

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství
Studijní obor: Agroekologie
Katedra: Katedra rostlinné výroby a agroekologie
Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Emise skleníkových plynů při pěstování zeleniny

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, PhDr.

Autor diplomové práce: Bc. Pavla Kratochvílová

České Budějovice, 2013

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval 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.

V Českých Budějovicích, 2013

.....
Pavla Kratochvílová

Poděkování:

Tímto bych chtěla poděkovat Ing. Janu Moudrému, PhD. a prof. Ing. Janu Moudrý, CSc., za odborné vedení diplomové práce a za čas, který mi věnovali při konzultacích. Mé poděkování rovněž patří Ing. Zuzaně Jelínkové, za poskytnuté materiály a odbornou pomoc při výpočtech. V neposlední řadě mé rodině za podporu při studiu na vysoké škole.

ABSTRAKT

Práce je zaměřena na zjištění, zda je z environmentálního hlediska produkce skleníkových plynů vyšší u konvenčního způsobu pěstování či při ekologickém způsobu pěstování česneku.

Studie je zpracovávána na základě veškerých systémových procesů, jež jsou využity při pěstování česneku. Při sběru vstupních dat, která byla získána dotazníkovým či telefonním šetřením, jako podkladů pro zpracování, vyplynulo, že hlavními procesy pro výpočet budou převážně zemědělské procesy. Ze získaných dat a informací z databáze Ecoinvent byla vypočtena emisní zátěž ekvivalentu CO₂ na kilogram jednotlivých produktů a výrobků.

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.

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

Klíčová slova

Globální změny klimatu, skleníkové plyny, LCA, česnek.

ABSTRACT

This thesis is focused on a survey whether the production of greenhouse gases by cultivation of vegetable, concretely garlic, is higher in a conventional way of cultivation or in an organic way of cultivation of garlic (from view of the environment).

The study is composed on the base of all system processes which are used during cultivation of garlic. It was clear from collection of input data (which were obtained by questionnaire or telephone survey) that main processes for calculation would be mainly agricultural processes. An emission load of CO₂ equivalent to a kilogram of individual product was calculated from obtained data and information from a database Ecoinvent.

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

Key words:

Global climate changes, greenhouse gases, LCA, garlic

1. Úvod.....	9
2. Literární rešerše	10
2.1. Globální změny klimatu.....	10
2.1.1. Skleníkový efekt.....	10
2.1.2. Skleníkové plyny:.....	12
2.1.2.1. Vodní pára	12
2.1.2.2. Oxid uhličitý.....	13
2.1.2.3. Metan.....	14
2.1.2.4. Oxid dusný.....	14
2.1.2.5. Ozon	15
2.2. LCA.....	16
2.2.1. Studie LCA.....	16
2.2.2. Životní cyklus produktu	17
2.2.3. Fáze LCA.....	18
2.2.3.1. První fáze LCA - Definice cílů a rozsahu	19
2.2.3.2. Druhá fáze LCA – inventarizační analýza LCI	21
2.2.3.3. Třetí fáze LCA – hodnocení dopadů životního cyklu	23
2.2.3.4. Čtvrtá fáze LCA - interpretace životního cyklu produktu.....	25
2.3. IPCC.....	26
2.4. Ekologická stopa.....	26
2.5. Pěstování zeleniny.....	28
2.5.1. Ekologické podmínky pěstování zeleniny	29
2.5.2. Osevní postup	30
2.5.3. Výživa a hnojení.....	32
2.5.4. Předseťová příprava půdy.....	32
2.5.5. Osivo a odrůdy	33
2.5.6. Pěstování sadby	33
2.5.7. Regulace plevelů	33
2.5.8. Ochrana rostlin	34
2.5.9. Sklizeň a posklizňové ošetření	34
2.6. Cibulová zelenina.....	35
2.7. Česnek kuchyňský (<i>Allium sativum</i>).....	36

2.7.1. Botanická charakteristika	36
Nutriční hodnota	38
2.7.2. Nároky na půdu	38
2.7.3. Agrotechnika	39
2.7.4. Sklizeň:.....	41
3. Metodika.....	43
3.1. První fáze LCA - stanovení cílů a rozsahu	43
3.1.1. Účel a cíl studie	43
3.1.2. Funkční jednotka	43
3.1.3. Hranice systému	43
3.2. Druhá fáze LCA – inventarizační analýza	44
3.2.1. Zjišťování dat	44
3.2.2. Popis vstupů a výstupů	44
3.3. Třetí fáze LCA – hodnocení dopadu životního cyklu.....	47
3.3.1. Interpretace životního cyklu produktu.....	47
Výsledky.....	48
3.4. Vstupní data	48
3.5. Výstupní data	49
4. Diskuse:.....	59
Závěr:	61
5. Seznam použité literatury	62
Seznam příloh.....	70

1. ÚVOD

Změna klimatu, její dopady a nutnost reakce představují jedno z klíčových témat současné environmentální politiky. Klimatický systém se měnícím se podmínkám přizpůsobuje zejména formou globálního oteplování. V posledních letech se velmi diskutovanou otázkou staly klimatické změny. Do jaké míry jsou tyto změny přirozené a do jaké míry jsou ovlivňovány člověkem, stále není známo (Moudrý a kol., 2010).

Podle Pretela (2012) 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 a 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).

Klimatické změny se nejintenzivněji projeví až ve vzdálenější budoucnosti, a proto se jejich nejnepríznivější důsledky nedotknou současných dospělých, nýbrž těch, kteří dosud nemají možnost vynutit si jejich vyřešení či zásadní zmírnění, protože se dosud nenarodili nebo jsou ještě děti. Z tohoto úhlu pohledu se klimatické změny jeví též jako problém etický, který nastoluje otázku odpovědnosti za budoucí generace našeho druhu a pocitu sounáležitosti s ostatními formami života na planetě (Barros, 2006).

Tato práce je zaměřena na produkci skleníkových plynů při pěstování zeleniny – konkrétně česneku v rozdílných systémech hospodaření. Cílem je zjistit jak způsob pěstování česneku a zpracování produktu ovlivňují produkci skleníkových plynů vyjádřenou ekvivalentem oxidu uhličitého. Práce by měla přinést odpověď, zda je vhodnější ekologický nebo konvenční způsob pěstování česneku.

2. LITERÁRNÍ REŠERŠE

2.1. Globální změny klimatu

Klima je definováno jako charakteristický dlouhodobý režim počasí, podmíněný energetickou bilancí, atmosférickou cirkulací, charakterem aktivního povrchu a lidskou činností (Kalvová a Moldan, 1996).

Pod pojmem změna klimatu si lze představit, jak antropogenní změny (vyvolané lidskou činností), tak změny přirozené, vlastní proměnlivému klimatickému systému (Nemešová a Pretel, 1998). 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 a 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 příčinně spojovány s celkovým oteplováním planety a se změnami globálního zemského klimatu (Pretel, 2012). Emise skleníkových plynů vzniklé v zemědělství tvoří 13% podle Cline (2007).

Podle Acota (2005) se stav planety výrazně zhoršil a pokračuje znečišťování ovzduší, znečišťování moří i sladkých vod, ubývání ozónové vrstvy, odlesňování (17 milionů hektarů ročně), úmyslné vypouštění ropných odpadů do světového oceánu (více než 10 milionů tun ročně, nemluvě o únicích po haváriích), zhoršování životních podmínek na periferiích velkých metropolí, například Káhiry, Tokia či Mexika. Všechny ekologické indikátory stavu planety výstražně blikají.

2.1.1. Skleníkový efekt

Jak uvádí Nátr (2006) skleníkový efekt na Zemi je srovnatelný se zvyšováním teploty ve skleníku během slunečných dnů. 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.

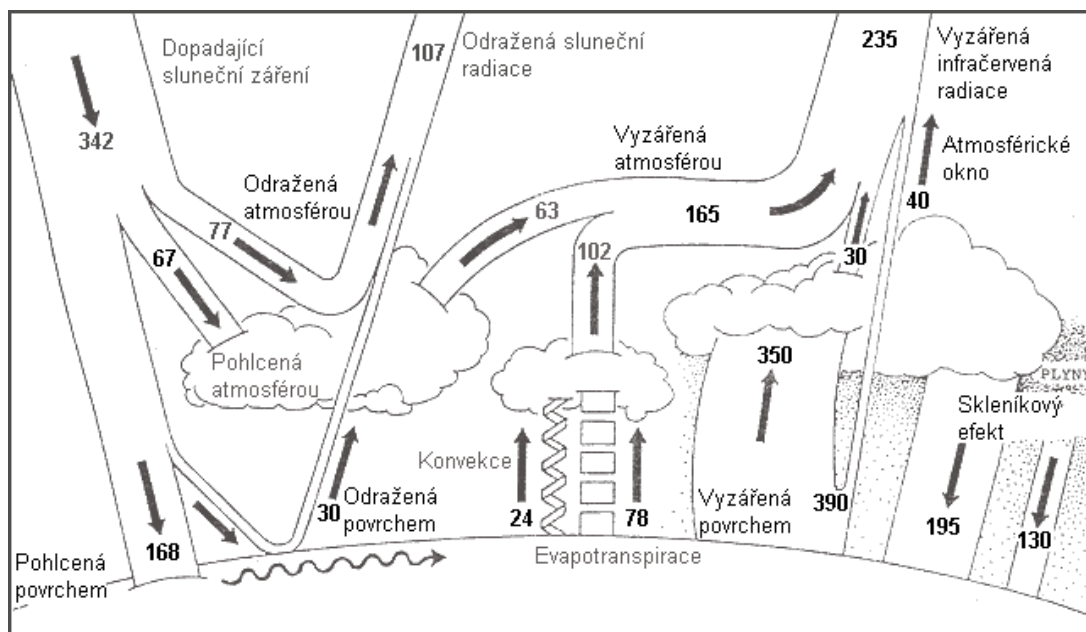
Skleníkový efekt je přirozeným jevem, bez kterého by průměrná teplota naší atmosféry spadla z dnešních 15°C na -19°C (Cahynová, 2007).

Atmosféra Země je složena ze směsi plynů, většinou molekul dusíku (78% objemu) a kyslíku (21%). Vodní pára, CO₂, O₃ a další složky atmosféry (CH₄, CO, NO, CFC, ClO, Ar) představují zbývající 1% (Trenberth, 1992).

Některé plyny v atmosféře mají schopnost pohlcovat infračervené paprsky, které vyzařuje povrch Země. Tento přírodní jev, nazývaný skleníkový efekt, přispívá k udržování teplot vhodných pro život (Houghton, 1998). Nejdůležitějšími skleníkovými plyny v atmosféře jsou vodní pára (zdaleka nejvýznamnější), oxid uhličitý (CO₂), oxid dusný (N₂O), metan (CH₄) a některé další plyny (Nemešová, Pretel, 1998).

Plyny dusík a kyslík, které tvoří převážnou většinu atmosféry (99%), záření ani nepohlcují ani nevysílají. Vodní pára, oxid uhličitý a některé další plyny, obsažené v ovzduší v mnohem menším množství, určitou část tepelného záření, jež opouští povrch Země, pohlcují; tyto plyny působí tedy na vyzařování jako částečná „pokrývka“ a způsobují rozdíl asi 21°C mezi skutečnou a průměrnou povrchovou teplotou na Zemi, jež se pohybuje asi kolem 15°C a hodnotou -6°C, která by nastala v atmosféře obsahující pouze kyslík a dusík (Houghton, 1995). Působení této „pokrývky“ se nazývá přirozený skleníkový efekt a příslušným plynům se říká skleníkové plyny. Tento účinek se nazývá přirozený proto, že všechny atmosférické plyny zde byly dávno předtím, než se objevili lidé (Houghton, 1998). O zvýšeném skleníkovém účinku mluvíme v případě navýšení účinku způsobeného plyny přítomnými v atmosféře vlivem aktivit lidí, jako je kácení lesů, intenzivní zemědělská činnost, budování komunikací a sídlišť, staveb vodních nádrží apod. (Kalvová, Moldan, 1996). Metelka a Tolasz (2009) jsou přesvědčeni, že je největším antropogenním zdrojem skleníkových plynů spalování fosilních paliv: uhlí (40%), ropy (40%) a zemního plynu 20%).

Obrázek č. 1: Princip skleníkového efektu (Nemešová a Pretel, 1998)



2.1.2. Skleníkové plyny:

2.1.2.1. Vodní pára

Dominantním skleníkovým plynem je vodní pára (Houghton, Jenkins, Ephraums, 1990). Její koncentrace v atmosféře ovšem nezávisí přímo na emisích pocházejících z lidských aktivit. Rovnováha vodní páry je regulována teplotou, která působí na její přeměny v procesech srážení a zmrazování v mracích (BARROS, 2006). Nejúčinnějším skleníkovým plynem je vodní pára, která se na skleníkovém efektu podílí skoro dvěma třetinami, oxid uhličitý asi 25 % (Moldan, 2009).

Člověk má celkem malou možnost ovlivnit množství vodní páry v atmosféře. Také hydrologický cyklus, zjednodušeně řečeno, výpar z vodních ploch a půdy, vytváření oblačnosti, z ní vypadávající srážky, odtok vody a znovu výpar, představuje zhruba dobu kolem jednoho týdne (Nemešová, Pretel, 1998).

Současné zvyšování koncentrace skleníkových plynů v atmosféře zvyšuje její teplotu. To umožní zvýšit i obsah vodní páry, protože její maximální množství ve vzduchu se také zvyšuje vlivem oteplení. Vyšší obsah vodní páry by takto zesiloval skleníkový efekt.

Lze však předpokládat i negativní zpětnou vazbu: větší obsah vodní páry se může projevit větší oblačností. A oblaka velmi silně odrážejí sluneční záření, jehož množství ohřívající zemský povrch by se snížilo. Toto snížení by mohlo částečně nebo i úplně kompenzovat zesílený skleníkový efekt (Nátr, 2006).

Jak upozorňuje Rychlíková (1994), vodní pára v atmosféře napomohla k vytvoření podmínek pro život na Zemi i svým skleníkovým efektem. Molekuly vody v atmosféře zachycují teplo vyzařované zemským povrchem, opět je vyzařují všemi směry, ohřívají zemský povrch, a nakonec teplo vyzaří zpět do vesmíru.

2.1.2.2. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý patří mezi velmi účinné skleníkové plyny. Velmi silně pohlcuje dlouhovlnné infračervené záření (Nátr, 2006). Způsobuje změny v tepelném režimu Země, spolupůsobí v kyselých deštích (Vlček, Drkal, 1990).

CO₂ je přirozeně se vyskytující plyn, který nevyhnutelně vzniká spalováním každého materiálu organického původu, tedy i fosilních paliv, dnes hlavním zdrojem energie. Tímto způsobem se do atmosféry uvolňují zásoby uhlíku miliony let ukládané do litosféry. Na celkovém oteplování se ze všech člověkem emitovaných plynů podílí oxid uhličitý asi 55 % (Žalud, 2009). Oxid uhličitý je jedním z hlavních nositelů, jejichž pomocí se v přírodě přenáší uhlík mezi mnoha přirozenými zásobníky uhlíku (např.: biosféra – odumřelá biomasa, oceán) (Houghton, 1998).

Oxid uhličitý se největší měrou podílí na vzniku skleníkového efektu. Jeho nárůst v ovzduší, což je považováno za hlavní příčinu globálního oteplování, je způsoben zejména spalováním fosilních paliv a úbytkem lesů. Naštěstí zatím nejvýkonnější ekosystém poutající vzdušný oxid uhličitý - mořský fytoplankton - není dosud příliš narušen. Velké množství oxidu uhličitého je také rozpuštěno ve světových mořích a oceánech, které tak regulují jeho množství v atmosféře. (Anonym1, 2013).

Leggett (1992) tvrdí, že rozhodující podíl tvoří spalování fosilních paliv (77 %) a odlesňování (23 %), kdy uhlík běžně vázaný především v lesní biomase zůstává ve formě CO₂ v atmosféře. Fotosyntéza rostlin totiž odstraňuje oxid uhličitý (a tím i uhlík) z atmosféry a ukládá ho do vegetace.

