JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie
Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan MOUDRÝ, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Emisní zátěž při pěstování vybraných plodin

Vedoucí diplomové práce: doc. Ing. Jan MOUDRÝ, Ph.D.
Konzultant diplomové práce: prof. Ing. Jan MOUDRÝ, CSc.
Autor diplomové práce: Bc. Jiřina SLABÁ

České Budějovice, 2015

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: **2013/2014**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení:	**Bc. Jiřina SLABÁ**
Osobní číslo:	**Z13449**
Studijní program:	**N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor:	**Agroekologie**
Název tématu:	**Emisní zátěž při pěstování vybraných plodin**
Zadávající katedra:	**Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracování úvodního shrnutí a literární rešerše na téma pěstování vybraných plodin a jeho environmentální dopady.
2. Výběr sledovaných plodin.
3. Stanovení rámce pro sledování emisní zátěže vybraných plodin.
4. Sestavení řetězce technických a agrotechnických operací uvnitř zvoleného rámce a stanovení cyklů pěstování vybraných plodin.
5. Analýza databází EKO-INVENT a jejich využití k výpočtu emisní zátěže a zhodnocení produkce emisí během pěstování vybraných plodin.
6. Vytvoření seznamu literatury v abecedním pořadí dle ČSN.

Rozsah grafických prací: **tabulky, grafy, fotografická příloha**

Rozsah pracovní zprávy: **50 stran textu vč. tabulek**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

Cline, W. R. (2007): Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country, Center for Global Development and the Peterson Institute for International Economics, 98 p.

Fott, P., Pretel, J., a kol. (2003): Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů. ČHMÚ, 97 s.

Kočí, V. (2009): Posuzování životního cyklu - Life cycle assessment LCA. Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, 263 s.

Kalvová, J., Moldon, B. (1996): Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Karolinum Praha, 161 s.

Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J. jr., Kalinová, J.: Ekologické zemědělství. JU ZF v Č. Budějovicích, 2007, 219 s., ISBN 978-80-7394-046-1

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Moudrý, Ph.D.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Konzultant diplomové práce: **prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Datum zadání diplomové práce: **7. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2015**

prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice

prof. Ing. Jan, st. Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 26. března 2014

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 elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Písku dne .....

Bc. Jiřina SLABÁ

Poděkování:

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu diplomové práce doc. Ing. Janu MOUDRÉMU, Ph.D., za profesionální vedení práce a čas, který mi věnoval při konzultacích a Ing. Jaroslavu BERNASOVI, za cenné rady a připomínky k tématu práce, za poskytnuté materiály a odbornou pomoc při výpočtech.
Závěrem bych chtěla poděkovat osloveným podnikům za vstřícnost při získávání důležitých údajů k této diplomové práci. V neposlední řadě bych chtěla poděkovat mé rodině za podporu při studiu na vysoké škole.

ABSTRAKT

Diplomová práce se zabývala hodnocením životního cyklu ovsa. Byly porovnávány pěstitelské technologie v konvenčním a ekologickém systému hospodaření ve vztahu k produkci skleníkových plynů. Pomocí dotazníkového šetření a odborné literatury byla zjištěna data ze zemědělství.

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých agrotechnických faktorů na zatížení životního prostředí emisemi skleníkových plynů v konvenčním a ekologickém systému hospodaření a zpřístupnění informací o možnosti volby potravin a jeho vlivu na životní prostředí, co největšímu počtu lidí takovým způsobem, aby pak sami mohli kvalifikovaně rozhodnout, které potraviny chtějí konzumovat.

K výpočtu environmentálního dopadu byl použit softwarový program SIMAPro. 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. Vstupy a výstupy byly vztaženy k jednotce jednoho hektaru a výsledná hodnota byla přepočtena na 1 kg ovsa. Vstupem byly technologické operace, množství hnojiv, prostředky na ochranu rostlin a výstupem studie byla emisní zátěž na 1 kg ovsa vyjádřena v CO_2 ekvivalentu.

Závěrem této práce je výsledek, kde se ukazuje, že pěstování ovsa ekologickým způsobem hospodaření je šetrnější k životnímu prostředí, jelikož produkuje méně emisí než konvenční zemědělství.

Klíčová slova: pěstování ovsa, ekologické zemědělství, konvenční zemědělství, globální změny klimatu, skleníkové plyny, metoda LCA

SUMMARY

The thesis focuses on assessment of the life cycle of the oat. The breeding technologies in conventional and ecological farming systems are compared, in relation to the greenhouse gases emission. The data from agriculture and transportation were accumulated by way of questionnaire survey and expert literature.

The objective of this thesis was to assess the impact of individual agrotechnical factors on the pollution of the environment with greenhouse gases emissions in conventional and ecological farming systems, and making information about possibility of choice of food and its influence on the environment available to people. It should help them to choose which food they want to eat.

The environmental impact was calculated with the SIMAPro software. This tool uses the Ecoinvent databases and enables to create a model of life cycle of the product in question according to the ČSN EN ISO 14040 and ČSN EN ISO 14044 standards. Inputs and outputs were related to the unit of one hectare and the resulting value was converted as per 1 kg of oat. The input included technological operations, amount of fertilisers, and plant protection products; the output of the analysis was the emission load per1 kg of oat expressed in the CO_2 equivalent.

The conclusion of this thesis is the result which shows that organic cultivation of oat is more sparing to the environment because it produces less emission than conventional agriculture.

Key words: oat breeding, ecological agriculture, conventional agriculture, global climate changes, greenhouse gases, LCA method

OBSAH

1. ÚVOD 11
2. LITERÁRNÍ PŘEHLED 11
   - 2.1 Globální změny klimatu 11
     - 2.1.1 Skleníkový efekt 12
     - 2.1.2 Skleníkové plyny 14
       - *2.1.2.1 Vodní pára (H_2O)* 15
       - *2.1.2.2 Oxid uhličitý (CO_2)* 15
       - *2.1.2.3 Metan (CH_4)* 16
       - *2.1.2.4 Oxid dusný (N_2O)* 17
       - *2.1.2.5 Ozon* 17
       - *2.1.2.6 Freony* 18
     - 2.1.3 Mezinárodní dohody o změně klimatu 18
       - *2.1.3.1 Mezinárodní panel pro změny klimatu (IPCC)* 19
       - *2.1.3.2 Národní inventarizační systém (NIS)* 20
     - 2.1.4 Potenciál globálního oteplování 20
       - *2.1.4.1 Ekvivalent CO_2* 21
     - 2.1.5 Zemědělství a změna klimatu 21
   - 2.2 LCA 23
     - 2.2.1 Metoda LCA 23
     - 2.2.2 Standardizace LCA 23
     - 2.2.3 Fáze metody LCA 24
       - *2.2.3.1 První fáze – Stanovení cílů a rozsahu* 25
       - *2.2.3.2 Druhá fáze – Inventarizace životního cyklu* 25
       - *2.2.3.3 Třetí fáze – Hodnocení dopadů životního cyklu* 26
       - *2.2.3.4 Čtvrtá fáze – Interpretace životního cyklu* 27
   - 2.3 Oves (Avena sativa L.) 29
     - 2.3.1 Charakteristika 29
     - 2.3.2 Historie pěstování a současnost 30
     - 2.3.3 Odrůdy 31

2.3.4 Nároky na prostředí 33
2.3.5 Tvorba výnosu 33
2.3.5.1 Hustota porostu 33
2.3.5.2 Počet zrn v latě 34
2.3.5.3 HTZ 34
2.3.6 Zařazení v osevním postupu 34
2.3.7 Příprava půdy 36
2.3.8 Výsevek 36
2.3.9 Výživa a hnojení 37
2.3.10 Regulace plevelů 39
2.3.11 Regulace chorob a škůdců 39
2.3.12 Sklizeň 40
2.3.13 Pěstování ovsa v ekologickém systému hospodaření 41
3. MATERIÁL A METODIKA 43
3.1 Výběr pěstitele 43
3.2 Studie LCA – oves 43
3.2.1 První fáze LCA – definice cílů a rozsahu 43
3.2.1.1 Funkční jednotka 44
3.2.1.2 Hranice systému 44
3.2.1.3 Kvalita dat 44
3.2.1.4 Alokační postupy 44
3.2.2 Druhá fáze LCA – Inventarizační analýza 45
3.2.2.1 Sběr dat 45
3.2.2.2 Primární data 45
3.2.2.3 Sekundární data 47
3.2.2.4 Popis vstupů a výstupů 47
3.2.2.5 Zemědělství 47
3.2.3 Třetí fáze LCA – Hodnocení dopadu životního cyklu 49
3.2.4 Čtvrtá fáze LCA – Interpretace životního cyklu 49
4. VÝSLEDKY 51
4.1 Zemědělství – vstupní údaje 51

4.1.1 Výnos 51
4.1.2 Osiva 51
4.1.3 Hnojiva 51
4.1.4 Herbicidy 51
4.1.5 Agrotechnické operace 52
4.1.6 Emise N_2O 52
4.2 Zemědělství – výstupní údaje 52
4.2.1 Emise z osiv 57
4.2.2 Emise z výroby a aplikace hnojiv 58
4.2.3 Emise z agrotechnických operací 59
4.2.4 Emisní zátěž vzniklá při aplikaci prostředku na ochranu rostlin… 61
5. DISKUZE 63
6. ZÁVĚR 66
7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 68

1. ÚVOD

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1 Globální změny klimatu

Pod pojmem klima se obecně rozumí „průměrné“ počasí, které charakterizuje obvyklý průběh počasí v daném místě a odvozuje se z údajů zjištěných meteorologickým pozorováním v průběhu několika desetiletí, příp. období delších. (NEMEŠOVÁ, PRETEL, 1998).

Změna klimatu má v odborné literatuře několik významů. Obecně se pod pojmem změna klimatu rozumí změna vyvolaná jakýmkoliv vnějším nebo vnitřním faktorem, včetně změn vyvolaných lidskou činností (BRANIŠ, HŮNOVÁ a kol., 2009).

Podle NEMĚŠOVÉ a PRETELA (1998) si lze pod pojmem změna klimatu představit jak antropogenní změny (vyvolané lidskou činnosti), tak změny přirozené, vlastní proměnlivému klimatickému systému. V mezinárodních dokumentech, které pojednávají o změně klimatu, se pod tímto pojmem rozumí změna vyvolaná přímo či nepřímo lidskou činností a to taková, která přispívá ke změně složení atmosféry a která je „přídavkem“ k přirozené proměnlivosti klimatu.

Ke změnám klimatu přispívá i rychlý technologický rozvoj, na kterém se podílí člověk. Dochází k nárůstu spotřeby energie, ke změnám způsobů využívání krajiny a rychlý populační nárůst potřeby dalšího rozvoje energetické nároky jenom zvyšuje. Celosvětová spotřeba primárních energetických zdrojů se za posledních 30 let zvýšila o více než 80 % a z 80 % se na ní stále podílí fosilní uhlíkatá paliva (ropa, uhlí, zemní plyn). Narůstající emise oxidu uhličitého do atmosféry jsou příčině spojovány s celkovým oteplováním planety a se změnami globálního zemského klimatu (PRETEL, 2012).

Od začátku 19. století se koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře zvýšila téměř o polovinu. I v lokálním měřítku se jedná o závažný jev, ale z hlediska celé planety jde o změnu zásadního charakteru (JŮZOVÁ a kol, 2004).

Za nejzávažnější antropogenní zásah do klimatického systému se v současné době považuje růst koncentrací skleníkových plynů a antropogenních troposférických aerosolů, jejichž hlavním zdrojem je spalování fosilních paliv a biomasy (KALVOVÁ, MOLDAN, 1996).

Poslední závěry z hodnotící zprávy Mezinárodního panelu pro změnu klimatu uvedené v roce 2007 dokazují, že hrozba změny klimatu je bezprostřední a vážným nebezpečím pro život na Zemi. Nejvíce zřejmou součástí této změny je oteplení naprosté většiny pevnin, negativní ovlivnění vodních zdrojů a zvýšená intenzita extrémních hydrometeorologických událostí. Ve snaze zmírnit tyto změny bylo podepsáno několik mezinárodních dohod. Poslední z nich schválená na Summitu G8 v roce 2008 si vytýčila za cíl redukci skleníkových plynů, mezi něž patří CO_2, o 50 % (MOUDRÝ jr. a kol., 2010).

S ohledem na globální působení je změna klimatu celosvětový problém, jehož řešení si vyžaduje aktivní a konstruktivní přístup ze strany všech států. Mezi nejzávažnější dopady postupující klimatické změny patří rostoucí četnost extrémních klimatických jevů (povodně, sucha, vichřice), zvyšování hladiny oceánů, klesající dostupnost pitné vody, desertifikace, redukce biodiverzity, atd. (ČHMÚ, 2014).

2.1.1 Skleníkový efekt

Oteplující účinek skleníkových plynů v atmosféře byl poprvé rozpoznán v roce 1827 francouzským vědcem Jean-Batistem Fourierem. Ten poukázal na podobnost mezi tím, co se děje v atmosféře a ve skle skleníku, což dalo vzniknout termínu „skleníkový efekt“ (HOUGHTON, 1998). Sluneční záření je pohlcováno povrchem půdy a předměty, které se na ní nacházejí. Tím se tyto předměty ohřívají a eliminují zvyšující se množství energie ve formě dlouhovlnného infračerveného záření. Toto záření je silně absorbováno sklem skleníku nebo tzv. skleníkovými plyny v atmosféře. Důsledkem toho je zvyšování teploty jak ve skleníku, tak i v zemské atmosféře (NÁTR, 2006).

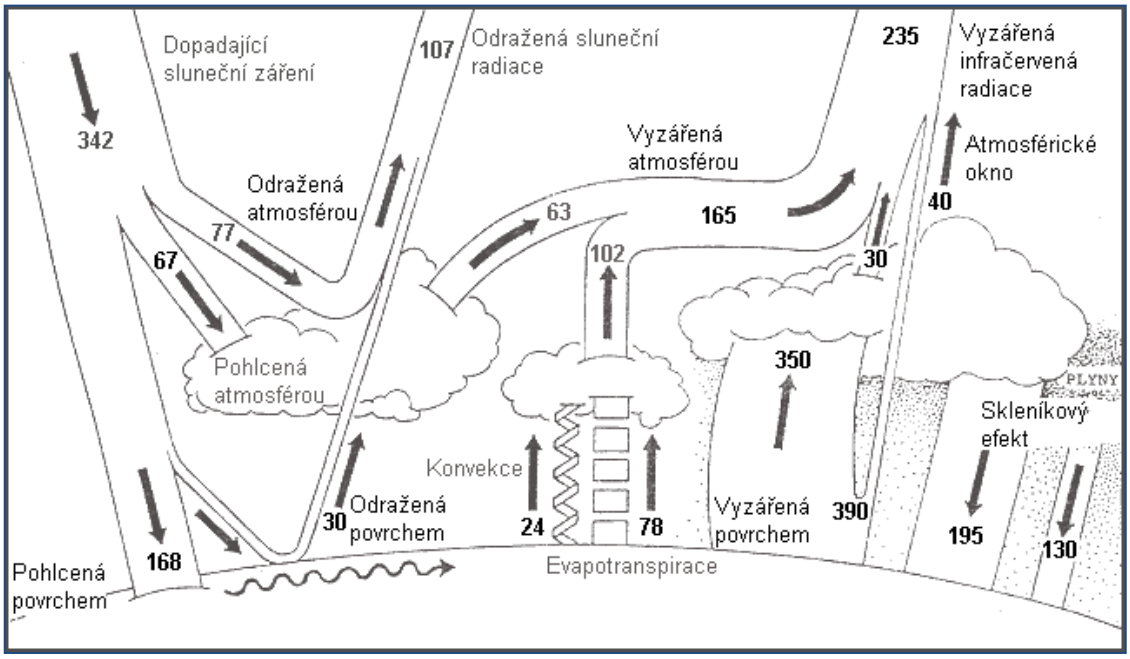
Při spalování fosilních paliv, kácení lesů, vypalování savan, při zemědělské výrobě, dopravě a v důsledku mnoha dalších průmyslových aktivit se do atmosféry uvolňují plyny, které buď přímo, nebo prostřednictvím látek vznikajících při jejich

chemických reakcích zesilují přirozený skleníkový efekt atmosféry. Vedle oxidu uhličitého (CO_2) a troposférického ozónu (O_3) mezi hlavní skleníkové plyny patří plyny zmíněné v Kjótském protokolu tj. metan (CH_4), oxid dusný (N_2O), fluorované uhlovodíky (HFC_s), perfluorované uhlovodíky (PFC_s), fluorid sírový (SF_6) a látky uvedené v Montrealském protokolu a jeho dodatcích – úplně chlorované a fluorované uhlovodíky (CFC_s), neúplné chlorované a fluorované uhlovodíky ($HCFC_s$) a halony. Tyto látky rovněž narušují ozónovou vrstvu (BRANIŠ, HŮNOVÁ a kol., 2009).

Vlivem všech skleníkových plynů je průměrná teplota Země podstatně vyšší, než by byla bez absorpce skleníkovými plyny a bez zpětné radiace. Jednotlivé odhady uvádějí zvýšení průměrné teploty Země vlivem skleníkových plynů v rozmezí 21 až 30°C (KUTÍLEK, 2004). Podle NÁTRA (2006) by průměrná teplota bez výskytu skleníkových plynů při povrchu Země (určovaná jen radiační bilancí) byla – 18 °C.

Skleníkový efekt je tedy nezbytným předpokladem života na Zemi.

***Obrázek č. 1* – Princip skleníkového efektu**



(Zdroj: NEMEŠOVÁ, PRETEL, 1998)

2.1.2 Skleníkové plyny

Podle NEMEŠOVÉ a PRETELA (1998) jsou nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře vodní pára (zdaleka nejvýznamnější), oxid uhličitý (CO_2), oxid dusný (N_2O), metan (CH_4) a některé další plyny. Jejich působení spočívá v tom, že pohlcují dlouhovlnné záření lépe než záření krátkovlnné a samy také vyzařují dlouhovlnnou radiaci jak do vnějšího prostoru (ochlazování), tak zpět k zemskému povrchu (skleníkový efekt).

Převážná část produkce skleníkových plynů souvisí s lidskou činností. CO_2 vzniká zejména při spalování fosilních paliv, na emisích CH_4 se výrazně podílí těžba a zpracování ropy či zemního plynu, ale i zemědělská výroba a dopadové hospodářství, N_2O uniká při řadě zemědělských procesů a emise halogenovaných fluorovodíků souvisí s rozvojem chladírenské a klimatizační techniky. Činností člověka jsou do atmosféry uvolňovány i pevné aerosoly, které však působí proti zesilování skleníkového efektu (PRETEL, 2012).

