce skladování 210 dní a průměrné ceně kWh (průměr z různých tarifů) 3,6 Kč, je energie potřebná na skladování 1 kg brambor za den 0,000145 kWh.

Skladování ve zpracovatelské firmě

Skladování loupáných brambor ve zpracovatelské firmě díky rychlé kazivosti oloupaných brambor probíhá v minimálně možném časovém úseku. Díky této velmi krátké době na skladování jsou emise zanedbatelné. Co se týká skladování bramborové kaše, není v skladovacích prostorech téměř žádná spotřeba energie a opět ji můžeme prohlásit za zanedbatelnou. V případě hranolků je energie nutná na skladování 1 kg hranolků za den 0,035 kWh (SMETANA, 2011, ústní sdělení).

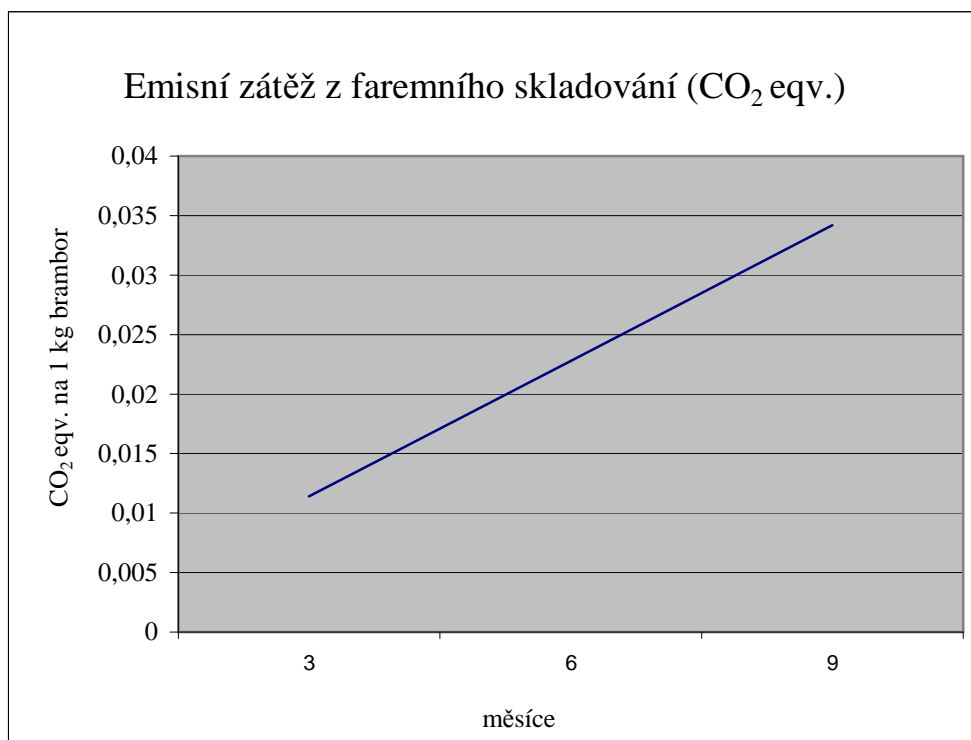
Skladování – výstupní údaje

Získaná data byla přepočtena na eqv. kg CO₂ v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívána programem SimaPro. Pro zpracování bylo využito těchto výpočtů.

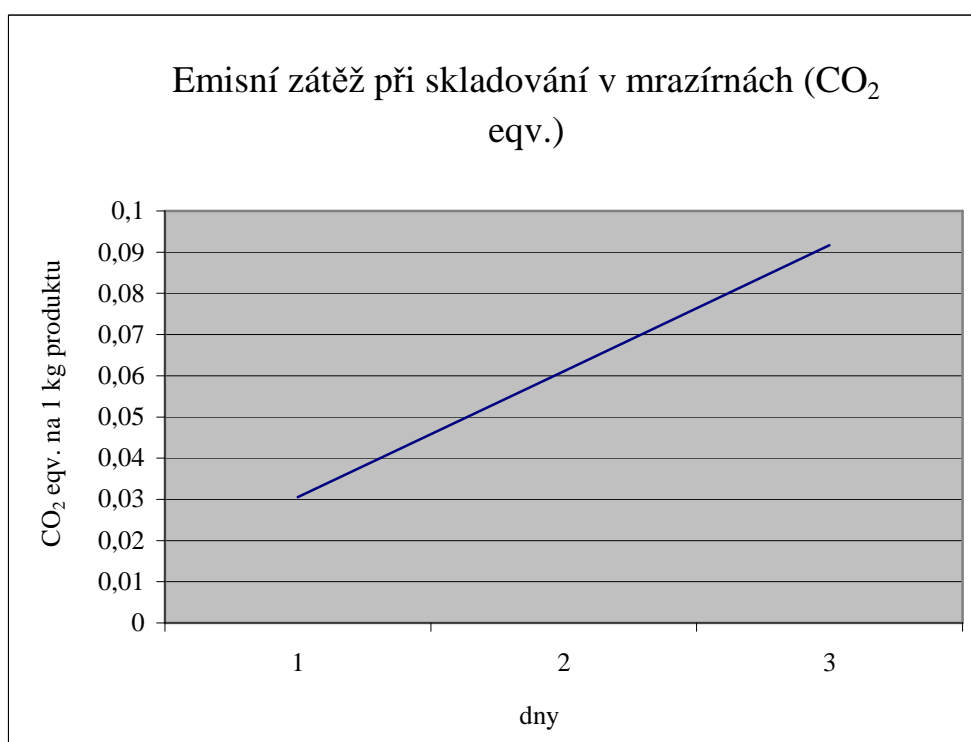
$$\text{eqv. CO}_2 \text{ (skladování)} = E * ev(E) * D$$

kde E je množství el. energie na skladování 1 kg produktu a 1 den, $ev(E)$ emise eqv. CO₂ z výroby 1 kWh a D je počet dní

Grafy č. 9. a 10. zobrazují vliv skladování brambor a hranolků na produkci emisí skleníkových plynů. Z Grafu č. 9. je zřejmé, že se při skladování brambor na farmě emisní zátěž nezvyšuje tolik jako při skladování hranolků v mrazárně. Zde je hodnota mnohokrát vyšší.