2.1.2.3. Metan

Metan je chemicky a radiačně aktivní plyn, který vzniká v důsledku velmi širokého spektra anaerobních procesů (Houghton a kol., 1996). V bažinatých oblastech, kde se rozkládá organický materiál, probublává k povrchu. Podle údajů z vrtných jader ledovců se koncentrace CH₄ více než zdvojnásobila a stoupá v průměru o 1% ročně (Houghton, 1998). Lidstvo zvýšilo koncentrace metanu v atmosféře o 145% nad množství, která by byla přítomna v přirozených podmínkách (Neměšová, Pretel, 1998). Přestože je koncentrace metanu v atmosféře mnohem menší než koncentrace oxidu uhličitého (175krát), není jeho skleníkový účinek zanedbatelný. Je to proto, že efekt způsobený molekulami metanu je přibližně 7,5krát větší než efekt způsobený molekulami oxidu uhličitého (Houghton, 1998).

Hlavními zdroji metanu jsou anaerobní rozklad v mokřadech (včetně rýžových polí) a na skládkách, chov skotu, únik při získávání a zpracování fosilních paliv (Nátr, 2006). Podle Pretela a kol. (2001) chov zvířat, kde se jedná z větší části o emise z trávicích pochodů (enterická fermentace), uplatňující se zejména u skotu, a z menší části o rozklad exkrementů (zvířecího hnoje).

Uvolňuje se také z oceánů, jezer a spalované biomasy. Naopak oxidace v troposféře a bakteriální spotřeba v provzdušněných půdách obsah metanu snižují. Část metanu stoupá do stratosféry, kde fotochemickými reakcemi přispívá ke zvýšení koncentrace vodní páry (Nátr, 2006).

2.1.2.4. Oxid dusný

Oxid dusný, je bezbarvý plyn bez zápachu (Rychlíková, 1994). (N₂O) je v atmosféře zastoupen v menším množství (6,7 - krát méně než metan) a ročně stoupá o 0,25%. Přídavné zdroje, přispívající ke zvyšování jeho obsahu, jsou podle současných měření automobily. Životnost v ovzduší je relativně dlouhá – okolo 120 let – tedy nejvíce z uvedených plynů (Houghton, 1998).

Existuje mnoho zdrojů N₂O, a to jak přírodních tak antropogenních. Jejich společným charakteristickým rysem je nesnadnost kvantifikace každého z nich. Hlavními antropogenními zdroji jsou dusíkatá hnojiva, doprava, spalování fosilních paliv a biomasy (Kalvová, Moldan, 1996). Kalač a kol., (2010) uvádí, že oxid dusný

je produkován především (globálně v milionech tun za rok): z neobdělávaných půd 18, přeměnou dusíkatých hnojiv 2,2, spalováním biomasy 6,3 a z oceánů 6,3.

Doba setrvačnosti v atmosféře je 130 let. Kromě toho není z atmosféry odstraňován žádnými chemickými reakcemi, takže může pronikat až do stratosféry, kde je fotochemicky rozkládán za vzniku radikálů rozkládajících ozon (Nátr, 2006).

2.1.2.5. Ozon

Ozon patří mezi silně dráždivé látky. Přízemní ozón vzniká v ovzduší reakcí uhlovodíků a oxidů dusíku při intenzivním slunečním záření (Anonym 2, 2013). Touto fotolýzou vzniknou volné atomy kyslíku, které se slučují s molekulami O_2 za vzniku ozonu. Jeho množství je největší ve výšce 20 – 25 km nad Zemí (Nátl, 2006).

Troposférický ozón je ve valné části produkován automobilovou dopravou a elektrárenským provozem. Podle současných údajů přispívá troposférický ozón nezanedbatelným způsobem ke skleníkovému efektu (Nemešová, Pretel, 1998).

Jeho tvorba je spojena s fotolýzou sloučenin dusíku, jejichž koncentrace se v atmosféře zvýšila také poté, co suchozemské vyšší rostliny začaly uvolňovat těkavé látky – terpeny a další uhlovodíky (Nátr, 2006). Rovněž zvyšují se antropogenní emise oxidů dusíku a zvýšily stávající povrchové (troposférické) koncentrace ozonu asi na dvojnásobek (Kalvová, Moldan, 1995).

2.2. LCA

Metoda LCA (angl. Life Cycle Assessment) představuje analytickou metodu hodnocení. Hodnocení životního cyklu lze stručně charakterizovat jako systematický postup, který se snaží na podkladě látkových a energetických bilancí určit rozsah a velikost komplexního negativního dopadu na životní prostředí, jenž způsobuje existence hodnoceného systému (nejčastěji výrobku) během jeho celého života. Pojem „celý život“ znamená, že se negativní vlivy na životní prostředí posuzují již od charakteru potřebných surovin včetně způsobů jejich získávání, přes jejich úpravu, vlastní výrobu výrobku, jeho spotřebu a jeho závěrečnou likvidaci. Do posuzování se zařazují i negativní vlivy způsobené dopravou (Remtová, 1996).

Pojem studie LCA znamená aplikaci metody LCA na určitý výrobek. Pod pojmem zpracovatel se rozumí, jednatel nebo skupina lidí, která tuto studii provádí. Výrobní systém je soubor všech procesů, z nichž se skládá životní cyklus posuzovaného výrobku. Jeden výrobek tak může vykazovat rozdílný dopad na životní prostředí jenom v důsledku existence jiných procesů v jeho výrobním systému (Remtová, Příbylová, 2001).

2.2.1. Studie LCA

Metoda byla uvedena organizací SETAC a je definovaná v normách ČSN EN ISO 14 040 a ČSN EN ISO 14 044 (ČNI, 2006). Tato metoda byla primárně určena pro interní účely organizací – hodnocení konkrétních výrobků, služeb a technologií (obecně produktů). Původním cílem bylo najít zlepšení životního cyklu produktu nebo vybrat variantu s nižším dopadem na životní prostředí (Consoli, 1993).

Životní cyklus v sobě zahrnuje všechna stádia, jimiž během své existence výrobek projde. Dopad výrobního systému na životní prostředí je tak posuzován od vlivu, jenž má získání surovin potřebných k vytvoření výrobku z přírody, přes vlivy vznikající při zpracování surovin na materiály, při vlastní výrobě výrobku i při spotřebě výrobku k vlivům, které má na svědomí likvidace výrobku jako spotřebního odpadu. Kromě vlivu způsobených výrobními procesy se hodnotí i vlivy způsobené dopravou materiálu, výrobku i vzniklého odpadu (Remtová, Příbylová, 2001)

Významným přínosem metody LCA je vyjadřování environmentálních dopadů pomocí tak zvaných kategorií dopadu. Kategorie dopadu je specifický problém životního prostředí, na jehož rozvoji se lidská činnost v důsledku výměny látek či energií s okolním prostředím podílí. Příkladem kategorií dopadu může být globální oteplování, úbytek stratosférického ozónu či eutrofizace. Hodnocení environmentálních dopadů v LCA není omezeno na výčet množství jednotlivých škodlivých materiálových či energetických toků, ale pomocí hodnot vyjadřujících míru poškození dané kategorie dopadu podává informaci o možném konkrétním poškození. Důsledné vyjadřování environmentálních dopadů lidských činností pomocí kategorií dopadu umožňuje identifikovat nežádoucí přenášení problému z místa na místo (Kočí, 2010)

LCA je nástrojem pro podporu v rozhodování. Pokud se používá správným způsobem, může obchodu zajistit, že jeho volby jsou příznivé pro životní prostředí a tedy i finančně výhodné (Tichá, 2012)

2.2.2. Životní cyklus produktu

Úplný životní cyklus produktu začíná získáváním obnovitelných a neobnovitelných surovin a energetických zdrojů z prostředí. Jedná se například o těžbu dřeva nebo ropy či o těžbu rud. Do stádia získávání surovin je zahrnována i doprava surovin z místa jejich získávání do místa dalšího zpracování. Ve stádiu výroby materiálů jsou suroviny přeměňovány na materiály použitelné v další průmyslové výrobě, a to obvykle s využitím paliv, elektrické energie a dalších zdrojů.

Stádium výroby produktu se skládá z přeměny materiálů potřebných pro výrobu produktu, z výroby a kompletace vlastního produktu a z jeho balení, které je nutné pro distribuci ke spotřebiteli. I s dopravou produktu ke spotřebiteli jsou spojeny určité energetické a materiálové vstupy a výstupy a tudíž i environmentální dopady (Kočí, 2009).

Následuje je stádium **využívání produktu spotřebitelem**. Vyrobený produkt je v tomto stádiu spotřebováván a využíván, plní svoji funkci, kvůli které byl vyroben. Do tohoto stádia jsou zahrnuty energetické a surovinové požadavky na provoz produktu, jeho opravy či uskladnění.

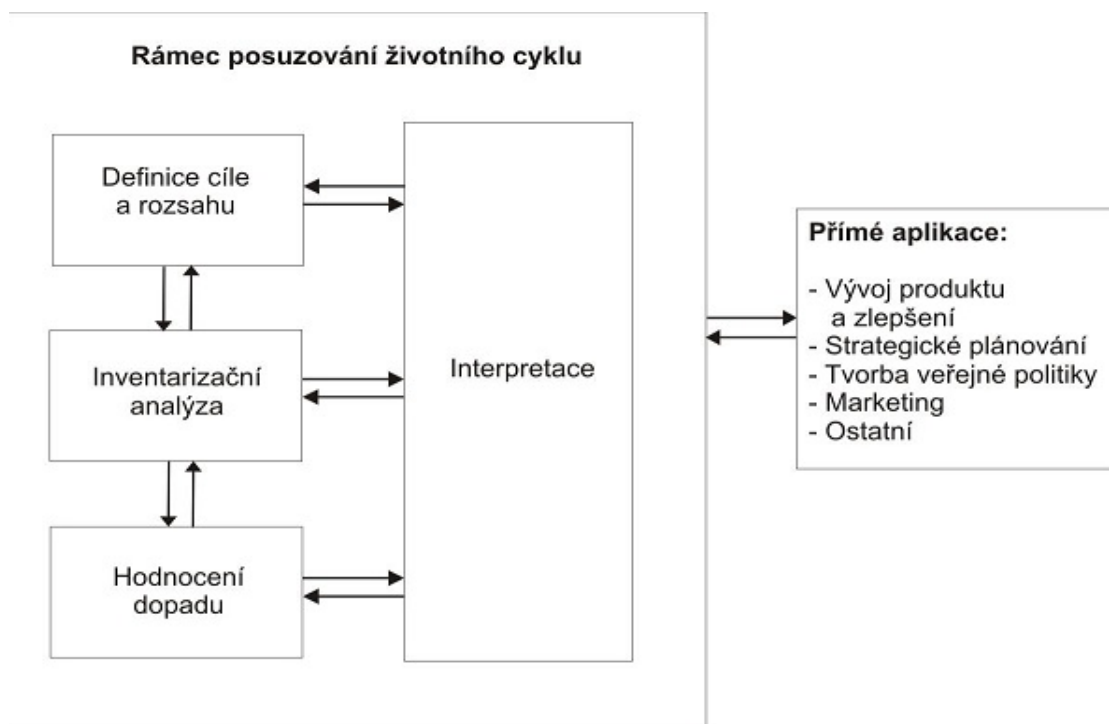
Když už spotřebitel produkt nepoužívá a nehodlá jej nadále vlastnit, nastává **stádium odstranění**. Součástí tohoto stádia jsou energetické a materiálové nároky na odstranění, opětovné užití, případně recyklaci. Ze stádia odstraňování produktů může být recyklací získáno zpět určité množství znovu využitelných materiálů, případně z nich může být získána i energie (Kočí, 2010)

2.2.3. Fáze LCA

Součástí metody LCA jsou, na základě normy ISO 14040, následující povinné fáze:

1. fáze: stanovení cíle a rozsahu
2. fáze: inventarizační analýza
3. fáze: posuzování dopadů
4. fáze: interpretace výsledků

Obrázek č.2: Grafické znázornění vztahu mezi jednotlivými fázemi LCA analýzy (Kočí, 2010)



2.2.3.1. První fáze LCA - Definice cílů a rozsahu

První fáze LCA je fází plánovací. Nejprve se přesně vymezí cíl studie a s tím související zamýšlené použití studie, důvody pro provádění studie a také předpokládané

publikum, tedy osoby, které budou s výsledky studie seznámeny (Remtová, Příbylová, 2001).

Rozsah studie zahrnuje především:

- funkci systému;
- funkční jednotku;
- hranice systému produktu;
- alokační postupy;
- požadavky na údaje;
- předpoklady;
- omezení (Tichá, Černík, 2007)

Cíl studie musí jednoznačně stanovit zamýšlené použití, důvody provádění studie a zamýšleného příjemce a uživatele výsledků studie. **Definice rozsahu** se skládá ze dvou okruhů specifikací, že 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 a).

System: Obecná definice systému říká, že se jedná o soubor operací, které dohromady zajišťují předem definovanou funkci. Definování funkce systému je důležitý krok při počáteční specifikaci problému, kterým se bude studie zabývat. Při porovnávání několika systémů je totiž možné, že každý z nich může plnit tu samou funkci stejným způsobem nebo dokonce může funkci plnit více. Pro vzájemnou

porovnatelnost je tedy potřeba stanovit takovou funkci systému, která bude společná všem porovnávaným systémům. Jde o to, aby se porovnávalo vždy jen to co je porovnatelné (Kočí, 2009).

Funkční jednotka: Pro účely porovnání produktů (systémů) je nutné definovat funkční jednotku. Funkční jednotka je popisována jako kvantifikovaný výkon výrobního systému, který slouží jako referenční jednotka ve studii posuzování životního cyklu (ČNI, 2006). Představuje základní prvek, ke kterému jsou vztaženy výsledky studie. Musí být volena tak, aby byla jednoduše vyjádřitelná a měřitelná. Příkladem funkční jednotky je 1 minuta hovoru pro mobilní telefon. Funkční jednotka je výchozím bodem pro hledání alternativního způsobu naplnění funkce s nižším negativním dopadem na životní prostředí (Weinzettel, 2008).

Kvalita dat: Kvalita údajů vstupujících do studie LCA má být určena z hlediska časového, územního, technologického, zdroje dat (musí být určeno, zda jsou požadována primární data, nebo mohou být použita data sekundární), jejich přesnosti aj. Jedná se o určení veškerých požadavků na vstupní data, například: oblast Střední Evropa, čas po roce 1990, průměrná technologie, naměřené hodnoty (nebo hodnoty stanovené odborným odhadem) (Weinzettel, 2008).

Hranice systému: Hranice systému definuje, jaké jednotkové procesy budou v posuzovaném systému zahrnuty (ČNI, 2006). Definováním hranic systému se prakticky rozhoduje, jaké fáze životního cyklu budou analyzovány (v případě nezahrnutí celého životního cyklu) neboli jaké jednotkové procesy a jaké elementární toky budou nebo nebudou uvažovány (Judl, 2010).

Podle Kočího (2009) je někdy žádoucí hranice systému pozměnit či zmenšit. Tento krok se používá v případě, že je systém již natolik rozsáhlý, že by uvažování všech elementárních toků bylo neúnosně časově i finančně náročné (nebo i nemožné). Musí se ale posoudit, nakolik by to mohlo ovlivnit výsledky studie a její kvalitu.

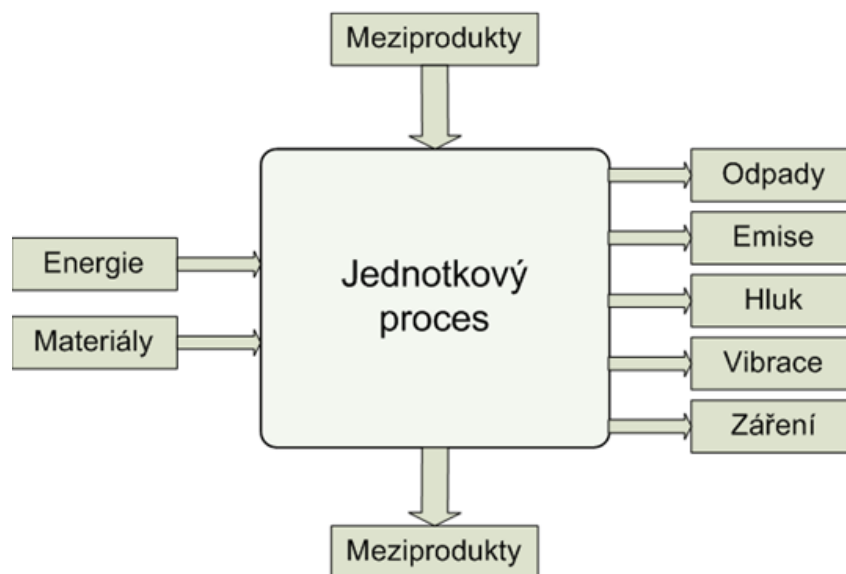
Jiným případem, kdy lze ze systému vyloučit určitý jednotkový proces, je porovnávání dvou či více produktů vůči sobě. Z jejich systému je možné vyřadit ty jednotkové procesy, které jsou pro ně společné a nemají tedy vliv na výsledné porovnání produktů. Například při porovnávání několika technologií čištění odpadních vod z domácností nemusí být nutné zahrnout fázi užívání vody v domácnosti, neboť nemá vliv na porovnání jednotlivých technologií (Tillman, 1999).