Tabulka č. 1 **– Celkové emise skleníkových plynů v letech 1990, 1995, 2000, 2005, 2007 – 2011 [Mt CO_2 ekv.]**

Skleníkový plyn	**1990**	**1995**	**2000**	**2005**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
CO_2	161,1	120,7	118,1	118,9	126,4	117,1	107,4	112,4	106,3
- z toho CO_2 emise	164,8	128,0	125,7	125,7	127,3	122,0	114,4	118,0	114,3
- z toho CO_2 propady v LULUCF[1)]	-3,7	-7,3	-7,6	-6,8	-0,9	-4,9	-7,0	-5,6	-8,0
CH_4	17,9	13,4	11,2	10,5	10,5	10,5	10,2	10,4	10,3
N_2O	13,4	9,3	8,7	8,4	8,3	8,4	7,9	7,6	7,8
F-plny	0,1	0,1	0,4	0,7	1,7	1,3	1,1	1,5	1,2
Celkem s LULUCF	**192,4**	**143,5**	**138,4**	**138,6**	**146,9**	**137,4**	**126,6**	**131,9**	**125,5**
Mezinárodní letecká doprava	0,6	0,6	0,6	1,1	1,1	1,2	1,1	1,0	1,0

[1)] LULUCF – využívání krajiny, změny ve využití krajiny a lesnictví

Pozn.: Pro výpočet agregovaných emisí (CO_2) ekv. byly použity hodnoty radiačního potenciálu jednotlivých skleníkových plynů podle platné metodiky (např. pro CO_2 = 1, CH_4 = 21, N_2O = 310). Inventarizace zahrnuje rovněž propady emisí v důsledku využívání krajiny, změn ve využívání krajiny a lesnictví. Emise z mezinárodní letecké dopravy se vykazují zvlášť.

(Zdroj: ČHMÚ, 2014)

Inventarizací skleníkových plynů se v ČR zabývá Český hydrometeorologický ústav v rámci Národního inventarizačního systému skleníkových plynů. Hlavní pozornost je zaměřena na skleníkové plyny sledované Kjótským protokolem – CO_2, CH_4, N_2O, HFC_s, PFC_s aSF_6 (ČHMÚ, 2010).

Z výsledků národní inventarizace skleníkových plynů v letech 1990 až 2011 (Tabulka č. 1) vyplývá, že celkové emise skleníkových plynů vyjádřené v ekvivalentních hodnotách oxidu uhličitého (CO_2 ekv.), poklesly v ČR z hodnoty 192,4 mil. tun v roce 1990 na 125,5 mil. tun v roce 2011. Takže samotné emise poklesly vůči referenčnímu roku 1990 o 34,8 % (ČHMÚ, 2014).

Pro současné skleníkové plyny je charakteristický soustavný, a v některých případech zcela výjimečně rychlý nárůst koncentrace (NÁTR, 2006).

2.1.2.1 Vodní pára (H_2O)

Vodní pára je hlavním skleníkovým plynem. Je součástí hydrologického cyklu jako uzavřeného systému oběhu vody a odpovídá přibližně za dvě třetiny přirozeného skleníkového efektu. Jelikož je jí na Zemi konečné množství, činnost člověka se na jejím nárůstu v atmosféře projevuje pouze zcela zanedbatelným způsobem (PRETEL, 2012).

Vodní pára v atmosféře má největší podíl na skleníkovém efektu a to více než 60 % a její množství v atmosféře se zvyšuje vlivem oteplení (NÁTR, 2006). Podle ŽALUDA (2009) 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.

Podle NEMEŠOVÉ a PRETELA (1998) má člověk celkem malou možnost ovlivnit množství vodní páry v atmosféře.

2.1.2.2 Oxid uhličitý (CO_2)

Oxid uhličitý je přirozeně se vyskytující plyn, který nevyhnutelně vzniká spalováním každého materiálu organického původu (ŽALUD, 2009). Podle NÁTRA

(2006) patří oxid uhličitý mezi velmi účinné skleníkové plyny a velmi silně pohlcuje dlouhovlnné infračervené záření.

Oxid uhličitý je v přirozené formě vázán na fosilní paliva (ropa, uhlí, zemní plny), rostliny a živočichy, půdní uloženiny a horniny. Lidskou činností se CO_2 dostává do atmosféry především spalováním fosilních paliv při výrobě tepla, energie, dopravě a průmyslové výrobě (JELÍNEK, 2010).

Oxid uhličitý je nejvýznamnějším antropogenním skleníkovým plynem a jeho podíl mezi skleníkovými plyny je cca 20 % (JELÍNEK, 2010, IPCC, 2007). Od roku 1750 se koncentrace CO_2 zvýšila o 31 %. Asi 3/4 antropogenních emisí CO_2 pocházejí ze spalování fosilních paliv. Jedna čtvrtina pak pochází ze změny v užívání půdy, a to zejména odlesňování (NÁTR, 2005). V několika posledních stoletích docházelo k masivnímu odlesňování a to vedlo k podstatnému zvýšení koncentrací CO_2 v atmosféře. Změny ve využívání půdy se podílejí na emisích CO_2 v průměru zhruba 15 až 20 % (NEMEŠOVÁ, PRETEL, 1998).

Na rychlém růstu koncentrace CO_2 se nepochybně v posledním století podílí hlavní měrou člověk (KALVOVÁ, MOLDAN, 1996).

2.1.2.3 Metan (CH_4)

Metan je 8 krát až 21 krát účinnějším skleníkovým plynem než je CO_2, ale v atmosféře jej není takové množství. Vázaný je především ve fosilních palivech, permafrostu (trvalé zmrzlé zemi) a v hydrátech metanu na oceánském dně. Do atmosféry se přirozeným způsobem uvolňuje při kvašení a tlení (především z močálů a lesů). Je produktem rozkladu organické hmoty (JELÍNEK, 2010).

Antropogenní emise metanu v ČR pocházejí zejména z těžby, úpravy a distribuce paliv. Dalšími významnými zdroji emisí metanu je chov zvířectva, anaerobní rozklad bioodpadů při jejich ukládání na skládky a čištění odpadních vod (ČHMÚ, 2014).

Od roku 1750 se atmosférická koncentrace metanu zvýšila o 1,060 ppm (151 %) (NÁTR, 2005).

Podle údajů z Inventarizace skleníkových plynů v rámci Národního inventarizačního systému byl v roce 2006 v ČR vyprodukován metan v celkovém objemu 12 047,93 Gg CO_2 ekv., což je necelých 8 % z celkového objemu všech skleníkových plynu v přepočtu podle ekvivalentu CO_2. Největším producentem metanu je energetika, na druhém místě pak zemědělství (TRČÁLEK, 2009).

V období 1990 – 2011 došlo ke snížení emisí metanu o 42,6 %, které bylo způsobeno zejména poklesem těžby uhlí a stavu hospodářských zvířat, v menší míře pak i nižší spotřebou tuhých paliv v domácnostech (ČHMÚ, 2014).

2.1.2.4 Oxid dusný (N_2O)

Oxid dusný, který má nejzávažnějších skleníkový efekt, vzniká při denitrifikaci dusičnanů ve špatně odvodňovaných půdách (ALTEROVÁ, 2010). Je až 300 krát účinnější než CO_2. Jeho nebezpečnost souvisí s prostupem do stratosféry, kde ve výšce kolem 25 km působením slunečního záření rozkládá ozónovou vrstvu (JELÍNEK, 2010).

Největší množství emisí oxidu dusného pochází ze zemědělských aktivit, zejména denitrifikací dusíku dodávaného do půdy ve formě umělých hnojiv nebo organického materiálu (ČHMÚ, 2014). Velké množství oxidu dusného produkuje těžký průmysl (JELÍNEK, 2010). Od roku 1750 se zvýšila koncentrace oxidu dusného o 0,046 ppm (17 %) (NÁTR, 2005).

Podíl emisí oxidu dusného na celkových agregovaných emisích skleníkových plynů činil v roce 2011 6,2 %. V období 1990 – 2011 došlo k poklesu emisí oxidu dusného o 41,7 % zejména v důsledku snížení používání umělých hnojiv v zemědělství, poklesu stavu hospodářských zvířat a v poslední době též v důsledku cíleného zavádění technologií na odstraňování emisí oxidu dusného při výrobě kyseliny dusičné (ČHMÚ, 2014).

2.1.2.5 Ozon

Ozon je důležitý skleníkový plyn vyskytující se jak v troposféře, tak i ve stratosféře (BRANIŠ, HŮNOVÁ a kol., 2009). Vzniká působením elektrických výbojů nebo krátkovlnného ultrafialového záření na molekuly kyslíku (O_2) (JELÍNEK, 2010).

Troposférický ozon není do atmosféry přímo emitován, ale vzniká v ní fotochemickými procesy, za pomoci přírodních i antropogenních prekurzorů (oxidy dusíku, oxid uhelnatý, uhlovodíky). V atmosféře setrvává relativně krátce, v rozmezí týdnů až měsíců (MRÁČKOVÁ, 2013).

Podle NEMEŠOVÉ a PRETELA (1998) je troposférický ozon z valné části produkován automobilovou dopravou a elektrárenským provozem. Hlavním zdrojem jsou fotochemické reakce s polutanty (NÁTR, 2006).

2.1.2.6 Freony

Freony jsou člověkem vyrobené syntetické organické látky obsahující chlor, fluor nebo brom. Ve srovnání s CO_2 je jejich účinek na pohlcování dlouhovlnného záření až 10000 krát větší (JELÍNEK, 2010). Pro většinu těchto látek je jediným zdrojem lidská činnost (chladící technika, aerosolové rozprašovače, rozpouštědla, izolátory atd.) (BRANIŠ, HŮNOVÁ a kol., 2009). NÁTR (2006) řadí mezi hlavní zdroje freonů aerosoly (30 %), chladničky (30 %), plastické pěny (32 %), rozpouštědla a farmaceutický průmysl (8 %).

Freony mají ničivý účinek na stratosférický ozon a zapříčiňují jeho redukci, Uvolňují v ozonové vrstvě chlor, který zamezuje vzniku ozónu. Důsledkem je úbytek ozónové vrstvy a zvýšené pronikání UV záření na povrch Země (JELÍNEK, 2010).

Podle ŽALUDA (2009) zůstávají freony v atmosféře stovky až tisíce let.

2.1.3 Mezinárodní dohody o změně klimatu

NEMEŠOVÁ a PRETEL (1998) uvádí, že poprvé se problémy změny klimatu objevily na mezinárodním fóru během 1. světové klimatické konference v Ženevě v roce 1979. Závěr fóra ukázal, že lze připustit a vědecky zdůvodnit, že narůstající koncentrace skleníkových plynů do atmosféry mohou vést k významnému narušení přirozeného klimatického systému.

V roce 1988 byl Světovou meteorologickou organizací a Programem OSN pro životní prostředí ustaven Mezinárodní panel pro změnu klimatu (IPCC) (NÁTR, 2005).

IPCC představuje mezinárodně uznávanou autoritu v oblasti klimatických změn (SAMPLE, 2007).

Zásah člověka do složení atmosféry v globálním měřítku se považoval za tak závažný, že v roce 1992 byla uzavřena mezinárodní dohoda nazvaná „Rámcová úmluva OSN o změně klimatu“ (BRANIŠ, HŮNOVÁ a kol., 2009). Činnost IPCC spočívá v publikování speciálních zpráv pro implementaci Rámcové úmluvy, což je mezinárodní dohoda, která uznává možnost nepříznivého dopadu klimatických změn (IPCC, 2014b).

V roce 1997 byl k Rámcové úmluvě přijat tzv. Kjótský protokol, jehož základním cílem bylo do roku 2012 snížit emise skleníkových plynů v celkovém průměru o 5,2 % v porovnání s rokem 1990. V roce 2012 byl Protokol prodloužen o druhé kontrolní období (2013 – 2020), v rámci něhož přijaly některé vyspělé státy nové redukční závazky (MŽP, 2014). Kjótský protokol je bezesporu hlavním představitelem současných snah o snižování emisí skleníkových plynů (PRETEL, 2012). Česká republika podepsala protokol v roce 1998 na základě usnesení vlády a ratifikovala jej v roce 2001. Protokolem se zavázala v letech 2008 až 2012 snížit produkci „skleníkových plynů“ ve srovnání s rokem 1990 o 8 % (ŽALUD, 2009).

Hlavním strategickým dokumentem České republiky v oblasti změny klimatu je Národní program na zmírnění dopadů změny klimatu v ČR z roku 2004 (MŽP, 2014).

2.1.3.1 Mezivládní panel pro změny klimatu (IPCC)

Mezivládní panel pro změny klimatu (IPCC, anglicky Intergovernmental Panel on Climate Change) je vědecký mezivládní orgán, který byl založen v roce 1988 k vyhodnocování rizik změny klimatu dvěma organizacemi OSN – Světovou meteorologickou organizací (WHO) a Programem OSN pro životní prostředí (UNEP). Posláním IPCC je poskytovat komplexní vědecké posouzení současných vědeckých, technických a sociálně-ekonomických informací z celého světa o nebezpečí klimatických změn způsobených lidskou činností, o jejich potenciálních environmentálních a sociálně-ekonomických důsledcích a o možnostech přizpůsobení se těmto důsledkům nebo o možnostech zmírnění jejich účinků (IPCC, 2014a).

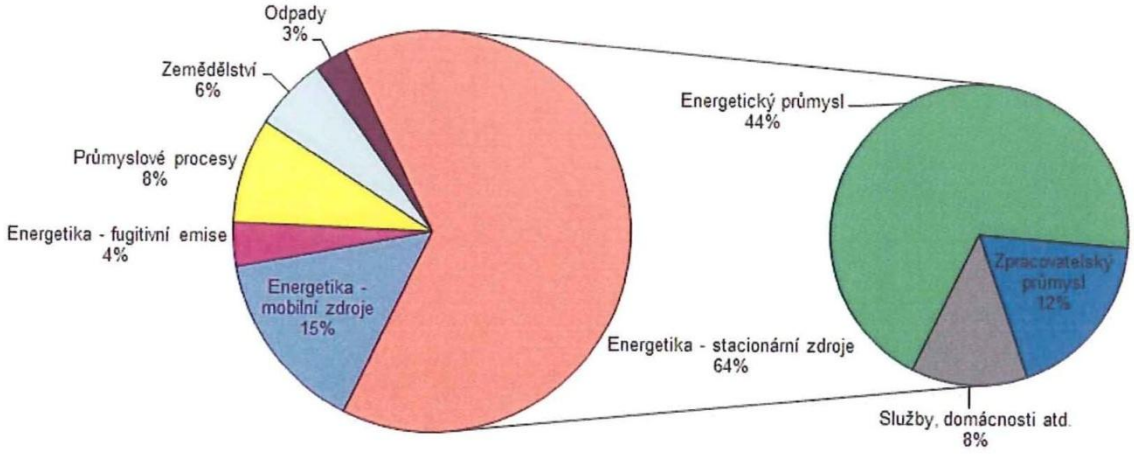
Pracovní skupina IPPC také vypracovává metodiku pro národní inventarizace skleníkových plynů za účelem jednotnosti, transparentnosti a kontrolovatelnosti. Emisní inventury jsou dělány pro účely mezinárodní smluv za účelem regulace skleníkových plynů (JAREŠOVÁ, 2011).

2.1.3.2 Národní inventarizační systém (NIS)

Pravidelné monitorování emisí a skleníkových plynů je jednou s povinností, vyplývajících z Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu a Kjótským protokolem (FOTT, PRETEL a kol., 2003).

K hlavním funkcím NIS patří 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, které pověřilo Český hydrometeorologický ústav jako organizaci zodpovědnou za koordinaci přípravy inventarizace a požadovaných datových i textových výstupů (ČHMÚ, 2010).

***Graf č. 1* – Podíly skleníkových plynů v roce 2009 (Výsledky inventarizací za roky 1990 až 2009)**



(Zdroj: ČHMÚ, 2010)

2.1.4 Potenciál globálního oteplování

BARROS (2006) definuje potenciál globálního oteplování (GWP, anglicky Global Warming Potential) jako dopad radiační účinnosti jednotkové hmotnosti daného

skleníkového plynu, a sice v průběhu konkrétního časového horizontu, v němž se zvyšuje pokles koncentrace tohoto plynu v souvislosti s jeho přeměnou. Podle NÁTRA (2006) vyjadřuje integrované radiační účinky vyvolané změnami obsahu látek s aktivní tepelnou radiací po určité časové období. Jeho předností je to, že bere v úvahu i dobu, po kterou je daný plyn v atmosféře.

2.1.4.1 Ekvivalent CO_2

Ekvivalent CO_2 je společným parametrem, který vyjadřuje globální tepelný potenciál kteréhokoli skleníkového plynu množstvím či koncentrací CO_2, které by po stejný časový úsek vykazovalo stejné radiační působení (NÁTR, 2006).

***Tabulka č. 2* – Potenciál globálního oteplování u vybraných skleníkových plynů**

plyn	vzorec	životnost (roky)	potenciál globálního oteplování
oxid uhličitý	**CO2**	**Proměnná**	**1**
metan	**CH4**	**12 – 13**	**21**
oxid dusný	**N2O**	**120**	**298**
CFC – 11	**CFC13**	**50**	**4000**
CFC – 12	**CF2C12**	**102**	**8500**

(Zdroj: KALVOVÁ, MOLDAN, 1996)

2.1.5 Zemědělství a změna klimatu

Zemědělství je vzhledem ke své „dílně pod širým nebem“ spolu s lesnictvím ze všech sektorů národního hospodářství nejvíce závislé na podnebí, a proto je změnou klimatu nejvíce ovlivňováno.

Od roku 1990 poklesly emise skleníkových plynů z českého zemědělství přibližně o polovinu. K tomuto poklesu došlo zejména vlivem ekonomické transformace, ale určitý podíl měly i dotace zaměřené na změnu užívání půdy, pozemkové úpravy, úbytek zemědělské půdy a jiné vlivy. Další možností, jak by zemědělství mohlo přispívat k dalšímu snižování emisí skleníkových plynů, je rozvoj výroby a využívání biomasy, bioplynu a biopaliv (BRÁZDIL, ROŽNOVSKÝ a kol., 1996).

Emise skleníkových plynů ze zemědělství jsou tvořeny převážně emisemi metanu a oxidu dusného (ZNAOR, 2009).

Kolem 80 % emisí produkovaných při zemědělské činnosti je spojeno s chovem hospodářských zvířat (ŠIMEK, 2008). Jedná se především o enterickou fermentaci (trávicí pochody), která se nejvíce projevuje u sudokopytníků. Další emise pocházejí z hospodaření s hnojem, kde za anaerobních podmínek dochází ke vzniku metanu (FOTT, PRETEL a kol., 2003). Struktura emisí ze zemědělství ČR je následující: 58,1 % tvoří N_2O ze zemědělských půd, 31,0 % CH_4 z trávicích traktů hospodářských zvířat, 6,3 % N_2O a 4,6 % CH_4 z organických hnojiv (ŠIMEK, 2008).

Podle ALTEROVÉ (2010) přispívá zemědělství k celkovým emisím skleníkových plynů v Evropské unii asi 9 %. Jde o oxid uhličitý, metan a oxid dusný.

Ekologické zemědělství při pěstování rostlin produkuje méně emisí vyjádřených v g CO_2 eqv./kg produkce než konvenční, u něhož je hlavním faktorem způsobujícím tuto environmentální zátěž výroba syntetických dusíkatých hnojiv (MOUDRÝ jr. a kol. (2010). Také podle ZNAORA (2009) přispívá ekologické zemědělství ke snižování emisí ze skleníkových plynů, a proto přechod na ekologické zemědělství je považován za udržitelný způsob, jak snížit emise skleníkových plynů. DAXBECK a kol. (2008) potvrzuje, že emisní zátěž z konvenčního zemědělství je větší než emisní zátěž z ekologického zemědělství, kde se nesmí používat rychle se rozpouštějící minerální hnojiva a pesticidy.