Graf č. 9. Vliv při skladování na farmě na emise CO₂ (CO₂ eqv.)



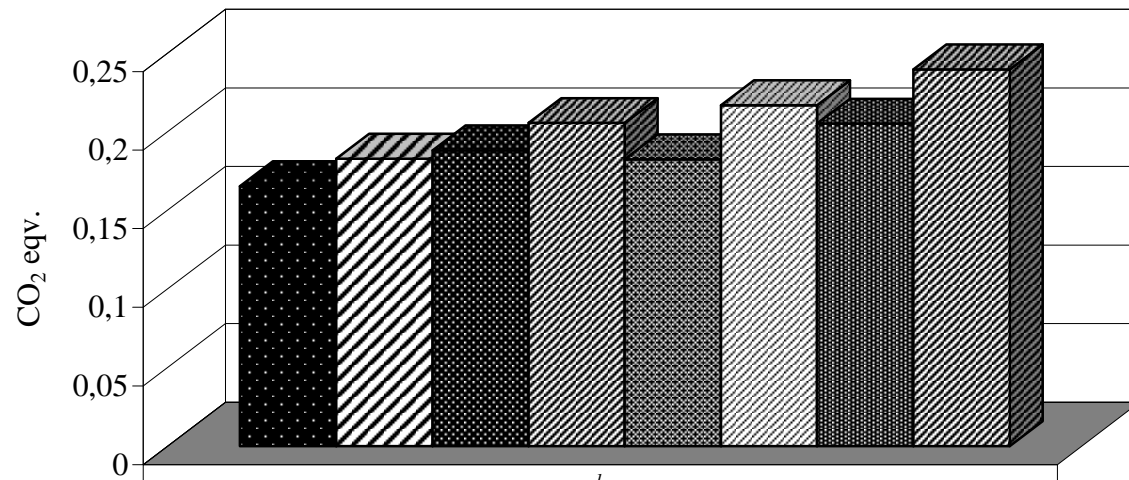
Graf č. 10. Vliv skladování v mrazírně na emise CO₂ (CO₂ eqv.)

Celý cyklus – výstupní údaje

Neloupané brambory

Následující Graf č. 11. ukazuje porovnání regionality, sezonality a systému hospodaření u neloupaných (loupaných) brambor. Čerstvé brambory znamenají, že brambory vůbec nebyly skladovány. Pojem skladované znamená, že brambory byly skladovány po dobu 6 měsíců, údaje pro regionální produkt a dovážený jsou vysvětleny výše ve stupních údajích pro transport. Je patrné, že nejvhodnější způsob pro snižování emisní zátěže jsou brambory konvenční, čerstvé a regionální. A naopak nejhorší jsou brambory ekologické, skladované a dovezené.

Neloupané brambory

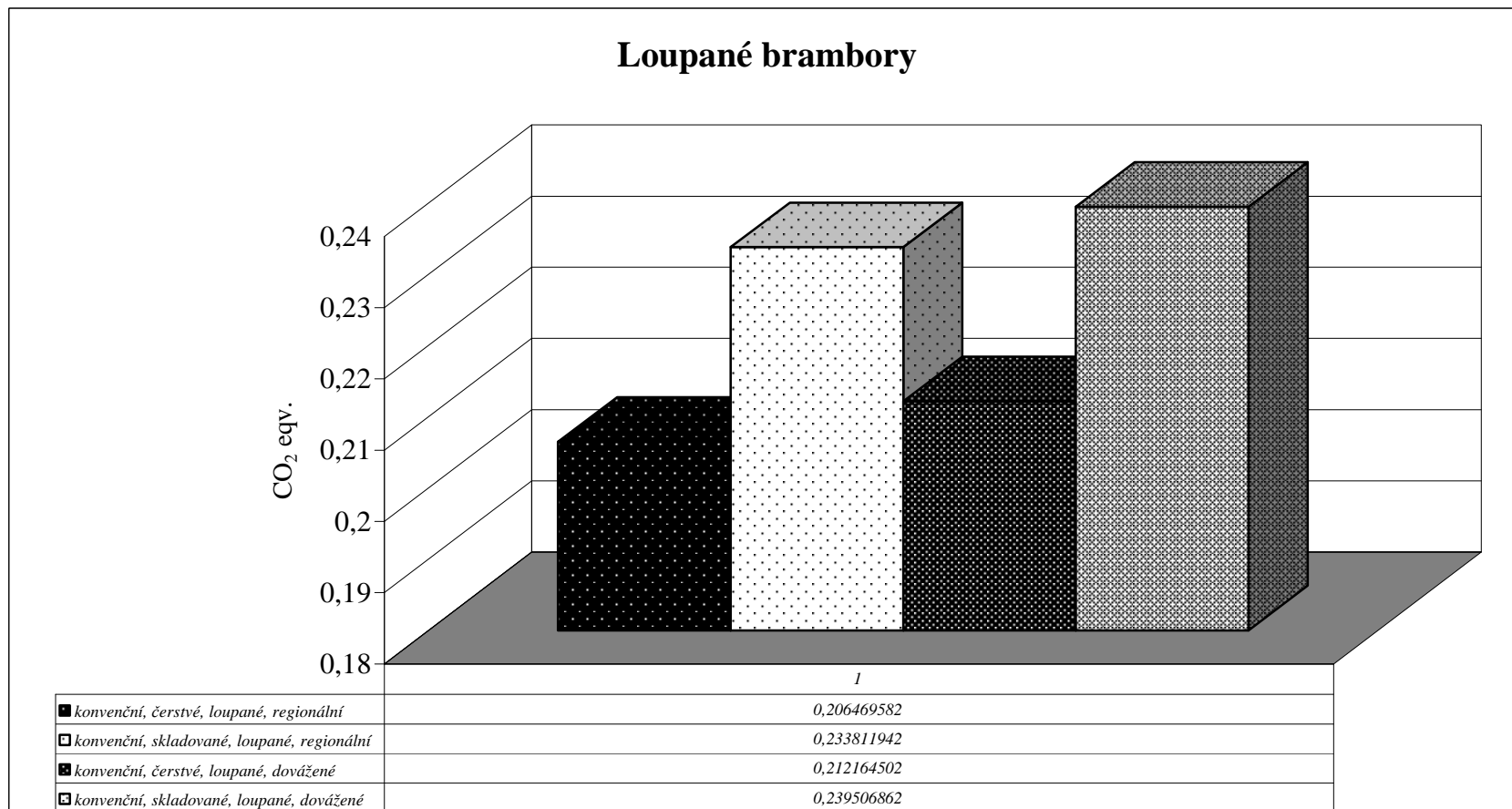


■ konvenční, čerstvé, regionální	0,165129718
□ ekologické, čerstvé, regionální	0,182618088
▨ konvenční, skladované, regionální	0,187915018
▩ ekologické, skladované, regionální	0,205403388
▧ konvenční, čerstvé dovážené	0,182214478
▦ ekologické, čerstvé dovážené	0,216787608
▤ konvenční, skladované, dovážené	0,204999778
▥ ekologické, skladované, dovážené	0,239572908

Graf č. 11. Porovnání sezonnosti, regionality a způsobu hospodaření u neloupaných brambor (CO₂ eqv.)

Loupané brambory

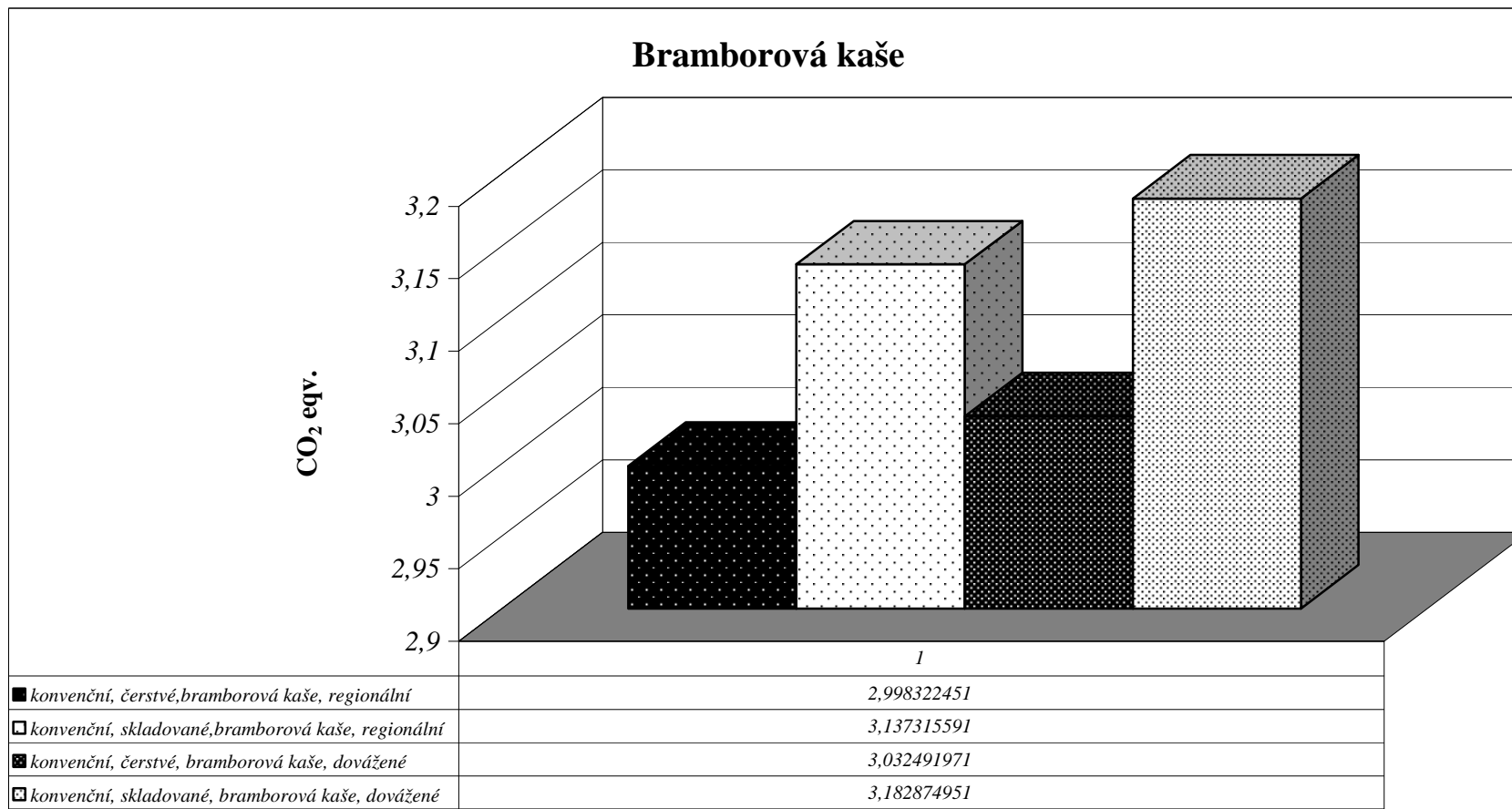
Graf č. 12. znázorňuje vliv regionality a sezonality u loupaných brambor na emisní zátěž CO₂. Loupané brambory z čerstvých brambor znamenají, že brambory vůbec nebyly skladovány. Pojem loupané brambory ze skladovaných brambor znamená, že brambory byly skladovány po dobu 6 měsíců, údaje pro regionální produkt a dovážený jsou vysvětleny výše ve stupních údajích pro transport. Je vidět, že jsou lepší brambory čerstvé a regionální než dovezené a skladované.



Graf č. 11. Porovnání sezonnosti, regionality a způsobu hospodaření u loupaných brambor (CO₂ eqv.)

Bramborová kaše

Následující Graf č. 13. zobrazuje vliv regionality a sezonality při výrobě bramborové kaše z loupaných brambor na tvorbu emisí CO₂. Z výsledků vyplývá, že pro výrobu bramborové kaše je nejvhodnější použití brambor čerstvých (to znamená kaše je udělaná z loupaných brambor) než skladovaných (v naší modelové situaci 6 měsíců). Z hlediska regionality se ukázalo jako vhodnější použití regionálních brambor (ze vzdálenosti 100 km) než dovezených (ze vzdálenosti 400 km).

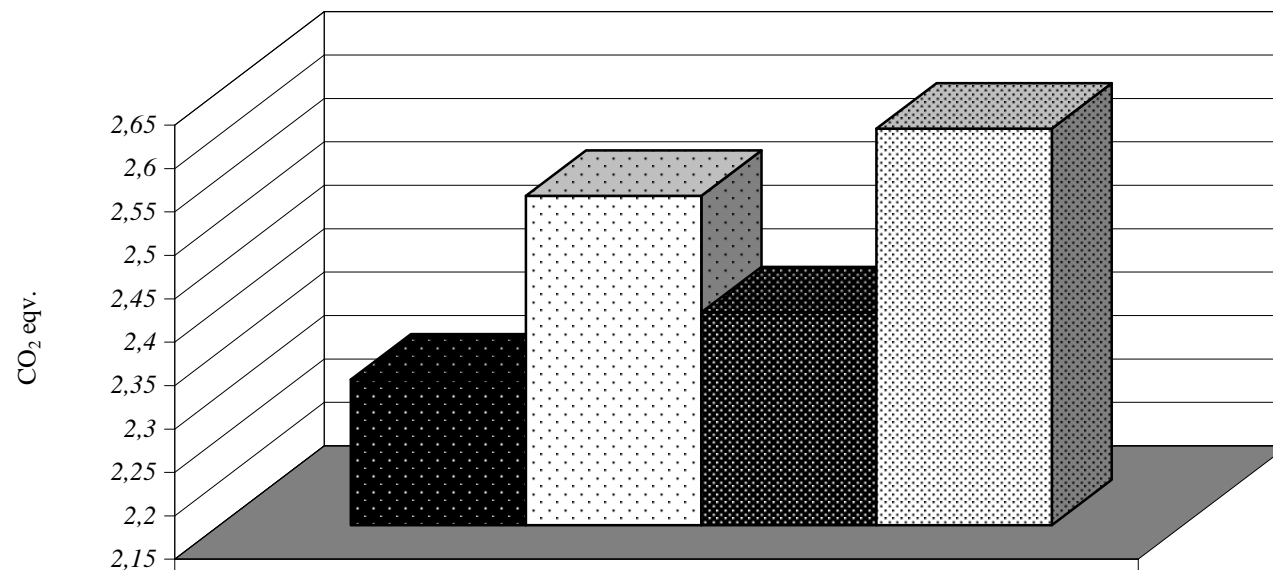


Graf č. 13. Porovnání sezonnosti, regionality a způsobu hospodaření při přípravě bramborové kaše z neloupaných brambor (CO₂ eqv.)

Hranolky

Graf č. 13. ukazuje porovnání regionality a sezonality bramborových hranolků. Z hlediska emisní zátěže se jako nejlepší varianta ukázala výroba hranolků z čerstvých (loupaných), neskladovaných a regionálních (dovezených ze vzdálenosti 100 km) brambor. V naší modelové situaci je skladování rozděleno na 2 druhy. První je skladování na farmě před transportem do zpracovatelské firmy. Druhé skladování probíhá po zpracování na hranolky v mrazárně. Závislost délky skladování na produkci emisí CO₂ je znázorněna výše v grafech č. 9. a 10. Jako nejhorší varianta se z hlediska emisní zátěže ukázala výroba hranolků z dovezených brambor (ze vzdálenosti 400 km), skladovaných jak na farmě (v délce 6 měsíců) tak i po zpracování v mrazárně (2 dny).

Bramborové hranolky



	<i>I</i>
■ konvenční, čerstvé, hranolky, regionální	2,317751059
□ konvenční, skladované, hranolky, regionální	2,529244039
▣ konvenční, čerstvé, hranolky, dovážené	2,395201971
▤ konvenční, skladované, hranolky, dovážené	2,606694951

Graf č. 13. Porovnání sezonnosti, regionality a způsobu hospodaření při přípravě bramborových hranolků z neloupaných brambor (CO₂ eqv.)

5 Diskuze

Stále častěji vystupují do popředí negativní ekologické důsledky zemědělské výroby. Z pověření parlamentu vypracoval v roce 1994 Ulrich Köpke, profesor agrárních věd na Bonnské univerzitě studii o vlivu zemědělství na klima. Z této studie vyplývá, že konvenčně pracující zemědělec způsobuje dvaapůlkrát více emisí CO₂ než rolník, který respektuje ekologické zásady. Hlavní příčina spočívá v tom, že konvenční zemědělství využívá v mnohem větší míře stroje a intenzivně aplikuje jak postřiky proti škůdcům, tak především umělá hnojiva (HAAS, WETTERICH, KÖPKE, 2001).

V naší modelové situaci však bylo zjištěno, že při produkci konvenčních brambor vznikají emise 0,16 kg CO₂ eqv./1 kg brambor a při ekologické produkci 0,17 kg CO₂ eqv./1 kg. Vliv způsobu hospodaření na tvorbu emisí CO₂ je tedy nepatrný. Emisní zátěž je při ekologickém způsobu hospodaření mírně vyšší, z důvodu častějšího používání strojů k redukci plevelů (plečkování) a přepočtu na 1 ha výnosu. Ekologické zemědělství dosahuje nižších výnosů, proto byla výsledná hodnota emisní zátěže na 1 kg vyšší. DORINGER a FREYER (2008) zjistili, že je možné vhodně zvoleným způsobem hospodaření redukovat emise skleníkových plynů. Tato hypotéza se potvrdila i v našem výzkumu. V Grafu č. 5. jsou znázorněny emise CO₂ z jednotlivých agrotechnických operací. Je zde možné určit, která z operací způsobuje největší emise a hledat cesty k jejich redukci. Celkový potenciál úspor z přeměny zemědělství na jedné straně a změna stravy na straně druhé představuje 319 kg CO₂ eqv. na osobu a rok (DORINGER a FREYER, 2008).

Brambory produkují různé množství emisí během celého svého životního cyklu od vypěstování na poli, přes různé formy zpracování (loupané brambory, bramborové hranolky, bramborová kaše) až po všechny transporty a skladování mezi jednotlivými kroky.

Diplomová práce si kladla za cíl ověřit či vyvrátit 3 hypotézy, které se týkaly způsobu hospodaření, regionalisty a sezonality při pěstování brambor. Největším problémem při určení, zda jsou lokální potraviny skutečně šetrnější k životnímu prostředí je fakt, že neexistuje obecně přijímaná definice pojmu lokální potravina. (VALEŠKA, 2009).

Pojem regionální je také velmi variabilní. Environmentální dopady vyplývající

z dopravy se také odvíjejí od toho, jakým způsobem byly potraviny dopravovány. Například železniční nákladní doprava má 10x nižší dopady na životní prostředí než doprava kamionová. Takže lze jíst brambory dovezené ze vzdálenosti 100 kilometrů kamionem, nebo ty samé brambory dovezené vlakem z místa vzdáleného 1 000 kilometrů a jejich dopad na životní prostředí bude zhruba stejný (VALEŠKA, 2009). Největší množství emisí je vyprodukováno dle LACKNER (2008) při přepravě potravin pomocí letadla a to až 607 g CO₂/km/tunu. Při přepravě potravin však nezáleží jen na tom, jakým dopravním prostředkem jsou brambory dováženy, ale také jaké množství se transportuje. Pokud bude v naší modelové situaci dováženo 100 kg brambor na 100 km, vyprodukuje se při transportu 0,67 CO₂ eqv. Při transportu 1000 kg brambor na stejnou vzdálenost vznikne pouze 0,067 CO₂ eqv. Z toho vyplývá, že menší emise vzniknou, pokud při stejné vzdálenosti povežeme větší náklad.

Z výsledků provedené LCA analýzy na vybrané potravíně (brambory), bylo zjištěno, že při produkci konvenčních brambor vznikají emise 0,16 kg CO₂ eqv./1 kg brambor a při ekologické produkci 0,17 kg CO₂ eqv./1 kg. Emisní zátěž v případě způsobu hospodaření byla vypočítána téměř shodná. Emise z ekologického zemědělství jsou nepatrně vyšší, z důvodu nižšího výnosu, proto je hodnota emisní zátěže při pěstování brambor v ekologickém zemědělství na 1 kg vyšší. Podobný výzkum prováděli DORINGER a FREYER (2008), kteří vypočítali, že emisní zátěž u konvenčně pěstovaných brambor je 0,081 kg CO₂ eqv./1kg brambor a u ekologicky vypěstovaných brambor je jen 0,035 kg CO₂ eqv./1kg. Podle těchto hodnot je patrné, že autoři si stanovili pravděpodobně odlišné systémové hranice.

Obdobnou tematikou se zabývali také další odborníci:

- LACKNER (2008) došla k následujícím závěrům: (podklady z databáze GEMNIS)
 - o konvenční zemědělství - 0,124 kg CO₂ eqv./1kg
 - o ekologické zemědělství - 0,044 kg CO₂ eqv./1 kg
- MATOVELLE (2003):
 - o konvenční zemědělství – 0,081 kg CO₂ eqv./1kg
 - o ekologické – 0,033 kg CO₂ eqv./1kg
- FRICHTE a ERBEL (2007) udávají emisní zátěž:
 - o konvenční zemědělství - 0,199 kg CO₂ eqv./1 kg
 - o ekologické zemědělství - 0,138 kg CO₂ eqv./1 kg

Rozdílné výsledky jsou dány způsobem zjišťování dat a také pravděpodobně stanovením různého rozsahu systémových hranic. V našem případě byly do systému zahrnuty – produkce hnojiv, produkce sadby, produkce pesticidů a produkce nosičů energie (tato data byla čerpána z databáze Ecoinvent). Ostatní systémové procesy jako jsou zemědělství, zpracování a transport byly získávány dotazováním farmářů, zpracovatelských a distribučních společností a sekundárně byla data převzatá z literatury.

Metoda LCA je zahrnuta v CSN EN ISO 14040. Jsou zde popsány jednotlivé části analýzy životního cyklu, není už zde však stanoven rozsah systémových hranic. Proto se mohou výsledky studií velmi lišit.

Dalšími faktory, které ovlivňují emisní zátěž prostředí při výrobě potravin je skladování, technologie zpracování potravin a příprava jídel. STRATMANN (2008) tvrdí, že u potravin představuje prvovýroba, zpracování a transport zhruba 45 % emisí, zbytek připadá na uskladnění a přípravu jídel. V naší modelové situaci se však nepočítala příprava jídel, proto není možné tento údaj nějak potvrdit či vyvrátit. Při výpočtu bylo pouze počítáno skladování na farmě a skladování hranolků v mrazárně. Při skladování brambor na farmě 6 měsíců se vytvoří 0,02 CO₂ eqv. a při skladování hranolků 2 dny v mrazárně před distribucí ke spotřebiteli 0,06 CO₂ eqv.

V diplomové práci byly jako produkty zpracování brambor vybrány ty, které se nejvíce konzumují ve vyrvaných stravovacích zařízeních (loupané brambory, bramborová kaše a hranolky). Loupání brambor způsobuje nejmenší emisní zátěž a to 0,003 kg CO₂ eqv. (na 1 kg loupaných brambor je potřeba 1,2 kg brambor). Zpracováním brambor na bramborové hranolky vznikne už podstatně více emisí a to 1,22 kg CO₂ eqv. (na 1 kg hranolků je potřeba 3,5kg brambor). Největší zátěž pro životní prostředí z hlediska vzniku emisí CO₂ však představuje výroba bramborové kaše, při které vzniká až 1,86 kg CO₂ eqv. (na 1 kg bramborové kaše je potřeba 6,6 kg brambor).

Obdobným výzkumem se zabývali i odborníci ve Švédsku WALLÉN, BRANDT a WENNERSTEN (2004), kteří zjistili, že vypěstované brambory bez zpracování vyprodukují 0,17 kg CO₂ eqv./1. Při výrobě bramborové kaše se vyprodukuje 1,12 kg CO₂ eqv. Nejvyšší emisní zátěž vypočítali u bramborových hranolků a to 2,37 kg CO₂ eqv.

6 Závěr

Míra antropogenní produkce skleníkových plynů závisí na způsobu pěstování, zpracování, skladování a transportu jednotlivých plodin.

Pěstováním konvenčních brambor se vyprodukuje 0,16 kg CO₂ eqv./1 kg brambor a při ekologické produkci 0,17 kg CO₂ eqv./1 kg. Emisní zátěž je tedy nepatrně vyšší při pěstování ekologických brambor. Je to způsobeno nižším výnosem, použitím měďnatých prostředků na ochranu rostlin a vyšší hodnotou emisí N₂O z aplikovaných hnojiv.

Také proces zpracování brambor představuje velkou emisní zátěž pro životní prostředí. Nejméně emisí při zpracování je produkováno loupáním brambor 0,003 CO₂ eqv. Naopak nejhorší způsob zpracování brambor představuje výroba polotovarů. Výrobou bramborových hranolků se vyprodukuje 1,222 CO₂ eqv. Ještě větší emisní zátěž představuje výroba bramborové kaše, při které vzniká 1,86 CO₂ eqv. na 1 kg produktu.

Emisní zátěž brambor a bramborových produktů (hranolky) skladovaných na farmě i v mrazírně se lineárně zvyšuje s délkou skladování. Při skladování v mrazírně je však několikanásobně větší spotřeba energie. Pokud by se na farmě brambory skladovaly 3 dny, vznikne emisní zátěž 0,0004 CO₂ eqv., v případě skladování hranolků v mrazírně po dobu 3 dnů je emisní zátěž 0,09 CO₂ eqv.

Dalším významným producentem emisí CO₂ při produkci brambor je transport. S rostoucím počtem kilometrů roste lineárně CO₂ eqv. Regionálním transportem (tzn. ze vzdálenosti 50 km) se vyprodukuje 0,006 CO₂ eqv., naopak importem ze vzdálenosti 800 km vznikne 0,09 CO₂ eqv.

Na základě zjištěných výsledků je zřejmé, že způsob hospodaření významně neovlivňuje produkci emisí CO₂. Daleko větší vliv má způsob zpracování, skladování a transport brambor. Environmentálně nejvhodnější variantu představují brambory čerstvé, popř. loupané, regionální (tzn. dovezené ze vzdálenosti 50 km) a neskladované (popř. skladované na farmě 30 dnů).

7 Seznam použité literatury

ANONYMUS 1: *Definice indikátorů, ochrana životního prostředí (EN)* [online]. 2006 [cit. 2010-12-19].

Dostupné z WWW: <http://www.globalreporting.org/NR/rdonlyres/D6F3BE4F-75C2-40EF-9630-240A1E8E8731/0/G3_IP_EN08csekytext.pdf>

ANONYMUS 2: *Světový Summit o udržitelném rozvoji v Johannesburgu 2002 a jeho dokumenty*

[online]. 2010 [cit. 2010-12-19]. Dokumenty k MA21. Dostupné z WWW: <[http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/\\$pid/MZPMSFHUHXKF](http://www.cenia.cz/web/www/web-pub2.nsf/$pid/MZPMSFHUHXKF)>

ANONYMUS 3: *Konference OSN o změnách klimatu v Kodani*. Dostupné z WWW: <http://www.tzb-info.cz/kodan-2009>

ANONYMUS 4: *Klimatický summit skončil, vyspělé státy dají miliardy do zeleného fondu*. Dostupné z WWW:

<http://zpravy.idnes.cz/klimaticky-summit-skoncil-vyspele-staty-daji-miliardy-do-zeleneho-fondu-1qf/zahranicni.asp?c=A101211_141038_zahranicni_aha>

ANONYMUS 5: *Hra o zemi*.

Dostupné z WWW: <<http://www.hraozemi.cz/ekostopa.html>>

ACOT, P. *Historie a změna klimatu*. Praha: Karolinum, 2005. 233 s.

BANGE, H. W. *Global change – It's not a gas*. Nature 408, 2002. 301 – 302 s.

BARROS, V. *Globální změna klimatu*. Praha: Mladá fronta, 2006. 165 s.

BRUNSOVY, A a S. *Biozahrada - praktická příručka: úvod k přírodnímu pěstitelství s názornými vyobrazeními*. Praha: Plot, 2010. 143 s.

CARLSSON-KANYAMA, A.: *Climate change and dietary choices – how can emissions of greenhouse gases from food consumption be reduced?* Food Policy, 1998, 277 - 293 s. In: NÁTR, L. *Země jako skleník: Proč se bát CO₂?*. Praha: ACADEMIA, 2006. 142 s.

CONSOLI, *Guidelines for life-cycle assessment: 'A Code of Practise'*, SETAC, 1993: Brusel

DE KLEIN, C, et al. *N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions from lime and urea application : IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. [s.l.] : [s.n.], 2006. 54 s.

ČSN EN ISO 14044. *Environmentální management-Posuzování životního cyklu-Požadavky a směrnice*. Praha: Český normalizační institut, 2006. 68 s.

ČURDA, D; FUCHSOVÁ, A. *Ekologická bilance-hodnocení životního cyklu*. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická, 1996. 60 s.

- DAXBECK, H. et al.: *Čtyři dimenze zdravé výživy: zdraví, ekonomie, ekologie, společnost*. In. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích: Ministerstvo zemědělství ČR, 2008. 51 s.
- DOLEŽAL, J. *Nazeleno.cz* [online]. 2010 [cit. 2010-12-19]. *Kodaňský summit o klimatu: Co se (ne)dohodlo?*. Dostupné z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/nazelenoplus/globalni-oteplovani/kodansky-summit-o-klimatu-co-se-ne-dohodlo.aspx>>
- DORNINGER, M; FREYER, B.: *Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich*, IFOL, BOKU Wien, 2008, 36. s.
- DIVIŠ, J; ZLATOHLÁVKOVÁ, M. *Poradenské listy pro ekologické zemědělce: Brambor hlíznatý*. In. České Budějovice: JČU České Budějovice, 2007. s. 8.
- Ecoinvent Centre, Switzerland, 2007
- FAVA, J; POMPER, S. (1997): *Life-Cycle Critical Review! Does It Work?*, *Int. J. LCA*, 145-153 s.
- FOTT, P. et al.: *Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů*. ČHMÚ, 2008, 97 s.
- FORSTER, P. et al.: *Changes in atmospheric Constituents and in Radiative Forcing*. In: SOLOMON S. D. *Limeta Chase*, Cambridge university press, New york, 2007
- FRITESCHE, U. R. et al.: *Treibhausgasemissionen durch erzeugung und Verarbeitung von Lebensmitteln – Arbeitspapier*. Öko-Institute V. – Institut für angewandte Ökologie, Darmstadt/Hamburg, 2007, 13 s.
- FUGLESTVEDT, J. S. et al.: *Metrics of climate change: assessing radiative forcing and emission indices*. *Climat. Change* 58, 2003, 267 – 331 s.
- HAAS, G; WETTERICH, F; KÖPKE, U. *Comparing intensive, extensifide and organic grassland farming in southern Germany by process life cycle assessment: Agric. Ecosyst. Environ.* [s.l.] : [s.n.], 2001. 83 s.
- HAMOUIZ, K. *Základy pěstování konzumních brambor a průmyslový brambor*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1994. 56 s.
- HOUBA, M. et al.: *Poznejte, pěstujte, používejte brambory*. Praha: Europlant šlechtitelská spol. s.r.o. ve spolupráci s firmou Atelier Longin, Kolín, Česká republika, 2007. 150 s.
- HOUGHTON, J. T., JENKINS, G. J., EPHRAUMS, J. J. *Climate Change: The IPCC Scientific Assessment*. Cambridge: Cambridge University Press, 1990: 365 s.
- HRADIL, R. *Jak ekologicky vypěstovat biobrambory*. Olomouc, 2007. 23 s.

IPCC (*Mezivládní panel ke klimatické změně*). Dostupné z WWW: <http://old.chmi.cz/cc/ipcc.html>

Institut für Wassergüte, Ressourcenmanagement und Abfallwirtschaft Technische Universität Wien, Karlsplatz 13, A-1040 Wien, STAN 2

JARUŠKOVÁ, R. *Dovoz biopotravin do České republiky*. Brno, 2009. 122 s. Diplomová práce. Masarykova univerzita.

JUN, J. *Skladování brambor*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1983. 240 s.

KALVOVÁ, J; MOLDON, B. *Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů*, Praha: Karolinum, 1996. 161 s.

KAVKA, M. *Normativy zemědělských výrobních technologií*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských technologií, 2006. 355 s.

KOČÍ, V. *Posuzování životního cyklu (Life Cycle Assessment – LCA)*. Chrudim: Vodní zdroje Ekomonitor spol. s.r.o., 2009. 263 s.

KÖLSCH, E; STÖPPLER, H. *Kartoffeln im ökologischen Landbau*. Darmstadt: Herbert Herder, KTBL, 1990. 109 s.

LEGGETT, J: *Nebezpečí oteplování*. Praha: Academia, 1992. 360 s.

LACKNER, M. *Sozialökologische Dimensionen der österreichischen Ernährung: Eine Szenarienanalyse*. Vienna : [s.n.], 2008. 66 s.

MALERŤ, J. *Zpracování okopanin*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání ministerstva zemědělství ČR, 1994. 35 s.

MATOVELLE, A. *Gemeinschaftliche Lebens- und Wirtschaftsweisen und ihre Umwelrelevanz*. Kassel: [s. n.], 2003. 57 s.

METELKA, L; TOLASZ, R. *Klimatické změny: fakta bez mýtů*. Praha: Univerzita Karlova, 2009. 35 s.

MIKULA, P. *Pěstování brambor*. Praha: Zemědělských a potravinářských informací, 1997. 49 s.

MOLDAN, B. *Konference OSN o životním prostředí a rozvoji Rio de Janeiro: 3-14 června 1992, Dokumenty a komentáře*. Praha: Management Press, 2010. 260 s.

NÁTR, L. *Rozvoj trvale neudržitelný*. Praha: Nakladatelství Karolinum, 2005. 102 s.

NÁTR, L. *Země jako skleník: Proč se bát CO₂?*. Praha: ACADEMIA, 2006. 142 s.

- NEMEŠOVÁ, I; PRETEL, J. *Skleníkový efekt a životní prostředí*. 1998. Praha: Ministerstvo životního prostředí a ČHMÚ, 1998. 76 s.
- NEUERBURG, W; PADEL, S. *Ekologické zemědělství v praxi*. Praha : [s.n.], 1994. 476 s.
- REES, M. *Naše poslední hodina: Přežije lidstvo svůj úspěch?*. Praha: Dokořán a Agro, 2005. 232 s.
- REMTOVÁ, K. *Posuzování životního cyklu - METODA LCA* . Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2003. 15 s.
- REMTOVÁ, K; PRIBYLOVÁ, M. *Využití metody LCA v České republice: Porovnání životního cyklu výrobku*. Praha: VŠE Praha, 2001. 79 s.
- STAUD, T; REIMER, N. *Zachraňme klima - Ještě není pozdě*. [s. l.]. Praha: Knižní klub, 2008. 288 s.
- STRATMANN, B. *Umweltauswirkungen von Ernährungsgewohnheiten im ZIRN Projekt: „Übergewicht und Adipositas bei Kindern und Jugendlichen“*. Freiburg: Öko-Institut e. V., 2008. 19 s.
- ŠARAPATKA, B. et al.: *Ekologické zemědělství: učebnice pro školy i praxi. II. díl, Normy Evropské unie, chovy a welfare hospodářských zvířat, ekonomika, marketing, konverze a příklady z praxe*. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR: PRO-BIO, 2005. 332 s.
- TAYLOR, C. *Ökologische Bewertung von Ernährungsweisen*. Gießen, 2000. 191 s. Dizertační práce. Justus-Liebig-Universität Gießen.
- VALEŠKA, J. *Biospotřebitel.cz* [online]. 27. 4. 2009 [cit. 2010-12-19]. *Jsou lokální potraviny skutečně šetrnější k přírodě?*. Dostupné z WWW: <http://www.probioliga.cz/biospotrebitel/clanek/123107/jsou-lokalni-potraviny-skutecne-setrnejsi-k-prlrode.html>
- VOJTĚCH, L. *Pěstování okopanin v ekologickém zemědělství a výběr odrůd. Metodické listy* [online]. Náměšť nad Oslavou, 8, [cit. 2010-12-19]. Dostupný z WWW:<http://www.eposcr.eu/files/informac/vyd_publ/ML08%20Okopaniny.pdf>
- VOKÁL, B. et al.: *Pěstitelské technologie jednotlivých užitkových směrů brambor*. Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 2001. 33 s.
- WALLÉN, A. BRANDT, N; WENNERSTEN, R. *Does the Swedish consumer's choice of food influence greenhouse gas emissions?*. *Environmental Science & Policy*. 2004, 7, s. 11.
- WEINZETTEL, J. *Posuzování životního cyklu (LCA) a analýza vstupů a výstupů (IOA) : vzájemné propojení při získávání nedostupných dat*. Praha, 2008. 151 s. Dizertační práce. České vysoké učení technické v Praze. Dostupné z WWW: <www.lca.cz>

WEIZSAECKER, E. *Harmonizace rozvoje a životního prostředí*. In *Zprávy – Summit o trvale udržitelném rozvoji: Harmonizace rozvoje a životního prostředí* [online]. [s. l.] : [s.n.], 1997 [cit. 2010-12-19].

Dostupné z WWW: <<http://www.osn.cz/zpravodajstvi/zpravy/zprava.php?id=827>>

ŽALUD, Z. *Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2009. 270 s.