V některých případech do systému vstupuje a ze systému vystupuje více hmotnostně nevýznamných elementárních toků. V tomto případě je možné přistoupit k tzv. cut-off kritériu. Cut-off kritérium je postup, kdy se rozhodne, že se nebudou ve studii uvažovat např. elementární toky, které v součtu nepřesahují 5% hmotnosti všech elementárních toků. Nevýhodou cut-off kritéria je teoretická možnost nezahrnutí hmotnostně sice nevýznamného, avšak z hlediska dopadů významného toku. Na tomto místě hraje roli zkušenost zpracovatele studie, který rozhoduje jaké elementární toky a jednotkové procesy ze systému vyloučí (Kočí, 2009). V případě definování specifické dopadové kategorie, např. uhlíkové stopy (angl. carbon footprint), může být vyřazení určitých elementárních toků ze systému snazší. Pozornost se totiž zaměřuje pouze na úzkou skupinu sloučenin (v tomto případě na skleníkové plyny), které mají vliv na určenou dopadovou kategorii. Je tedy snazší odlišit významné elementární toky od těch nevýznamných (Judl, 2010).

2.2.3.2. Druhá fáze LCA – inventarizační analýza LCI

Inventarizační analýza (LCI - Life Cycle Inventory) je systematický proces sběru a zpracování údajů - vstupů/výstupů (Anonym- Tichá, Černík, 2007). Principem inventarizační fáze je sběr dat, která slouží k vyčíslení hodnot elementárních toků. Tato fáze představuje hlavní praktickou část studie LCA, náročnou na čas, dostupnost dat a zkušenost zpracovatele studie s modelováním produktových systémů (Fava, 1997).

Obrázek č. 3: Jednotkový proces životního cyklu produktu (Weinzettel, 2008)



Pro jednotkové procesy je nutné stanovit jejich vstupy a výstupy z hlediska materiálů, energií a emisí. Tímto způsobem zpracovatel zajistí shromáždění množství dat z životního cyklu produktu. Již v průběhu jejich shromažďování musí být data validována – musí být určeno, zda jsou v souladu s požadavky na kvalitu dat stanovenými ve fázi cíle a rozsahu studie LCA, které je možné revidovat. Nashromážděná data jsou vztažena k referenčnímu toku jednotkového procesu (například jednotka množství materiálu nebo energie) a dále přiřazena k funkční jednotce zkoumaného produktového systému. Tímto způsobem dojde k určení skutečných materiálových a energetických vstupů a výstupů životního cyklu produktu připadajících na funkční jednotku (Weinzettel, 2008).

Fáze životního cyklu produktu

- těžba / získávání surovin
- výroba
- doprava
- užití / znovuužití / údržba
- odpad (recyklace)

(Tichá, Černík, 2007)

2.2.3.3. Třetí fáze LCA – hodnocení dopadů životního cyklu

Cílem třetí fáze LCA (LCIA - Life Cycle Impact Assessment) je prozkoumat produktový systém z environmentálního hlediska. Tato fáze navazuje na fázi inventarizační analýzy (LCI). Jejím cílem je vyhodnotit výsledky inventarizační analýzy produktového systému z hlediska jejich potenciálních dopadů na životní prostředí (Tichá, Černík, 2007)

Kategorie dopadů ze vstupů

- Čerpání abiotických zdrojů
- Čerpání biotických zdrojů

Kategorie dopadů z výstupů

- Změna klimatu
- Poškození stratosférického ozonu
- Acidifikace
- Tvorba fotooxydantů
- Lidské zdraví - toxicita
- Ekotoxicita
- Nutrifikace
- (Tichá, Černík, 2007)

Klasifikace je krok, ve kterém se výsledky z inventarizace přidělují jednotlivým kategoriím dopadu. Každá emise látky do prostředí je dle svých účinků přiřazena konkrétní kategorii dopadu. Po klasifikaci následující charakterizace přepočítává emise v jednotkách objemu či hmotnosti na potenciály environmentálních dopadů. V klasifikaci je nutné určit, které emisní toky se podílejí na které dopadové kategorii. Některé látky způsobují nepříznivé účinky ve více kategoriích dopadu. Pravidlem by mělo být hodnocení dopadu ve všech relevantních

kategoriích daných konkrétním případem. V některých případech příspěvek k jedné dopadové kategorii vylučuje příspěvek ke druhé (Dolejší, 2010).

Ke každé kategorii dopadu dle Weinzettela (2008) musí být určen její indikátor, na jehož ekvivalentní jednotky se přepočítají výsledky inventarizační analýzy přiřazené do dané kategorie. Například pro skleníkové plyny se jako jednotka používá ekvivalent kilogramu oxidu uhličitého (kg CO₂-eq.). Proces přepočítání výsledků inventarizační analýzy na ekvivalentní jednotky indikátorů kategorií se nazývá charakterizace.

Předchozí prvky posuzování dopadů jsou povinnou součástí studie LCA (ČNI, 2006). Následující prvky jsou dobrovolné a slouží ke zpřehlednění výsledků studie LCA. Jejich výběr záleží na cíli studie. Jedná se o:

- a) normalizaci – přepočítání výsledku indikátoru na referenční jednotku;
- b) seskupování – třídění, řazení a sdružování kategorií dopadu do skupin v závislosti na konečném bodu kategorie nebo v závislosti na jiném hledisku (podle cíle studie);
- c) vážení – při kterém jsou sdružovány výsledky indikátorů různých kategorií. Výsledkem vážení je jeden parametr hodnocení. Metody vážení a výsledky posuzování dopadů před vážením však musí zůstat k dispozici, aby se předešlo zkreslení celkových výsledků;
- d) analýzu kvality údajů – provádí se pro snazší pochopení výsledků posuzování dopadů (Weinzettel, 2008).

Důležitým znakem posuzování dopadů je jeho transparentnost. Při aplikaci vlastních hodnot (volba koeficientů vážení pro multikriteriální hodnocení), které se vyskytují v normalizaci, seskupování a vážení, se část informace studie LCA ztrácí. Proto normy ISO v každém případě vyžadují prezentaci výsledků i ve formě před aplikací těchto hodnot. Doslova dle (ČNI, 2006): „neexistují žádná vědecká odůvodnění pro redukování výsledků LCA na jednoduché souhrnné výsledky nebo čísla, protože vážení vyžaduje výběry hodnot“. Cílem LCA je být transparentním vědeckým nástrojem (Weinzettel, 2008).

2.2.3.4. Čtvrtá fáze LCA - interpretace životního cyklu produktu

Interpretace životního cyklu je systematický postup identifikace, kvalifikace, kontroly a vyhodnocování výsledků LCI a/nebo LCIA produktového systému a jejich prezentace za účelem dosažení požadavků popsanych v cíli a rozsahu studie (Tichá, Černík, 2007). V této fázi je nejdůležitější především zachování transparentnosti postupu, protože hodnocení životního cyklu patří mezi interaktivní metody (Tomeček, 2005).

Obrázek č. 4: Vztah prvků uvnitř interpretační fáze k ostatním fázím LCA podle ČSN EN ISO 14044



Nevýhody a rizika metody LCA

- časově i finančně velmi náročná metoda,
- problém při získávání dat,
- velký objem dat ke zpracování (pomůže SW),
- hrozba zneužití (záměrné zkreslení),
- transparentnost lze zajistit nezávislým posudkem (Anonym 3, 2013)

2.3. IPCC

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

IPCC připravuje v pravidelných intervalech komplexní hodnotící zprávy vědeckého, technického a sociálně-ekonomických informací důležitých pro pochopení lidského vyvolané změny klimatu, možné dopady klimatických změn a možnosti pro zmírňování a přizpůsobení Zprávy jsou připraveny na témata, jako je letectví, regionální dopady na změnu klimatu, transferu technologií, emise, využití půdy, změny ve využívání půdy a lesnictví, oxid uhličitý, zachycení a skladování, a vztah mezi ochranou ozónové vrstvy a globální klimatický systém (Anonym 3, 2013).

2.4. Ekologická stopa

Specifické postavení mezi agregovanými indikátory má tzv. „Footprint“ neboli ekologická stopa. Je to poměrně mladý indikátor, který nabývá na stále větší popularitě a významu (Wackernagel, Rees, 1997).

Ekologická stopa je uměle vytvořená jednotka, publikovaná Wackernagelem a Reesem v roce 1996, která určuje, kolik metrů čtverečních Země potřebuje člověk k dané činnosti, či kolik metrů čtverečních Země potřebuje pro svůj život. Jednotka v sobě obsahuje vše od získání potravin, dopravu až po odpad, který člověk vyprodukuje. Někdy se pro přehlednost čísel používají též hektary (Rázgová, 1999).

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

Footprint je biofyzikální indikátor, který se snaží eliminovat nejistotu spojenou s finančním oceňováním přírody, jejích služeb a zdrojů tak, aby

nedocházelo k podceňování a zpřesnil se management socio-ekonomických systémů (Wackernagel, Rees, 1997).

2.5. Pěstování zeleniny

Ekologické pěstování zeleniny se v ČR řídí platnými předpisy, tj. zákonem č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a vyhláškou MZe ČR č. 53/2001 Sb. (novelizované znění č. 263 ze dne 31. července 2003) (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Podle členění vyhlášky má druh „Čerstvá zelenina“, skupiny: zelenina košťálová, kořenová, listová, lusková, plodová, cibulová, natě, klasy, výhonky. Podskupinami jsou pak podle předpisů Evropských společenství botanické názvy jednotlivých druhů čerstvého ovoce a zeleniny. Hodnocení jakosti jednotlivých druhů zeleniny má společné ustanovení v základní normě jakosti pro ovoce a zeleninu ČSN 46 3000 (Prugar a kol., 2008).

Ekologické pěstování zeleniny se od konvenčního liší zejména nepoužíváním syntetických hnojiv a prostředků ochrany rostlin. Legislativa dále omezuje používání konvenčních organických hnojiv, klade požadavky na původ osiva a sadby a vyžaduje příslušnou registraci, evidenci, kontrolu a certifikaci. Pěstitel, který splní požadavky výše uvedeného zákona, je oprávněn označovat své výpěstky jako „bioprodukty“ a používat ochrannou značku BIO (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Ekologicky vyprodukovaná zelenina je na našem trhu trvale nedostatkovým zbožím. Ekozelinařů je málo a jejich zboží je dostupné většinou jen regionálně (Hradil, a kol. 2002).

Plodiny, které z hlediska použití zařazujeme pod společné označení zeleniny, mají některé specifické zvláštnosti.

Dvě třetiny spotřeby u nás tvoří sedm druhů zelenin (rajčata, zelí, cibule, melouny, mrkev, okurky a paprika zeleninová. Ve zbylé třetině spotřeby zeleniny jsou zastoupeny ostatní druhy. Z nichž se nejčastěji, i když v malém množství, objevuje na trhu špenát, hrášek, fazolka, česnek, ředkvička, pažitka, pór a pekingské zelí (Prugar a kol., 2008).

Jak uvádí Piřha, Poledne a kol. (2009) hlavní složkou zeleniny je voda (u většiny druhů více než 80%).

Zelenina je významnou složkou lidské potravy především proto, že je rostlinného původu a zajišťuje přísun látek jak energetického charakteru (cukry, bílkoviny a v nepatrném množství i tuky), tak zvláště důležité látky dietetického

charakteru jako jsou vitaminy, snadno dostupné minerální látky, aromatické látky a enzymy (Pulkrábek, Capouchová a kol., 2003).

Obsah bílkovin (s výjimkou luskové zeleniny) a tuku je z hlediska výživového bezvýznamný. Rovněž obsah cukrů (s výjimkou rajčat, melounů, mrkve, cibule a póru) je tak malý, že z hlediska energetického příjmu nehraje téměř žádnou roli a podílí se pouze na její chuti. Některé druhy obsahují větší množství škrobu (lusková zelenina) nebo inulinu (černý kořen, artyčoky) (Piřha, Poledne a kol., 2009).

2.5.1. Ekologické podmínky pěstování zeleniny

O úspěchu pěstování zeleniny rozhodují genetické závislosti a podmínky prostředí.

Ekologické faktory působící na růst a vývoj rostliny lze rozdělit na klimatické – světlo, teplo, voda, vodní režim a vzduch a edafické, kam patří hlavně voda (Malý a kol., 1998).

Klima, stanoviště:

- Zeleninu lze s úspěchem pěstovat především v nižších, teplejších polohách; ve vyšších polohách je kratší vegetační období, což podstatně snižuje výběr vhodných druhů.
- Rozhodující je mikroklima stanoviště.
- Polohy s častým výskytem nočních mrazků na jaře nebo na podzim (tzv. mrazové kotliny) značně omezují možnosti zelinaření.
- Vegetační období lze prodloužit použitím skleníků, fóliovníků nebo zakrýváním záhonů netkanou textilií.
- Pro pěstování listové, košťálové, plodové zeleniny, póru a celeru je
- nezbytná zálaha (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Půda:

- Úrodná, strukturní půda je důležitým předpokladem pro pěstování zeleniny (Šarapatka, Urban, a kol., 2003).

- Půdní reakce je pro většinu zelenin nevhodnější mezi 6-7,5 pH (kyselejší půdu vyžadují rajčata, cibule, černý kořen, velmi citlivý na kyselou reakci je např. salát (Malý a kol., 1998).
- Hlinitá, středně těžká půda vyhovuje širokému spektru zelenin, půdy lehké nebo naopak těžké výběr omezují.
- Lehká, písčité půda je obecně vhodná pro kořenovou zeleninu. Nesmí být příliš vysychavá (výška hladiny pozemní vody).
- Těžká, jílovitá půda je vhodná pro košťáloviny.
- Kamenitá půda není pro pěstování zeleniny příliš vhodná (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

2.5.2. Osevní postup

Legislativa o EZ omezuje možnosti využití přímé ochrany rostlin (Konvalina a kol., 2007). Střídání plodin a dodržování osevního postupu je nezbytnou prevencí tzn. půdní únavy, která vzniká při pěstování příbuzných druhů rostlin (stejná čeleď) příliš často po sobě (Šarapatka, Urban a kol., 2006), což podporuje šíření chorob a škůdců (nádorovitost košťálovin, háďátka, bzunka zelná, některé houbovité choroby) (Konvalina a kol., 2007).

Většina plodin by po sobě neměla být pěstována 4 nebo 5 let (Konvalina, a kol., 2007).

Hlavní zásady:

- Některé druhy jsou prospěšně následným plodinám díky látkám, které jsou vyměšovány kořenovou soustavou.
- Střídání hluboce a mělce kořenicích druhů přispívá k lepšímu využití živin z půdní zásoby (Radicse a kol., 2006)
- Střídání plodin náročných, méně náročných z hlediska závlahy, hnojení, pracovní náročnosti (Malý a kol., 1998)
- Střídání druhů, které zůstávají na pozemku krátkou dobu (ředkvička-mrkev, salát-zelí) přispívá ke zlepšení půdní úrodnosti díky umožnění mulčování (půdochranná a protiplevební funkce).
- Po leguminózách zůstává v půdě dusík fixovaný symbiotickou fixací molekulárního dusíku

- Repelentní působení některých plodin vůči chorobám nebo škůdcům (mrkev-cibule, pórek-koriandr) (Radisce a kol., 2006)

Osevní postup podle typu podniku:

Zahradnictví:

Při záhonovém způsobu pěstování dbáme na to, abychom v průběhu let střídali záhony s kořenovou, listovou a plodovou zeleninou. Nejlepší je vytvořit i zde, pokud možno, jasně oddělené bloky se záhony se stejným typem zeleniny (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Zemědělské podniky:

Podle Šarapatky, Urbana a kol. (2003) je vhodné je přesunout přinejmenším jednou za několik let zelinářský hon na jiné pole, na němž byly dosud pěstovány jiné plodiny. Mnohdy však bývají podmínky vhodné pro pěstování zeleniny jen na vybraném pozemku. Přerušování zelinářského osevního sledu dvouletou jetelovinou či jetelotrávou je přesto výborným opatřením pro ozdravení půdy a potlačení plevelů, nevýhodou je ovšem možnost většího výskytu drátovců (larvy kovaříků) v prvním roce po zapravení drnu porostu (zejména vojtěšky).