Podle FOTTA, PRETELA a kol. (2003) jsou emise ze zemědělství nejvíce uvolňovány právě z aplikace hnojiv a pesticidů. Emise z hnojiv a oxidu dusného v konvenčním zemědělství tvoří 87 % a v ekologickém zemědělství 74 % (DAXBECK a kol., 2008).

2.2 LCA

2.2.1 Metoda LCA

Metoda LCA se vyvinula na přelomu 60. a 70. let v USA z metody REPA (anglicky, Resource and Environmental Profile Analysis) – Zdroje a profilová analýza z hlediska životního prostředí, která na základě analýzy nákladů a výnosů posuzovala výrobky z hlediska spotřeby přírodních zdrojů a energie (STAJANČA, 2011).

Posuzování životního cyklu LCA (anglicky, Life Cycle Assessment) je analytická metoda hodnocení environmentálních dopadů (tj. dopadů na životní prostředí) výrobků, služeb a technologií, obecně lidských produktů. Metoda LCA přistupuje k hodnocení environmentálních dopadů produktů s ohledem na jejich celý životní cyklus (KOČÍ, 2009). Podle REMTOVÉ (2003) 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.

Podle KOČÍHO (2009) metoda LCA posuzuje environmentální dopady produktu na základě posouzení vlivu materiálových a energetických toků, které sledovaný systém vyměňuje se svým okolím (s životním prostředím).

2.2.2 Standardizace LCA

Vytvoření těchto základních principů iniciovala „Společnost pro environmentální toxikologii a chemii – zkráceně SETAC (anglicky, The Society of Environmental Toxicology and Chemistry). Výsledkem bylo vydání publikace „Guidelines for Life Cycle Assessment“, která byla Ministerstvem životního prostředí ČR přeložena do češtiny a publikována pod názvem „Metodika hodnocení životního cyklu – doporučený kodex“ (TOMEČEK, 2005). Metodika se stala základem pro tvorbu mezinárodních norem řady ISO 14 000. V rámci české legislativy je metodika posuzování životního cyklu výrobku podchycena v následujících normách:

Tabulka č. 3 – **Přehled norem ISO řady 14040**

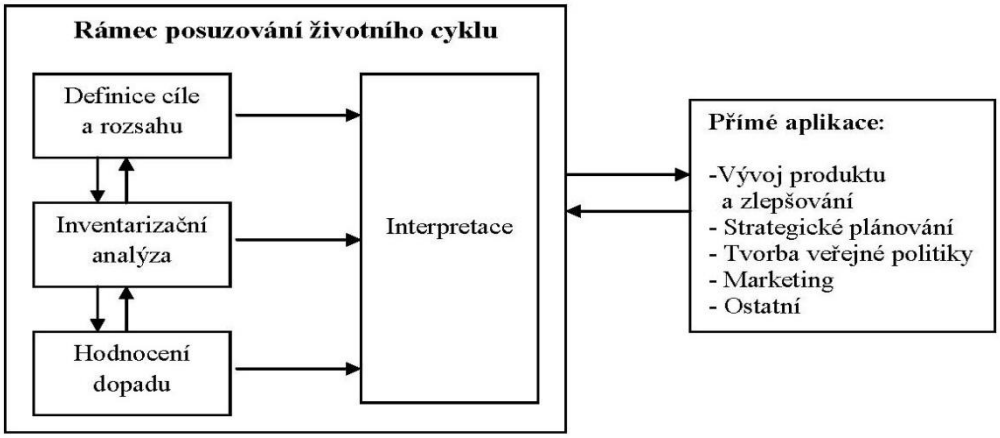
ČSN EN ISO 14040	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova
ČSN EN ISO 14044	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice
ČSN ISO/TR 14047	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Příklady aplikace ISO 14042
ČSN P ISO/TS 14048	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Formát dokumentace údajů
ČSN ISO/TR 14049	Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Příklady aplikace ISO 14041 pro stanovení cíle a rozsahu inventarizační analýzy

(Zdroj: ČNI, 2006)

2.2.3 Fáze metody LCA

LCA je analytická metoda hodnocení možných environmentálních dopadů spjatých s životním cyklem určitého výrobku, služby, technologie, obecně produktu. LCA bere do úvahy, že dopad produktu není vázaný jen na určité látky či na určité regiony. Environmentální dopady jsou zde hodnoceny ve vztahu k definovaným problémům životního prostředí zvaných kategorie dopadu (KOČÍ, 2010).

Obrázek č. 2 – **Schéma fází LCA**



(Zdroj: ČNI, 2006)

Studie LCA se sestává ze čtyř základních fází. Podle ČNI (2006) jsou to tyto fáze:

- definice cílů a rozsahu
- inventarizace
- hodnocení dopadů
- interpretace

Vzájemný vztah těchto fází je znázorněn na Obrázku č. 2. Obousměrné šipky mají znázornit iterační podstatu (poznatky z jedné fáze mohou ovlivnit východiska fáze předcházející) přístupu sestavování LCA (KOČÍ, 2010).

2.2.3.1 První fáze – Stanovení cílů a rozsahu

Definice cílů a rozsahu představuje počáteční fázi každé studie LCA. V definici cílů se uvádí jaký je účel studie, proč a k čemu má být použita a pro koho je určena. Všechny tyto faktory mají vliv na další postup (ČNI, 2006)

Podle STAJANČI (2011) je potřebné v této fázi určit cíl studie, definovat předmět analýzy a stanovit funkční jednotku. Cíl a předmět LCA se musí jasně definovat a musí být v souladu s přepokládaným používáním.

Definice rozsahu se skládá ze dvou okruhů specifikací, ze specifikace technických parametrů a ze specifikace procedurálních kroků souvisejících s vypracováváním studie. Technická specifikace rozsahu studie se skládá z určení funkce, funkční jednotky a referenčního toku, dále z určení hranic systému, postupů alokace a volby charakterizačního modelu. Do procedurální specifikace rozsahu studie patří určení postupů pro zajištění kvality prováděné studie, jako je například popis zvolených metodických postupů, popis způsobů kritického zhodnocení, určení zdrojů použitých dat a podobně (KOČÍ, 2010).

2.2.3.2 Druhá fáze – Inventarizace životního cyklu

Fáze LCA nazvaná inventarizace LCA slouží k vyčíslení množství elementárních toků uvolněných během životního cyklu produktů do životního prostředí (KOČÍ, 2010). Úkolem inventarizační analýzy je sběr dat a posouzení jejich kvality (reprodukovatelnost, věrohodnost, transparentnost, důvěrnost). V podstatě se jedná o kvalitativní a kvantitativní soupis všech vstupů a výstupů, které spojují sledovaný

systém s okolním prostředím. Vstupy zahrnují spotřebu materiálů a energie, výstupy obsahují materiál ve formě hotových výrobků a odpadů do ovzduší, vody a půdy a energie (ČURDA, FUCHSOVÁ, 1996).

Mezi způsoby, jimiž se potřebná data nejčastěji získávají, patří:

- přímá měření na místě
- pohovory s pracovníky v daném podniku
- literární rešerše a hledání v databázích
- výpočty
- kvalifikované odhady

Za nejlepší způsob získávání dat se považuje provedení přímých měření na místě, a to nejlépe samotnými zpracovateli studie (REMTOVÁ, 2003). Výsledky inventarizace by měly být prezentovány přehlednou formou, kolik a jakých látek z okolního prostředí do systému vstupuje a kolik vystupuje. Podle TOMEČKA (2005) je výstupem analýzy tzv. inventarizační matice. V matici jsou po sloupcích uvedeny jednotlivé etapy životního cyklu výrobku a po řádcích pak jednotlivé vlivy na životní prostředí.

Tyto podklady slouží následnému hodnocení dopadů životního cyklu (KOČÍ, 2010).

2.2.3.3 Třetí fáze – Hodnocení dopadů životního cyklu

Cílem fáze LCA s názvem hodnocení dopadů životního cyklu (LCIA) je převést ekovektory produktových systémů, tedy jednotlivá množství elementárních toků, na hodnoty jiných veličin vystihujících míru zasažení jednotlivých problémů životního prostředí. Cílem posuzování dopadu životního cyklu je měřitelně porovnat environmentální dopady produktových systémů a srovnat vzájemně jejich závažnost pomocí nových kvantifikovatelných veličin označených jako kategorie dopadu (KOČÍ, 2010).

Podle STAJANČA (2011) se doporučuje, aby se pro tuto metodu použili následující kategorie základních dopadů:

- úbytek abiotických (neobnovitelných) zdrojů

- vliv využívání půdy
- klimatické změny
- úbytek stratosférického ozonu
- toxicita
- tvorba fotooxidantů
- acidifikace
- eutrofizace

Výsledkem procesu hodnocení je tzv. standardizovaný profil výrobku (TOMEČEK, 2005).

2.2.2.4 Čtvrtá fáze – Interpretace životního cyklu

Poslední část studie LCA je zaměřena na hodnocení a kontrolu studie LCA z hlediska kompletnosti, citlivosti, konzistence a dalších (ČNI, 2006). Podle TICHÉ (2013) je cílem fáze interpretace analyzovat výsledky předchozích fází LCA a na jejich základě stanovit závěry a doporučení pro zadavatele studie.

Výstupem LCA studie bývá velké množství různých hodnot, ať již z inventarizace nebo z hodnocení dopadů životního cyklu. Významným úkolem pro autora studie je setřídění těchto dat a jejich vhodná a srozumitelná interpretace. Interpretace LCA se sestává z následujících okruhů činností:

- strukturalizace dat s ohledem na nejvýznamnější procesy a látky
- provedení analýz citlivosti a zhodnocení nejistot studie
- diskuse nad smysluplností dat ve vztahu k úplnosti studie a kvalitě vstupních dat
- závěrečné shrnutí a formulace realistických doporučení

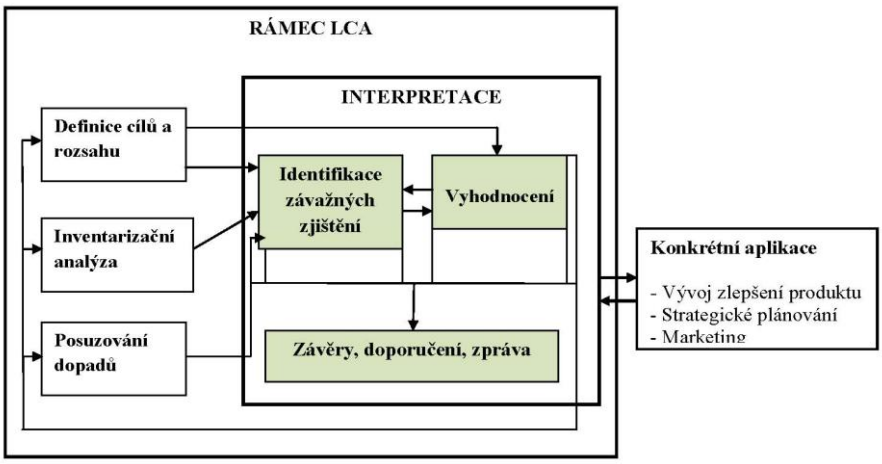
shrnutých do následujících kroků:

1. identifikace významných zjištění
2. hodnocení
3. formulace závěrů a doporučení

Podle KOČÍHO (2009) byly zákonitě během inventarizační fáze a fáze posuzování dopadů provedeny určité odhady, předpoklady a rozhodnutí, jak v studii pokračovat. Byla přijata určitá zjednodušení nebo aproximace. Všechny tyto

předpoklady musí být zahrnuty do fáze interpretace a vždy musí být stavěny vedle prezentace výsledků.

***Obrázek č. 3* – Vztah prvků uvnitř interpretační fáze k ostatním fázím LCA podle ČSN EN ISO 14040:2006**



(Zdroj: TICHÁ, 2013)

2.3 Oves (Avena sativa L.)

Oves je obilnina pěstovaná na zrno, jako zelená píce nebo krycí plodina. Z ovesné mouky se připravuje různé pečivo, ovesné vločky jsou oblíbeným základem zdravých pokrmů, ovesný šrot se zkrmuje a ovesná sláma se hlavně stele. Oves, společně s pšenicí, ječmenem a žitem je jednou z nejrozšířenějších obilnin mírného pásma.

Obrázek č. 4 **– Oves setý**

(Autor: Dana MICHALCOVÁ, 2011, botanické fotografie)

(Autor: Josef DOHNAL, 1972, Vlastivědné muzeum Olomouc)

2.3.1 Charakteristika

Oves je jednoletá jednoděložná zelená bylina z čeledi lipnicovité (Poaceae) s přímým stéblem a plochými, v pupenu svinutými listy. Listy mají krátký jazýček bez oušek. Druhem květenství je lata. Květní lata je rozkladitá, volná, jednotlivé klásky převislé, velké a oboupohlavní. Velké, 7-11tižilné plevy kryjí celý klásek, plucha ze hřbetu s dlouhou osinou, jen výjimečně bez osiny (DOSTÁL, 1950). Oves je jediným druhem obilí, které netvoří obilky v lichoklasech (GRAU a kol., 1998).

Oves má výraznou apikální dominanci. Tvoří 3-5 odnoží, ale jen málo jich bývá plodných. Koeficient produktivního odnožení je jen 1,2. Lata bezduchého ovsa je mohutnější, klásky obsahují 4-10 kvítků, z nichž jsou 2-3 plodné. Plevy a pluchy

odstávají a při výmlatu se oddělují. Obilky jsou drobnější, hustě porostlé trichomy (MOUDRÝ, 1993).

2.3.2 Historie pěstování a současnost

Oves je nejmladší kulturní obilninou (MOUDRÝ, 1993). Za centrum vzniku ovsa je považována Malá Asie (KADLÍKOVÁ a kol., 2012). První zprávy o pěstování ovsa v Číně pochází z 5. století před n. l. Do Evropy se oves setý včetně jeho nahé formy dostal o tisíc let později jako plevel v pšenici a ječmeni. Teprve později byl využíván jako léčivá rostlin, pícnina a konečně jako jadrné krmivo především pro koně. Z Evropy byl teprve v posledních staletích přenesen do Ameriky a Austrálie (MOUDRÝ a kol., 2012).

Oves byl dříve ve skladbě plodin více zastoupen. V poválečném období se osevní plocha ovsa postupně snižovala, neboť byl nahrazován intenzívnějšími druhy obilnin (STACH, 1995).

Podle PULKRÁBKA a kol. (2003) souvisel odklon od pěstování ovsa se stagnací výnosů a s nižším užitím produkce ve srovnání s pšenicí a ječmenem především poklesem stavu koní.

V současné době znovu nabývá oves na významu jako surovina pro výrobky zdravé lidské výživy.

Oves je všeobecně uznávaný pro svoji vysokou nutriční hodnotu (MOUDRÝ a kol., 2012). Bílkovinný komplex ovsa se ve srovnání s pšenicí vyznačuje snazší stravitelností a vyšším podílem esenciálních aminokyselin. Oves vytváří velké množství nadzemní biomasy, která se sklízí na zelené krmení nebo na senáž (PULKRÁBEK a kol., 2003).

Osevní plochy ovsa v posledním desetiletí stagnují na zhruba padesáti tisících hektarech. Také výnosy ovsa kolísající kolem 3 t/ha jsou neuspokojivé. Roční produkce 150 tisíc tun stěží pokrývá domácí spotřebu. Příznivé stanovištní podmínky, výborné domácí odrůdy nahého i pluchatého ovsa, tradice jeho pěstování i dostatek kapacit pro skladování a zpracování ovsa jsou nevyužitým potenciálem pro uplatnění na trhu obilovin (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

Nevýhodnou nejrozšířenějšího ovsa setého je jeho pluchatost. Aby mohl být člověkem a dalšími monogastry konzumován, je nutné ho nejdříve zbavit pluch (oloupat). Tento problém odpadá při pěstování nahého (bezpruhého) ovsa, jehož obilky se při výmlatu lehce uvolňují z pluch, podobně jako u ostatních nahých obilnin pšenice a žita. Oves je plodinou, která může velmi dobře rozšířit spektrum naší výživy a přispět ke zlepšení její skladby (MOUDRÝ a kol., 2012).

Oves je zvláště u mladých a plemenných zvířat nenahraditelnou složkou krmivové bilance. Vysoká nutriční hodnota ovsa ho řadí mezi dietetické a léčivé potraviny. Oves svým chemickým složením příznivě ovlivňuje fyziologické pochody v organismu. Je známé působení ovsa proti tělesné vyčerpanosti, nervové slabosti a nespavosti. Vyšší obsah lehce rozpustné vlákniny (beta glukanů) přispívá k redukci cholesterolu v krvi a snížení nemocí oběhového systému. Regulací obsahu cukru v krvi a využitelností energie je vhodný pro diabetiky (NEUERBURG, PADEL, 1994).

2.3.3 Odrůdy

Obdobně jako v jiných zemích EU i v ČR jsou vytvářeny Seznamy doporučených odrůd hlavních polních plodin, jejichž cílem je usnadnit orientaci uživatelů v širokém sortimentu nabízených odrůd a poskytnout pěstitelům a zpracovatelům objektivní a nezávislé informace o odrůdách a jejich vhodnosti pro pěstební podmínky v ČR (ÚKZÚZ, 2014).

První zásadou při výběru odrůdy je určení vhodnosti pro dané stanoviště. Z podmínek stanoviště lze odvodit potřebu konkrétních znaků tvorby výnosu a schopnosti odolat tlaku škodlivých činitelů. Důkladná znalost požadavků ovsa na prostředí (srážkové a teplotní poměry, hloubka půdy, půdní druh, pH, výživný stav), ale i vlastnosti (ranost, rychlost růstu, odolnost proti chorobám, škůdcům, poléhání, konkurence proti plevelům) je nezbytnou podmínkou pro výběr odrůdy. Vhodný výběr je předpokladem omezení stresů a harmonického vývoje rostliny (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

V kultuře se u nás pěstují dvě formy ovsa setého – oves pluchatý a oves nahý s bezpluchou obilkou. Obě formy se u nás pěstují jako jařiny. K pluchatým odrůdám

patří, např. Ardo, Auron, Jumbo, Neklan, k nahým odrůdám Abel a Izak (PULKRÁBEK a kol., 2003).