Střídání tratí:

Tradiční je střídání plodin podle nároků na živiny (Šarapatka, Urban a kol., 2006).

Typickými plodinami první trati, k nimž je hnojeno přímo chlévským hnojem, jsou zejména košťáloviny a některé plodové zeleniny a celer a pór. Do **první trati** řadíme např. zelí, kapustu, květák, čínské zelí, ředkvičky, rajčata, paprika, lilek, okurky, meloun, pažitka.

Plodiny **druhé trati** jsou zařazeny o rok později, než bylo hnojeno hnojem, patří sem zejména kořenové zeleniny a na méně úrodných půdách i cibuloviny (Stach, 1995). Podle Šarapatky, Urbana a kol. (2006) jsou to plodiny méně náročné na živiny, jako je salát, kedlubny, ředkvička, ředkev, mrkev, petržel, pastinák, červená řepa, příp. i cibule a česnek.

Zeleninami **třetí trati** jsou zpravidla luskoviny a na úrodných půdách cibuloviny, např. hrách, fazole, cibule, česnek, méně náročné listové zeleniny (Stach, 1995).

2.5.3. Výživa a hnojení

Důležité je dosáhnout velké aktivity mikroorganismů v půdě, ty pak mohou uvolňovat živiny pro potřeby rostliny (Šarapatka, Urban, a kol., 2006).

Zeleninové kultury mají vyšší potřebu živin, kterou často nelze krýt z vlastních zdrojů. To platí zvláště pro specializovaná zahradnictví, která obvykle hospodaří bez dobytka a nemají proto k dispozici vlastní statková hnojiva a nepěstují krmné leguminózy. S prodejem sklizené produkce opouští podnik velká množství živin (Neuerburg, Padel, 1994).

V systému ekologického zemědělství je nezbytné koloběh živin v půdě zajistit především organickými hnojivy (statková hnojiva, komposty, zelené hnojení) nebo povolenými minerálními hnojivy (Konvalina a kol., 2007).

2.5.4. Předset'ová příprava půdy

K přípravě půdy pro pěstování zeleniny přistupujeme s ohledem k půdnímu typu, druhu a momentálnímu stavu půdy. Musíme se vyvarovat zpracování půdy za nepříznivých vlhkostních podmínek (zamazání nebo rozprášení půdní struktury). Pozemek se zorá na podzim a ponechá v hrubé brázdě, na jaře se urovná smykováním (ve vlhčích podmínkách hrozí nebezpečí rozmazání půdní struktury, nutnosti použití smykování je výhodnější se vyvarovat správně provedenou orbou) a na jaře se připraví vláčením pro výsevy a hlubším kypřením pro výsadby. K přípravě půdy se přistupuje 2-4 dny před setím (Urban, Šarapatka a kol., 2003). Časový odstup umožní během setí potlačit nitkující plevel, půda se zároveň přirozeně slehne (mezi přípravou půdy a setím nesmí přijít silný déšť) (Konvalina, a kol., 2007).

2.5.5. Osivo a odrůdy

V ekologickém zemědělství lze použít pouze rozmnožovací materiál pocházející z rostlin, které byly pěstovány v souladu s legislativou v oblasti ekologického zemědělství. Sazenice zeleniny musí být pěstovány v systému ekologického zemědělství nebo přechodného období. Neekologické osivo lze použít jen v případě, není-li ekologické osivo dostupné (Konvalina a kol., 2007a).

Jak uvádí Malý a kol. (1998), kvalita osiva je dána jeho biologickou hodnotou (genetickým potenciálem odrůdy).

2.5.6. Pěstování sadby

Cílem předpěstování zeleninové sadby je kromě zkrácení vegetačního období na trvalém stanovišti, ranější sklizeň a vyloučení nepříznivých klimatických podmínek v počáteční růstové fázi, což v konečném důsledku umožní zvýšení výnosu (Malý a kol., 1998).

Podle Šarapatky, Urbana a kol. (2006) sadbu předpěstujeme ve vytápěném skleníku, příp. v teplém pařeništi. Vyséváme do truhlíků, po vzejití přepichujeme do sadbovačů, do hrnků (kelímků), příp. opět do truhlíků.

Protože se dosud jen velmi málo zahradnictví specializuje na předpěstování sadby, je v určitém období či oblastech nabídka nedostatečná. Pěstování sadby ve vlastním podniku je tedy dosud nezbytnou alternativou i přes částečně nedokonalé technické zařízení. Ekologická sadba zeleniny se vyznačuje tím, že vyrůstá v odpovídajícím substrátu i způsob hnojení a ochrany rostlin odpovídá zásadám ekologického hospodaření (Neuerburg, Padel, 1994).

2.5.7. Regulace plevelů

Regulace plevelů spočívá v preventivních a přímých opatřeních. Z preventivních lze vyjmenovat využití potenciálu osevního postupu, volba vhodných druhů a konkurenceschopných odrůd apod. Přímé zásahy přicházejí v úvahu za pomoci mechanické práce (plečkování), mechanicko-fyzikální (kartáčové plečky) a termické regulace (plamenové plečky) (Konvalina a kol., 2007). Další

metodou potlačování plevelů je mulčování - použití různých materiálů jako černé fólie, surové rouno (Neuerburg, Padel, 1994).

2.5.8. Ochrana rostlin

Škody způsobené na zelenině jsou většinou vyšší než u běžných polních plodin. Zákon o rostlinolékařské péči (č. 147/1996 sb.) jednoznačně nařizuje, že všichni vlastníci nebo uživatelé pozemků jsou povinni při své činnosti omezovat výskyt a šíření škodlivých organismů tak, aby v důsledku jejich množení nevznikla škoda jiným osobám a aby nedošlo k poškození životního prostředí lidí nebo zvířat (Malý a kol., 1998).

Významným preventivním opatřením je volba vhodného stanoviště (volné, otevřené polohy). Také větší meziřádkové vzdálenosti jsou všeobecně příznivější než husté porosty. Pokud může vítr rychleji po dešti odvádět vodní páru, zhorší se podmínky pro infekci houbovými chorobami (plíseň šedá, padlí, apod.).

Směšené kultury napomáhají snížit stupeň napadení porostu vzájemným ovlivňováním vedle sebe rostoucích rostlin.

Sítě a netkané textilie se používají k pokrytí porostu a tím k ochraně kultury před škůdci.

Biologickou ochranou rostlin rozumíme použití organismů k omezení populace určitých škodlivých živočichů, patogenů nebo rostlin (Konvalina a kol., 2007 a). Přímé prostředky biologické ochrany jsou představovány přípravky na ochranu rostlin na bázi mikroorganismů (bakterií, virů, hub a dalších mikroorganismů) používaných k regulaci škůdců (Šarapatka, Urban a kol., 2003).

2.5.9. Sklizeň a posklizňové ošetření

Pokud má být zelenina prodávána na tržnici nebo pravidelně několikrát týdně dodávána odběratelům, je nutno počítat s tím, že bude nezbytné sklízet za každého počasí (Šarapatka, Urban a kol., 2006). Zelenina se sklízí podle způsobu odbytu buď průběžně během sezóny k prodeji, nebo jednorázově na uskladnění (Konvalina a kol., 2007).

2.6. Cibulová zelenina

Do této skupiny se řadí cibule kuchyňská, šalotka, pažitka, česnek kuchyňský a pór (Konvalina, a kol., 2007). Tradičně využívanou jak v kuchyni, tak v lidovém léčitelství. Společným znakem všech cibulových zelenin je jejich vysoká nutriční hodnota. Vysoký obsah fytoncidů, které působí antibakteriálně, upravují střevní fóru, podporují trávení, snižují nadýmání a příznivě působí na nachlazení (Petříková a kol., 2006).

V korekci s vůní cibulové zeleniny jsou především aromové sloučeniny síry. V rodu *Allium* byly zjištěny tři desítky esenciálních složek aromatu, zejména: thioly, sulfidy, alkythiokarboxylové kyseliny, S-alkylestery, thiopteny, jiné S-sloučeniny, acetyly, alkoholy, aldehydy, ketony, estery, kyseliny, furany aj. Celkem bylo identifikováno v cibulové zelenině přes 90 pachových látek. Poraněná pletiva všech druhů vydávají charakteristický dráždivý pach, způsobený éterickými oleji s obsahem síry, které mají často silné antibiotické vlastnosti (Kopecký a kol., 2008).

Z celkové plochy zelenin zaujímají 22% a v objemu 19%. Bez větších problémů mohou naši pěstitelé zajistit produkci a celoroční nabídku nejžádanější cibule, i když se v důsledku povětrnostních podmínek a určité spekulace výrobců, nejčastěji setkáváme s velkými výkyvy nabídky. Mechanizace produkce je zajištěna na komplexní úrovni. Podobné výkyvy jsou v produkci česneku (Pulkrábek, Capouchová a kol., 2003).

Pro omezení chorob je vhodné pěstování po 5. letech (Konvalina a kol., 2007).

Společným znakem rodu *Allium* je tvorba cibule na zkrácené ose podpučí, trubkovité nebo ploché čárkovité listy. Květenství lodyha je různě vysoká, hranatá nebo kruhovitá, plná nebo dutá, nízká nebo 2 m vysoká, zakončená květenstvím lichookolíkem tzv. strboulem (Konvička, 1998).

2.7. Česnek kuchyňský (*Allium sativum*)

Sadba česneku, sazečky cibule a šalotky musí splňovat tyto požadavky:

- a) rozmnožovací materiál musí pocházet z množitelského porostu, který byl kontrolován,
- b) množitelský porost byl prost škodlivých organizmů uvedených v příloze č. 14 k této vyhlášce a příznaků a symptomů napadení těmito organizmy,
- c) vlastnosti rozmnožovacího materiálu musí odpovídat požadavkům stanoveným v příloze č. 14 k této vyhlášce.

Požadavky na množitelské porosty česneku a šalotky

- a) Minimální časový interval mezi množitelským porostem a jakýmkoli jiným porostem téhož nebo příbuzného druhu je jeden rok.
- b) U každého množitelského porostu je provedena alespoň jedna přehlídka, a to ve fázi technologické zralosti porostu.
- c) Každý množitelský porost je po celou dobu vegetace oddělen od sousedních porostů mezerou nejméně 1 m širokou.

Osivo z ekologického šlechtění a množení je k dispozici zatím pouze u malého počtu zeleninových druhů v omezených množstvích. Spektrum běžných konvenčních odrůd řady zeleninových druhů je velmi široké až nepřehledné. Orientační pomoc při volbě vhodné odrůdy představuje kromě vlastních zkušeností též informace od kolegů zelinářů, poradců nebo výsledky odrůdových zkušeben. V praxi se ukázalo, že odrůdy popisované všeobecně jako rozšířené prokazují také v ekologickém zemědělství dobré výsledky (Neuerburg, Padel, 1994).

2.7.1. Botanická charakteristika

Česnek kuchyňský (*Allium sativum*) – čeled' česnekovité (Alliaceae), anglicky: garlic (Prugar a kol., 2008).

Hlavní orgány rostliny jsou kořen, podpučí, listy, kolaterální pupeny, stonek a květenství (Konvička a kol. 1998).

Je rostlinou horskou, mrazuvzdornou, nenáročnou na teplo a světlo (Trnková, 2012). Naopak Konvička (1998) tvrdí, že česnek citlivě reaguje na změny teploty,

délku dne (fotoperiodismus), vodní režim, živiny a jeho růstové projevy jsou rytmicky citlivé a proto značně zatíženy modifikacemi. Na působení nízkých teplot jsou zvláště citlivé vnitřní části pupku (vegetačního vrcholu) a na podpučí.

Je typickým představitelem euritopie (schopnost rostlin přizpůsobovat se ekologickým podmínkám). Počet listů je závislý na velikosti stroužku. List je čárkovitý, hladký a žlábkovaný. Cibule česneku je dělená, složená z vyvinutých stroužků. Jak uvádí (Pavela, 2006) je to 5 až 15 (výjimečně až z 60 kusů).

Skupiny stroužků jsou od sebe odděleny šupinami listových pochev. Stroužky jsou zásobní a rozmnožovací orgány. Jejich dužnina je tvořena zásobním pletivem dužnatého listu. Má dvojrstevnou ochrannou slupku, která udává barvu stroužku. Květonosná lodyha je zakončena květenstvím obaleným toulcem (Trnková, 2012). Lodyha vyrůstá do délky 25-100cm, je oblá, do poloviny zahalená pochvami listů (Pavela, 2006). Květenství (lichookolík, strboul) – větší část květenství vyplňují květní pacibulky, mezi nimiž jsou stěsnány květy. Počet v jednom strboulu v závislosti na jejich velikosti dosahují až několik set (Trnková, 2012).

Jedna z nejstarších pěstovaných zelenin, jejíž pozitivní účinek na lidský organismus je znám několik tisíciletí. Pochází ze Střední Asie, odtud se rozšířil jednak do Středomoří a celé Evropy a jednak na Dálný Východ, do Číny, Koreje, Japonska. Používal se hlavně jako koření a léčivá rostlina. V současné době je ceněn pro obsah silicí. Slouží k přímému konzumu, dochucování jídel, využívá se při výrobě uzenin i výrobě léků (Trnková, 2012).

Česnek má velice výrazné aroma, například místo, kde roste větší množství česneku medvědího, rozpoznáte čichem na vzdálenost mnoha metrů. (Wong, 2011).

Česnek je oficiální léčivou rostlinou (Prugar a kol., 2008). Využívá se při vysokém krevním tlaku a při srdečních potížích. Studie prokázaly, že česnek snižuje hladinu –špatného- cholesterolu a zabraňuje vzájemnému shlukování krevních destiček. Obecně tedy česneku může působit jako prevence trombózy a arteriosklerózy, i když v případě srdečního onemocnění pouze jako podpůrný prostředek, tedy nenahrazuje medicínské léčby. V poslední době se stále víc mluví o účinnosti česneku proti rakovině. Ukazuje se, že strava bohatá na česnek snižuje riziko rakoviny žaludku, prsu a prostaty (Wong, 2011).

Nutriční hodnota

Významným senzorickým znakem je vůně, kterou vyvolávají látky, vznikající po nakrájení nebo mělnění pletiv (Prugar a kol., 2008).

Obsahuje asi 30-35% sušiny, tzn. 65-70% vody, 6-7% bílkoviny, 0,2% lipidů, 23-28% glycidů, 0,7-0,9% vlákniny, 1,1- 1,4 % popelovin, kde hlavní zastoupení mají P 1 314, K 4 460, Mg 219, Ca 310, S 700, Zn 11,3, Fe 12,7mg.1000g-1, Z vitamínů B1, 1,13, B2 0,44, B6 3,8, PP 6,0, C 92 mg.1000-1.

Nejvýznamnější jsou sirnaté sloučeniny, které jsou základem silicí, zvláště derivát cysteinu alliin a další (Konvička a kol., 1998). Česnek má baktericidní a fungicidní účinky, hlavním faktorem je diallylsulfid (Prugar a kol., 2008). Obsahuje bezsilné, stabilní antibiotikum orlicin allistatin, dále celou řadu enzymů, aminokyselin, univerzálních látek včetně stopových prvků např. i selen a germanium (Konvička a kol., 1998).

Pěstitelsky se rozlišují 3 typy česneku:

Paličáky – nazývané rovněž modré zimní česneky, které jediné vytváří květenství stvol a květenství. Jsou vhodné k podzimní výsadbě, jsou většinou špatně skladovatelné.

Nepaličky, širokolisté – bílé zimní česneky, vysazované opět na podzim, nevytvářejí květní stvol, výnosově nejlepší skupina odrůd, skladovatelnost lepší, jak u paličáků.

Nepaličáky, úzkolisté – bílé jarní česneky, vysazované zpravidla brzy na jaře, výnosově průměrné, skladovatelnost nejlepší skupina odrůd (Kozák, 2013).

2.7.2. Nároky na půdu

Jak uvádí Staňková–Kröhnová (2012) česneku se daří na slunci v dobře propustné lehké půdě s příměsí písku. Nejlépe mu vyhovují středně těžké, hlinité struktury se středně vysokým obsahem živin (Malich, 2012).

Nesvědčí mu pěstování v půdě, kde se pěstovala cibule.

U těžších půd je nutné dobré odvodnění. Těžké, jílovité půdy jsou nevhodné, zejména pro zimní pěstování. Z vyloženě lehkých půdách s nízkou vodní kapacitou je nutná pravidelná závlaha (Konvička, 1998).

2.7.3. Agrotechnika

Místo v osevním postupu:

Následuje po plodinách raně opouštějících půdu, vyžadující organické hnojení (okurky, tykve, košťáloviny, rané brambory). Po bramborách je nebezpečí napadení fuzariózou (Konvička, 1998). Ze zdravotních důvodů by neměl být vysazován po sobě dříve jak 4 roky (Konvalina a kol. 2007).

Místa, kde pěstujeme česnek, musíme obměňovat a to z důvodu, výskytu chorob, jedná se hlavně o Fusarium, Botrytis a Helminthosporium.) Pokud by se nám na pozemku někdy vyskytlo háďátko zhoubné nebo bílá sklerocyová choroba, tak zde se již nedoporučuje sázet česnek nikdy více (Janda, 2012).

Příprava půdy:

Vyžaduje ulehlé, ale prokypřené půdy. Důležitou podmínkou je taková příprava, při které by půda nebyla hrubě hrudovitá. V čerstvě oraných půdách dochází k vysychání a je nutno zavlažování. Vápnění, pokud je nutné, se má provádět k předplodině (Konvička, 1998).

Moření:

Moření česneku se používá, aby byl česnek ochráněn proti škůdcům jako je háďátko nebo vlnovník (Anonym, icesnek). Proti fuzáriu není zatím žádné mořidlo, jedinou účinnou obranou je pozdní výsadba česneku – nejlepší termín výsadby je den před zamrznutím (Kozák, 2013).

Doba výsadby:

Česnek lze možno vysazovat od časného podzimu do jara. Doba výsadby je záležitost zkušeností, klimatických podmínek, ale především genetického materiálu kultivarů (Konvička, 1998).

Metoda výsadby:

Rozloupání česnekových cibulí na stroužky se pro větší plochy děje strojově, pro malé ručně. Rozlupaná sadba se třídí. Hloubka výsadby je určována velikostí stroužků a doby výsadby. Velké stroužky se vysazují hlouběji (5-7-10 cm), malé kategorie 2-3 cm (Konvička, 1998). Vysazuje se v jednom řádku po 10 cm, řádky by od sebe měly být vzdálené asi 35 cm (Sunarto, 2008).

Hustota porostu:

Obvyklá hustota porostu je pro naše poměry 30-40 rostlin na 1m², při níž se obvykle docílí cibulí dobré velikosti. Nižší hustota je preferována pro produkci velkých cibulí pro přímý konzum, zatímco vyšší hustota pro vysoké výnosy tam, kde je velikost cibulí méně rozhodující (Konvička, 1998).

Zásady ošetřování během růstu:

Volba agrotechnických zásahů je individuální a také záleží na zkušenostech pěstitele. Udržení bezplevelného stavu je většinou nejobtížnější úkol. Velmi záleží na osevním postupu a na včasných podmínkách. Odstraňování plevelů se děje mechanicky nebo chemicky (pouze v konvenčním zemědělství). Chemický postup je snazší a rychlejší (Konvička, 1998).

Na jaře až do výšky porostu asi 15 cm je velmi prospěšná opakovaná kultivace napříč řádků lehkými branami nebo vidlemi (Kozák, 2013).

Kyprý stav je nutný především u těžších půd. S kypřením souvisí i přihnojování a podle potřeby závlaha (Konvička, 1998).

Mulčování:

Hlavní smysl mulčování je chránění rostlin, úprava mikroklimatu a zejména šetření vláhou. Mulčuje se substráty jako rašelina, sláma, kompost nebo fóliemi, netkanou textilií apod. Podzimní i jarní mulčování mezi řádky rašelinou dává téměř dvojnásobné výnosy.

Hnojení:

Požadavky česneku na živiny jsou poněkud nižší než u ostatních cibulovin. Při podzimní výsadbě je efektivnost hnojení vyšší. Minerální látky jsou lépe

přijímány, zvyšují mrazuvzdornost rostlin. U jarní výsadby je efektivnost hnojení podmíněno závlahou (Konvička, 2012). Přímé hnojení chlěvským hnojem je nevhodné. Hnůj používáme pouze pro předplodiny (Janda, 2012).

- U dusíkatých hnojiv by měla být používána síranová forma.
- Na lehkých půdách dává výsledky zimní mulčování.
- Fosfor se podává nejčastěji v superfosfátu.
- Draslík v síranu amonném (Konvička, 2012).

Zavlažování:

Česnek snáší značná sucha a většinou se pěstuje na nezavlažovaných půdách. Česnek vysazený na podzim je mnohem úrodnější než jarní. V zimní kultuře využívá lépe nastřádanou vláhu. V suchých oblastech se získává slabá úroda (Konvička, 1998). Tedy jak doporučuje Janda (2012) je vhodné při suchém období zalévat.

Zvýšené nároky na vodu jsou od poloviny května do poloviny června (Kozák, 2013).

2.7.4. Sklizeň:

Paličáky se sklízí v době, když jim zbývá pět dužnatých listů - mohou být i žluté. Nepaličáky se sklízí, když asi polovina rostlin má nať položenou na zemi (Kozák, 2013).

Česneky uzrávají koncem června, až do poloviny července nebo také až v srpnu. Sklízet se má rychle a zasucha. To se děje pomocí speciálních sklízecích strojů nebo bramborových vyorávačů. Na malých plochách ručně (Konvička, 1998).

Hlávkování:

Vrcholy s pacibulkami se odštipují ihned, jak se objeví květní stvol. Zpoždění má vliv na snížení výnosu (Kozák, 2013).

Sušení:

Suší se s natí nebo alespoň s její podstatnou částí. Rostliny se svazkují a rozvěšují na zastíněné místo s dobrým prouděním vzduchu, nebo se rozkládají na dřevěné či hliněné podlahy půd nebo na rošty (Kozák, 2013). V dobrých podmínkách

sušení česneku trvá jeden měsíc avšak je nutné i v následující době zajistit česneku temné a dobře větrané místo (Janda, 2012).

Čištění a třídění:

Po vysušení se nať odřízne asi 3 cm nad cibulí a kořeny se zkrátí asi na 0,5 cm. Kořeny je možné odstranit už při sklizni na poli: to se odřezávají i s částí podpučí, které je v té době měkké. Při čištění se vytřídí cibule malé, poškozené, špatně vyvinuté, případně příměsi jiných odrůd. Vytříděné cibule se uloží ve skladových obalech na suchém větraném místě (Kozák, 2013).

Využití česneku:

Pěstuje se k přímému konzumu nebo jako sadba. Lze jej konzumovat čerstvý, sušený či nakládaný (Haighová, 2007).

3. METODIKA

Cílem této práce je zjištění, zda je z environmentálního hlediska (produkce skleníkových plynů) při pěstování zeleniny, konkrétně česneku, vyšší u konvenčního způsobu pěstování či při ekologickém způsobu pěstování česneku.

K výpočtu emisí CO₂, ale také N₂O a CH₄ 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.

3.1. První fáze LCA - stanovení cílů a rozsahu

3.1.1. Účel a cíl studie

Tato studie je zpracována pro individuální posuzování, zda se z environmentálního hlediska vyplatí používat, konzumovat či jiným způsobem podporovat, konvenčně anebo ekologicky vypěstované plodiny (v tomto př. zeleninu - česnek).

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, ba dokonce k jakému systému hospodaření se rozhodnou.

3.1.2. Funkční jednotka

Za funkční jednotku byl zvolen 1 kg česneku.

3.1.3. Hranice systému

Studie je zpracovávána na základě veškerých systémových procesů, jež jsou využity při pěstování česneku. Při sběru vstupních dat, která byla získána dotazníkovým či telefonním šetřením, jako podkladů pro zpracování, vyplynulo, že hlavními procesy pro výpočet budou převážně zemědělské procesy.

Těmito procesy jsou:

- využití minerálních hnojiv
- využití pesticidů
- využití nosičů energie

Geografický rozsah: Údaje se týkají České republiky (výhradně, namátkově kontaktovaných pěstitelů česneku).

Časový horizont: Údaje byly zjištěny v roce 2013.

Technologický rozsah: Byly vybírány takové údaje, takoví pěstitelé, jejichž výměra, na níž je pěstován česnek, dosahuje nejméně 1ha. Z toho důvodu, aby byl výzkum co nejvíce objektivní a stal se klíčovým zdrojem.

3.2. Druhá fáze LCA – inventarizační analýza

V inventarizační analýze byly zjištěny všechny vstupy, výstupy a toky energie v námi namodelovaném systému.

3.2.1. Zjišťování dat

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

Pro sběr dat byla vypracována osnova (dotazník), jenž byl pěstitelům česneku zaslán na základě předchozí domluvy a ochoty poskytnout potřebné (viz. příloha č.1). informace.

3.2.2. Popis vstupů a výstupů

1) Předřazené procesy

Předřazené procesy, v našem systému znamenají, že byly započítány do systémových hranic výroby a jejich environmentální dopady, ovšem nebyla k nim zjišťována primární data, ale byla využita data z databáze Ecoinvent.

Do předřazených procesů byla započítána:

- produkce minerálních hnojiv
- produkce pesticidů
- produkce nosičů energie

2) *Proces výrobního systému*

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

Zemědělství

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 předset'ové přípravy a po vlastní sklizeň.

Pomocí těchto informací a hodnot získaných z databáze Ecoinvent, byl v programu MS Excel vypočten dle výpočtu 1 počet kg ekvivalentu oxidu uhličitého na kilogram česneku (kg eq. CO₂ na 1 kg česneku).

Agrotechnické operace byly definovány pomocí spotřeby pohonných hmot při agrotechnických operacích (např. orba, podmítka, kypření, ...). Zemědělské vstupy tvoří jak organická tak minerální hnojiva, prostředky na ochranu rostlin. Z odborné literatury byla zjištěna spotřeba těchto přípravků na hektar a společně s hodnotami z databáze Ecoinvent, bylo vypočteno z výpočtů 2 a 3 množství kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Do procesu zemědělství byly ještě započítány přímé a nepřímé emise N₂O uvolňované při aplikaci minerálních a organických dusíkatých hnojiv. Tyto emise byly spočítány dle metodiky IPPC (De Klein, 2006), doplněné o český národní report k inventarizaci skleníkových plynů, sekce 2009). Emise vzniklé z aplikace pesticidů na pole jsou zanedbatelné a nebylo s nimi v procesu počítáno.

Bylo využito těchto výpočtů: (Hyšper, 2011)

$$1. \text{CO}_2\text{eq. (agrotechnické operace)} = (DI * (ev(DI) + es(DI))) / V,$$

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

$$2. \text{CO}_2\text{eq. (hnojiva)} = (H * ev(H)) / V,$$

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

$$3. \text{CO}_2\text{eq. (pesticidy)} = (P * ev(P)) / V,$$

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

$$4. \text{CO}_2\text{eq. (polní emise)} = (N_2O * GWP(N_2O)) / V,$$

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

Metodika IPPC pro výpočty emisí oxidu dusného (Zdroj: De Klein, 2006).

Celkové emise oxidu dusného	
$N_2O = N_2O_{\text{DIRECT}} + N_2O_{\text{INDIRECT}}$	
$N_2O_{\text{PŘÍMÉ}}$	roční přímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha)
$N_2O_{\text{NEPŘÍMÉ}}$	roční nepřímé emise z obdělávané půdy (kg N/ha)
Přímé emise oxidu dusného	
$N_2O - N_{\text{DIRECT}} = (F_{\text{SN}} + F_{\text{ON}}) * EF_1$	
$N_2O_{\text{DIRECT}} = N_2O - N_{\text{DIRECT}} * (44/28)$	
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
$F_{\text{SN}} = N_{\text{FERT}} * (1 - \text{Frac}_{\text{GASF}})$	$F_{\text{ON}} = F_{\text{AM}} + F_{\text{SEW}} + F_{\text{COMP}} + F_{\text{OOA}}$
N_{FERT} : roční množství aplikovaného hnojiva (kg N/ha)	F_{AM} : roční množství aplikovaného (kg N/ ha)
$\text{Frac}_{\text{GASF}}$: frakce dusíkatých ztrát přes NH_3 a NO_x	F_{SEW} : roční množství aplikovaného živočišného odpadu (kg N/ ha)
	F_{COMP} : roční množství aplikovaného kompostu (kg N/ ha)
	F_{OOA} : roční množství jiného aplikovaného organického hnojiva (kg N/ ha)

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

3.3. Třetí fáze LCA – hodnocení dopadu životního cyklu

Posuzování dopadu bylo provedeno metodou ReCiPe 2008 v programu SimaPro. Metoda ReCiPe byla naposledy aktualizována v lednu 2010 a momentálně disponuje nejnovějšími zveřejněnými údaji o potenciálech skleníkových plynů. Cílem metody je transformovat dlouhý seznam výsledků inventarizace životního cyklu do omezeného počtu ukazatelů. Tyto ukazatele vyjadřují relativní závažnost vlivu kategorie na životní prostředí.

Za ekvivalentní jednotku, ze které se přepočítávají výsledky inventarizační analýzy byl zvolen ekvivalent kilogramu oxidu uhličitého (kg eq. CO_2).

3.3.1. Interpretace životního cyklu produktu

Cílem poslední fáze LCA bylo vyhodnotit environmentální problémy a zátěž během pěstování vybraných plodin, konkrétně česneku a hledat možnosti snížení spotřeby energie a dopadů na životní prostředí.

Následující kapitola popisuje výsledky získané při provádění LCA analýzy česneku.

VÝSLEDKY

3.4. Vstupní data

Při sběru vstupních dat, která byla získána dotazníkovým či telefonním šetřením, jako podkladů pro zpracování, vyplynulo, že hlavními procesy pro výpočet budou převážně zemědělské procesy.

Do předřazených procesů byla započítána:

- produkce minerálních hnojiv
- produkce pesticidů
- produkce nosičů energie

Byly vybírány takové údaje, takoví pěstitelé, jejichž výměra, na níž je pěstován česnek, dosahuje nejméně 1ha. Z toho důvodu, aby byl výzkum co nejvíce objektivní a stal se klíčovým zdrojem.

3.5. Výstupní data

Z výpočtů, které jsou uvedené v metodice, byly vypočteny výsledky, které jsou zpracovány v následujících tabulkách a grafech.

Tabulka č. 1: Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování česneku v konvenčním zemědělství

Konvenční zemědělství	kg eq. CO ₂ na 1 kg česneku
podmítka	0,00452088
orba	0,0075348
hnojení minerálními hnojivy	0,0075348
výsadba	0,00678132
plečkování	0,01356264
aplikace prostředků na ochranu rostlin	0,0150696
sklizeň (vyorání řádků)	0,0075348
orba	0,0075348
sušení	0
čištění	0
N-hnojiva	0,0918
P-hnojiva	0,0054375
K-hnojiva	0,0034125
herbicidy	0,001862438
insekticidy	0,0001975
fungicidy	0,3162
emise z N hnojiv	0,069627365
celkem	0,558610943

Jak vyplývá z tabulky č.1 celková emisní zátěž vzniklá při pěstování česneku v konvenčním zemědělství, kde významný podíl tvoří agrotechnické práce jako je předset'ová příprava, výsadba, ošetření porostu v průběhu vegetace, sklizeň a posklizňová úprava, včetně emisí uvolněných z hnojiv je 0,55861 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Z čehož největší podíl na produkci emisí má plečkování porostu v průběhu vegetace 0,01356 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku a 0,01506 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku

z aplikace prostředků na ochranu rostlin, která je opakována několikrát v průběhu vegetačního období.

Z pesticidů, konkrétně fungicidů, jenž se používají na moření sadby je uhlíková stopa daleko nejvyšší a to 0,3162 eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Dalším významným faktorem, způsobující tuto environmentální zátěž, je používání syntetických dusíkatých hnojiv, jejichž hodnota dosahuje 0,069627 eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Naopak posklizňová úprava česneku, kam spadá čištění a sušení, je bez emisí a to z toho důvodu, že jsou tyto činnosti prováděny ručně či za pomoci přírodních činitelů (vítr, průvan) pro dosušení česneku.