***Tabulka č. 4* – Významné hospodářské vlastnosti doporučených odrůd ovsa setého pluchatého (ÚKZÚZ, 2010-2013)**

Kategorie doporučení			**Doporučené odrůdy**							**Předběžně doporučené**		
	Jednotka	**Průměr standardních odrůd (t.ha^{-1})**	**Atego**	**Kertag**	**Korok**	**Max**	**Poseidon**	**Raven**	**Scorpion**	**Norbert***	**Ozon***	**Sagar***
Výnos zrna	%	6,72	99	102	103	100	108	99	100	103	105	103
Výnos „čistých obilek“	%	5,13	97	100	100	101	106	96	99	101	102	103
Agronomická data:												
Metání – rozdíl od odrůdy Max ve dnech			0	0	0	68	0	0	0	0	0	0
Zralost – rozdíl od odrůdy Max ve dnech			1	1	0	124	1	1	1	1	1	1
Odolnost proti poléhání	9^{-1}		5	4	4	4	6	5	5	6	5	5
Délka rostlin	cm		101	105	105	102	103	103	106	99	105	105
Počet lat na m^2	ks/m^2		486	503	486	507	493	489	517	495	479	492
Odolnost proti chorobám (9-1):	9^{-1}											
Komplex listových skvrnitostí			7	7	7	7	6	7	7	7	7	7
Rez ovesná			7	8	8	6	7	7	6	7	7	8
Kvalita zrna:												
Objemová hmotnost	kg/hl		52	52	53	53	50	54	51	52	53	52
Pluchatost	%		25	25	27	23	25	26	25	25	26	24
Podíl nad sítem 1,8 mm	%		99	99	99	99	100	99	100	99	99	99
Hmotnost tisíce zrn	g		34	36	36	36	39	34	40	35	38	34
Obsah dusíkatých látek v sušině	%		12,4	11,9	12,5	12,1	11,6	12,4	12,4	12,2	11,9	12,1
Výtěžnost na prům. loupačce	%											
- ovesná rýže			50	51	47	52	53	46	49	54	54	53
- ovesná drť			18	17	21	20	16	21	19	16	14	20
- celkem			67	69	68	71	69	67	68	70	69	73
Množitelské plochy 2013 (E+C1)	%		31,2	2,1	18,5	1,4	0,3	2,3	14,9	-	-	-
Rok registrace			2002	2012	2011	2010	2013	2008	2009	2014	2014	2014

*= nová odrůda – menší počet dat
Relativní výnosy jsou vztaženy k průměru standardních odrůd Scorpion a Max
Bodové ohodnocení: 9 = nepoléhavá, odolná proti napadení
1 = zcela poléhavá, náchylná k napadení
„Čisté obilky“ – výnos zrna po odpočtu procenta pluch
„Ovesná rýže“ – vyloupané obilky na průmyslové loupačce použitelné pro výrobu ovesných vloček
Kategorie rozmnožovacího materiálu: E – Elita
C1 – certifikované osivo

(Zdroj: ÚKZÚZ, 2014)

Zvýšení výnosnosti a kvalita zrna u nových odrůd v poslední době opět zvyšuje zájem o pěstování ovsa, zejména nahé (bezpluché) odrůdy (STACH, 1995).

2.3.4 Nároky na prostředí

Oves se dnes pěstuje téměř výhradně v horších stanovištních podmínkách bramborářské a horské výrobní oblasti (STACH, 1995).

Dobré výnosy a kvalitu lze dosáhnout v lepších oblastech bramborářského výrobního typu a přilehlých oblastech řepařského výrobního typu (MOUDRÝ a kol., 2012). Podle MOUDRÉHO a DVOŘÁČKOVÉ (2014) je oves obilní druh nenáročný na teplo. Při teplotě půdy 5 °C trvá období od setí do vzejití 20 dní, při 15 °C jen 7 dní. Rostliny ovsa jsou poměrně odolné krátkodobému působení nízkých teplot.

Oves je naopak plodina náročná na vláhu. Optimální jsou půdy středně těžké, humózní, s dostatečnou vodní jímavostí, zabezpečující dostupnou vláhu v kritických obdobích. Klimaticky ideální oblasti pro pěstování ovsa mají dostatek zimní vláhy, možnost setí ve 2. polovině března, dostatek srážek a nižší teploty v květnu a červenci a naopak málo srážek v době dozrávání počátkem srpna (MOUDRÝ a kol., 2012).

Oves je nejméně náročná obilnina na živiny, které dobře přijímá z půdy. Snáší kyselé půdy, je však citlivý na nevyváženou bilanci živin. Větší požadavky má na obsah draslíku a hořčíku v půdě. Nároky ovsa na teplo nejsou vysoké, zato nedostatkem vláhy trpí. Proto je významnou obilninou podhorských a horských oblastí (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

Oves je nejméně náročný na dodatečné vstupy, má dobrou osvojovací schopnost pro živiny, snáší půdy těžké až rozbahněné, kyselé, vlhké a chladné polohy, působí jako přerušovač v monokulturách obilnin díky vyšší odolnosti proti napadení chorobami pat stébel (MOUDRÝ, 2003).

2.3.5 Tvorba výnosu

2.3.5.1 Hustota porostu

Oves sice tvoří na počátku vegetace, v relaci k hustotě porostu, kromě hlavního stébla až 6 odnoží (průměrně 2 odnože na rostlinu), ale vlivem vysoké apikální dominance soustředí tok živin a asimilátů především do hlavního stébla a rostliny ovsa proto tvoří jen velmi málo plodných odnoží. Koeficient produktivního odnožení je v běžných porostech 1,1 – 1,2. Řídký porost oves kompenzuje především vyšším

počtem zrn v latě. Porosty s hustotou nad 600 rostlin/m^2 téměř neodnožují, rostliny v porostech řidších než 250 rostlin/m^2 nejsou schopny kompenzovat nižší hustotu vyšší produktivitou laty. Optimální hustota porostu ovsa při sklizni je 450 až 500 lat/m^2 (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

2.3.5.2 Počet zrn v latě

Rozhodujícím prvkem výnosu ovsa zvláště v příznivých podmínkách je počet zrn v latě. Oves tvoří v latě značně variabilní počet klásků. Běžné hodnoty se pohybují mezi 25 – 40 klásky v latě, nižší hodnoty v hustších, vyšší hodnoty v řidších porostech.

Pluchaté odrůdy tvoří v klásku 2 – 5 kvítky, nahé 5 – 12. V průměrné latě se tam nachází v době slizně kolem 40 obilek. Vyšší počet klásků s nižší produktivitou se jeví výhodnější z hlediska distribuce asimilátů, výnosu i vyrovnanosti zrna (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

***Tabulka č. 5* – Chemické složení zrna ovsa**

Plodina	N-látky (%)	Škrob (%)	Hrubá celulóza (%)	Tuk (%)
Oves pluchatý	12,4	39,6	11,8	3,5
Oves nahý	16,5	56,3	1,4	8,3

(Zdroj: PULKRÁBEK a kol., 2003)

2.3.5.3 HTZ

Hmotnost obilek je geneticky velmi fixovaný znak. Ovlivnění agrotechnikou je obtížné. U pluchatých odrůd se pohybuje HTZ mezi 35 – 40 g, nahé ovsy mají HTZ 26 – 29 g. Rozdíl v hmotnosti obilek mezi nahým a pluchatým ovšem 22 – 33 % jde na úkor pluch. Hrubý výnos pluchatých odrůd je tak o necelou třetinu vyšší oproti nahým. Při výtěžnosti 55 – 70 % u pluchatého ovsa a 85 – 90 % u nahého ovsa se rozdíl vyrovnává (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

2.3.6 Zařazení v osevním postupu

Podle MOUDRÉHO a DVOŘÁČKOVÉ (2014) byl oves tradičně zařazován na konec osevního sledu jako doběrná plodina, protože má poměrně dobrou schopnost přijímat živiny z půdy a značnou odolnost vůči nepříznivým podmínkám prostředí.

Je opomíjena jeho vysoká předplodinová hodnota. Působí jako přerušovač v obilních sledech. Není téměř vůbec napadán houbami *Ophiobolus graminis*, *Cecosporella herpotrichoides*, *Fusarium* ssp., *Rhizoctonia* ssp. aj. Výměšky kořenů ovsa navíc inhibují aktivní zárodky těchto hub (MOUDRÝ a kol., 2012).

Po ovsu byl zjištěn v následné obilnině 6-8x nižší výskyt chorob par stébel než po jiné obilovině. Použití ovsa jako krycí plodiny pro jetelovinu nebo zařazení mezi obilovinu a okopaninu vytváří dvouletý přerušovač v osevním postupu s ještě výraznějšími fytosanitárními účinky. Jako ochranná plodina oves dobře potlačuje plevele, aniž konkurenčně omezí vývoj a růst podsevu. Sklizeň ovsa jako krycí plodiny je možné provést v mléčné voskové zralosti (na zelené krmení, senáž) i v plné zralosti (na zrno) při dodržení zásady nižšího výsevku 90-100 kg/ha). Vzhledem k nebezpečí rozšíření háďátka je vhodný odstup ovsa po sobě alespoň 4 roky (NEUERBURG, PADEL, 1994).

V místech s dostatkem vláhy jsou vhodnými předplodinami ovsa jeteloviny nebo zaorané trvalé travní porosty (MOUDRÝ a kol., 2012). Tradičně je oves používán jako krycí plodina pro podsev jetele (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

Ještě vyšší je předplodinová hodnota luskovin. Pokud je oves zařazen po obilninách, je nejvhodnější předplodinou ozimá pšenice setá po okopanině, méně žito. Od obilek ovsa se těžko oddělují drobné obilky pšenice či žita, proto jsou tyto obiloviny méně vhodnými předplodinami, zvláště v semenářských porostech. Oves není vhodné pěstovat po jarní pšenici. Zařazení ovsa jako doběrné plodiny na závěr obilního sledu je příčinou snížení jeho výnosu o více než 20 % (MOUDRÝ a kol., 2012).

Uspokojivý výnos obilnin v první řadě závisí na volbě správné předplodiny, zvláště na méně úrodných půdách. V konvenčním systému hospodaření je možné vykompenzovat méně vhodnou předplodinou použitím vyšších dávek minerálních hnojiv a pesticidů (ZÍDEK, 1992). Naopak podle HÄNI a kol. (1993) jsme v ekologickém zemědělství odkázáni na předplodinovou hodnotu a přirozenou úrodnost půdy. Osevní postup je hlavním preventivním opatřením proti chorobám a škůdcům, zvláště pak chorobám kořenů a pat stébel.

2.3.7 Příprava půdy

Jarní předseťová příprava pro oves má být co nejjednodušší. Musí zajistit co nejčasnější a nejrovnoměrnější setí a maximálně šetřit vláhu. Setí ovsa může být řešením problému rozbahněných, zamokřených pozemků (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

Podle NEUERBURGA a PADELA (1994) není příprava půdy pro oves náročná, hloubka orby (stačí do 20 cm) nemá vliv na výnos ovsa. Jarní ošetření půdy, příprava lůžka (mělké do 5 cm, pevné) má být rovnoměrné, co nejčasnější, jakmile to stav půdy dovolí. Pro oves platí stará zásada – „zasej mě, zašlap třebas v bláto, přesto budu jako zlato“.

Oves vzhledem k delší vegetační době i požadavku dobrého vyzrání zrna vyžaduje co nejranější setí. Rané setí přispěje k využití vlivu nižších teplot, kratšího dne, vhodnější ho složení slunečního spektra, vyššího obsahu vláhy v povrchové vrstvě půdy pro vyšší tvorbu odnoží a založení klásků v latě (MOUDRÝ a kol., 2012).

Při zpracování půdy má být vytvořen dostatečně velký prostor pro rozvoj kořenového systému rostlin a mají být podpořeny a povzbuzeny procesy přeměn látek v půdě půdními organismy. Cílem optimálního pracování půdy je:

- zlepšení půdní struktury
- rozrušení utužených vrstev
- zapracování posklizňových zbytků a organických hnojiv
- regulace plevelů
- příprava seťového lůžka

Při zpracování půdy je důležité dosáhnout zlepšení půdního garé, trvalé aktivity půdy a dostačující odolnosti proti silným srážkám, tlaku zemědělské techniky na půdu, vyplavování jemných půdních částic, živin a slévání a tvorbě půdního škraloupu (NEUERBURG, PADEL, 1994).

2.3.8 Výsevek

U ovsa není vhodné u semenářských porostů používat sníženého výsevku, ale optimální výsevky by měly být rozmezí 450 až 550 klíčivých semen na 1 m^2 (TICHÝ

a kol., 1992). Podle MOUDRÉHO a DVOŘÁČKOVÉ (2014) je vhodné výsevek v méně příznivých podmínkách (sušší, chudší stanoviště, lehčí půdy, pozdní výsev, výskyt škůdců a zaplevelení) zvýšit o 10 %. Nahý oves má vlivem vystouplého, nechráněného klíčku nízkou klíčivost, proto se doporučuje zvýšení výsevku u nahých odrůd na 500 – 550 obilek/m^2.

U porostů s nižším výsevkem se mírně zvyšuje hmotnost obilek (hodnota HTZ), ale toto navýšení není z pohledu biologické kvality osiva podstatné. Výnos zrna však mírně vzrůstá se zvyšujícím se výsevkem (TICHÝ a kol., 1992).

***Tabulka č. 6* – Vliv výsevku u ovsa na výnos a kvalitu zrna**

Vliv výsevku u ovsa na výnos a kvalitu zrna			
Výsevek MKS.ha^{-1}	**1980 – 1988**		
	t.ha^{-1}	**%**	**HTZ (g)**
3,5	4,97	96	37,4
4,5	5,27	102	36,8
5,5	5,30	102	36,8

(Zdroj: TICHÝ a kol., 1992)

2.3.9 Výživa a hnojení

Hnojiva jsou látky, které zvyšují úrodnost půdy a podporují růst rostlin. Rostliny potřebují pro svůj růst živiny a ty jim mohou dodat právě hnojiva (WINKLEROVÁ, 2011).

Oves má dobrou schopnost přijímat z půdy i pevněji vázané živiny. Nejlépe ze všech obilovin snáší vyšší půdní kyselost, je však citlivý na nevyváženou bilanci živin (MOUDRÝ a kol., 2012). Podle MOUDRÉHO a DVOŘÁČKOVÉ (2014) zvyšuje výnos ovsa z agrotechnických opatření nejvíce právě hnojení.

Oves má větší požadavky na obsah draslíku a hořčíku v půdě i jejich vzájemný poměr. Draslík přijímá oves u půdy dobře, hořčík méně. Proto při vysokém obsahu K (na lehkých půdách nad 80 mg/kg, na středních nad 115 mg/kg a na těžkých nad 200 mg/kg) je nutno zvýšit dávky Mg na dvojnásobek doporučených. Na půdách mírně kyselých, chudých na Mg, je možné použít horninové moučky typu Kieserit, na

kyselých dolomitický vápenec. Přímé vápnění oves nesnáší, vyhovují mu mírně kyselé půdy. Oves má slabou schopnost poutat z půdy fosfor (NEUERBURG, PADEL, 1994). Nároky na fosfor se projevují v prvních fázích růstu až do doby tvorby druhotných kořenů. V následujících fázích růstu je fosfor přijímán rovnoměrně (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014). Jeho nedostatek se projeví načervenalým zbarvením listů.

***Tabulka č. 7* – Průměrný odběr živin při sklizni (údaje jsou v kg živiny na 1 tunu hmoty)**

Biomasa	Živina				
	Dusík	Fosfor	Draslík	Vápník	Hořčík
Celé rostliny	26,0	6,1	24,1	4,3	2,4
Zrno	18,8	3,9	5,0	-	1,2

(Zdroj: NEUERBURG, PADEL, 1994).

Dusík je oves schopen využívat až z 60 % z půdní zásoby. Pro výnos 4-6 t/ha je celkový odběr dusíku 160-180 kg. Při úsporném hnojení je doporučována celková dávka 75-85 kg/ha po obilnině nebo jiné zhoršující plodině a dávka do 50 kg/ha po zlepšující plodině. Odrůdy odolnější proti poléhání lze hnojit dávkou až 120 kg/ha. Vysoké dávky dusíku však vedou na těžkých půdách a ve vlhkých letech poléhání. Dávky do 50 kg aplikujeme jednorázově před setím. Vhodný je síran amonný, LAV nebo NPK. Pozdní přihnojení dusíkem nemá pozitivní efekt na výnos ani kvalitu (MOUDRÝ a kol., 2012).

Při přízni počasí a dodržení zásad, jsou nároky ovsa na chemické ošetření během vegetace velmi malé. Proto je také zařazován mezi low input rostliny (MOUDRÝ, DVOŘÁČKOVÁ, 2014).

Oves dobře snáší organická hnojiva, zvláště zelené hnojení. Na chudých půdách lze k němu hnojit i nižšími dávkami hnoje. Jsou možné i kombinace organického a minerálního hnojení.

1. podmítka po obilovině a současné setí strniskové směsky (př. hořčice či jiné brukvovité), zaorání směsky s P a K hnojivem mělkou orbou.
2. rozdrcení slámy obiloviny, aplikace kejdy (25 m^3/ha) nebo chlévského hnoje (15 t/ha) s mletým fosfátem (pokud byl aplikován přímo do hnoje), zaorání.

zaorání 20 t hnoje na podzim (na chudých půdách, po obilovině) nebo kompostu 40 m^3/ha (NEUERBURG, PADEL, 1994).

2.3.10 Regulace plevelů

Oves má dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu je možné zásahy proti plevelům až do 30 % pokryvnosti plevelů zcela vyloučit, aniž by to mělo negativní vliv na výnos. Vedle systémových preventivních opatření (střídání plodin, čištění osiva,…) je stěžejním přímým opatřením regulace plevelů vláčení od fáze 13-14 DC (3-4 lístků) až do fáze 29 DC (konec odnožování). Vhodné jsou prutové, případně síťové brány. Optimální pracovní rychlost je 5,5-7,0 $km.h^{-1}$. Vláčení za vlhka není vhodné. Křehké rostliny jsou méně odolné proti poškození bránami. Vláčení přispívá ke zlepšení struktury půdy, aerace a tím k rozvoji kořenů a zlepšení příjmu živin, podpoře odnožování a stejnoměrného růstu rostlin. Vláčením dojde k omezení plevelů až o 60 %. Účinek vláčení je srovnatelný s aplikací herbicidů (MOUDRÝ a kol., 2012).

Osevní postup je také hlavním preventivním opatření vůči plevelům a významně přispívá k potlačení chorob a škůdců.

Oves je z hustě setých obilnin méně náročný na dodatkové vstupy, více flexibilní a tedy vhodnější pro ekologické systémy hospodaření. Oves není téměř vůbec napadán houbami. Ochrana proti háďátku ovesnému spočívá v dodržování osevního postupu. Na jeho potlačení příznivě působí zapravená sláma a zelené hnojení (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

2.3.11 Regulace chorob a škůdců

Ve srovnání s jinými obilninami oves většinou příliš netrpí chorobami. Někdy se mohou vyskytovat virové choroby (př. virová zakrslost ovsa), které jsou přenášeny savým hmyzem. Ochrana spočívá v ošetřování ovsa proti mšicím (PULKRÁBEK a kol., 2003).

V oblastech s převažujícím podílem pšenice a ječmene snižuje zařazení ovsa výskyt chorob pat stébel (fytosanitární vliv) (STACH, 1995).

Nejvýznamnější jsou škody způsobované škůdci (PULKRÁBEK a kol., 2003). Nejvýznamnějším škůdcem ovsa je bzunka ječná (*Oscinela frit*). Většina populace bzunky zůstává na stanovišti zrodu. V oblastech s vyšším výskytem bzunky ječné a sterilní zakrslosti ovsa je rané setí nezbytné. V časně setých pokusech bylo průměrně napadeno 9 % rostlin, v extrémních případech až 47,5 % hlavních stébel, u pozdních výsevů (o 14 dní) bylo napadení vyšší o 20-37 % než u časných (MOUDRÝ, 2003). Při časném setí je prokázána nižší náchylnost k napadení chorobami. Ošetření porostů insekticidy proti první generaci bzunky se provádí ve fázi 11-12 DC (podle signalizace) a opakuje se zhruba po osmi dnech ve fázi 20 DC. U potravinářských ovsů není aplikace insekticidů proti 2. generaci bzunky povolena (MOUDRÝ a kol., 2012).