Tabulka č. 2: Celková emisní zátěž vzniklá při pěstování česneku v ekologickém zemědělství

Agrotechnické operace	kg eq. CO₂ na 1 kg česneku
orba	0,0100464
aplikace organických hnojiv	0,0074348
smykování - vláčení	0,00904176
válení	0
rýhování	0
válení po výsadbě	0
výsadba	0
plečkování	0,06329232
sklizeň	0
diskování	0,0100464
setí (zeleň hnojení) svazenka	0
odnatění	0
odstranění slupek	0
sušení	0
úprava - produkce	0
močůvka	0,373516667
emise z N hnojiv	0,003388558
celkem	0,476766905

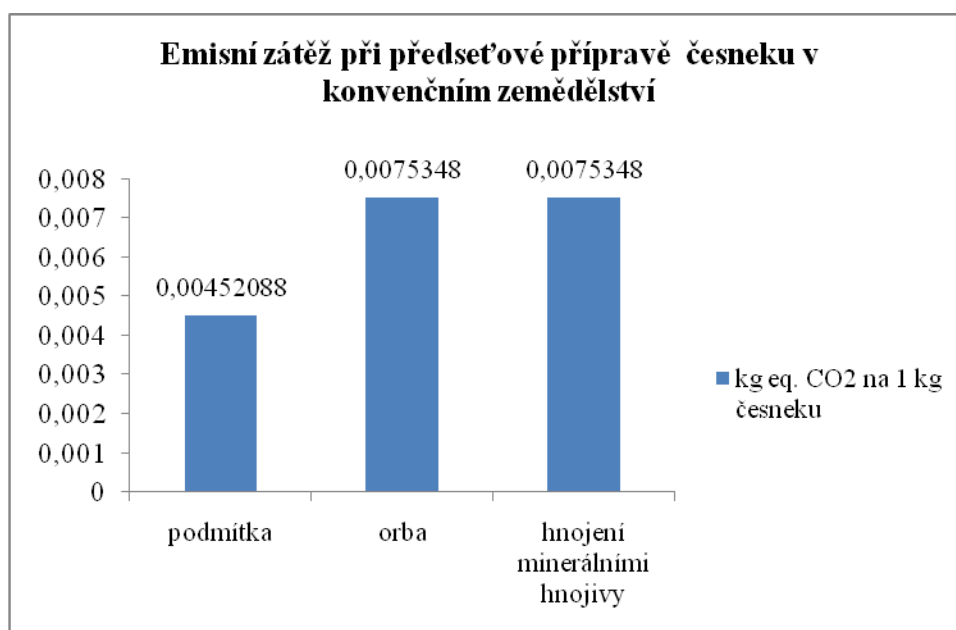
Celková emisní zátěž, jak ukazuje tabulka č. 2, vzniklá při pěstování česneku v ekologickém zemědělství tvoří 0,47676 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Jako u konvenčního pěstování česneku, i zde zanechává největší ekologickou stopu z agrotechnických operací, plečkování s 0,06329 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Tato operace je prováděna přibližně 7-krát za vegetační období česneku.

Močůvka zanechává největší ekologickou stopu z celkové produkce 0,37351 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

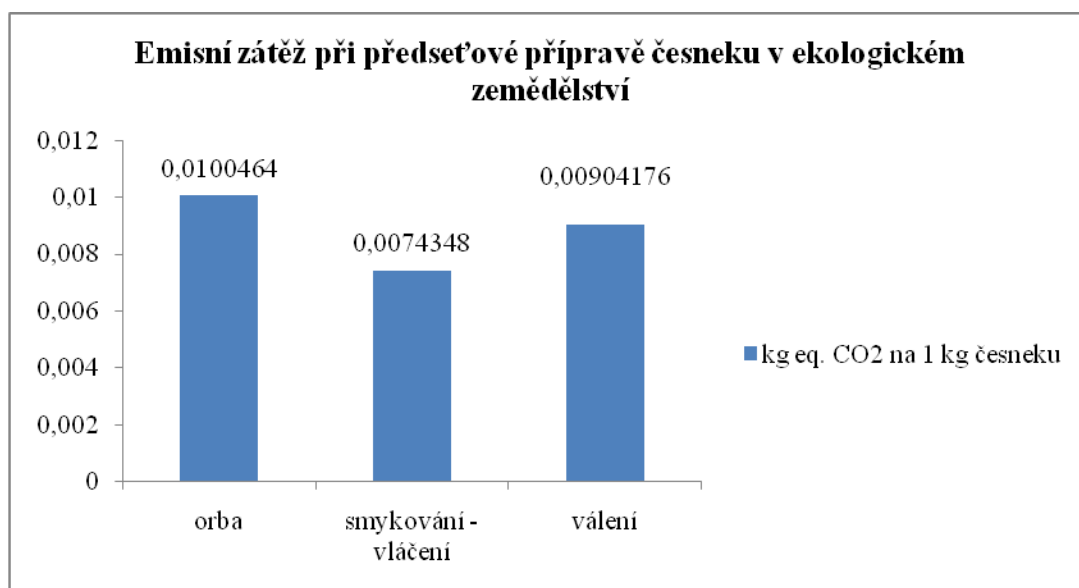
Postupy, které nevykazují žádnou uhlíkovou stopu, provádí ekologický pěstitel vlastní silou, bez žádného technického vybavení, jenž by bylo závislé na spotřebě PHM.

Graf č. 1: Emisní zátěž vzniklá při předset'ové přípravě česneku v konvenčním zemědělství



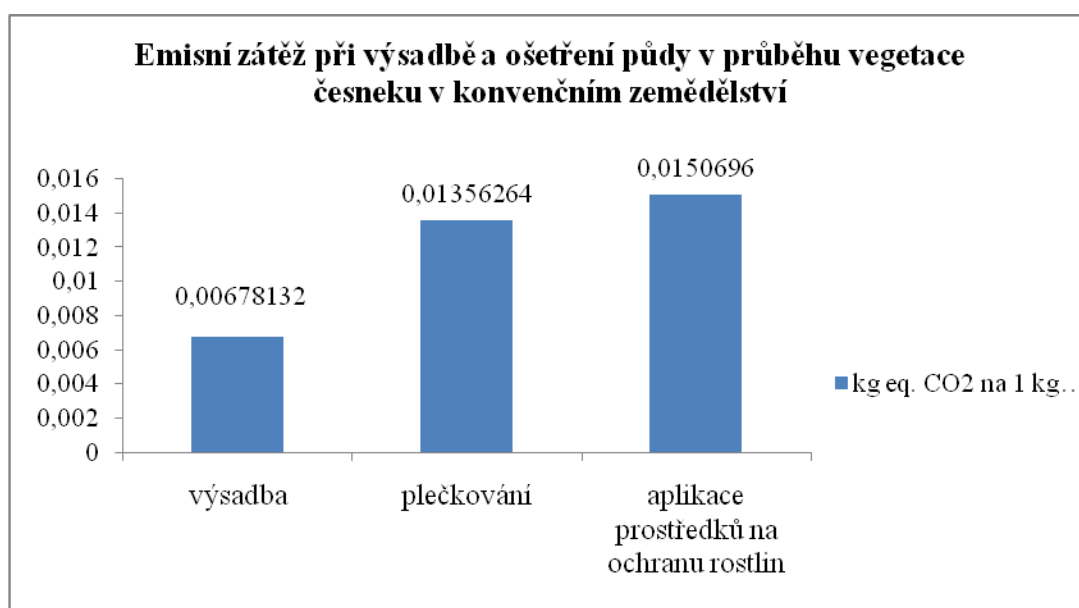
Z grafu č.1 je patrné, že nejvyšší emisní zátěž, předset'ové přípravy česneku, vzniká při orbě a při aplikaci minerálních hnojiv a to 0,00753 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Naopak je zátěž emisemi o něco nižší při podmítce tj. 0,00452 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Vzniklý emisní rozdíl může být zapříčiněn spotřebou PHM traktoru při rozdílném výkonu stoje.

Graf č.2: Emisní zátěž vzniklá při předset'ové přípravě česneku v ekologickém zemědělství



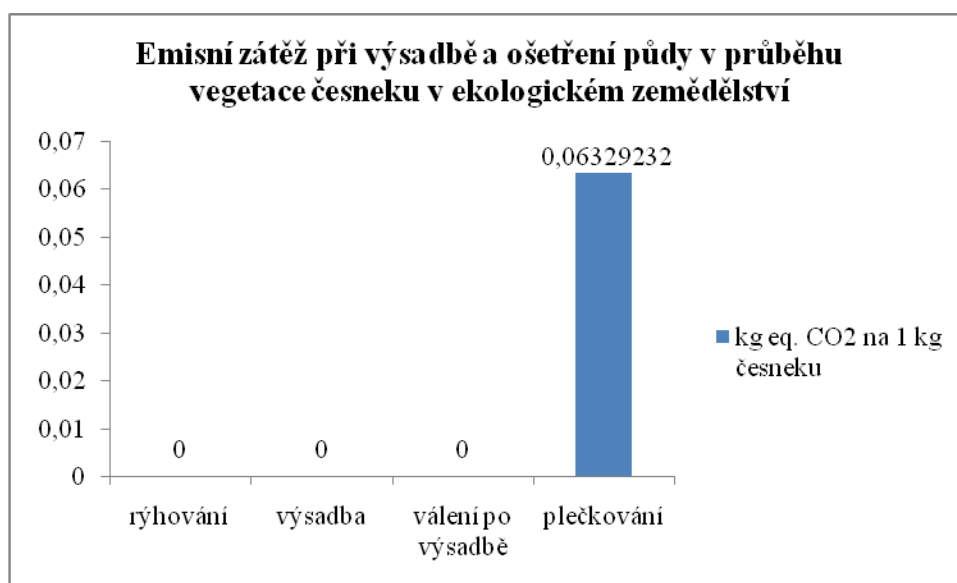
Při pěstování česneku v ekologickém systému je u předset'ové přípravy uvolněno nejvíce emisí při orbě 0,01004 kg eq. CO₂, což je zapříčiněno spotřebou PHM stroje. Při válení povrchu vzniká 0,00904 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku, naopak, jak ukazuje graf č. 2, nejmenší zátěž je při smykování 0,00743 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Graf č. 3: Emisní zátěž vzniklá při výsadbě a ošetření půdy v průběhu vegetace česneku v konvenčním zemědělství



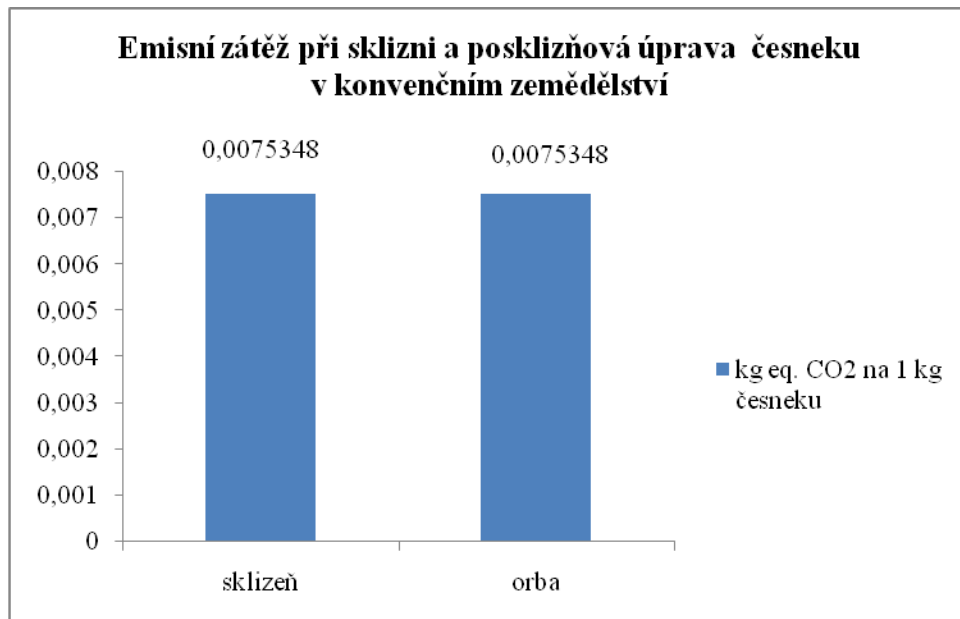
Z grafu č. 3 je patrná nejvyšší produkce emisí z aplikace prostředků na ochranu rostlin 0,01506 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku, to je způsobeno častými pojezdy se strojem. Za vegetační období česneku se chemické přípravky na ochranu česneku aplikují 4-krát. Dalším je plečkování 0,01356 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku, tato agrotechnická operace je v průběhu vegetace provedena 3-krát. Při výsadbě vzniká nejnižší zátěž 0,00678 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Graf č. 4: Emisní zátěž vzniklá při výsadbě a ošetření půdy v průběhu vegetace česneku v ekologickém zemědělství



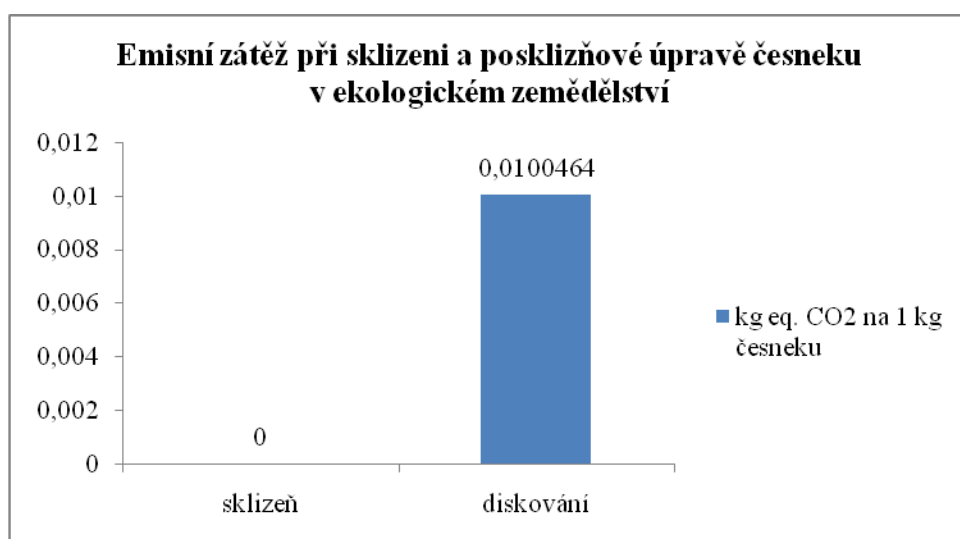
Ekologický zemědělec, jehož pěstební postup byl použit jako podklad pro výzkum, rýhování důlků pro sadbu a následné uválení povrchu po výsadbě, provádí ručně za využití různé mechanizace, která je bez spotřeby PHM, tudíž nevznikají žádné emise. Emise vznikají až při ošetření porostu, kde je při opakovaném plečkování vyprodukováno 0,06329 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Graf č. 5: Emisní zátěž vzniklá při sklizni a posklizňová úprava česneku v konvenčním zemědělství



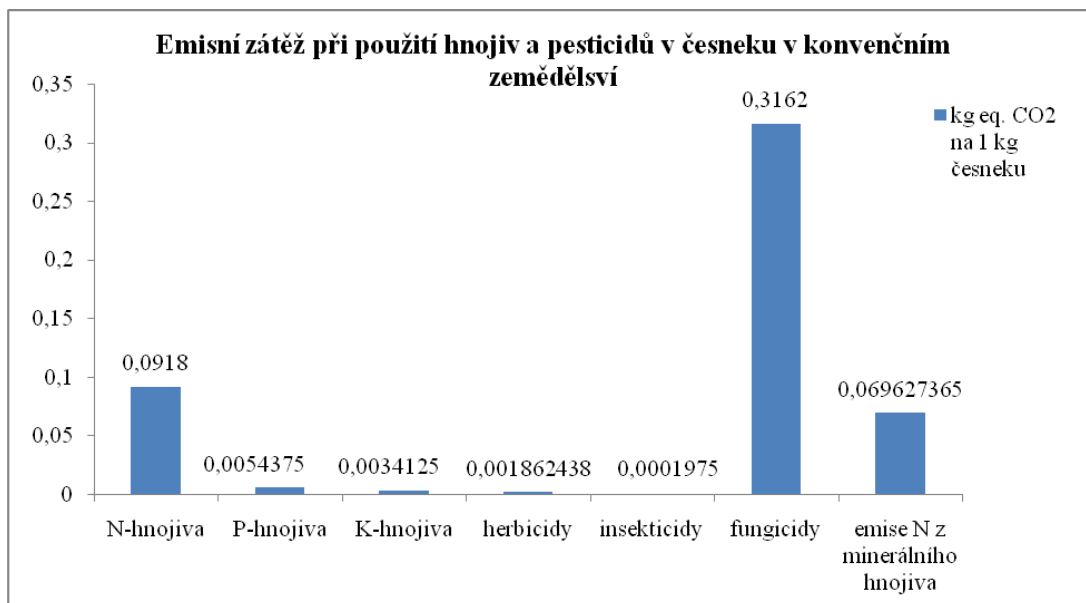
Emisní zátěž při sklizni a posklizňová úprava česneku v konvenčním zemědělství, jak vyplývá z grafu č. 5, mají totožnou hodnotu 0,00753 CO₂ na 1 kg česneku. Sklizeň česneku v tomto případě probíhá téměř identická jako orba, poněvadž probíhá vyorávkou řádků a následuje ruční sběr.

Graf č. 6: Emisní zátěž vzniklá při sklizni a posklizňové úpravě česneku v ekologickém zemědělství



Jak vyplývá z grafu č. 6, sklizeň česneku, u vybraného ekologického pěstitele, probíhá ručním způsobem, tedy bez techniky vyžadující pro svůj výkon PHM, proto je nulová emisní zátěž. Posklizňová úprava po česneku, kterou je diskování, tvoří emisní zátěž 0,01004 CO₂ na 1 kg česneku.

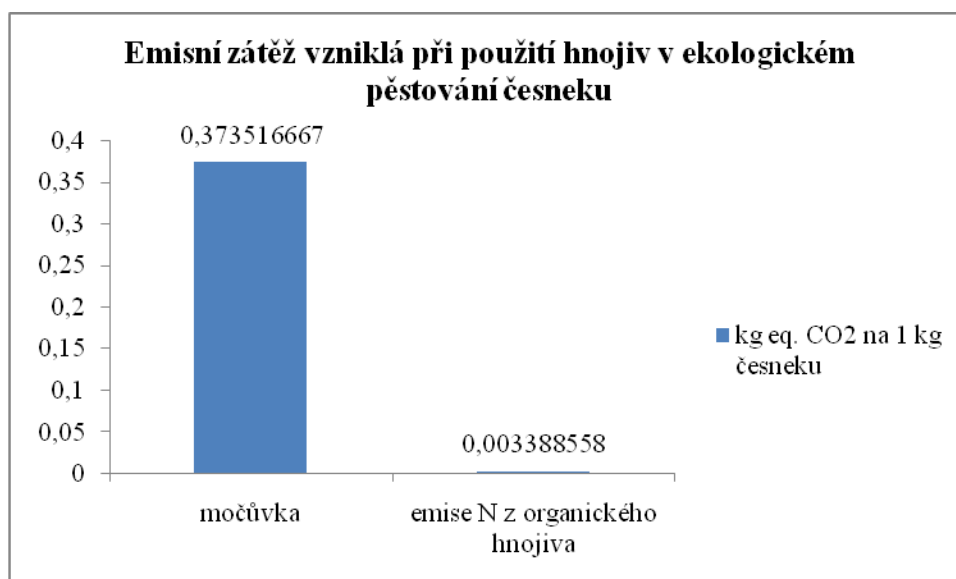
Graf č. 7: Emisní zátěž vzniklá při použití hnojiv a pesticidů při pěstování česneku v konvenčním zemědělství



Největším producentem emisí v konvenčním systému hospodaření z používání hnojiv, jak ukazuje graf č. 7, tvoří fungicidy, které mají velké množství účinné látky a používají se na moření česneku před výsadbou, jejich emise je 0,3162 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. N-hnojiva 0,0918 CO₂ na 1 kg česneku. Menšími producenty jsou pak P-hnojiva 0,00543 CO₂ na 1 kg česneku, K-hnojiva 0,00341 CO₂ na 1 kg česneku. Herbicidy 0,00186 CO₂ na 1 kg česneku, které se používají hlavně proti širokolistým a trávovitým plevelům. Insekticidy, aplikované proti houbovým chorobám česneku, jsou v porovnání s jinými hnojivy takřka minimální.

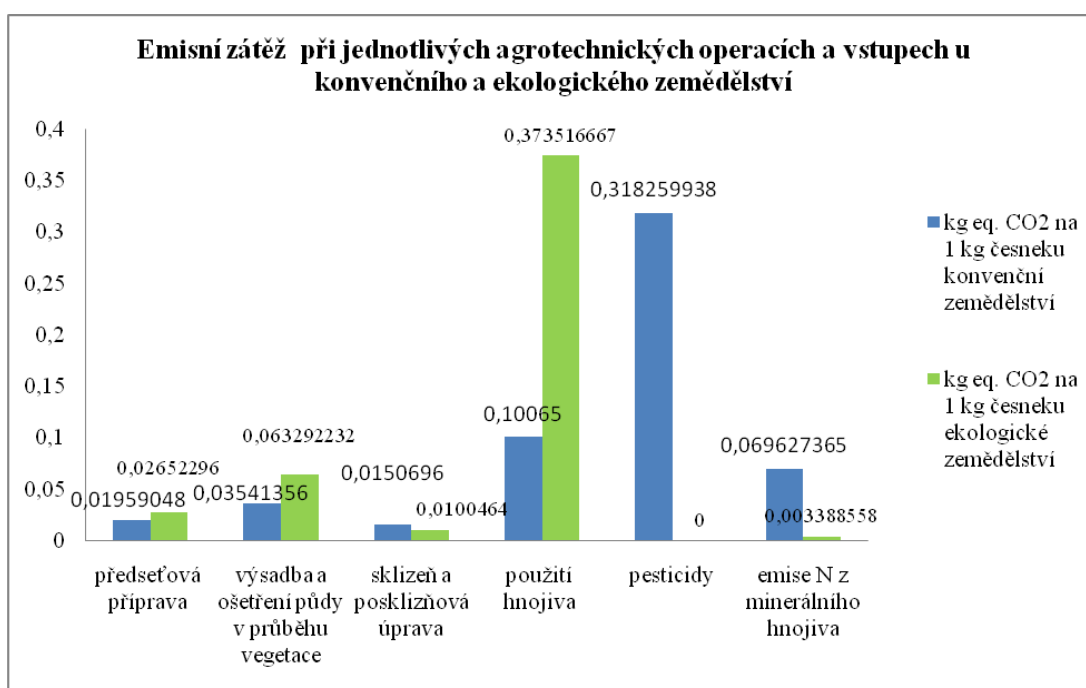
Emise z čistého dusíku, jenž je aplikován N-hnojivy v množství 1,86919 kg N₂O na 1 ha, uvolní 0,06962 CO₂ na 1 kg česneku.

Graf č. 8: Emisní zátěž vzniklá při použití hnojiv při pěstování česneku v ekologickém zemědělství



Ekologický pěstitel jako hnojivo česneku využívá močůvku, která uvolňuje 0,37351. CO₂ na 1 kg česneku. Z celkového množství močůvky je 0,06822 kg N₂O na 1 ha, což způsobuje emisní zátěž 0,00338 CO₂ na 1 kg česneku (viz. graf č. 8).

Graf č. 9: Emisní zátěž jednotlivých agrotechnických operací a vstupech u konvenčního a ekologického zemědělství



Jak vychází z grafu č. 9, téměř ve všech agrotechnických operacích a vstupech, má vyšší hodnotu emisní zátěže (tj. kg eq. CO₂ na 1 kg česneku) konvenční zemědělství, oproti ekologickému. V ekologickém zemědělství se tomu se děje hlavně z důvodu častého opakování agrotechnických operací, např. plečkování. Ekologický pěstitel česnek plečkuje v průběhu vegetace celkem 7-krát, naopak konvenční pěstitel pouze 3-krát. Rozdílem jsou pak 4 operace u ekologického zemědělce navíc, při nichž se uvolní 4-krát více emisí (tj. kg eq. CO₂ na 1 kg česneku) než u konvenčního pěstitele.

Podle Fotta a kol. (2003) jsou emise ze zemědělství nejvíce uvolňovány z aplikace hnojiv a pesticidů. Což je patrné i z grafu č. 9, kde nejvyšší emise jsou uvolněny právě z hnojiv a pesticidů. Pesticidy v konvenčním systému, podle grafu, tvoří největší emisní zátěž vůbec, a to 0,31825 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Naopak použití hnojiva je vyšší u ekologického zemědělství 0,37361 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Emisní zátěž je u ekologického česneku nižší než u konvenčního, což je způsobeno hlavně zvýšeným objemem emisí CO₂ uvolňovaných z rychle se rozpouštějících, konvenčních dusíkatých hnojiv 0,06962 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Nevýhodou ekologického zemědělství je nižší produkce z jednotky plochy, čímž se zvyšuje jednotkové zatížení produkce emisemi (v tomto případě, má ekologický pěstitel o 25% nižší výnosy, než pěstitel konvenčního česneku).

Tabulka č 3: Posklizňová úprava česneku pěstovaného v konvenčním zemědělství

Posklizňová úprava konvenčního česneku	kg eq. CO ₂ na 1 kg česneku
sušení	0
čištění	0

Po sklizni probíhá sušení česneku, za přirozeného proudění vzduchu. Česnek se po trsech zavěsí na dobře větratelné místo, kde se zanechá zhruba 3 týdny. Poté co je česnek řádně usušený následuje čištění, které je přibližně týdenní.

Česnek vypěstovaný konvenčním zemědělcem, slouží pouze pro sadbu.

Tabulka č. 4: Posklizňová úprava česneku pěstovaného v ekologickém zemědělství

Posklizňová úprava česneku	kg eq. CO2 na 1 kg česneku
odnatění	0
odstranění slupek	0
sušení	0
úprava - produkce	0

Veškerá posklizňová úprava česneku v ekologickém systému je opět, jak už bylo u konvenčního pěstitele, bez přísunu dodatečné energie. Po sklizni ekologického česneku následuje odnatění. Odnatění 500kg česneku trvá přibližně 10hodin. Odstranění slupek, což je časově nejnáročnější, 500 kg trvá 30hodin. Sušení česneku probíhá na roštích, kde je česnek rozložený, kde je zajištěno proudění vzduchu. Úprava pro produkci je, stejně jako všechny postupy s posklizňovou úpravou, hlavně časově náročná, 30hod/500kg.

4. DISKUSE:

Emise skleníkových plynů ze zemědělství jsou v podmínkách České republiky tvořeny převážně emisemi metanu a emisemi oxidu dusného (Moudrý, 2011).

Emise způsobené zemědělstvím představují ročně 10–12 % veškerých emisí, tedy 5,1 až 6,1 miliard tun ekvivalentu CO₂ ročně. Smith, a kol. (2007)

a Bellarby a kol. (2008) navrhuji možnosti zmírňování emisí s tím, že jak zemědělci, tak i tvůrci zemědělských politik se budou muset vypořádat s výzvami, které s sebou přinesou změny související s emisemi. Mezi oblasti vyžadujícími zdokonalení se řadí např. bezorebný způsob pěstování plodin, agrolesnictví, integrovaná rostlinná a živočišná výroba a snižování externích vstupů ve výrobě potravin a zemědělství. Její nahrazení minimalizačními technologiemi či bezorebným setím výrazně produkci skleníkových plynů snižuje. Podle odborníků je dokonce redukce emisí způsobená technologickými operacemi při bezorebném setí obdobná jako při zavádění ekologického zemědělství.

Jak vyplývá z výzkumu, právě ona zmiňovaná orba za sebou zanechává poměrně významnou uhlíkovou stopu, avšak ve výsledcích, s daleko vyššími hodnotami, vyšlo plečkování. Je to způsobeno především častým opakováním v průběhu vegetačního období česneku. Pěstitel konvenčního česneku, jak uvedl v dotazníkovém šetření, plečkuje 3-krát za sezonu, přičemž ekologický pěstitel česneku, plečkování provádí přibližně 7-krát v době vegetačního období. Z čehož jednoznačně vyplývá, že ekologický zemědělec bude mít vyšší produkci emisí než konvenční pěstitel.

Jak uvádí Moudrý a kol. (2010), nevýhodou ekologického zemědělství je nižší produkce z jednotky plochy, čímž se zvyšuje jednotkové zatížení produkce emisemi.

Jak vyplývá z tabulky celková emisní zátěž vzniklá při pěstování česneku v konvenčním zemědělství, kde významný podíl tvoří agrotechnické práce jako je předset'ová příprava, výsadba, ošetření porostu v průběhu vegetace, sklizeň a posklizňová úprava, včetně emisí uvolněných z hnojiv je 0,55861 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Celková emisní zátěž, jak ukazuje tabulka, vzniklá při pěstování česneku v ekologickém zemědělství tvoří 0,476766 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Přičemž se

vycházelo z toho, že konvenční pěstitel česneku sklídí 8000 kg česneku na 1 ha a ekologické zemědělec 6000 kg česneku z 1 ha.

Daxbecka a kol. (2008) uvádí, 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. Emise z hnojiv a oxidu dusného v konvenčním zemědělství tvoří 87 % a v ekologickém zemědělství 74 %.

Toto tvrzení vyvrací, již výše uvedené hodnoty zatížení emisemi, které byly zjištěny při pěstování česneku.

Podle Fotta a kol. (2003) jsou emise ze zemědělství nejvíce uvolňovány z aplikace hnojiv a pesticidů. Což je patrné i z grafu, kde nejvyšší emise jsou uvolněny právě z hnojiv a pesticidů. Pesticidy v konvenčním systému, podle grafu, tvoří největší emisní zátěž vůbec, a to 0,31825 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Významný podíl na vysokých emisích při využití pesticidů na fungicid, který se používá jako mořidlo konvenční sadby česneku. Ekologické zemědělství mořidla nepovoluje, proto pěstitel na pár hodin namočí sadbu do vody. Při postupu ekologického zemědělce se v tomto případě nevytvoří žádná emisní zátěž.

Naopak použití hnojiva je vyšší u ekologického zemědělství 0,37361 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Emisní zátěž je u ekologického česneku nižší než u konvenčního, což je způsobeno hlavně zvýšeným objemem emisí CO₂ uvolňovaných z rychle se rozpouštějících, konvenčních dusíkatých hnojiv.

Existuje mnoho zdrojů N₂O, a to jak přírodních tak antropogenních. Jejich společným charakteristickým rysem je nesnadnost kvantifikace každého z nich. Hlavními antropogenními zdroji jsou dusíkatá hnojiva, doprava, spalování fosilních paliv a biomasy (Kalvová, Moldan, 1996).

V pěstování česneku v ekologickém systému se uvolnění, při aplikaci 730kg na 1 ha močůvky, 0,0682 kg N₂O z 1 ha.

Při přeměně jednoduchých forem organického N (močovina), které jsou mineralizovány na amonný dusík, dochází k intenzivní volatilizaci do atmosféry. Další ztráty dusíku jsou způsobeny také povrchovým odtokem a vyplavováním z místa skladování statkových hnojiv (Dong a kol., 2006).

Při aplikaci minerálních hnojiv v konvenčním pěstování, kdy na 1ha aplikujeme 90kg N, se uvolní 1,86919 N₂O z 1 ha.

ZÁVĚR:

Studie je zpracovávána na základě veškerých systémových procesů, jež jsou využity při pěstování česneku. Při sběru vstupních dat, která byla získána dotazníkovým či telefonním šetřením, jako podkladů pro zpracování, vyplynulo, že hlavními procesy pro výpočet budou převážně zemědělské procesy.

Ukázalo se, že celková emisní zátěž vzniklá při pěstování česneku v konvenčním zemědělství, kde významný podíl tvoří agrotechnické práce jako je předset'ová příprava, výsadba, ošetření porostu v průběhu vegetace, sklizeň a posklizňová úprava, včetně emisí uvolněných z hnojiv je 0,55861 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Přičemž při pěstování česneku ekologickým způsobem je uhlíková stopa daleko nižší, a to 0,47676 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku.