Podle MOUDRÉHO (1993) jsou současně s bzunkou regulovány třásněnky a mšice. Mšice (*Aphidea*) škodí především šířením žluté virové zakrslosti ječmene. Choroba se projevuje zvýšeným odnožováním, načervenalým až purpurovým zbarvením stébel i listů, někdy nedokonalým vymetáním, snížením výnosu až o 30 %.

Při pěstování ovsa po sobě je nebezpečí rozšíření dalšího důležitého škůdce ovsa háďátka ovesného a poklesu výnosu (STACH, 1995). Jeho přemnožení je důsledkem vysokého zastoupení obilovin na půdě, zvláště nedostatečným odstupem pěstování ovsa v osevním postupu (MOUDRÝ, 1993).

2. 3.12 Sklizeň

Sklizeň ovsa se provádí na počátku plné zralosti za sucha (MOUDRÝ, 1993). Při přezrání se za vlhka značně zvyšuje infekce obilek sekundárními houbami, které komplikují skladování a zhoršují potravinářskou kvalitu (MOUDRÝ a kol., 2012).

Sklizeň ovsa je náročná vzhledem k délce vegetační doby, protože zvláště ve vyšších polohách přichází do přeháňkového počtu podzimu. Nedozrálý oves neposkytuje dostatečný výnos ani kvalitu, navíc se obtížně sklízí a dosouší. Přezrálý oves značně vypadává z lat (NEUERBURG, PADEL, 1994).

Optimální vlhkost ovsa při sklizni je 14 až 16 %. V nepříznivém létě je možné sklízet při vyšší vlhkosti zrna 16 až 18 %, ale při výmlatu dochází ke zvýšení ztrát, zvýšení podílu vlhkých nečistot v zrně a většímu poškození obilek (MOUDRÝ, 1993).

Podle MOUDRÉHO a kol. (2012) je maximální skladovací vlhkost ovsa 12 %. Při vyšší skladovací vlhkosti dochází ke snížení klíčivosti osiva a degradaci tuků, žluknutí a hořknutí obilek. Vlhké zrno je třeba okamžitě po sklizni dosušit. NEUERBURG a PADEL (1994) se domnívají, že je žádoucí oves ukládat na roštové podlahy s možností provětrávání zrna.

Uložení ovsa do výškových sil nebo vyšších vrstev (nad 2 m) v plošných skladech je méně vhodné. Je možné jen při snížení vlhkosti pod 12 % (MOUDRÝ a kol., 2012).

Základní parametry pro pluchatý oves jsou vlhkost 13 %, objemová hmotnost 550 g/litr, podíl zrna nad sítem 1,8 x 22 mm 90 %, příměsi 6,0 % a nečistoty 0 %, přičemž při dodávkách by příměsi neměly překročit 9,0 % (NEUERBURG, PADEL, 1994).

***Tabulka č. 8* – Porovnání výnosu a výnosových prvků vybraných odrůd nahého a pluchatého ovsa**

Vlastnosti/Odrůda	Atego	Raven	Scorpion	Max	Korok	Oliver *	Kamil *	Otakar *	Izak *	Saul *
Počet lat (m^2)	500	498	511	492	489	436	469	468	473	447
Počet zrn v latě (ks)	40	39	34	40	40	47	39	42	42	42
HTZ (g)	36	36	42	37	38	27	29	27	27	27
Výnos zrna ($t.ha^{-1}$)	6,93	6,78	7,11	7,02	7,11	4,92	4,82	4,81	4,72	4,52

*Odrůdy nahého ovsa
(Zdroj: MOUDRÝ a kol., 2012)

2.3.13 Pěstování ovsa v ekologickém systému hospodaření

Mezi nejdůležitější plodiny pěstované na orné půdě v ekologickém zemědělství patří obilniny (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007b).

Ekologicky hospodařící zemědělec nemá k dispozici řadu podpůrných prostředků (průmyslová hnojiva, pesticidy, regulátory růstu,…). Metody chemické regulace produkčního procesu nahrazuje racionálními a biologickými postupy. Proto je nutné, aby znal důkladně biologické zákonitosti a využíval je. Úspěch při pěstování

jednotlivých plodin do značné míry závisí na obecném dodržování hlavních zásad rostlinné produkce v ekologickém podniku a respektování specifik ekologického hospodaření (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

Vzhledem k tomu, že v ekologickém zemědělství je vyloučeno používání herbicidů, je nutná regulace plevelů jinými způsoby. Cílem není úplné zničení plevelů, ale udržení jejich výskytu pod prahem škodlivosti.

Oves má dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům a řadu dalších pozitivních vlastností, jejichž využití může přispět k zefektivnění jeho produkce a udržitelnému hospodaření. Jde o perspektivní a nenáročnou plodinu pro pěstování v ekologickém zemědělství (KONVALINA a kol., 2013). Z těchto důvodů je oves plodinou vhodnou pro pěstitelské systémy s omezenými vstupy (ekologické zemědělství, low input systém) i environmentálně citlivé oblasti (MOUDRÝ, 2003). Některé teplomilné jednoděložné plodiny vyžadují velké množství přístupných živin v půdě. Naproti tomu oves, jako zástupce hustě setých obilnin je více přizpůsobivý a proto vhodnější pro ekologické zemědělství (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

Pluchatý oves je vhodný pro krmení domácích zvířat. Může tvořit až 30 (40) % krmných směsí pro dojnice, po oloupání je vhodný obdobný přídavek i do krmných směsí pro selata, chovná prasata a drůbež. Pro tato monogastrická zvířata je vhodnější pěstovat bezpluchý oves, přičemž farmáři kromě úspory nákladů na loupání ušetří i náklady na dopravu a skladování (NEUERBURG, PADEL, 1994).

V porovnání s konvenčními farmami mají zpravidla ekologické osevní postupy nižší podíl obilnin, který zpravidla nepřesahuje 50% (ŽIVĚLOVÁ a kol., 2006). Ale podle LANTICANA a kol. (2003) některé ekofarmy tuto hranici překračují, a proto je nad touto úrovní vhodné pěstovat pouze plodiny méně náročné na živiny jako je oves.

Oves lze řadit mezi tzv. funkční potraviny, které mají kromě výživové hodnoty příznivý účinek na zdraví konzumenta a jeho fyzický a duševní stav. Oves je obecně využíván jako celozrnná potravina, jejíž konzumace snižuje nebezpečí vzniku civilizačních chorob (KONVALINA a kol., 2013).

3. MATERIÁL A METODIKA

Diplomová práce se zabývala porovnáním pěstitelských technologií při pěstování ovsa produkovaného konvenčním a ekologickým systémem hospodaření ve vztahu k produkci skleníkových plynů.

K výpočtu emisí CO_2e byl použit softwarový program SIMAPro. 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. Vstupy a výstupy byly vztaženy k jednotce jednoho hektaru a výsledná hodnota byla přepočtena na 1 kg ovsa. Výstupem byl výnos z hektaru a vstupem technologické operace, množství hnojiv a prostředky na ochranu rostlin.

Dílčí kroky:

1. Výběr pěstitele
2. LCA modelovaná surovina

3.1 Výběr pěstitele

Pro výpočet byly použity konkrétní údaje získané formou dotazníku od pěstitele konvenčního ovsa, který používá typické pěstitelské postupy. Data od pěstitelů ekologického ovsa byla získána dotazníkovou formou a porovnáním s odbornou literaturou.

3.2 Studie LCA - oves

Tato práce není kompletní studií LCA, zabývá se pouze jednou dopadovou kategorií – změnou klimatu, vlivem skleníkových plynů, které jsou ve výsledku vyjádřeny na kilogram ekvivalentu CO_2.

3.2.1 První fáze LCA - definice cílů a rozsahu

Cílem této práce bylo vyhodnotit vliv jednotlivých agrotechnických faktorů na zatížení životního prostředí emisemi skleníkových plynů v konvenčním a ekologickém

systému hospodaření. Účelem studie je zpřístupnění informací o možnosti volby potravin a jeho vlivu na životní prostředí co největšímu počtu lidí takovým způsobem, aby pak sami mohli kvalifikovaně rozhodnout, které potraviny chtějí konzumovat, nebo k jakému systému hospodaření se rozhodnout.

3.2.1.1 Funkční jednotka

Za funkční jednotku byl zvolen 1 kg ovsa.

3.2.1.2 Hranice systému

Studie se zpracovává na základě veškerých systémových procesů, jež jsou využity při pěstování ovsa. Při sběru dat, která byla získána přímým kontaktem s hospodářským subjektem, dotazníkovým či telefonním šetřením, jako podkladů pro zpracování, vyplynulo, že hlavními procesy pro výpočet budou pouze zemědělské procesy.

Těmito procesy jsou:

- využití minerálních hnojiv
- využití pesticidů
- využití nosičů energie

3.2.1.3 Kvalita dat

Geografický rozsah: Údaje se týkají České republiky, která byly doplněny o data z databáze Ecoinvent.

Časový horizont: Údaje byly zjištěny v roce 2014.

Technologický rozsah: Byly vybírány takové údaje, které svým charakterem odpovídají běžně používanému průměru.

3.2.1.4 Alokační postupy

V této práci nebyly využity žádné alokační postupy.

3.2.2 Druhá fáze LCA – Inventarizační analýza

V rámci modelovaného systému byly sledovány všechny vstupy, výstupy a toky energie z životního cyklu produktu.

3.2.2.1 Sběr dat

V této práci byla použita data týkající se všech vstupů a výstupů z životního cyklu produktu.

3.2.2.2 Primární data

Pro kvalifikování vstupů a výstupů bylo nutné získat konkrétní data vztahující se ke sledované plodině. Pro sběr dat byl vypracován dotazník, který byl vyplněn přímo s pěstitelem ovsa v konvenčním podniku. Z důvodu neposkytnutí přesných údajů na ekologické farmě, bylo užito odborné literatury o ekologickém zemědělství.

***Tabulka č. 9* – Dotazník (vstupní údaje od pěstitele ovsa v konvenčním podniku)**

Dotazník – vstupní data					
Plodina	OVES				
výnos (t/ha)	4,9		(v případě více produktů uvést oba př. výnos zrna i slámy)		
osivo (kg/ha)	230				
agrotechnické operace	**počet opakování**	**spotřeba nafty (l/ha)**	**použitý stroj**	**záběr (m)**	**poznámka**
Podmítka	1	5	John Deer 8100 + Väderstad excellent	5,4	případně spotřeba el.energie (kwh/ha)
Orba	1	19	John Deer 8100 + Överum 7R	3,2	
předseťová příprava	2	16	John Deer 7260R + Kompaktor K700	7	
sběr kamene	1	2	Zetor 8145 + Sběrač kamene		
Setí	1	7	Fendt 924 Vario + Väderstad Rapid 600s	6	
Hnojení	1	1,5	Zetor 7745 + Amazone ZAM 1000	30	
ošetření herbicidem	1	2	John Deer 5430i (samochodný postřikovač)	30	
sklizeň + drcení slámy (sláma zaorána)	1	15	Claas Lexion 480 CAT	7,5	
N – hnojiva, název		**kg čistého N/ha**			v současné

ledek s vápencem	200	době obsahuje databáze pouze N, P, K hnojiva
K – hnojiva, název	**kg čistého K/ha**	
P – hnojiva, název	**kg čistého P/ha**	
insekticidy, název	**kg úč. látky/ha**	
herbicidy, název	**kg úč. látky/ha**	
Mustang Forte	0,8	
fungicidy, název	**kg úč. látky/ha**	

***Tabulka č. 10* – Dotazník (vstupní údaje od pěstitelů ovsa v ekologickém podniku)**

Dotazník – vstupní data				
Plodina	OVES			
výnos (t/ha)	2,79 (v případě více produktů uvést oba př. výnos zrna i slámy)			
osivo (kg/ha)	175 (Kavka, 2012)			
agrotechnické operace	**počet opakování**	**spotřeba nafty (l/ha)**	**použitý stroj**	**poznámka**
Podmítka	1	Kavka, 2012	Kompaktor, talířový podmítač	případně spotřeba el.energie (kwh/ha)
orba (zaorávka na podzim)	1	Kavka, 2012	Kompaktor	
předseťová příprava - **vláčení**	1	Kavka, 2012	Smyk s branami	
- **válení**	1	Kavka, 2012		
Setí	1	Kavka, 2012	Pneumatický secí stroj, kompaktor	
válení po setí	1	Kavka, 2012		
vláčení porostu za účelem odplevelení	2	Kavka, 2012	Síťové a prutové brány	
hnojení organickými hnojivy	1	Kavka, 2012	Rozmetadlo	
sklizeň (sláma jako stelivo)	1	Kavka, 2012	Sklízecí mlátička	
N – hnojiva, název		**kg čistého N/ha**		v současné době obsahuje databáze pouze N, P, K hnojiva
Kravský hnůj		10 000		
K – hnojiva, název		**kg čistého K/ha**		
P – hnojiva, název		**kg čistého P/ha**		
insekticidy, název		**kg úč. látky/ha**		

herbicidy, název	kg úč. látky/ha	
fungicidy, název	kg úč. látky/ha	

3.2.2.3 Sekundární data

Zdrojem sekundárních dat byly normativy zemědělských výrobních technologií, metodiky pěstitelských a zpracovatelských technologií, odborná literatura, konzultace s odborníky a systémové databáze.

3.2.2.4 Popis vstupů a výstupů

Do výpočtů byla započítána data z předřazených procesů, ke kterým nebyla zjišťována primární data, ale byla využita data z databáze Ecoinvent. Do předřazených procesů byla započítána produkce osiva, minerálních hnojiv, pesticidů a nosičů energie.

Data týkající se systémových procesů byla získána na základě vlastního dotazníkového šetření, z odborné literatury a použití dat z databází.

3.2.2.5 Zemědělství

Proces zemědělství je složen z více dílčích procesů. Důraz byl kladen na části operace na poli, zemědělské vstupy a na emise vzniklé při aplikaci hnojiv. Mezi polní operace jsou řazeny operace, které jsou spojené s pojezdem na poli, tedy vše od předseťové přípravy až po vlastní sklizeň.

Na základě dotazníkového šetření, rozhovorů se zemědělci, z normativů zemědělské výroby, dle KAFKY (2012), byla zjištěna spotřeba paliva pro danou operaci na hektar. Dotazníky a rozhovory podaly informace, kolikrát se dané operace provádí za jeden vegetační cyklus. Pomocí těchto informací a hodnot získaných z databáze Ecoinvent byl v programu MS Excel vypočten počet kg ekvivalentu oxidu uhličitého na kilogram ovsa (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa).

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. orba, podmítka). Kromě

spotřeby pohonných hmot bylo nutné do dílčího procesu hnojení započítat množství a druh použitých herbicidů, pesticidů a insekticidů. Na základě dotazníkového šetření byla zjištěna spotřeba těchto přípravků na hektar a společně s hodnotami z databáze Ecoinvent bylo vypočteno z výpočtů 2 a 3 množství kilogramů eqv. CO_2 na 1 kg ovsa.

Do procesu zemědělství byly ještě započítány přímé a nepřímé emise N_2O uvolňované při aplikaci minerálních a organických dusíkatých hnojiv. Tyto emise byly spočítány dle metodiky IPCC (DE KLEIN, 2006), doplněné o český národní report i inventarizaci skleníkových plynů, sekce 2009). Metodika je popsána v Tabulce č. 11., parametry nutné k výpočtu jsou uvedeny v Tabulce č. 12.

***Tabulka č. 11* – Metodika IPCC pro výpočty emisí oxidu dusného** (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	
$N_2O –N_{DIRECT} = (F_{SN} + F_{ON}) * EF1$ $N_2O_{DIRECT} = N_2O –N_{DIRECT} * (44/28)$ 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_2O – N)	
Syntetická hnojiva	**Organická hnojiva**
$F_{SN} = N_{FERT} * (1 – Frac_{GASF})$ N_{FERT}: roční množství aplikovaného hnojiva (kg N/ha) $Frac_{GASF}$: frakce dusíkatých ztrát přes NH_3 a NO_X	$F_{ON} = F_{AM} + F_{SEW} + F_{COMP} + F_{OOA}$ F_{AM} : roční množství aplikovaného (kg N/ha) 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**

$N_2O_{(G)} = [(F_{SN} * Frac_{GASF}) + (F_{ON})* Frac_{GASM}] * EF_4$ $Frac_{GASF}$: Frakce syntetického N, který volatilizuje jako NH_3 and NO_X, kg NH_3-N a NO_X $Frac_{GASM}$: frakce organického N, který volatilizuje jako NH_3 a NO_X, EF_4 : emisní faktor pro N-volatilizaci	$N_2O_{(L)} = (F_{SN} + F_{ON}) * Frac_{LEACH} * EF_5$ $Frac_{LEACH}$: Frakce dusíkových ztrát skrz průsak a splach EF_5 : emisní faktor pro průsak a splach

***Tabulka č. 12* – Parametry použité při výpočtu IPCC metodiky**

Parametr	Použitá hodnota	Zdroj
EF_1	0,0125	český národní report
EF_4	0,01	český národní report
EF_5	0,025	český národní report
$Frac_{GASF}$	0,1	český národní report
$Frac_{GASM}$	0,2	český národní report
$Frac_{LEACH}$	0,3	český národní report

(Zdroj: DE KLEIN, 2006)

3.2.3 Třetí fáze LCA – Hodnocení dopadu životního cyklu

Posuzování dopadu životního cyklu bylo provedeno metodou ReCiPe 2008 Midpoint (H) Europe v programu SimaPro. Metoda byla naposledy aktualizována v listopadu 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 (HYŠPLER, 2011).

3.2.4 Čtvrtá fáze LCA – Interpretace životního cyklu

Cílem poslední fáze LCA je prezentace výsledků, vyhodnocení environmentálních problémů a zátěže během pěstování vybrané plodiny, konkrétně ovsa

v konvenčním a ekologickém systému hospodaření a hledání možností snížení spotřeby energie a dopadů na životní prostředí.

Následující kapitola popisuje výsledky získané při provádění LCA analýzy u ovsa.

4. VÝSLEDKY

Vstupní data byla zjištěna na základě dotazníkového šetření přímo v zemědělských podnicích, z odborné literatury a konzultací s techniky.

4.1 Zemědělství – vstupní údaje

4.1.1 Výnos

Konvenční výnos ovsa se pohybuje dle MOUDRÉHO a DVOŘÁČKOVÉ (2014) kolem 3 t/ha u nahých odrůd a 4 - 5 t/ha u odrůd pluchatých. V dotazníkovém šetření uvedl zemědělský podnik hospodařící konvenčně výnos 4,9 t/ha. Ročenka Ekologického zemědělství z roku 2013 uvádí výnos ovsa 3,19 t/ha. Ekologicky hospodařící zemědělci uvedli výnos ovsa kolem 2,79 t/ha. Pro výpočty byly použity údaje z dotazníků od konvenčně a ekologicky hospodařících zemědělců.

4.1.2 Osiva

Semenářské organizace uvádějí doporučený výsevek u ovsa 200 kg/ha. Pro výpočty byl u konvenčně hospodařícího podniku použit údaj z dotazníkového šetření a pro ekologicky hospodařící zemědělce z odborné literatury dle KAVKY (2012). Vstupní údaje jsou uvedeny v Tabulkách č. 9 a č. 10.

4.1.3 Hnojiva

Při pěstování konvenčně pěstovaného ovsa se kombinuje používání organických hnojiv s hnojivy minerálními, při ekologicky pěstovaném ovsu se používají pouze organická hnojiva. Spotřeba hnojiv byla zjištěna z dotazníkového šetření přímo u zemědělců.

4.1.4 Herbicidy

Při pěstování konvenčně pěstovaného ovsa se používají na ochranu rostlin syntetické prostředky. Konvenční zemědělec používá pouze přípravky na ochranu rostlin proti plevelům. Použitý prostředek v konvenčním zemědělství byl zjištěn přímo

u zemědělce. U ekologicky pěstovaného ovsa je použití syntetických prostředků na ochranu rostlin zakázáno.

4.1.5 Agrotechnické operace

Počet agrotechnických operací a spotřeba paliva v l/ha byly zjištěny z dotazníkového šetření a z odborné literatury a je v nich zachycen celý vegetační cyklus pěstování ovsa.

4.1.6 Emise N_2O

Při aplikaci minerálních hnojiv se uvolňují přímé a nepřímé emise N_2O, které byly vypočítány na základě metodiky IPCC popsané v kapitole materiál a metodika. Vstupní údaje pro konvenční zemědělství jsou zobrazeny v Tabulce č. 9 a pro ekologické zemědělství v Tabulce č. 10.

4.2 Zemědělství – výstupní údaje

Získaná data byla přepočtena na eqv. CO_2 v programu MS Excel za pomoci údajů z databáze Ecoinvent, která je využívaná programem SimaPro. Bylo využito těchto výpočtů:

1. CO_2 eq. (agrotechnické operace) = (*DI * (ev (DI) + es (DI))/ V*,

kde *DI* je spotřeba pohonných hmot v kg na ha, *ev (DI)* emise eq. CO_2 z výroby 1 kg pohonných hmot, *es (DI)* emise eq. CO_2 ze spálení 1 kg pohonných hmot a *V* je hektarový výnos

2. CO_2 eq. (hnojiva) = (*H * ev (H))/ V*,

kde *H* je množství daného hnojiva na ha, *ev (H)* emise eq. CO_2 z výroby 1 kg daného hnojiva a *V* je hektarový výnos

3. CO_2 eq. (pesticidy) = (*P * ev (P))/ V*,

kde *P* je množství daných pesticidů na ha, *ev (P)* emise eq. CO_2 z výroby 1 kg daného pesticidu a *V* je hektarový výnos

4. CO_2 eq. (osivo) = (*O * ev (O))/ V*,

kde *O* je množství osiva na ha, *ev (O)* emise eq. CO_2 z výroby 1 kg osiva a *V*

je hektarový výnos

5. CO_2 eq. (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 warming potential pro N_2O a *V* je hektarový výnos (Zdroj: HYŠPLER, 2011)

Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování ovsa v systémech konvenčního a ekologického hospodaření je zachycena v Tabulkách č. 13 a č. 14.

***Tabulka č. 13* – Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování ovsa v konvenčním zemědělství (eqv. CO_2 na 1 kg ovsa)**

Konvenční zemědělství	**kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa**
Podmítka	0,003169703
Orba	0,012044873
Předseťová příprava	0,010143051
Sběr kamene	0,001267881
Setí	0,004437585
Hnojení dusíkatými hnojivy	0,002994807
Aplikace prostředků na ochranu rostlin	0,001267881
Sklizeň + drcení slámy	0,00950911
Agrotechnické operace	0,044834891
Osivo	0,01761397
Herbicidy	0,001544114
Hnojiva	0,33305073
Polní emise	0,25261625
Celkem	**0,649659958**

Jak vyplývá z Tabulky č. 13 celková emisní zátěž při pěstování ovsa v konvenčním zemědělství, kde významný podíl tvoří agrotechnické operace jako orba, předseťová příprava, setí, ošetření porostu ovsa během vegetace, sklizeň, včetně emisí uvolněných z hnojiv činí 0,64966 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Z výsledků vyplývá, že

největší emisní zátěž pochází z polních emisí N_2O 0,25262 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa a emisí z hnojiv 0,33305 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa.

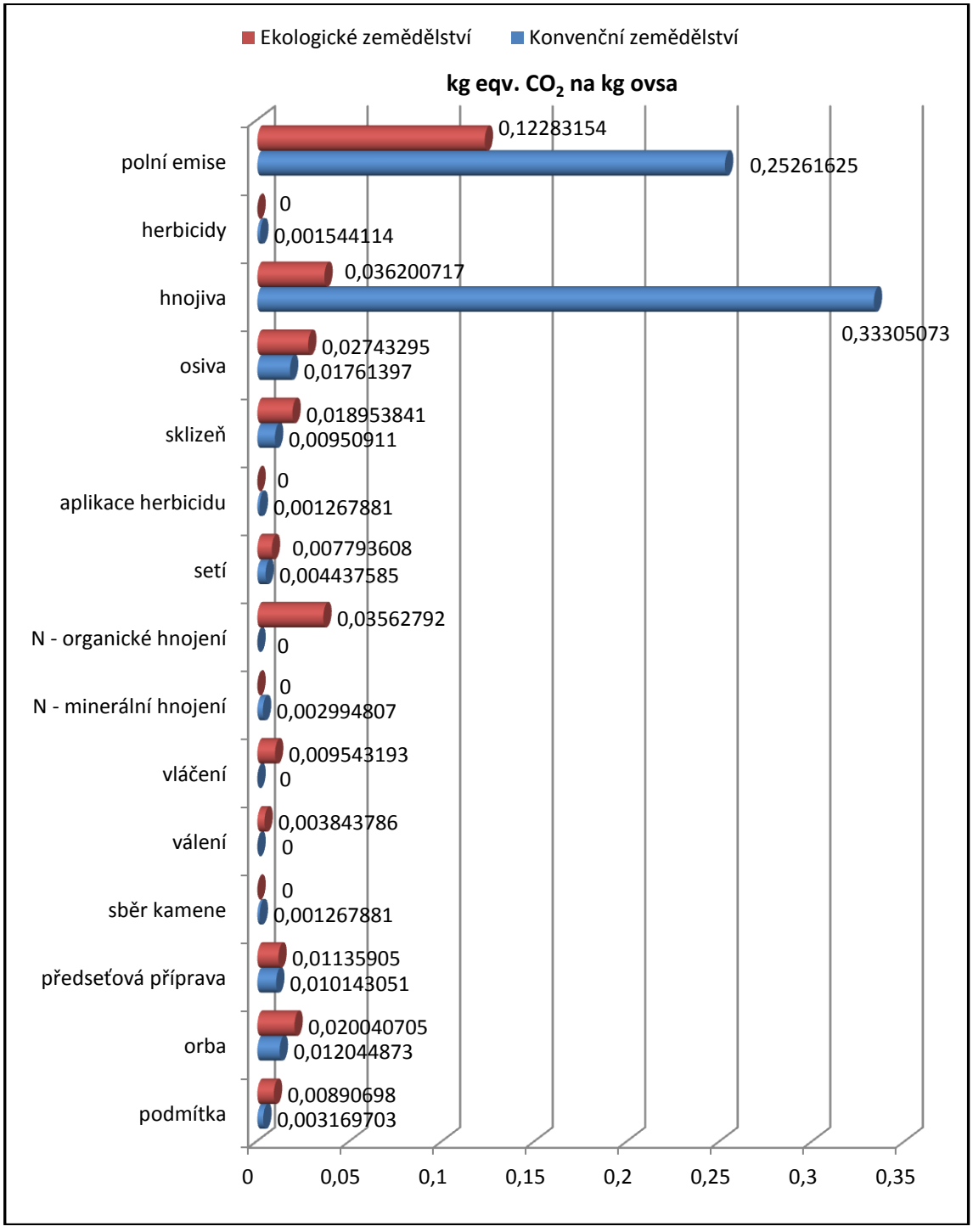
***Tabulka č. 14* – Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování ovsa v ekologickém zemědělství (eqv. CO_2 na 1 kg ovsa)**

Ekologické zemědělství	kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa
Podmítka	0,00890698
Orba	0,020040705
Předseťová příprava	0,01135905
Válení	0,003843786
Vláčení	0,009543193
Hnojení organickými hnojivy	0,03562792
Setí	0,007793608
Sklizeň	0,018953841
Agrotechnické operace	0,116069083
Osivo	0,02743295
Hnojivo	0,036200717
Polní emise	0,12283154
Celkem	**0,302534292**

Z Tabulky č. 14 vyplývá, že i u ekologicky pěstovaného ovsa největší podíl z celkové emisní zátěže, která činí 0,30253 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, tvoří polní emise N_2O s 0,12283 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Dále se na celkové emisní zátěži významně podílí emise z organických hnojiv (chlévský hnůj) činící 0,03620 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, hnojení organickými hnojivy s 0,03563 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa a orba uvolňující 0,020040705 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa.

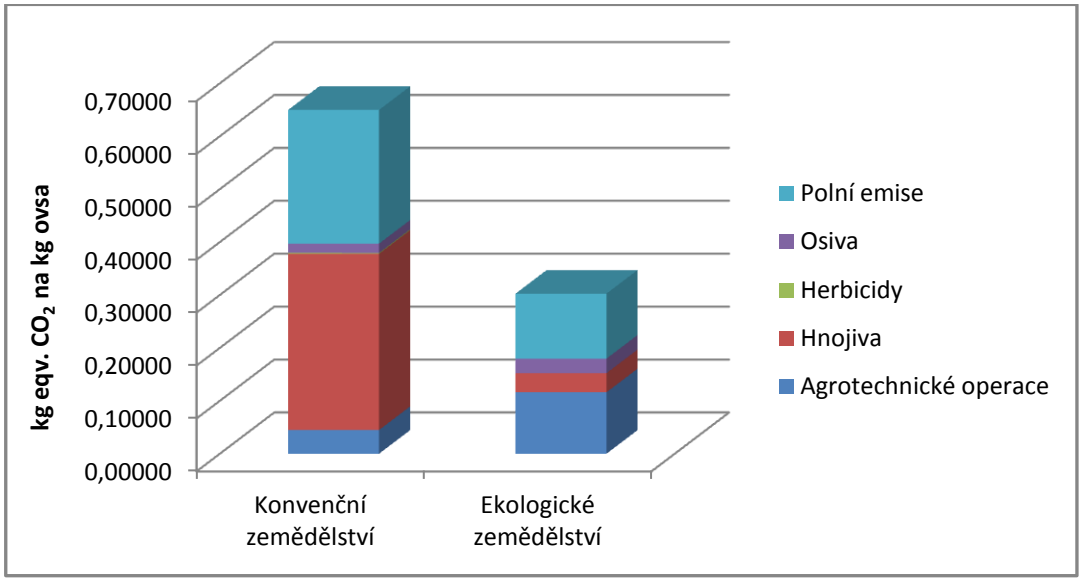
Rozdíly mezi jednotlivými operacemi a vstupy v konvenčním a ekologickém zemědělství znázorňuje Graf č. 2.

***Graf č. 2* – Emisní zátěž v jednotlivých agrotechnických operacích a zemědělských vstupech v konvečním a ekologickém zemědělství**



Proces pěstování ovsa byl rozdělen do kategorií: polní emise, osivo, herbicidy, hnojiva a agrotechnické operace. Graf č. 3 ukazuje množství celkových emisí z jednotlivých kategorií procesů konvenčního a ekologického zemědělství.

***Graf č. 3* – Emisní zátěž jednotlivých kategorií konvenčního a ekologického pěstování ovsa (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa)**

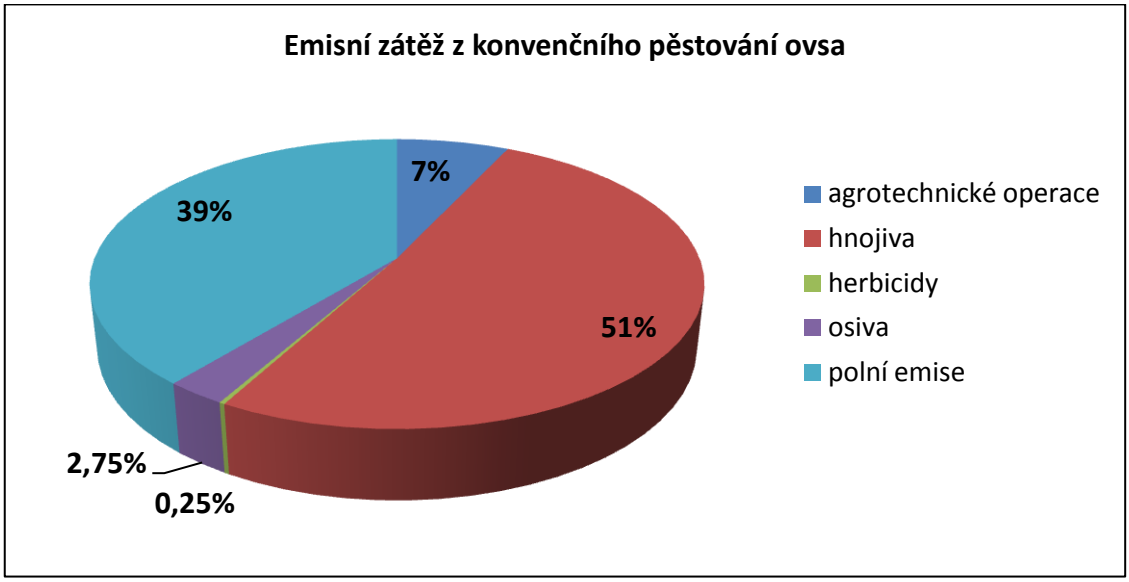


Emise skleníkových plynů vzniklé při agrotechnických operacích jsou v ekologickém zemědělství o 159 % (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa) vyšší než v konvenčním zemědělství. Tento rozdíl vznikl nižším hektarovým výnosem ovsa vypěstovaného v ekologickém systému hospodaření. Dále se na tomto rozdílu podílí emisní zátěž při předseťové přípravě, která je o 102 % (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa) vyšší v ekologickém systému oproti konvenčnímu systému hospodaření. Další emisní zátěž tvoří v konvenčním systému hospodaření aplikace prostředků na ochranu rostlin, která je o 100 % (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa) vyšší než v ekologickém systému. Tento rozdíl vznikl absencí aplikace syntetických prostředků na ochranu rostlin v ekologickém systému hospodaření.

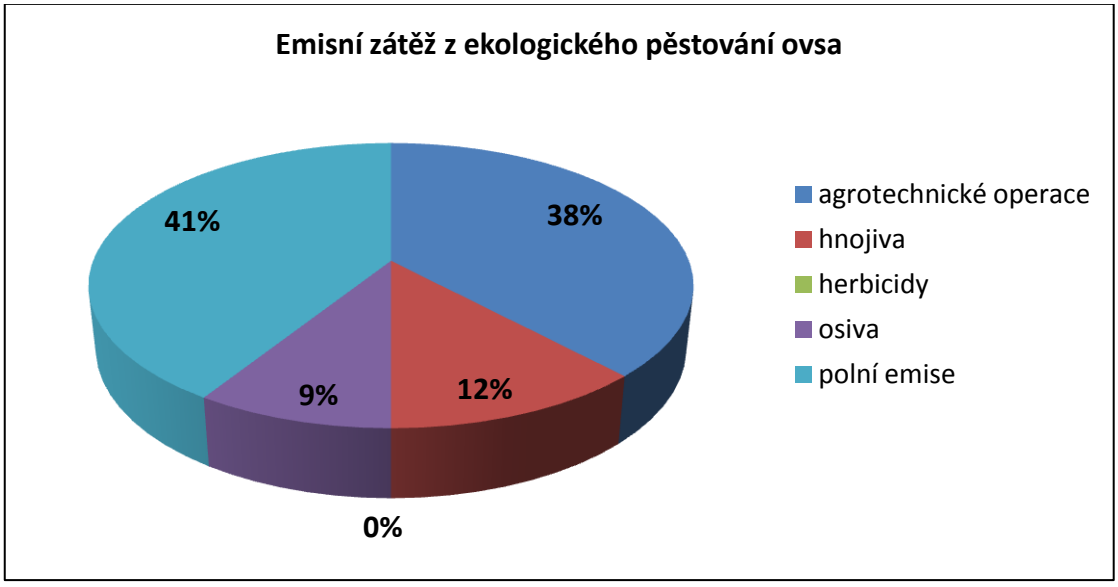
Výrazný vliv na tvorbu emisí skleníkových plynů mají i polní emise a osivo. V konvenčním systému hospodaření jsou polní emise N_2O o 106 % (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa) vyšší než v systému ekologickém. U emisí z osiva je emisní zátěž o 56 % (kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa) vyšší v ekologickém systému hospodaření z důvodu nižších výnosů na jednotku produkce než v konvenčním hospodaření.

Procentuální zastoupení kategorií polní emise, osiva, herbicidy, hnojiva a agrotechnické operace znázorňuje pro konvenční zemědělství Graf č. 4 a pro ekologické zemědělství Graf č. 5.

Graf č. 4 – **Procentické zastoupení jednotlivých zemědělských kategorií v konvenčním zemědělství** (eqv. CO_2)



Graf č. 5 – **Procentické zastoupení jednotlivých zemědělských kategorií v ekologickém zemědělství** (eqv. CO_2)



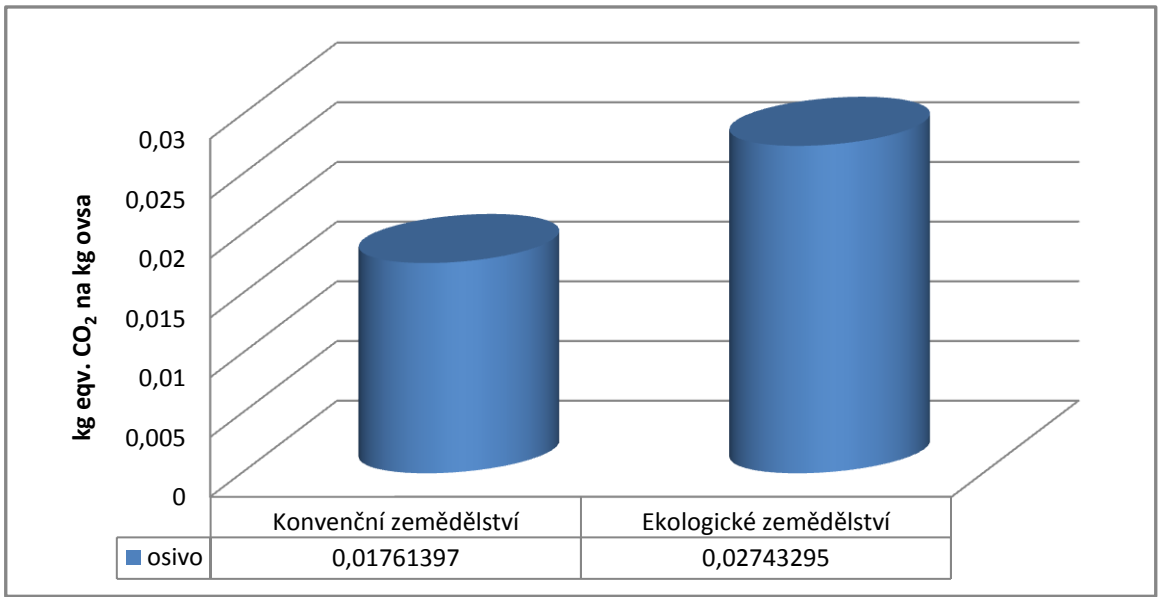
4.2.1 Emise z osiv

Pravidla ekologické rostlinné produkce stanoví jednoznačnou povinnost využívat k zakládání porostů pouze rozmnožovací materiál, který byl vypěstován podle

ekologických zásad. Podle zákona o ekologickém zemědělství a LAMMERTSE van BUERENA (2000) směji ekologicky hospodařící podniky použít pouze osivo množené v podmínkách ekologického zemědělství. Jelikož ale odrůdy pro hospodaření se sníženými vstupy zatím nejsou vyšlechtěny, musejí ekologičtí farmáři využívat osivo z konvenčních šlechtitelských programů.

Z Grafu č. 6 je patrné, že z důvodu nižšího výnosu na jednotku produkce v ekologickém systému hospodaření je emisní zátěž osiva uvolňující 0,02743 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa vyšší než v konvenčním systému hospodaření.

***Graf č. 6* – Emisní zátěž vzniklá z osiva konvenčně a ekologicky pěstovaného ovsa**



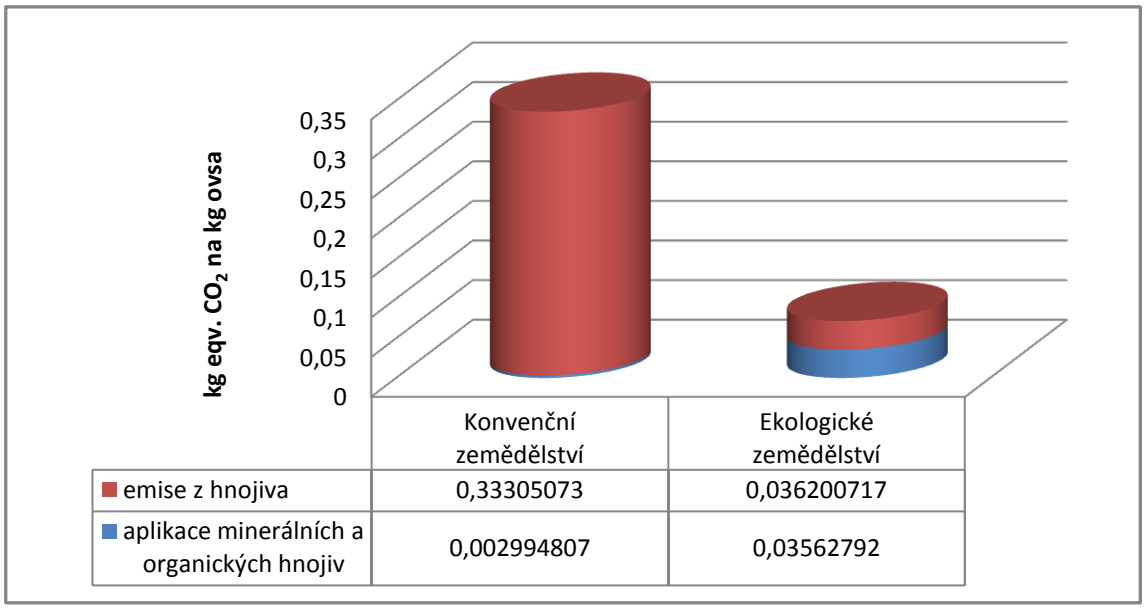
4.2.2 Emise z výroby a aplikace hnojiv

V ekologickém zemědělství lze oves hnojit zvláště na chudých půdách dávkou hnoje 4 - 10 t/ha (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a). Podle FOTTA, PRETELA a kol. (2003) jsou emise ze zemědělství nejvíce uvolňovány právě z aplikace hnojiv a pesticidů.

Rozdíl emisní zátěže vzniklé při hnojení ovsa v konvenčně hospodařícím podniku a ekologicky hospodařícím podniku zobrazuje Graf č. 7. Graf ukazuje, že aplikace organického hnojiva na ekologicky pěstovaný oves má větší emisní zátěž než

aplikace syntetických dusíkatých hnojiv u konvenčně pěstovaného ovsa. Oproti tomu rozhodujícím faktorem způsobujícím až několikanásobný rozdíl mezi emisní zátěží vznikající konvenční a ekologickou produkcí je výroba syntetických dusíkatých hnojiv, na kterou připadá 51 % emisí způsobených pěstováním konvenčního ovsa.

***Graf č. 7* – Emisní zátěž vzniklá z výroby a aplikace hnojiv konvenčně a ekologicky pěstovaného ovsa**



	Konvenční zemědělství	Ekologické zemědělství
emise z hnojiva	0,33305073	0,036200717
aplikace minerálních a organických hnojiv	0,002994807	0,03562792

4.2.3 Emise z agrotechnických operací

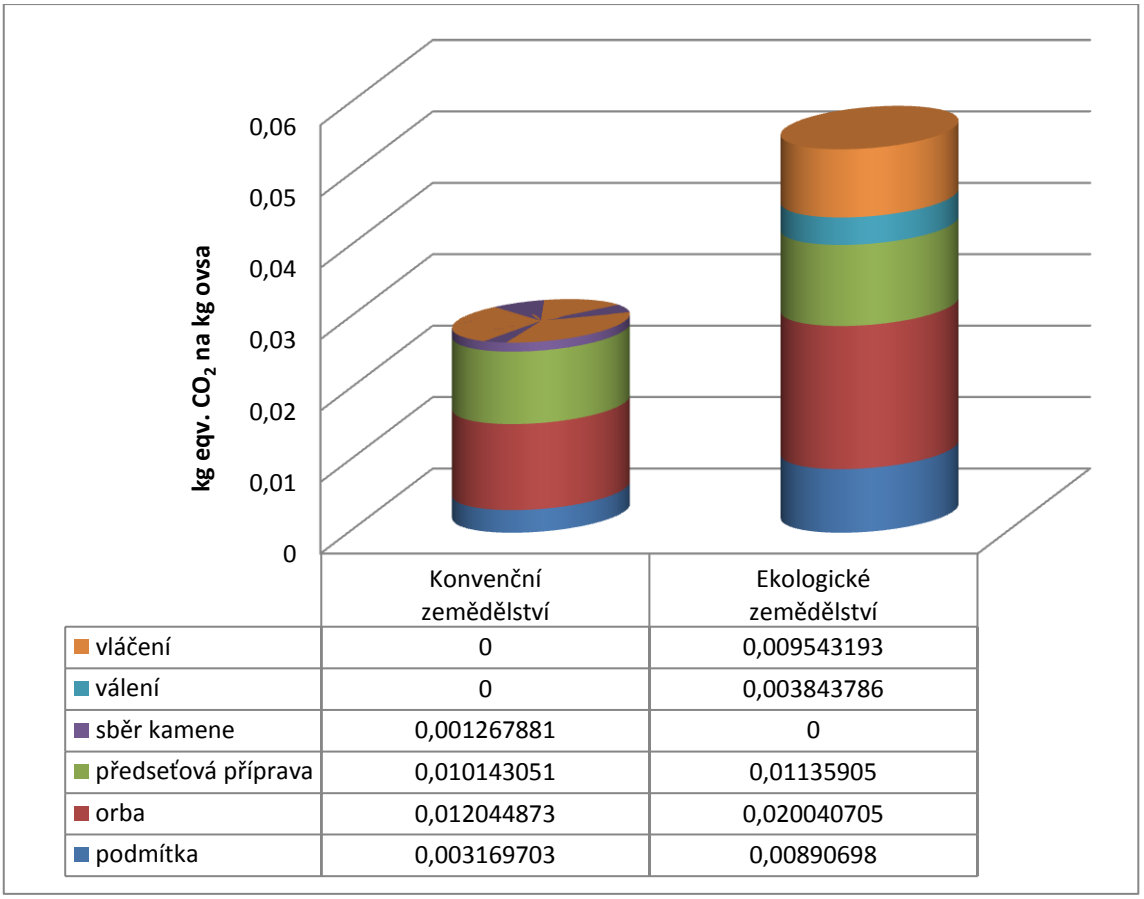
Podle stavu zaplevelení, druhu a stavu půdy, doby hnojení a druhu a dávky hnojiv je třeba volit mechanizaci, způsob zpracování půdy i počet zásahů a intervalů mezi nimi (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

Graf č. 8 ukazuje, že emisní zátěž vzniklá při zpracování půdy při předseťové přípravě, jako je podmítka, orba, válení a vláčení je v ekologickém hospodaření vyšší než v konvenčním hospodaření. Vyšší emise v ekologickém hospodaření uvolňující 0,05369 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa jsou z důvodu více opakování agrotechnických operací (např. vláčení) a také z důvodu nižšího výnosu.

Oves má dobrou konkurenční schopnost vůči plevelům. Vzhledem k tomu je možné zásahy proti plevelům až do 30 % pokryvnosti plevelů zcela vyloučit, aniž by to mělo negativní vliv na výnos. Vedle preventivních opatření je hlavním přímým

opatřením regulace plevelů vláčení. Vláčení přispívá ke zlepšení struktury půdy, aerace a tím k rozvoji kořenů a zlepšení příjmu živin, podpoře odnožování a stejnoměrného růstu rostlin. Vláčením dojde k omezení plevelů až o 60 %. Účinek vláčení je srovnatelný s aplikací herbicidů (MOUDRÝ a kol., 2012).

***Graf č. 8* – Emisní zátěž vzniklá při předseťové přípravě konvenčně a ekologicky pěstovaného ovsa**



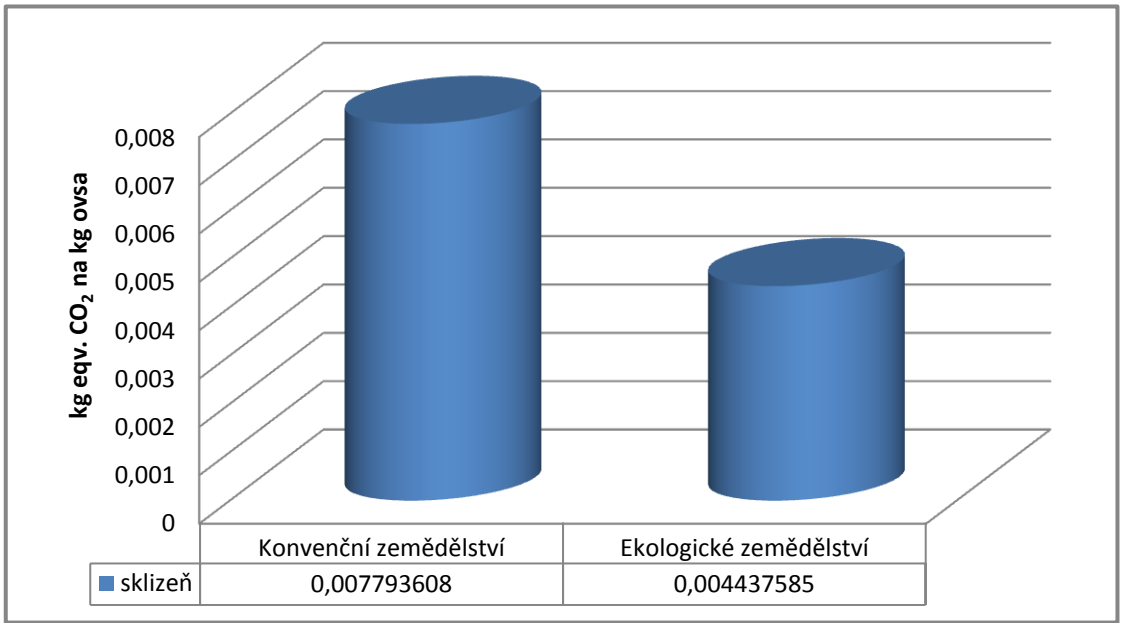
	Konvenční zemědělství	Ekologické zemědělství
vláčení	0	0,009543193
válení	0	0,003843786
sběr kamene	0,001267881	0
předseťová příprava	0,010143051	0,01135905
orba	0,012044873	0,020040705
podmítka	0,003169703	0,00890698

Po ošetření obilniny v konvenčním zemědělství přípravkem Mustang Forte mohou zůstávat po sklizni v půdě a slámě rezidua přípravku. K urychlení odbourávání těchto reziduí je třeba slámu rozřezat a co nejdříve po sklizni zapravit do půdy. Rezidua účinných látek v rostlinných zbytcích, které nejsou zcela rozloženy, mohou poškodit citlivé následné plodiny (AGROMANUÁL, 2003).

Konvenčně hospodařící zemědělec na základě použití syntetického postřiku na ochranu rostlin při sklizni zároveň slámu z ovsa drtí a zapracovává zpět do půdy. Tento rozdíl v emisní zátěži vytvořený navýšením spotřeby pohonných hmot při drcením

slámy při sklizni ovsa pěstovaného v konvenčním a ekologickém systému hospodaření ukazuje Graf č. 9.

***Graf č. 9* – Emisní zátěž vzniklá při sklizni u konvenčně a ekologicky pěstovaného ovsa**

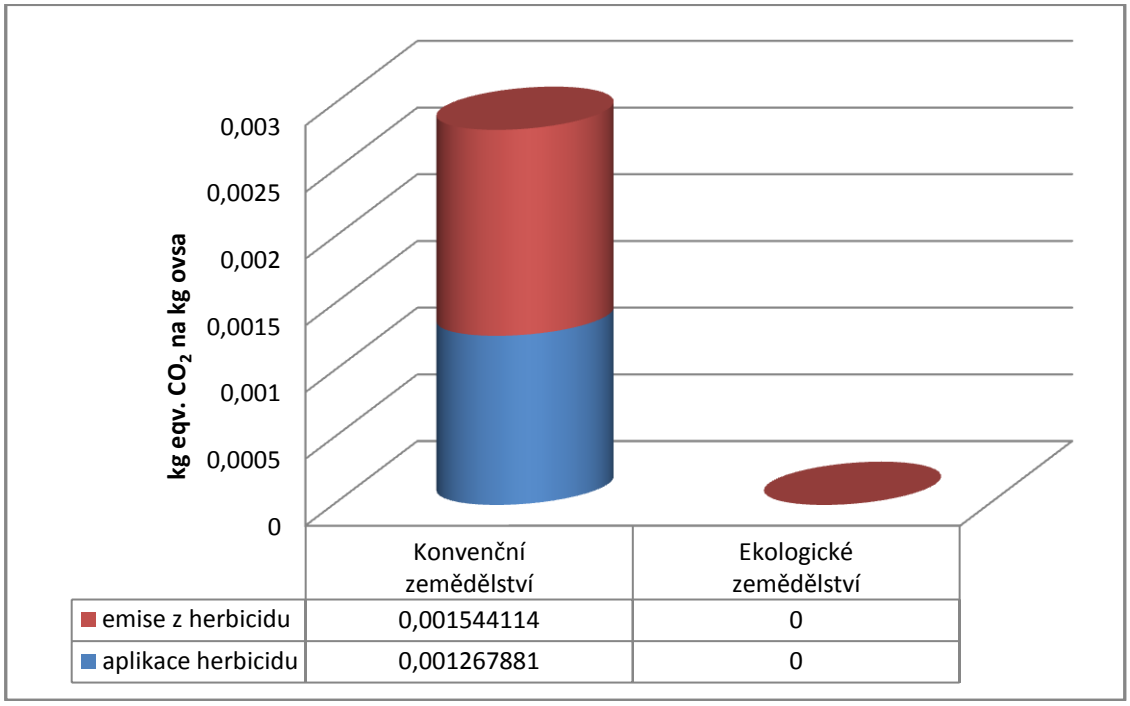


4.2.4 Emisní zátěž vzniklá při aplikaci prostředku na ochranu rostlin

V ekologickém zemědělství je zakázáno používat rychle rozpustná syntetická hnojiva. Výživa je závislá na půdní zásobě dusíku dostupného v závislosti na mineralizaci organických hnojiv nebo zaoraných posklizňových zbytků rostlin (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a). Vzhledem k tomu, že v ekologickém zemědělství je vyloučeno používání syntetických herbicidů, je nutná regulace plevelů jinými způsoby. Cílem není úplné zničení plevelů, ale udržení jejich výskytu pod prahem škodlivosti.

Graf č. 10 znázorňuje rozdíl emisní zátěže vzniklé v konvenčně hospodařícím podniku při použití prostředku na ochranu rostlin a ekologicky hospodařícím podniku, který prostředky na ochranu rostlin nepoužívá.

***Graf č. 10* – Emisní zátěž vzniklá při výrobě a aplikaci prostředků na ochranu rostlin**



	Konvenční zemědělství	Ekologické zemědělství
emise z herbicidu	0,001544114	0
aplikace herbicidu	0,001267881	0

5. DISKUZE

Hodnocení environmentálních dopadů produktu podle KOČÍHO (2009) se provádí s ohledem na celý jeho životní cyklus. Dle ČURDY a FUCHSOVÉ (1996) se problematika hodnocení životního cyklu v České republice řeší přibližně od počátku devadesátých let. Tato práce sledovala environmentální dopady pěstování ovsa v konvenčním a ekologickém systému hospodaření.

Evropská unie pokládá změnu klimatu za vážnou hrozbu nejen pro životní prostředí, ale i další hospodářský a civilizační rozvoj na celém světě.
Podle ALTEROVÉ (2010) přispívá zemědělství v Evropské unii k celkovým emisím skleníkových plynů asi 9 %. Toto číslo ukazuje, jak velký je vliv zemědělství na uvolňování skleníkových plynů a kolik oxidu uhličitého bychom mohli ušetřit v lepším systému hospodaření. ŠIMEK (2008) odhaduje podíl zemědělství na celosvětových antropogenních emisích skleníkových plynů na 22 %. Emise skleníkových plynů ze zemědělství jsou v podmínkách České republiky tvořeny převážně emisemi metanu a emisemi oxidu dusného (MOUDRÝ jr. a kol, 2011).

Emise způsobené zemědělstvím představují ročně 5,1 až 6,1 mld. tun eqv. CO_2, což činí 10 – 12 % veškerých emisí skleníkových plynů. Proto je důležité snažit se o zdokonalení řady procesů v zemědělství, jako jsou např. bezorebný způsob pěstování plodin, agrolesnictví, integrovaná rostlinná a živočišná výroba a snižování externích vstupů ve výrobě potravin a dalších zemědělských produktů (NIGGLI a kol., 2011). Také ZNAOR (2009) tvrdí, že ekologické zemědělství přispívá ke snižování emisí ze skleníkových plynů, a proto přechod na ekologické zemědělství je považován za udržitelný způsob, jak snížit emise skleníkových plynů.

ŠLESINGER a NAJMANOVÁ (2008) píší, že zemědělské podniky se v současné době musí vedle zajištění ekonomické rentability zemědělské prvovýroby potýkat i s přísnou legislativou. Ze strany Evropské unie je kladen důraz na snížení negativních dopadů zemědělské výroby na životní prostředí a podpora environmentálně šetrnějších postupů je zajišťována řadou dotačních titulů.

Ekologické zemědělství při pěstování rostlin produkuje méně emisí vyjádřených v kg eqv. CO_2 na kg produkce než konvenční, u něhož je hlavním faktorem

způsobujícím tuto environmentální zátěž výroba syntetických dusíkatých hnojiv (MOUDRÝ jr. a kol., 2010). Tato studie toto potvrzuje, protože dle Tabulek č. 13 a č. 14 je patrná větší emisní zátěž z konvenčního zemědělství než ze zemědělství ekologického. Také DAXBECK a kol. (2008) potvrzuje, že emisní zátěž z konvenčního zemědělství je větší než emisní zátěž z ekologického zemědělství, kde se nesmí používat rychle se rozpouštějící minerální hnojiva a pesticidy. I NĚMEČEK a kol. (2005) ukazuje, že veškeré emise skleníkových plynů na plochu jsou v ekologických systémech o 36 % nižší než v systémech konvenčních. Většinu rozdílu způsobují emise CO_2 a N_2O, které v obou případech souvisejí především s používáním minerálních hnojiv v konvenčním zemědělství. Stejný názor má i MOUDRÝ jr. a kol. (2013), který tvrdí, že je zřejmé, že ekologické zemědělství je z hlediska emisí méně náročné, a proto z hlediska životního prostředí šetrnější než konvenční zemědělství, kde produkce emisí se zvýšila zejména použitím syntetických hnojiv.

Předpoklad, že se nejvíce emisí v zemědělství uvolní z aplikace hnojiv, se potvrdil. Největší procentické zastoupení emisní zátěže v zemědělství zaujímají hnojiva a emise oxidu dusného. Emise oxidu dusného se uvolňují právě při aplikaci hnojiv a výrazně tak ovlivňují celkové emise CO_2e ze zemědělství.

Kromě emisí z použitých hnojiv vzniká v zemědělství velká emisní zátěž také z aplikovaných pesticidů (FOTT, PRETEL a kol., 2003). Intenzivní rostlinná výroba, která je často založená na monokulturách a vysoké produktivitě, je velkou měrou závislá na vnějších vstupech, jako jsou minerální hnojiva a pesticidy. Trvale udržitelné zemědělské postupy, jako je ekologické zemědělství, takovou závislost na vstupech silně omezuje, např. nepoužíváním syntetických pesticidů (NIGGLI a kol., 2011). V případě pesticidů se vysoká emisní zátěž nepotvrdila. V Grafu č. 4 je uvedeno procentické zastoupení zemědělských kategorií. Na pesticidy v konvenčním zemědělství zde připadá 0,25 % z celkové emisní zátěže, co je zanedbatelné množství.

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. 2 jsou znázorněny emise CO_2e z jednotlivých agrotechnických operací. Je zde možné určit, která z operací způsobuje největší emise

a hledat cesty k jejich redukci. Nevýhodou ekologického zemědělství je nižší produkce z jednotky plochy, čímž se zvyšuje jednotkové zatížení produkce emisemi.

V ekologickém zemědělství odpadají náklady na pesticidy, morforegulátory a syntetická hnojiva. Regulace škodlivých činitelů a podpora výnosů však vyžaduje vyšší náklady na mechanické práce, vyšší spotřebu pohonných hmot, zvýšené náklady na ošetřování a aplikaci statkových hnojiv a preventivných i přímých opatření pro podporu tvorby výnosu a kvality (KONVALINA, MOUDRÝ, 2007a).

6. ZÁVĚR

V práci bylo zkoumáno, kolik kilogramů ekvivalentu oxidu uhličitého se uvolní při produkci ovsa v konvenčním a ekologickém zemědělství. Veškeré uváděné údaje jsou přepočítány na 1 kg ovsa.

Proces pěstování ovsa byl rozdělen do kategorií agrotechnické operace, hnojiva, herbicidy, osiva a polní emise.

Emise skleníkových plynů vzniklé při agrotechnických operacích jsou v ekologickém zemědělství o 159 % vyšší než v systému konvenčním. Ekologické zemědělství vyprodukovalo 0,11607 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa a konvenční zemědělství 0,04483 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Tento rozdíl vznikl nižším hektarovým výnosem ovsa vypěstovaným v ekologickém zemědělství.

Používáním hnojiv bylo uvolněno v konvenčním zemědělství 0,33605 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, oproti tomu v ekologickém zemědělství bylo uvolněno 0,07183 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Emisní zátěž z používání hnojiv je tedy více jak trojnásobně vyšší v konvenčním zemědělství, což je způsobeno používáním syntetických hnojiv konvenčním zemědělcem.

Významnou emisní zátěž tvoří v konvenčním zemědělství aplikace prostředků na ochranu rostlin. Při aplikaci herbicidu se v konvenčním zemědělství uvolnilo 0,00281 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, což je o 100 % více emisí CO_2e než v ekologickém zemědělství. Tento rozdíl byl způsoben absencí herbicidů v ekologickém zemědělství.

Dalším zemědělským vstupem ovlivňujícím tvorbu emisí skleníkových plynů byly i osiva, která vyprodukovala v ekologickém zemědělství 0,02743 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, což je o 56 % více emisí CO_2e, než u konvenčního zemědělství, které vyprodukovalo 0,01761 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Způsobeno je to nižším hektarovým výnosem na jednotku produkce.

Výrazný vliv na tvorbu emisní zátěže mají i polní emise vzniklé z aplikace minerálních a organických hnojiv. V konvenčním zemědělství bylo vyprodukováno 0,25261 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, což je o 106 % více než v ekologickém zemědělství, kde bylo vyprodukováno 0,12283 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa.

Z výsledků vyplývá, že v konečném součtu konvenčně vypěstovaný oves uvolňuje do ovzduší 0,64966 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa, zatímco ekologicky vypěstovaný oves pouze 0,30253 kg eqv. CO_2 na 1 kg ovsa. Emisní zátěž je tedy u ekologicky pěstovaného ovsa nižší než u konvenčně pěstovaného ovsa, což je způsobeno hlavně zvýšeným objemem emisí CO_2e uvolňovaných z rychle se rozpouštějících, konvenčních dusíkatých hnojiv.

Z výsledků je patrné, že pěstování ovsa ekologickým systémem hospodaření je šetrnější k životnímu prostředí, protože uvolňuje méně emisí nežli konvenční systém hospodaření.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

AGROMANUÁL (2003): Mustang Forte. Agromanuál.cz – Vše o přípravcích na ochranu rostlin, hnojiv a osiv. [Online], [cit. 25. 3. 2015]. Dostupné na internetu: http://www.agromanual.cz/cz/pripravky/herbicidy/herbicid/mustang-forte.html

ALTEROVÁ, L. (2010): Zemědělství a zemědělské plyny. Zemědělec. [Online], [cit. 20. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://zemedelec.cz/zemedelstvi-a-sklenikove-plyny/

BARROS, V. (2006): Globální změna klimatu. Mladá fronta. 165 s.

BRANIŠ, M., HŮNOVÁ, I. a kol. (2009): Atmosféra a klima, aktuální otázky ochrany ovzduší. Univerzita Karlova v Praze. Karolinum Praha. 352 s.

BRÁZDIL, R., ROŽNOVSKÝ, J. a kol. (1996): Impacts of a Potential Climate Change on Agriculture of the Czech Republic – Country Study of Climate Change for the Czech Republic, Element 2. Národní klimatický program ČR, svazek 21, ČHMÚ. Praha. 146 s.

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (2010): Národní inventarizační systém. [Online], [cit. 25. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/nis_uv_cz.html

ČESKÝ HYDROMETEOROLOGICKÝ ÚSTAV (2014): Znečištění ovzduší na území České republiky v roce 2012. ČHMÚ – Úsek ochrany čistoty ovzduší. [Online], [cit. 18. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/isko/grafroc/groc/gr12cz/kap12.html

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT (2006a): ČSN EN ISO 14040 – Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova. Praha. 36 s.

ČESKÝ NORMALIZAČNÍ INSTITUT (2006b): ČSN EN ISO 14044 – Environmentální management – Posuzování životního cyklu – Požadavky a směrnice. Praha. 68 s.

ČURDA, D., FUCHSOVÁ, A. (1996): Ekologická bilance – hodnocení životního cyklu. VŠCHT v Praze, svazek 39. 61 s.

DAXBECK, H. a kol. (2008): Čtyři dimenze zdravé výživy (zdraví, ekonomika, ekologie, společnost). Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 51 s.

DOSTÁL, J. (1950): Květena ČSR a ilustrovaný klíč k určení všech cévnatých rostlin. Přírodovědecké nakladatelství. Praha.

DORINGER, M., FREYER, B. (2008): Aktuelle Leistungen und zukünftige Potentiale der Ökologischen Landwirtschaft für den Klimaschutz in Österreich. IFOL, BOKU Wien. 36 s.

FOTT, P., PRETEL, J., VÁCHA, D., NEUŽIL, V., BLÁHA, J. (2003): Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů (Emisní inventura 2001). ČHMÚ. 97 s.

GRAU, J., KREMER, B. P., MÖSELER, B. D., RAMBOLD, G., TRIEBEL, D. (1998): Trávy. Průvodce přírodou. Praha. ISBN 80-200-0940-X. 287 s.

HÄNI, F. a kol. (1993): Obrazový atlas chorob a škůdců polních plodin. Scientia Praha. 335 s.

HOUGHTON, J. (1998): Globální oteplování. Academia Praha. ISBN 80-200-0636-2. 229 s.

HYŠPLER, R. (2011): Environmentální zátěž při produkci a zpracování potravinářské pšenice a výrobě chleba. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 74 s.

IPCC (2007): Climate change. Synthesis Report – Summary for Policymakers. [Online], [cit. 18. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/syr/ar4_syr_spm.pdf

IPCC (2014a): IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Organization. [Online], [cit. 25. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml.

IPCC (2014b): IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change – Principles governing IPCC work. [Online], [cit. 27. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.ipcc.ch/pdf/ipcc-principles/ipcc-principles.pdf

JELÍNEK, J. (2010): Nauka o zemi (Skleníkové plyny a jejich vliv na globální oteplování). Institut geologického inženýrství. Hornicko-geologická fakulta, VŠB – Technická univerzita Ostrava. [Online], [cit. 22. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-atmosfera.htm

JŮZOVÁ, J. a kol. (2004): Země. Euromidia Group. Praha, 520 s.

KADLÍKOVÁ, M., MILOTOVÁ, J., VACULOVÁ, K. (2012): Je dostatečně využívána současná biodiverzita ovsa ? Biodiverzita v polnohospodárskej krajine a v ekosystéme. Zborník z mezinárodnej konferencie projektu Revense-Interreg IVC. Centrum výzkumu rostlinnej výroby. Piešťany 2012.

KALVOVÁ, J., MOLDAN, B. (1996) Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Karolinum Praha. 161 s.

KOČÍ, V. (2009): Posuzování životního cyklu – LCA. Ekomonitor. Chrudim. ISBN 978-80-86832-42-5. 263 s.

KOČÍ, V. (2010): Příručka základních informací o posuzování životního cyklu – LCA. VŠCHT Praha. 27 s.

KONVALINA, P., MOUDRÝ, J. (2007a): Pěstování rostlin v ekologickém zemědělství. Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-031-7. 118 s.

KONVALINA, P., MOUDRÝ, J. (2007b): Volba odrůdy, struktura pěstování a výnosu hlavních obilnin v ekologickém zemědělství. Sborník z konference „Ekologické zemědělství 2007“.

KONVALINA, P., MOUDRÝ, J., JANOVSKÁ, D., KÁŠ, M. (2013): Opomíjené obilniny a pseudoobilniny. Ekologické zemědělství. Zemědělec č. 17/2013. pp 33 s.

KUTÍLEK, M. (2004): Globální oteplování a klimatické změny v minulosti. Metodický portál: Články [Online], [cit. 25. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/140/GLOBALNI-OTEPLOVANI-A-KLIMATICKE-ZMENY- V-MINULOSTI.html.

LAMMERTS VAN BUEREN (2002): Organic plant breeding and propagation: concepts and stategies. PhD Thesis Wageningen University, The Netherlands. 198 s.

LANTICAN, M. A., PINGALL, P. L., RAJARAM, S. (2003): Is research on margine lands catching up ? The case of unfavourable beat growing environments. Agricultural Economics. Vol 29: 353-361 s. [Online], [cit. 20. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http:// ageconsearch.umn.edu/bitstream/178107/2/agec2003v029i003a013.pdf

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ (2014): Ochrana klimatu a energetika. MŽP - Témata. [Online], [cit. 21. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.mzp.cz/cz/ochrana_klimatu_energetika

MOUDRÝ, J. (1993): Základy pěstování ovsa. Institut výchovy a vzdělání ministerstva zemědělství ČR v Praze. 32 s.

MOUDRÝ, J. (2003): Tvorba výnosu a kvalita ovsa, vědecká monografie. Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 167 s.

MOUDRÝ, J. (jr), MOUDRÝ, J., JIROUŠKOVÁ, Z., KONVALINA, P. (2010): Pěstitelské technologie a emise CO_2. The Cultivation Technologies and Emission of CO_2. Úroda, 58 (12), pp. 725-728 s.

MOUDRÝ, J. (jr), JIROUŠOVÁ, Z., PLCH, R., MOUDRÝ, J., KONVALINA, P., HYŠPLER, R. (2011): Emisní zátěž při pěstování a zpracování pšenice. The emission load during growing and processing of beat. Úroda 59 (12), pp. 501-506 s.

MOUDRÝ, J. (jr), JELÍNKOVÁ, Z., MOUDRÝ, J., BERNAS, J., KOPECKÝ, M., KONVALINA, P. (2013): Influence of farming systems on production of greenhouse gas emissions within cultivation of selected crops. Journal of Food, Agriculture & Environment Vol. 11 (3&4): 1015-1018

MOUDRÝ, J., DVOŘÁČKOVÁ, O. (2014): Oves setý a nahý. [Online], [cit. 7. 7. 2014]. Dostupné na internetu: http://selgen.cz/agrotechnicka-doporuceni-2/oves-sety-a-nahy/

MOUDRÝ, J. a kol. (2012): Nahý oves. Certifikovaná metodika pro praxi. Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. ISBN 978-80-7394-368-4. 30 s.

MRÁČKOVÁ, J. (2013): Emisní zátěž při pěstování vybraných plodin. Diplomová práce Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 76 s.

NÁTR, L. (2005): Rozvoj trvale neudržitelný. Univerzita Karlova v Praze. Karolinum Praha. ISBN 80-246-0987-8. 102 s.

NÁTR, l. (2006): Země jako skleník – Proč se bát CO_2 ?. Academia Praha. 143 s.

NÁTR, L. (2008): Zemědělství a globální změny klimatu. Farmář/2008. 24-25 s.

NEMEŠOVÁ, I., PRETEL, J. (1998): Skleníkový efekt a životní prostředí. Podstata, rizika, možná řešení a mezinárodní souvislosti. Ministerstvo životního prostředí. ČHMÚ. ISBN 80-7212-046-8. 76 s.

NĚMEČEK, T., HUGUENIN-ELIE, O., DUBOIS, D., GAILLARD, G. (2005): Ökobilanzierung von Anbausystemen im Schweizerischen Acker- und Futterbau. Schriftenreihe der FAL 58. FAL Reckenholz, Zürich.

NEUERBURG, W., PADEL, S. (1994): Ekologické zemědělství v praxi. Praha. 476 s.

NIGGLI, U., FLIESSBACH, A., HEPPERLY, P., SCIALABBA, N. (2011): Zemědělství s nízkými emisemi skleníkových plynů. Mitigační a adaptační potenciál trvale udržitelných zemědělských systémů. Bioinstitut Olomouc. ISBN 978-80-87371-11-4. 32 s.

PRETEL, J. (2012): Ekologie. Hospodárnost: Současná realita globální změny klimatu. [Online], [cit. 7. 7. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.pro-energy.cz/clanky3/3.pdf, pp. 44-49 s.

PULKRÁBEK, J., CAPOUCHOVÁ, I., HAMOUZ a kol. (2003): Speciální fytotechnika. Katedra rostlinné výroby. Česká zemědělská univerzita v Praze. [Online], [cit. 25. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://etext.czu.cz/php/skripta/kapitola.php?tutul:key=48idkapitola=25

REMTOVÁ, K. (2003): Posuzování životního cyklu – METODA LCA. Ministerstvo životního prostředí, Praha. 15 s.

SAMPLE, I. (2007): Scientists offered cash to dispute chmate study. The Guardian. London. [Online], [cit. 29. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.theguardian.com/environment/2007/feb/02/frontpagenews.climatechange

STACH, J. (1995): Základní agrotechnika (osevní postupy). Zemědělská fakulta. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 99 s.

STAJANČA, M. (2011): Analýza životného cyklu jako nástroj hodnotenia environmentálních vplyvov stavebných výrobkov. Life cycle ananlysis as a method for environmental impal assessment of building meterials. Stavební fakulta. Technická univerzita v Košicích.

ŠIMEK, M. (2008): Hledáme cesty ke snížení emisí skleníkových plynů z půd. Akademický bulletin. [Online], [cit. 20. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.abicko.avcr.cz/2008/7_8/07/hledame-cesty-ke-snizeni-emisi-sklenikovych-plynu-z-pud.html

ŠLESINGER, J., NAJMANOVÁ, K. (2008): Čistší produkce v zemědělství: cesta k vyšší konkurenceschopnosti a ekonomicky výhodnému plnění legislativních požadavků v oblasti zemědělské prvovýroby. Praha. CENIA. ISBN 978-80-85087-66-6

TICHÁ, M. (2013): Posuzování životního cyklu LCA. Praha. [Online], [cit. 30. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://www.stavarka.com/DRead/Dokumenty//Zivotni_cyklus.pdf

TICHÝ, PALÍK, F. a POKORNÝ, S. (1992): Regulace výnosotvorných prvků u ovsa agroekologickými faktory. Rostlinná výroba. 8: 633 – 642 s.

TOMEČEK, P. (2005): Hodnocení životního cyklu výrobku – černého energetického uhlí. Fakulta hornicko-geologická. VŠB – Technická univerzita Ostrava. 145 s.

ÚKZÚZ (2014): Seznam doporučených odrůd 2014 – oves setý. [Online], [cit. 29. 8. 2014]. Dostupné na internetu: http://eagri.cz/public/web/file/297520/SDO_oves_listovka_2014.pdf

WINKLEROVÁ, L. (2011): Využití organismu Daphnia magna v testech ekotoxicity. Diplomová práce. Vysoké učení technické v Brně. Fakulta chemická. 66 s.

ZÍDEK, T. a kol. (1992): Nechemická ochrana rostlin, Brázda, Praha. 112 s.

ZNAOR, D. (2009): Organic Agriculture and Climate Change. Proceeding of International Conference on Organic Agriculture and Climate Change. Sofia. 181 s.

ŽALUD, Z. (2009): Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace, monografie. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně. 154 s.

ŽIVĚLOVÁ, I. a kol. (2006): Ekonomika ekologického zemědělství. Zemědělec, 43/2006, pp. 45 s.