Největší producent emisí v ekologickém způsobu hospodaření, který zanechává největší ekologickou stopu, z agrotechnických operací je plečkování s 0,06329 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku. Tato operace je prováděna přibližně 7-krát za vegetační období česneku, proto je ve výsledku nejvyšší uhlíková stopa právě tady, kdy spotřeba PHM je v tomto případě značná.

Naopak u konvenčního způsobu hospodaření je nejvyšší produkce emisí z aplikace prostředků na ochranu rostlin 0,01506 kg eq. CO₂ na 1 kg česneku, to je způsobeno častými pojezdy se strojem. Za vegetační období česneku se chemické přípravky na ochranu česneku aplikují 4-krát v různém zntervalu a množství účinné látky.

Hlavními zdroji uvolnění N₂O jsou dusíkatá hnojiva, kde je určující dávka čistého N na 1 ha. V pěstování česneku v ekologickém systému se uvolnění, při aplikaci 730kg na 1 ha močůvky (kde množství obsaženého N je 2,847kg), se uvolní 0,06822 kg N₂O na 1 ha.

Při aplikaci minerálních hnojiv v konvenčním pěstování česneku, kdy na 1ha aplikujeme 90kg N, se uvolní 1,86919 N₂O z 1 ha.

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

5. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

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

Anonym 1 (2013): Učebnice chemie. Oxid uhličitý CO₂. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupné z WWW:

http://www.ucebnicechemie.wz.cz/index.php?sloucenina=oxid_uhlicity

Anonym 2, (2013): Přízemní ozon O₃. [online]. 2013 [citováno 21. 1. 2013].

Dostupné z WWW: (<http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/223-prizemni-ozon-o3>).

Anonym 3 (2013):IPPC. [online]. 2012 [citováno 28. 11. 2012]. Dostupné z

WWW: https://www.ipcc.ch/publications_and_data/publications_and_data.shtml

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

Bellarby, J., Foereid, B., Hastings, A., Smith, P. (2008): Cool Farming: Climate impacts of agriculture and mitigation potential. Greenpeace International.

Amsterdam, 44 s.

Cahynová M.:(2012): Klimatické změny v historii Země a jejich příčiny - „Je současné oteplování výjimečné?“ Ústav fyziky atmosféry AV ČR, [online]. 2012 [citováno 28. 11. 2012]. Dostupné z WWW

http://www.ufa.cas.cz/html/meteo/lide/prezentace/Cahynova_5_11.pdf, [cit. 8.2. 2013]

ČSN EN ISO 14040 (2006): Environmentální management - Posuzování životního cyklu – Zásady a osnova, ČNI, Praha.

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

Consoli, (1993): Guidelines for life-cycle assessment: 'A Code of Practise', SETAC, Brusel.

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

De Klein, C., a kol. (2006): N₂O emissions from managed soils, and CO₂ emissions managed from lime and urea applications [online]. 2013 [citováno 12. 2. 2013]. Dostupné z WWW:
http://www.ipccnggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_11_Ch11_N2O&CO2.pdf

Dong H., a kol. (2006): Volume 10 - Emissions from livestock and manure management, In: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Dolejší, V. (2010): Posuzování environmentálních dopadů mytí nádobí v automatické myčce a konvenčním způsobem pomocí metody LCA. Diplomová práce. Praha, VŠCHT, fakulta technologie ochrany prostředí, 94 s.

Fava, J., Pomper, S. (1997): Life-Cycle Critical Review! Does It Work?, Int. J. LCA, 145-153.

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

Haighová, Ch. (2007): 100 NEJ potravin pro imunitu. Slovart, Praha. ISBN: 978-80-7391-011-2. 128 s.

- Houghton, J., (1998): Globální oteplování, Úvod do studia změn klimatu a prostředí. Praha 1998, ISBN: 80-200-0636-2, 228 s.
- Houghton, J., (1995): Global Warming: The Complete Briefing. Lion Publishing, Oxford.
- Houghton, J. T., Jenkins, G. J., Ephraums, J. J., (1990): Climate Change: The IPCC Scientific Assessment. Cambridge, New York, Port Chester, Port Chester, Melbourne, Sydney, Cambridge University Press, 365s.
- Houghton, J. a kol., (1996): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 572 s.
- Hradil a kol. (2000): Česká biozahrada. Zelenina a ovoce bez chemie. Svaz ekologických zemědělců PRO-BIO. Praha. ISBN: 80-86179-46-X 186 s.
- Hyšper, R. (2011): Environmentální zátěž při produkci a zpracování potravinářské pšenice a výrobě chleba. Diplomová práce. ČB, Zemědělská fakulta. JCU. 72 s.
- Janda, F. (2012): Kvalitní český česnek od pěstitele. [online]. 2013 [citováno 15. 3. 2013]. Dostupný z WWW: <http://www.cesnekodpestitele.cz/>
- Jarušková, R. (2009): Dovoz biopotravin do České republiky. Brno,. Diplomová práce. Masarykova univerzita. 122s.
- Judl, J. (2010): Životního cyklu systémů osobní dopravy. Diplomová práce. Praha, VŠCHT, fakulta technologie ochrany prostředí, 83 s.
- Kalač, P., a kol. (2010): Chemie životního prostředí. Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-232-8, 171 s.

- Kalvová, J., Moldan, B., (1996): Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Univerzita Karlova, Vydavatelství Karolinum, 161 str.
- Kočí, V., (2010): Posuzování životního cyklu – Life cycle assessment, Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, 2010, ISBN 978-80-86832-42-5.
- Kočí, V. (2010 a): Příručka základních informací o posuzování životního cyklu: VŠCHT, Praha, 2010, 27 s.
- Kočí, V. (2009): Posuzování životního cyklu – Life cycle assessment LCA. Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, 263 s.
- Kopec, K., a kol. (2008): Zahradnické rostlinné produkty a lesní plody. In: Prugar J. a kol.: Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarský a sladařský, a.s. – Kvasný průmysl. Praha, 206-237 s., ISBN 978-80-86576-28-2
- Konvička, O. (1998): Česnek – *Allium sativum* L. (základy biologie a pěstování, obsahové látky a léčivé účinky. Těšínská tiskárna a.s. Olomouc. ISBN 80-238-1928-3. 167 s.
- Konvalina, P., a kol. (2007): Zahradnictví (pěstování polní zeleniny v ekologickém zemědělství). Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. ISBN: 978-80-7394-032-4. 53 s.
- Kozák, J. (2013): Šlechtění česneku Ing. Jan Kozák. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupný z WWW: <http://www.k-cesnek.cz/>
- Leggett, J. (1992): Nebezpečí oteplování. Academia Praha, 360 s.

Malich, J., (2012): Vypěstujte si vlastní česnek, je tu čas výsadby. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupné z WWW: <http://abecedazahrady.dama.cz/clanek/vypestujte-si-vlastni-cesnek-je-tu-cas-vysadby>

Malý, I. a kol. (1998): Polní zelinářství. Agrostroj Těšnov. Praha. 196 s.

Moldan, Bedřich.: Podmaněná příroda, Karolinum 2009

Metelka, L; Tolasz, R. (2009): Klimatické změny: fakta bez mýtů. Praha. Univerzita Karlova, 2009. 35 s.

Moudrý, J., a kol. (2007): Ekologické zemědělství. Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-046-1. 219 s.

Moudrý, J., jr. a kol. (2010): Pěstitelské technologie a emise CO₂. Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013].

Dostupné z WWW:

http://orgprints.org/21013/1/clanek_PESTITELSKTE_TECHNOLOGIE_A_EMISE_def.pdf

Moudrý, J., jr., a kol (2011): Emisní zátěž při pěstování a zpracování pšenice. Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupný z WWW: http://orgprints.org/21008/1/Moudr%C3%BD_-_Emisn%C3%AD_z%C3%A1t%C4%9B%C5%BE_p%C5%99i_p%C4%9Bstov%C3%A1n%C3%AD_a_zpraco%C3%A1n%C3%AD_p%C5%A1enice.pdf

Nátr, L. (2006): Země jako skleník - Proč se bát CO₂. Academia Praha, 143 s.

Nátr, L. (2005): Rozvoj trvale neudržitelný. Karolinum Praha, 102 s.

Nemešová, I., Pretel, J., (1998): Skleníkový efekt a životní prostředí. Podstata, rizika, možná řešení a mezinárodní souvislosti. Praha 1998, ISBN 80-7212-046-8, 76 str.

Neuerburg, W., Padel, S., (1994): Ekologické zemědělství v praxi. Nadace pro organické zemědělství FAO. Ministerstvo zemědělství ČR. Praha. 476 s.

Pavela, R., (2006): Rostlinné insekticidy: hubíme hmyz bez chemie. Grada Publishing, 2006. ISBN: 80-24-1019-6. 75 s

Petříková, K. a kol. (2006): Zelenina (pěstování-ekonomika-prodej). Profi Press, s.r.o. Praha. ISBN 80-86726-20-7. 240 s.

Pitřha, J., Poledne, R., a kol., (2009): Zdravá výživa. Fórum zdravé výživy. ISBN: 978-80-247-2488. 144 s.

Pretel, J. (2012): Ekologie Hospodárnost: Současná realita globální změny klimatu. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupné z WWW: <http://www.pro-energy.cz/clanky3/3.pdf>

Pretel, J., a kol. (2001): Třetí národní sdělení České republiky, K rámcové úmluvě OSN o změně klimatu. Ministerstvo životního prostředí České republiky, Český hydrometeorologický ústav, Praha 2001, ISBN 80-7212-195-2, 124 s.

Prugar, J., a kol. (2008): Kvalita rostlinných produktů na prahu 3. Tisíciletí. Výzkumný ústav pivovarnický a sladařský, a.s. Praha. ISBN: 978-80-86576-28-2. 327 s.

Pulkrábek, J., Caupouchová, I., a kol. (2003): Speciální fyto technika. ČZU v Praze. ISBN 80-213-1020-0. 190 s.

Rázgová, E. (1999): Ekologická stopa. Vesmír 78 (8), s. 445

Remtová, K. (1996): Trvale udržitelný rozvoj a strategie ochrany životního prostředí. Ministerstvo ŽP ČR Praha, 95 s.

Remtová, K.; Příbylová, M.: Využití metody LCA v České republice: Porovnání životního cyklu výrobku Praha: VŠE Praha, 2001. 79p.

Rychlíková, B. (1994): Průmysl a životní prostředí. Ostravská univerzita, 1994. ISBN: 80-7042-076-6, 133 s.

Smith, P., a kol. (2007): Agriculture. In Climate Change (2007): Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [B. Metz, O.R. Davidson, P.R. Bosch, R. Dave, L.A. Meyer (eds)], Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. Available at http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/final_pdfs_ar4/Chapter08.pdf

Stach, J.,(1995): Základní agrotechnika. Osevní postupy. Jihočeská univerzita v ČB. Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-117-6. 99 s.

Staňková-Krohnová, M. (2012): Bylinky pro děti a maminky. Grada Publishing. Praha. ISBN: 978-80-47-2312-9. 264 s.

Šarapatka B., Urban, J., a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi. PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců, Šumperk. ISBN 978-80-903593-0-0, 502 s.

Sunarto, K. (2008): Vše o česneku. Je nejvyšší čas ho zasadit. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupné z WWW: http://hobby.idnes.cz/vse-o-cesneku-je-nejvyssi-cas-ho-zasadit-f0i-/hobby-zahrada.aspx?c=A081105_153331_hobby-zahrada_mot

Tichá, M., Černík, J. (2007): LCA. [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013]. Dostupné z WWW: <http://www.lca-cz.cz/zadani.html>

- Tichá, M. (2012): [online]. 2013 [citováno 15. 2. 2013].
[http://www.cenia.cz/_C12572160037AA0F.nsf/\\$pid/CPRJ772CLGL5/\\$FILE/13Ticha_LCA.pdf](http://www.cenia.cz/_C12572160037AA0F.nsf/$pid/CPRJ772CLGL5/$FILE/13Ticha_LCA.pdf)
- Tillman, M. A. (1999): Signifikance of decision-making for LCA methodology. *Environmental Impact Assessment Review*, 113-123 s.
- Tomeček, P., (2005): Hodnocení životního cyklu výrobku – černého energetického uhlí. Ostrava: Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta hornicko-geologická, 2005. 145 s.
- Trenberth, K. E. (1992): *Climate System Modeling*. Cambridge University Press, Cambridge, 1992, 788s.
- Trnková, M. (2012): Vliv selenu, zinku a kadmia na růstový vývoj česneku kuchyňského (*Allium sativum* L.) Dostupné na:
(<http://cheminfo.chemi.muni.cz/ktfch/trnkova/bfch/pdf/selen.pdf>).
- Urban, J., Šarapatka, B., a kol. (2003): *Ekologické zemědělství*. Ministerstvo životního prostředí a PRO-BIO Svaz ekologických zemědělců. ISBN: 80-7212-274-6. 280 s.
- Wackernagel, M., Rees, W. E. (1997): Perceptual and structural barriers to investing in natural capital: Economics from an ecological footprint perspective *Ecological Economy* Vol. 20, pp. 3-24.
- Weinzettel, J. (2008): Posuzování životního cyklu (LCA) a analýza vstupů a výstupů (IOA): vzájemné propojení při získávání nedostupných dat. Disertační práce. Praha, ČVUT, fakulta elektrotechnická, 151 s.
- Wong, J., (2011): *Vypěstujte si vlastní léky, snadné recepty na přírodní léčiva*. ISBN: 978-80-247-3654-9. 224 s.
- Žalud, Z. (2009): *Změna klimatu a české zemědělství – dopady a adaptace*. Mendlova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 270 s.

SEZNAM PŘÍLOH

Pěstování česneku - DOTAZNÍK

Ekologické	ano- ne
Konvenční	ano- ne

Výměra pozemku s pěstovaným česnekem

Místo v osevním postupu

Předplodina			
Následující plodina			

Příprava půdy

	Spotřeba pohonných hmot (l/ha)	Dávka kg/ha	
Podmítka			
Orba			
Vápnění			

(v případě jiné možnosti (postupů), prosím o doplnění)

Volba sadbového materiálu

Sadba vlastní

- (Postup výroby/produkce sadby)
-

Sadba kupovaná

- (Moření, ... a jiné možné postupy)
-

(v případě jiné možnosti, prosím o doplnění)

Doba výsadby

Metoda výsadby

Strojově

- (spotřeba pohonných hmot v l/ha, čím,)

Ručně

- (čím, ...)

Hustota porostu

Počet rostlin na (1 ha/ks či 1 m/ks)

Výsadba na (1 ha/kg)

Ošetření během růstu

- **Choroby, škůdci, plevely**

Mechanické ošetření porostu

- Jaké *(jednotlivě vyjmenovat prováděné vstupy)*
- Kolikrát za sezonu se ošetření provádí *(konkrétně pro všechny stupy)*
- Spotřeba pohonných hmot (l/ha) *(konkrétně pro všechny stupy)*

Chemické ošetření porostu

- Jaké *(jednotlivě vyjmenovat prováděné vstupy)*
- Kolikrát za sezonu se ošetření provádí *(konkrétně pro všechny stupy)*
- Množství aplikovaných pesticidů (l/ha, kg/ha) *(konkrétně pro všechny stupy)*

Další vstupy

	Čím? Název přípravku	Dávka (l/ha, kg/ha, t/ha)	Počet opakování v sezoně	Spotřeba pohonných hmot (l/ha)
Mulčování				
Hnojení	Hnůj			
	Močůvka			
Hnojiva	N			
	P			
	K			
Zavlažování				

(v případě jiné možnosti, prosím o doplnění)

Sklizeň

Mechanická

- Čím, kdy
- Spotřeba pohonných hmot (l/ha)
- Odvoz z pole - spotřeba pohonných hmot (l/ha)

Ručně

- Čím, kdy
- Případná spotřeba pohonných hmot
- Odvoz z pole – spotřeba pohonných hmot (l/ha)

Výnos

- **EZ**
- **KZ**

Posklizňová úprava půdy

Úprava	Spotřeba pohonných hmot (l/ha)	

Posklizňová úprava česneku

Úprava	Spotřeba el. energie kWh	Časová náročnost	Spotřeba pohonných hmot (l/ha)	Počet opakování

V jaké podobě česnek produkuje?

Př. Pro přímý konzum, pro průmyslové zpracování, sušený?

Poznámky: