

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH
BUDĚJOVICÍCH**

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Agroekologie

Katedra: Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií

Vedoucí katedry: prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Environmentální dopady produkce vajec z hlediska produkce
skleníkových plynů

Vedoucí diplomové práce: Ing. Jan Moudrý, Ph.D.

Autor diplomové práce: Bc. Václav Kalkuš

České Budějovice, duben 2013

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
Fakulta zemědělská
Akademický rok: 2011/2012

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

Jméno a příjmení: **Bc. Václav KALKUŠ**
Osobní číslo: **Z11755**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Agroekologie**
Název tématu: **Environmentální dopady produkce vajec z hlediska produkce skleníkových plynů**
Zadávající katedra: **Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií**


Z á s a d y p r o v y p r a c o v á n í :

1. Vypracování úvodního shrnutí a literární rešerše na téma chov slepic a produkce skleníkových plynů.
2. Stanovení rámce pro sledování emisní zátěže v rámci chovu slepic a produkce vajec.
3. Sestavení řetězce zootechnických operací uvnitř zvoleného rámce.
4. Analýza databází EKO-INVENT a jejich využití k výpočtu emisní zátěže a zhodnocení produkce emisí během chovu vybraných druhů hospodářských zvířat.
5. Vytvoření seznamu literatury v abecedním pořadí dle ČSN.

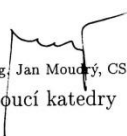
Rozsah grafických prací: **tabulky, grafy, fotografická příloha**
Rozsah pracovní zprávy: **40 stran textu vč. tabulek**
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**
Seznam odborné literatury:

Cline, W. R. (2007): **Global Warming and Agriculture: Impact Estimates by Country**, Center for Global Development and the Peterson Institute for International Economics, 98 p.
Fott, P., Pretel, J. a kol. (2003): **Národní zpráva České republiky o inventarizaci emisí skleníkových plynů**. ČHMÚ, 97 s.
Kočí, V. (2009): **Posuzování životního cyklu - Life cycle assessment LCA**. Ekomonitor spol. s r.o., Chrudim, 263 s.
Kalvová, J., Moldon, B. (1996): **Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů**. Karolinum Praha, 161 s.
Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J. jr., Kalinová, J.: **Ekologické zemědělství**. JU ZF v Č. Budějovicích, 2007, 219 s., ISBN 978-80-7394-046-1.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Moudrý, Ph.D.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Konzultant diplomové práce: **prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.**
Katedra aplikovaných rostlinných biotechnologií
Datum zadání diplomové práce: **7. února 2012**
Termín odevzdání diplomové práce: **30. dubna 2013**


Ing. Karel Suchý, Ph.D.
proděkan pověřený vedením ZF

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


prof. Ing. Jan Moudrý, CSc.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 15. března 2012

Prohlášení:

Prohlašuji, že svoji bakalářskou – diplomovou – disertační práci jsem vypracoval/a 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 bakalářské – diplomové práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích, 24. dubna 2013

.....

Bc. Václav Kalkuš

Poděkování:

Děkuji vedoucímu diplomové práce Ing. Jan Moudrý, Ph.D. za odborné a metodické vedení při zpracování zadané diplomové práce. Děkuji Ing. Zuzaně Jelínkové za poskytnuté materiály a odborné rady při výpočtech. Závěrem bych chtěl poděkovat osloveným podnikům za vstřícnost při získávání důležitých údajů k této diplomové práci.

Anotace

Studie porovnává chovy drůbeže zaměřené na produkci vajec v konvenčním a ekologickém způsobu hospodaření. Byly získány podrobné informace v daných podnicích pomocí dotazníků a poskytnuté odborné literatury. Byla sledována emisní zátěž na životní prostředí zejména při spotřebě krmiva, použité energie a z managementu statkového hnoje. Ze získaných údajů byla pomocí databáze Ecoinvent vypočtena emisní zátěž pomocí ekvivalentu CO₂.

Byly porovnány jednotlivé systémy hospodaření a vyhodnoceny jejich produkce skleníkových plynů. Cílem práce bylo zjistit, zda produkce ekologických vajec má menší vliv na životní prostředí než konvenční.

Klíčová slova

Ekologické zemědělství, konvenční zemědělství, chov drůbeže, vejce, skleníkové plyny, LCA, emisní zátěž

Annotation

The aim of the study is to compare poultry farming focused on either conventional or organic egg production. Detailed information has been gathered in particular organizations by the means of questionnaires and provided technical literature. We have concentrated on the monitoring of the emission impact on the environment, caused especially by feed material consumption, electricity consumption and farm dung management. Based on the gathered data the emission burden was calculated by the means of Ecoinvent database using CO₂ equivalent.

We have compared the individual systems of management and evaluated greenhouse gasses production. The main target of the thesis was to find out whether the production of organic eggs has smaller impact on the environment than the conventional one.

Keywords

Organic farming, conventional farming, poultry, eggs, greenhouse gases, LCA emission load

OBSAH

1. ÚVOD	- 9 -
2. LITERÁRNÍ REŠERŽE.....	- 10 -
2.1 Emise	- 10 -
2.1.1 Zdroje emisí.....	- 10 -
2.1.2 Skleníkový efekt atmosféry	- 12 -
2.1.3 Skleníkové plyny	- 13 -
2.1.4 Emise v České republice.....	- 16 -
2.1.5 Emise v zemědělství	- 16 -
2.2 Amoniak	- 18 -
2.2.1 Zdroje emisí amoniaku	- 18 -
2.2.2 Dopady na životní prostředí	- 19 -
2.2.3 Amoniak v zemědělství	- 20 -
2.2.4 Prevence a omezování znečištění životního prostředí.....	- 22 -
2.3 Chov drůbeže.....	- 23 -
2.3.1 Plemena a užitkové typy slepic	- 24 -
2.3.2 Chov slepic nosného typu a jejich požadavky na prostředí.....	- 26 -
2.3.3 Systémy ustájení nosnic	- 28 -
2.4 Ekologické zemědělství	- 31 -
2.4.1 Rozdíly mezi ekologickým a konvenčním zemědělstvím	- 32 -
2.4.2 Chov nosnic v ekologickém zemědělství	- 33 -
2.5 Analytická metoda LCA	- 35 -
2.5.1 Fáze LCA.....	- 35 -
2.5.2 Definice cílů a rozsahu studie LCA.....	- 36 -
2.5.3 Inventarizace životního cyklu.....	- 36 -
2.5.4 Hodnocení dopadů životního cyklu.....	- 37 -

2.5.5	Interpretace životního cyklu	- 38 -
3.	METODIKA.....	- 40 -
3.1	Výběr chovů nosnic v konvenčním a ekologickém zemědělstvím.....	- 40 -
3.1.1	Mavela Dynín a.s.....	- 40 -
3.1.2	Bemagro a.s.	- 40 -
3.2	Studie LCA	- 41 -
3.2.1	První fáze LCA – stanovení cílů a rozsahu	- 41 -
3.2.2	Druhá fáze LCA – inventarizační analýza.....	- 43 -
3.2.3	Fáze posuzování dopadu.....	- 54 -
3.2.4	Fáze interpretace životního cyklu.....	- 55 -
4.	VÝSLEDKY	- 56 -
4.1	Vstupní data.....	- 56 -
4.1.1	Vstupní data – krmivo	- 56 -
4.1.2	Vstupní data – energie	- 57 -
4.1.3	Vstupní data – Emise z managementu hnoje.....	- 58 -
4.2	Grafické znázornění výsledků	- 58 -
4.2.1	Zátěž životního prostředí krmivem.....	- 59 -
4.2.2	Zátěž životního prostředí z managementu statkového hnoje.....	- 61 -
4.2.3	Zátěž životního prostředí vytvořenou energií.....	- 64 -
5	DISKUZE.....	- 65 -
6	ZÁVĚR.....	- 67 -
7	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	- 68 -

1. ÚVOD

Globální změna klimatu je v dnešní době hodně diskutované téma. Změna klimatu je jedním z největších problémů, jimž lidstvo bude v nadcházejících letech čelit. Rostoucí teplota, tající ledovce a stále častější období sucha a záplavy, to vše jsou důkazy toho, že ke změně klimatu skutečně dochází. Rizika pro celou planetu a pro budoucí generace jsou kolosální a musíme naléhavě přijmout opatření.

Lidstvo již několik let řeší změny klimatu jak v jednotlivých státech, tak i v mezinárodním měřítku. Přijímají se stále větší opatření ke snížení emisí skleníkových plynů ve všech oblastech lidské činnosti v zájmu dosažení cílů, jako jsou efektivnější spotřeba a méně znečišťující energie. Společnost se snaží vytvořit čistější a vyváženější způsoby dopravy. Klade důraz na větší environmentální odpovědnost jednotlivých firem bez dopadu na jejich konkurenceschopnost. Zajišťují ekologické plánování využití půdy a vytvoření podmínek prospěšných výzkumu a inovacím.

Zemědělství je jedním z významných producentů skleníkových plynů zejména pak při chovu hospodářských zvířat. Pro zjišťování kde přesně vzniká největší produkce skleníkových plynů, je třeba rozdělit zemědělství na jednotlivé technologické procesy a sledovat množství vyprodukovaných emisí.

Tato práce se zabývá chovem drůbeže zaměřeným na produkci vajec v konvenčním a ekologickém zemědělství. Sledováním jednotlivých procesů v chovech dokážeme získat údaje, které nám slouží k vyčíslení emisní zátěže v daných podnicích.

Dnešní konzumenti mají dnes na výběr z velmi mnoha druhů výrobků a záleží jen a jen na nich, zda si vyberou výrobky s menší emisní zátěží, čímž podpoří životní prostředí, nebo zvolí výrobky, které vedou ke zvyšování oxidu uhličitého.

Cílem studie je zjistit jak produkce vajec ovlivňuje množství skleníkových plynů. Odpovědět na otázku zda je pro životní prostředí vhodnější konvenční nebo ekologický způsob hospodaření.

2. LITERÁRNÍ REŠERŽE

2.1 Emise

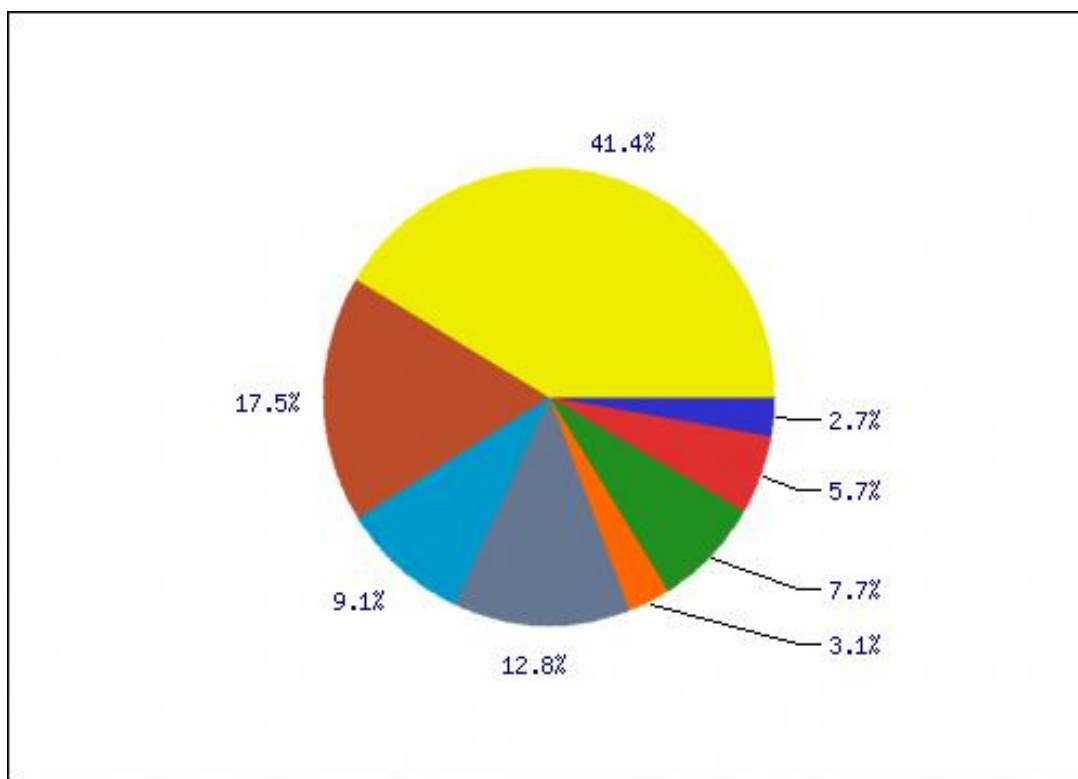
Z obecného hlediska může jít o jakékoli vypouštění (látek, vibrací, záření, tepla, zvuku) ze zařízení do vnějšího prostoru. V životním prostředí se tento pojem nejčastěji používá pro látky vypouštěné do ovzduší. Množství emisí se udává v hmotnostních nebo objemových jednotkách vypouštěné škodlivé látky za určitou dobu, většinou za rok. Emise je třeba rozlišovat od imisí, což jsou látky, na které se emise přemění po svém vypouštění do ovzduší v důsledku reakce s dalšími v ovzduší přítomnými látkami. Často mohou vzniknout látky ještě škodlivější. Množství imisí se udává v koncentračních jednotkách, např. v mikronech na kubický metr vzduchu (**Anonym 1, 2012**).

2.1.1 Zdroje emisí

Téměř při každé lidské činnosti dochází k vývinu škodlivých látek, které unikají do ovzduší. Jejich zdroje jsou velmi různorodé a lze je klasifikovat z různých hledisek, při čemž jsou zohledněny faktory, jako je množství, vliv na okolí, lokalita či výška vypouštění, technologie, při níž vznikají apod. Jednoznačně lze konstatovat že, u velkých energetických zdrojů znečištění byl v poslední době učiněn značný pokrok. Velké zdroje znečištění byly odprášeny a odsířeny, řízený proces spalování se velmi zkvalitnil, důraz je kladen nejen na ekonomický provoz, ale rovněž na ekologický provoz (**Anonym 2, 2012**).

K emisím patří: oxidy uhlíku, dusíku, síry; uhlovodíky – zejména metan; výfukové plyny – včetně těžkých kovů (olovo, rtuť atd.); popílek či prach. Dříve problematické freony dnes nahrazují látky vznikající nejen jako produkty chladírenského sektoru, ale např. také sloučeniny spojené s výrobou plochých televizních obrazovek. Jednotlivé sektory v České republice znázorňuje graf č. 2.1. Ve vyspělých zemích existují emisní limity, které nám vyjadřují nejvyšší přípustné množství znečišťujících látek vypouštěných ze zdroje do atmosféry (**Anonym 3, 2012**).

Graf č. 2.1: Podíl sektorů na celkových emisích skleníkových plynů v ČR [%]



Legenda:

Energetika – stacionární zdroje – energetický průmysl	Energetika – fugitivní emise
Energetika – stacionární zdroje – zpracovatelský průmysl	Průmyslové procesy
Energetika – stacionární zdroje – služby, domácnosti atd.	Zemědělství
Energetika – mobilní zdroje	Odpady

(Anonym 4, 2012)

2.1.2 Skleníkový efekt atmosféry

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, K. E., 1992**). Některé plyny, ačkoli jsou v zemské atmosféře přítomny v malých nebo dokonce stopových množstvích, jsou téměř propustné pro sluneční záření, silně však absorbují dlouhovlnnou radiaci vyřazovanou zemským povrchem a emitují ji jak zpět k povrchu země, tak do kosmického prostoru. Jde zejména o vodní páru, oxid uhličitý, metan, ozon, oxid dusný, freony. Tyto radiačně aktivní plyny se také nazývají skleníkové plyny, protože působí jako clona pro tepelnou radiaci zemského povrchu a zvyšují tak jeho teplotu.

Energie vyřazovaná určitým povrchem závisí podle Stefan-Boltzmannova zákona na jeho teplotě a vyzařovací schopnosti. Budeme-li předpokládat, že povrch absorbuje dlouhovlnnou radiaci téměř beze zbytku, a podobá se tudíž tzv. absolutně černému tělesu, pak aby tento povrch vyzářil 235 W/m², musel by mít teplotu cca -19 °C (**Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A, Maskell, K. (eds), 1996**). Tuto teplotu nazýváme efektivní radiační teplotu Země. Efektivní radiační teplota země je mnohem nižší, než teplota pozorovaná v blízkosti zemského povrchu, kde je globální roční průměr teploty přibližně 15 °C. Kdyby neexistovala zemská atmosféra, byla by teplota zemského povrchu velmi blízká zmiňovaným -19 °C a země by byla patrně zmrzlou planetou bez života. Dnešní, pro život příznivá, průměrná teplota zemského povrchu je důsledkem skleníkového efektu atmosféry, skutečnosti, že atmosféra je téměř transparentním prostředím pro procházející sluneční radiaci, a naopak značně nepropustným prostředím pro dlouhovlnnou radiaci zemského povrchu. Zemský povrch, který v globálním průměru absorbuje téměř polovinu sluneční radiace dopadajícím na horní hranici atmosféry, se stává zdrojem tepla a pro spodní atmosféru, ve které teplota s výškou v průměru klesá až do výše 10-15 km. Vertikální teplotní gradient v troposféře je roven přibližně 6,5 °C/km. Efektivní radiační teplota Země, -19 °C, je tak ve středních zeměpisných šířkách pozorována a ve výšce asi 5 km nad zemským povrchem.

Skleníkový efekt atmosféry zvyšují oblaka, která rovněž absorbují a emitují dlouhovlnnou radiaci, Na druhé straně však také odrážejí krátkovlnnou sluneční

radiaci, která tak uniká do kosmu, což může vést k ochlazení zemského povrchu. Který efekt převládne, závisí především na výšce oblaků, jejich složení, pokrytí oblohy, geografické oblasti. I když se v současnosti v globálním měřítku oba efekty vyrovnávají, výsledkem přítomnosti oblaků v atmosféře je spíše slabé ochlazení zemského povrchu (**Kalvová, J., Moldan, B., 1996**).

Mezivládní výbor pro změny klimatu (IPCC/Intergovernmental Panel on Climate Change) upozornil, že na základě posledních vědeckých důkazů bude k vytrvalému oteplování docházet také ve 21. století, přičemž za uplynulých sto let bylo nejteplejších posledních dvacet let. Arktický led se ztenčuje, hladiny moří se zvyšují a profily vodních srážek se mění. Současné důkazy svědčí o tom, že hlavní příčinou těchto změn byl významný nárůst výskytu skleníkových plynů v posledních 50 letech. IPCC varuje, že jestliže nedojde ke stabilizaci skleníkových plynů, svět by mohl být vážně ohrožen nebezpečným vodním stresem ve vyprahlých oblastech, sníženou zemědělskou produkcí, zvýšením onemocnění přenášených bacilonosiči, záplavami a sesuvy půdy (**Pecková, 2004**).

2.1.3 Skleníkové plyny

Vodní pára

Hlavním skleníkovým plynem je vodní pára (H₂O), která odpovídá přibližně za dvě třetiny přirozeného skleníkového efektu. Molekuly vody v atmosféře zachycují teplo vyzařované ze zemského povrchu a pak je dále vyzařují všemi směry, čímž se znovu ohřívá zemský povrch, než je nakonec teplo vyzářeno zpět do vesmíru. Vodní pára v atmosféře je součástí hydrologického cyklu, uzavřeného systému oběhu vody - již je na Zemi konečné množství - z oceánů a půdy do atmosféry a zpět vypařováním a transpirací, kondenzací a srážkami. Lidská činnost vodní páry do atmosféry nepřidává. Ovšem teplejší vzduch může pojmout mnohem více vlhkosti, takže rostoucí teploty změnu klimatu dále zintenzivňují (**Anonym 5, 2012**).

Oxid uhličitý

Koncentrace CO₂ v atmosféře není konstantní, v historii Země docházelo k jejím značným výkyvům. Podrobnější sledování změn koncentrace CO₂ v čase umožnila analýza vzorků ledu odebraných při vrtech na stanici Vostok v Antarktidě. Na základě těchto vzorků můžeme sledovat nejen změny koncentrace CO₂, ale také

za posledních 2200 000 let, na kterém jsou zároveň uvedeny změny koncentrace metanu. Za povšimnutí stojí vysoká korelace teplotních změn se změnami koncentrací obou stopových plynů v atmosféře. **(Kalvová, J., Moldan, B., 1996).**

Značné množství CO₂ se uvolňuje při mikrobiálním rozkladu nebo spalování rostlinného odpadu a půdní organické hmoty **(Smith, 2004).**

Metan

Druhým nejdůležitějším skleníkovým plynem pro zvýšený skleníkový efekt je metan (CH₄). Od počátku průmyslové revoluce se atmosférické koncentrace metanu zdvojnásobily a přispěly téměř 20 % k zesílení účinku skleníkových plynů. V industrializovaných zemích představuje metan obvykle 15 % emisí skleníkových plynů. Metan produkují převážně bakterie, které se živí organickým materiálem za nedostatku kyslíku. Uvolňuje se proto z různých přírodních a člověkem ovlivňovaných zdrojů, přičemž emise způsobené člověkem představují většinu jeho emisí. Přírodními zdroji jsou mokřiny, termity a oceány. Mezi lidmi ovlivněné zdroje patří těžba a spalování fosilních paliv, chov dobytka (dobytek konzumuje rostliny, které fermentují v žaludku, a poté vydechuje metan, který je obsažen i v hnoji), pěstování rýže (zaplavená rýžoviště produkují metan, protože se organické látky v půdě rozkládají bez dostatečného přísunu kyslíku) a skládky (zde se opět rozkládá organický odpad bez dostatečného přístupu kyslíku) **(Anonym 5, 2012).**

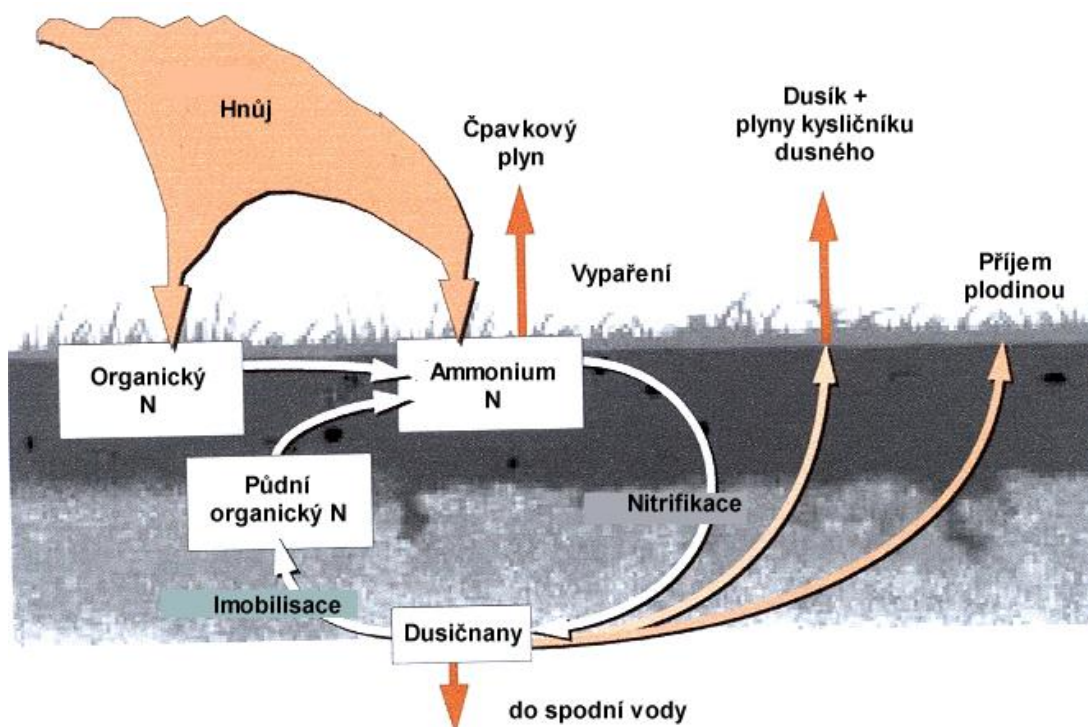
Oxid dusný

Oxid dusný (azooxid, N₂O) byl identifikován jako látka poškozující stratosférickou ozónovou vrstvu. Díky své relativní chemické stálosti (150 let) se dostává až do stratosféry, kde je fotochemicky oxidován na oxid dusnatý (NO), který spolu s freony přispívá k vyčerpávání ozónové vrstvy. Oxid dusný se také významně podílí na skleníkovém efektu. Ačkoliv se vyskytuje v atmosféře v řádově nižších koncentracích než oxid uhličitý (koncentrace CO₂ je 356 ppm, zatímco současná koncentrace N₂O je 311 ppb), jeho absorpční schopnost vyjádřená jako GWP (Global Warming Potential) je 310krát vyšší než CO₂. Odhaduje se, že celkový vliv N₂O představuje asi 6 % antropogenního příspěvku ke skleníkovému efektu **(Pérez-Ramírez J., Kapteijn F., Schöffel K., Moulijn J. A., (2003).**

Oxid dusný vzniká ve chvíli, kdy se dusík dostane do kontaktu s kyslíkem. Chov zvířat produkuje enormní množství dusíku, který může dát vzniknout oxidu

dusnému, jak nám to ukazuje obrázek č. 2.1 koloběh dusíku. Celkově se hospodářská zvířata podílí dvěma třetinami na všech emisích oxidu dusného způsobených lidskou aktivitou (**Holm a Jokkala, 2009**).

Obrázek č. 2.1: Koloběh dusíku



(Havlíček a kol., 2007)

Fluorované skleníkové plyny

Jsou to jediné skleníkové plyny, které se nevyskytují přirozeně, ale byly vyvinuty člověkem pro průmyslové účely. Jejich podíl na emisích skleníkových plynů z industrializovaných zemí je okolo 1,5 %. Jsou ale mimořádně výkonné - mohou zachycovat teplo až 22 000krát účinněji než CO_2 - a mohou v atmosféře zůstat tisíce let.

Mezi fluorované skleníkové plyny patří fluorované uhlovodíky (HFC), které se používají k chlazení a mražení včetně klimatizací, fluorid sírový (SF_6), který se používá například v elektronickém průmyslu, a perfluoruhlovodíky (PFC), které se uvolňují při výrobě hliníku a používají se rovněž v elektronickém průmyslu. Pravděpodobně nejznámějšími z těchto plynů jsou chlorofluoruhlovodíky (CFC),

které nejenže patří mezi fluorované skleníkové plyny, ale také narušují ozónovou vrstvu (**Anonym 5, 2012**).

2.1.4 Emise v České republice

Česká republika patří mezi špičky evropských producentů amoniaku. Jeho nebezpečí spočívá zejména v uvolňování dusíku do životního prostředí, protože se rozpouští v dešťových srážkách. Přispívá tak například ke zvyšování kyselosti půdy nebo tzv. eutrofizaci vod. Následně se ve vodě množí sinice a řasy, které u citlivějších jedinců vyvolávají zdravotní problémy, jako je ekzém, kašel i další dýchací potíže.

Česká republika je v rámci evropské pětadvacítky na pátém místě v celkových emisích amoniaku. V přepočtu pak dostaneme hodnotu 0,64 kg škodlivého plynu na osobu a rok, což nás staví ještě o stupínek výše na nelichotivém žebříčku. Na vině je především velmi intenzivní české zemědělství, jelikož 74 % emisí amoniaku vzniká z rozkladu lidské a zvířecí močoviny. Je nasnadě, že většina exhalací pochází z intenzivních velkochovů, kde je vysoká koncentrace živočichů.

Znečišťovatelé jsou povinni hlásit úniky amoniaku do ovzduší do tzv. Integrovaného registru znečišťování, pokud přesahují 10 000 kg ročně (**Anonym 7, 2012**).

Pro emise platí v České republice různé limity, některé z nich jsou dány tuzemskými vyhláškami a zákonnými předpisy, jiné vyplývají z mezinárodních závazků (např. Kjótský protokol). Emisní limity se týkají nejrozličnějších zdrojů znečištění. Např. emisní limity pro velké a střední spalovací zdroje jsou stanoveny pro tyto látky: oxid siřičitý, oxidy dusíku, oxid uhelnatý, organické látky (spalování dřeva a biomasy) a tuhé znečišťující látky. Emisní limity mají často finanční dopad nejen na provozovatele zdrojů znečištění, ale i veřejnost (např. otázka zdražování automobilů) (**Anonym 3, 2012**).

2.1.5 Emise v zemědělství

Zemědělství uvolňuje do atmosféry značné množství CO₂, CH₄ a N₂O (**Paustian a kol., 2004**).

Průmyslový chov hospodářských zvířat je bez pochyby jedním z nejvýznamnějších producentů emisí skleníkových plynů. Podle odhadů 9 %

celkového množství emisí oxidu uhličitého zapříčiněných lidskou činností pochází z chovu zvířat (**Holm, Jokkala 2009**). CO₂ ovšem není jediným skleníkovým plynem, za který jsou chovy hospodářských zvířat odpovědné. Do atmosféry se díky nim totiž uvolňuje v menším množství také metan, který má ale na globální oteplování 23 krát větší vliv nežli kysličník uhličitý.

Ve skutečnosti produkují hospodářská zvířata a jejich výkaly až 10 % skleníkových plynů, které přispívají ke globálnímu oteplování. Oxid uhličitý, který produkuje průmyslová živočišná výroba, pochází z používání fosilních paliv, rajský plyn (oxid dusný) z hnojiv a metan z hnoje. Na znečištění ovzduší mají také významný vliv emise čpavku z dobytčích, drůbežích a prasečích farem. V roce 1995 vypočítal Silsoe Research Institute, že 95 % z 850 000 tun produkce metanu ze živočišné výroby Velké Británie pochází z kvašení výkalů dobytka a ovcí a 5 % z hnoje a kejdy. Jedna třetina z 18 000 tun vyprodukovaného rajského plynu pochází ze skladovaného hnoje. Odhaduje se, že živočišné farmy ve Velké Británii zodpovídají za 39 % emisí čpavku (**Pecková, 2004**).

Zemědělství je nejvýznamnějším producentem amoniaku (kolem 95 %). Kromě toho je i producentem skleníkových plynů (metanu, oxidu uhličitého a oxidu dusného) jak lze vidět v tabulce č. 2.1. Zmíněné plyny jsou produkovány chovem hospodářských zvířat, nakládáním a používáním organického odpadu a kompostováním (**Anonym 10, 2012**)

Tabulka č. 2.1: Odhad globální emise N₂O ze živočišné produkce (%)

Podle zdroje	Pasoucí se zvířata	41
	Nepřímé zdroje	27
	Skladované exkrementy	19
	Hnojení exkrementy	10
	Spalování hnoje	3
Podle oblastí	Rozvojové země	60

	Rozvinuté	40
Podle druhu zvířat	Skot bez produkce mléka	44
	Mléčný skot	16
	Ovce	12
	Prasata	9
	Drůbež	6

(Oenema a Tamminga, 2005)

2.2 Amoniak

V čistém stavu za normálních podmínek je amoniak bezbarvý plyn (teplota varu za normálních podmínek činí $-33,5\text{ }^{\circ}\text{C}$.) s typickým čpícím štiplavým zápachem. Je zásaditý, dráždivý a žíravý. Hustotou $0,77\text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ je zhruba o polovinu lehčí než vzduch. Muže být skladován za zvýšeného tlaku v kapalném stavu. Jeho rozpustnost ve vodě je výborná ($540\text{ g}\cdot\text{l}^{-1}$ při teplotě $0\text{ }^{\circ}\text{C}$). Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí. Má silné korozivní účinky vůči kovům, zejména vůči slitinám mědi. V případě vysokých úniků hrozí nebezpečí výbuchu. Tento stav nastane v případě poměru amoniak/vzduch – 1:2, či více ve prospěch kyslíku (**Havlíček a kol., 2007**).

2.2.1 Zdroje emisí amoniaku

Hlavní podíl na celkových emisích amoniaku do atmosféry představuje rozklad lidských i zvířecích biologických odpadů (uvádí se až 74 %), protože suchozemští živočichové se zbavují dusíku vylučováním močoviny, ze které je následně činností mikroorganismu amoniak uvolňován. Ostatní antropogenní zdroje se podílejí na celkových emisích jen menším dílem. Patří mezi ně zejména:

- výroba kyseliny dusičné;
- výroba hnojiv, výbušnin a některá další odvětví (farmaceutický průmysl, petrochemie);
- splaškové odpadní vody;
- odpadní vody za tepelného zpracování uhlí a galvanického pokovování;

- používání dusíkatých hnojiv;
- průmyslové chlazení, výroba ledu;
- rozklad rostlinného odpadu, odpadní vody ze zemědělských výrob.

Amoniak se v malé míře vyskytuje v cigaretovém kouři a je v minimálním množství emitován i životními projevy člověka a živočichu (vydechování, pocení) **(Anonym 11, 2012)**.

2.2.2 Dopady na životní prostředí

Amoniak je velice toxický pro vodní organismy, zejména pro ryby, proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Toxické koncentrace amoniaku mohou být uvolňovány rozkladem chlévské mrvy, kejdy a odpadu z chovů zvířat **(Havlíček a kol., 2007)**.

Rovněž rostliny mohou být negativně zasaženy, pokud jsou vystaveny vyšším koncentracím amoniaku jak v ovzduší, tak ve vodě. Ve vodách s dostatečným obsahem kyslíku je amoniak nitrifikačními bakteriemi oxidován na dusičnany, které jsou pro vodní organismy toxické podstatně méně.

V půdách se přirozeně vyskytuje amoniak zejména ve formě amonného iontu. Amoniakální forma dusíku je přitom klíčovým zdrojem dusíku pro rostliny. Z tohoto důvodu se aplikují dusíkatá průmyslová hnojiva, ze kterých se však do podzemních vod uvolňují dusičnany. Podzemní vody pak mohou být nevhodné pro využití člověkem, resp. s jejich využitím jsou spojeny vysoké náklady na čištění a odstranění dusičnanů. Přítomnost dusičnanů (původem přímo z hnojiv či bakteriální oxidací amoniaku) rovněž zvyšuje kyselost půd s negativními důsledky.

Kyselost zemin je zvyšována i depozicí pocházející z ovzduší. Amoniak tvoří relativně stabilní soli se sírany a dusičnany (pocházejícími z kyselých plynů SO_2 , SO_3 a NO_x), které jsou v atmosféře přítomny. Takové soli jsou potom ve srovnání s kyselými plyny a samotným amoniakem podstatně ochotněji a rychleji z atmosféry uvolněny ve formě dešťů či spadu a dostávají se tak do půd. Přestože je tedy amoniak sám o sobě zásaditou látkou, podílí se na kyselých depozicích. Je rovněž jedním z původců fotochemického smogu vyskytujícího se především ve městech **(Anonym 11, 2012)**.

Amoniak ve větších koncentracích dráždí především sliznice očí, horní cesty dýchací a plíce, ztěžuje ventilaci plic a zhoršuje choroby dýchacích cest. Z výkalů se v objektech uvolňuje pomalu a jeho koncentrace je závislá na celé řadě přímých i nepřímých faktorů (teplota, vlhkost vzduchu, ventilační výkon, množství zvířat, kvalita podestýlky a složení krmiva (hrubé bílkoviny) ovlivňují celkové množství uvolněného amoniaku.

Atmosférický amoniak (NH_3) patří v přirozených ekosystémech společně s oxidem siřičitým (SO_2) a oxidy dusíku (NO_x) k hlavním původcům acidifikace (okyselení) a eutrofizace. Tu je možno chápat jako obohacování vod o živiny, zejména o dusík a fosfor. **(Havlíček a kol., 2007).**

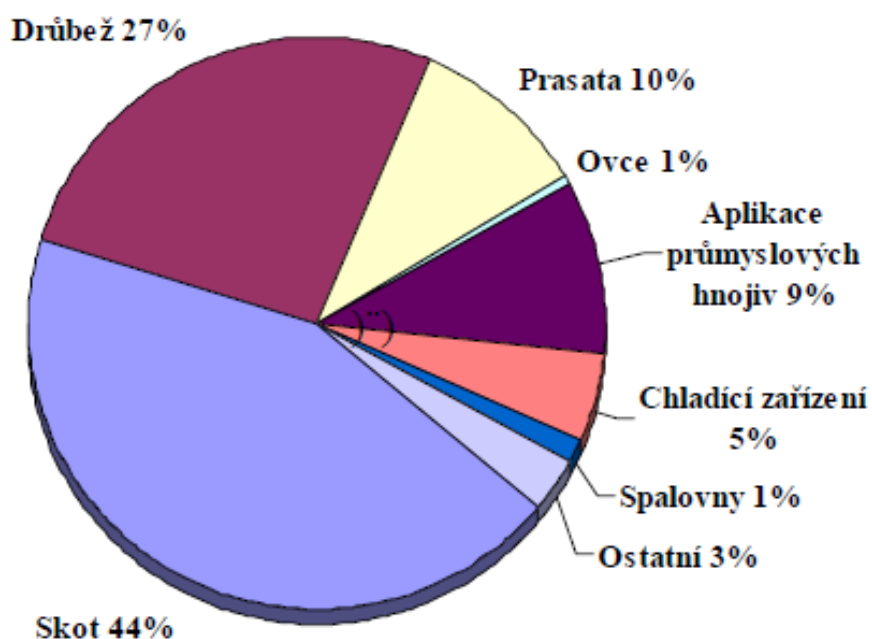
2.2.3 Amoniak v zemědělství

Zemědělské zdroje patří mezi největší producenty emisí amoniaku v celosvětovém měřítku, proto se v posledních letech stalo prioritou u těchto ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší, jak jsou zákonem o ovzduší kategorizované, tyto emise snižovat vhodnými technicky a ekonomicky nenáročnými způsoby, které jsou provozovatelem realizovatelné.

Odhaduje se, že ve světovém měřítku se ročně vyprodukuje 22 – 35 mil. tun amoniaku. Z tohoto množství připadá 90 % na zemědělství, 8 % na přírodní zdroje a jenom 2 % na průmysl a spalování fosilních paliv jak lze vidět v grafu č. 2.2.

Amoniak vzniká především rozkladem močoviny nebo kyseliny močové v exkrementech zvířat. Na tomto rozkladném procesu má významný podíl enzym ureáza (amidohydroláza), kterou produkují hlavně některé fekální mikroorganismy, za vzniku amoniaku a bikarbonátových iontů. Ureáza může být obsažena i v některých krmivech – např. semena luštěnin a jejich zkrmováním obohacovat exkrementy zvířat. Omezením působení ureázy v exkrementech lze významně omezit a zpomalit rozklad močoviny a snížit tak produkci amoniaku. Pro komplexnost je nutno vidět výchozí stav exkrementů, jejichž složení (zastoupení dusíkatých látek) je odvislé již od využitelnosti dusíkatých látek krmné dávky. **(Havlíček a kol., 2007).**

Graf č. 2.2: Podíl jednotlivých zdrojů na celkových emisích amoniaku



(Battley a kol., 1994)

V České republice se pohybuje roční hodnota emise amoniaku mezi 70 - 80 tis. tun., přičemž se za hlavní zdroje amoniaku považují chovy skotu a drůbeže.

Přehled procesů, s možnostmi jejich ovlivnění je uveden v tabulce č. 2.2. Vždy je třeba mít na paměti konkrétní druh zvířete, neboť i zde existují podstatné rozdíly. Například v moči prasete, která je součástí kejdy, představuje dusík močoviny více než 95 % celkového dusíku. Jako výsledek činnosti mikrobiální ureázy, může být tato močovina rychle přeměněna na těkavý amoniak. Anorganický dusík výkalů se uvolňuje různými mechanismy – nitrifikace, denitrifikace, vyluhování do vod, těkavost (Havlíček a kol., 2007).

Tabulka č. 2.2: Schematický přehled procesů a faktorů začleněných do uvolňování amoniaku ze stáji

Procesy	Složky dusíku a místo výskytu	Ovlivňující faktory
1. Produkce výkalů	Kyselina močová (70 %) + nestravitelné bílkoviny (30 %)	Zvířata a krmivo

2. Rozklad	Čpavek/amonium v hnoji	Podmínky procesu (hnůj): T, pH, A _w
3. Vypařování, těkavost	Amoniak ve vzduchu	Podmínky procesu a místní klimat
4. Větrání	Amoniak v ustájení drůbeže	Místní klima (vzduch); teplota; relativní vlhkost; rychlost proudění vzduchu
5. Emise	Amoniak v životním prostředí	Čištění vzduchu

T: teplota, pH: kyselosti; A_w: činnost vody

(European commission, 2003)

Tvorba plynných látek v ustájení zvířat také ovlivňuje kvalitu vnitřního vzduchu a může ovlivnit zdraví zvířat a vytvořit nezdravé pracovní podmínky pro farmáře. Množství plynných látek v objektech je tedy omezeno na maximální koncentrace. Např. úroveň amoniaku v ustájecích systémech pro prasata je omezena na 25 ppm a v ustájení pro nosnice a brojlerky je dlouhodobá úroveň 15 ppm pokládána za metatoxickou především v prvních dvou týdnech života. V chovech králíků je pak koncentrace nad 15 ppm hodnocena jako kritická.

Dalším významným faktorem s místním významem, který je do určité míry v zemědělských zařízeních spjat s množstvím uvolňovaného amoniaku je zápach. Vztah mezi množstvím uvolňovaného amoniaku a zápachem se v mnoha případech posuzuje v úzké korelaci. Amoniak se na celkovém zápachu podílí pouze z části. Předpokládá se, že obtížný zápach vzniká také odpařováním mastných kyselin z hnoje.

Dále amoniak škodí v samotných chovech zvířat, kde jeho zvýšená koncentrace negativně ovlivňuje zdraví zvířat a lidí a prokazatelně snižuje užitek chovaných zvířat (Havlíček a kol., 2007).

2.2.4 Prevence a omezování znečištění životního prostředí

Členské země EU řeší ochranu životního prostředí jako celek. Byla přijata směrnice Rady 96/61/ES upravená od 1. 1. 2008 v kodifikovaném znění 2008/1/ES o integrované prevenci a omezování znečištění. Týká se všech států EU 27 bez rozdílu. Účelem této směrnice je docílit integrované prevence a omezování znečištění

vznikajícího v důsledku činností (např. zařízení intenzivního chovu drůbeže, mající prostor pro více než 40 000 kusů drůbeže). Směrnice stanoví opatření, která mají vyloučit anebo pokud to není možné, snížit emise do ovzduší, vody, půdy, včetně opatření týkající se odpadu, v zájmu dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku. V ČR je dále tato problematika řešena zákonem č. 25/2008 SB., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí (účinnost od 12. 2. 2008). Úplné znění potom přináší zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a omezování znečištění (IPPC – „Integrate Pollution Prevention and Control“) s účinností od 1. 1. 2003.

Podstatou tohoto zákona je dosáhnout maximální možné prevence znečišťování všech složek životního prostředí a zabezpečit tak plnou slučitelnost právního řádu České republiky v této oblasti ochrany životního prostředí s právem Evropského společenství (**Ledvinka a kol., 2009**).

2.3 Chov drůbeže

Drůbeží jsou označovány všechny druhy hospodářsky významných domácích ptáků, kteří se využívají pro produkci potravin a dalších produktů (**Ledvinka a kol., 2009**).

Chov drůbeže patří mezi základní chovy hospodářských zvířat, jehož úkolem je výroba kvalitních bílkovinných produktů, které jsou důležitou složkou zdravé výživy. Produkce drůbežního masa, hlavně kuřecího, zaujala druhé místo z celkové produkce masa hospodářských zvířat ve světě, a to po mase vepřovém. Také světová produkce vajec jde stále nahoru a stejně tak i jejich spotřeba. Význam chovu drůbeže souvisí i s tím, že první výzkumy v chovu zvířat byly dělány na drůbeži (slepice), především v oblasti výživy zvířat. To souviselo s krátkým generačním intervalem, vysokou užitkovostí, velikostí zvířat, která mají malé nároky na krmivo, chovný prostor, chov není vázán na půdu.

Chov drůbeže zahrnuje poměrně velké množství chovaných druhů. Je to zejména chov slepic, na který připadá největší podíl z drůbežnické výroby. Hlavními produkty chovu slepic jsou vejce a maso. Pro produkci masa a vajec se využívají dva užitkové typy, nosný a masný. Nosný typ slepic je šlechtěn na snášku v různých systémech ustájení. V chovu se používají užitkoví hybridy vyšlechtění z některých

plemen jako leghornka bílá, rodajlendka červená. Masný typ slepic je zaměřen na produkci násadových vajec, ze kterých se líhnou kuřata k výkrmu.

Chov drůbeže se ve vyspělých zemích realizuje převážně v intenzivních podmínkách. Z hlediska ustájení se v řadě zemí uplatňuje tzv. welfare, který respektuje životní pohodu zvířat a vychází z přirozeného druhového chování zvířat. Určitou alternativou produkce masa a vajec je ekologický chov, který má být realizován za přesně definovaných podmínek (**Ledvinka a kol., 2011**).

2.3.1 Plemena a užitkové typy slepic

Z hlediska původu se předpokládá, že domácí slepice vznikla ze 4 podruhů: kur bankivský (*Gallus gallus bankiva*), kur cejlonský (*Gallus lafayetti*), kur šedý (*Gallus sonnerati*) a kur zelený (*Gallus varius*). Většinou se ale uvádí původ kura domácího od kura bankivského. Důvodem je například shodné zbarvení s některými plemeny, snadné vytváření barevných rázů a jednoduché křížení s kulturními plemeny. Vyskytuje se především v oblasti Indočíny, Malajsie a Indonésie.

Kur byl domestikován ve 4. tisíciletí před n. l. Během chovu bylo vytvořené velké množství plemen. Čistokrevná plemena jsou v současné době zdrojem genetických vlastností využívaných ve šlechtění. Z čistokrevných plemen slepic měla rozhodující význam při šlechtění a tvorbě hybridních slepic dnes chovaných pouze některá plemena: leghornka bílá, rodajlendka, červená, rodajlendka bílá, hempršírka, plymutka žíhaná, plymutka bílá a kornýš bílý (**Holoubek a kol., 2000**).

Nosný typ slepic

V rámci nosného typu slepic se chovají vícelinioví užitkoví hybridy vyšlechtění na vysokou vaječnou užitkovost. Šlechtěním vznikly dvě skupiny hybridů, bělovaječní a hnědovaječní. Rozdíl mezi oběma typy souvisí s genetickým založením. Bělovaječné nosnice jsou lehké a stavbou těla připomínají plemeno slepic leghornka bílá, základní plemeno použité pro vyšlechtění tohoto typu slepic. Bělovaječní hybridy mají nižší živou hmotnost, se kterou souvisí i nižší spotřeba krmiva, ale mají vyšší požadavky na podmínky chovu. Z hlediska užitkovosti dosahují bělovaječní užitkoví hybridy vyšší snášky při použití krmných směsí s vyšším obsahem N – látek, ale nemají vysoké nároky na obsah ME. Slepice snášející hnědá vejce mají většinou vyšší živou hmotnost. Těžší barevní hybridy někdy připomínají rodajlendku červenou, která byla použita při jejich šlechtění.

Hnědovaječné nosnice jsou odolnější proti stresu, mají vyšší požadavky na obsah Ca v krmivu. Bělovaječné a hnědovaječné nosnice mají za snáškový cyklus podobnou užitkovost, 18 – 20 kg vaječné hmoty, liší se však dílčí ukazatele, jakými je tato produkce dosahována.

V současné době se v Evropě chovají zejména hnědovaječné nosnice. Podíl hnědovaječných hybridů z celkového stavu nosnic chovaných na produkci vajec je přes 90%. Z hnědovaječných užitkových typů je nejvíce rozšířen Hisex hnědý, ISA hnědá, Bovans hnědý, Dominant hnědý, Lohmann hnědý a Moravia BSL. Zastoupení bělovaječných užitkových hybridů v chovech slepic je menší. Bělovaječné slepice se chovají především v USA a na Arabském poloostrově, kde na jejich chov připadá přes 90%. Shaver Starcross 288, Lohmann LSL a Hisex bílý (**Ledvinka a kol., 2011**).

Vzhledem k vyhraněné specializaci se u nosného typu využívají k chovu pouze kuřičky, které se pro užitkové chovy sexují v líhních. Jednodenní kohoutci se po sexování utratí, protože jejich výkrm je neekonomický. Kohoutci se odchovávají pouze ve šlechtitelských a rozmnožovacích chovech. Vysexované jednodenní kuřičky se odchovávají do pohlavní dospělosti ve specializovaných odchovnách. Kvalita odchovu rozhoduje o užitkovosti nosnic v období snášky (**Holoubek a kol., 2000**).

Masný typ slepic

Účelem chovu slepic masného typu je produkce násadových vajec k líhnutí brojlerových kuřat určených k výkrmu. Pro masný typ slepic je charakteristická vyšší živá hmotnost, vysoká intenzita růstu a velmi dobře vyvinuté svalstvo hrudních a dolních končetin. Masný typ slepic vyžaduje odlišný způsob chovu a krmnou techniku než nosný typ. Náklady na vejce jsou výrazně vyšší, což je dáno nižší snáškou, krátkým snáškovým cyklem a vyšší spotřebou krmiva.

Podobně jako u nosného typu slepic, tak i u masného typu slepic se využívá především hybridních slepic. Výhodou užitkových hybridů slepic masného typu ve srovnání s čistými plemeny je vyšší intenzita růstu při spotřebě krmiva a lepším osvalení. Finální hybridy masného typu jsou 2-4 linií kříženci. Genetický základ většiny hybridů tvoří plemena plymutka bílá v mateřské pozici a kornýš bílý v pozici otcovské (**Holoubek a kol., 2000**).

Slepice masného typu se běžně chovají v halách na podestýlce. Na 1 m² podlahové plochy se umísťuje 7 kusů včetně kohoutů. Oplozenost vajec je značně závislá na správném poměru pohlaví. U masného typu je to 1 kohout na 8 - 10 slesc (1: 8 - 10). V hale musí být dostatečný počet snáškových hnízd, kdy jedno snáškové hnízdo je max. pro 4 nosnice. Hnízda se umísťují 50 – 55 cm nad podestýlkou. K vybavení haly patří hřady (**Ledvinka a kol., 2009**).

Nejčastější organizace odchovu a chovu je taková, že se do haly naskladňují jednodenní kuřice a zůstávají zde po celou dobu odchovu i chovu. Hala se rozděluje na menší oddělení po 300 – 500 kusech (**Holoubek a kol., 2000**).

2.3.2 Chov slesc nosného typu a jejich požadavky na prostředí

Účelem chovu slesc nosného typu je produkce konzumních vajec. Odchované kuřice se přemísťují z odchovny do snáškových hal přibližně 10 – 12 dnů před snesením 1. vejce, tj. ve věku 15 – 17 týdnů v závislosti na užitkovém hybridu. Pro úspěšný chov je třeba respektovat požadavky zvířat na podmínky prostředí (**Holoubek a kol., 2000**).

Teplota

Teplota ovlivňuje počet snesených vajec, jejich hmotnost a spotřebu krmiva. Optimální teplota pro snášku je 20 – 22 °C. Při vyšších teplotách nad 25 °C se výrazně snižuje spotřeba krmiva, zvyšuje se příjem vody, klesá hmotnost vejce a pevnost skořápky. Počet snesených vajec se snižuje při teplotě nad 30 °C. Vysoká teplota nad 40 °C vede u slesc ke zvýšení tělesné teploty a úhynu. Snáška klesá i při teplotě pod 10 °C, kdy se sice zvýší spotřeba krmiva, ale jeho energie je využívána na udržení tělesné teploty. K výraznému snížení počtu vajec dochází při teplotě 5 °C (**Holoubek a kol., 2000**).

Relativní vlhkost

Relativní vlhkost je nutno posuzovat vždy ke vztahu k teplotě (vlhkost nikdy nesmí klesnout pod 50 %). Při nízké vlhkosti dochází k vysušování sliznic, zvětšení příjmu vody a zmenšení příjmu krmiva, vlhkost by neměla přesáhnout 75 % (dochází k zvlhnutí peří a tím porušení termoregulace, zvýšenému uvolňování škodlivých plynů z trusu a vzniku dýchacích onemocnění) (**Anonym 12, 2012**).

Výměna a složení vzduchu

Výměna a složení vzduchu musí odpovídat požadavkům. Dostatečná výměna je nezbytná pro vysokou užitkovost a dobrý zdravotní stav. V letním období by měla výměna vzduchu činit přibližně 3,5 – 5,5 m³ za hodinu na 1 kg živé hmotnosti a v zimě 0,9 – 2 m³. Proudění vzduchu by se mělo pohybovat v rozmezí 0,3 – 0,5 m.s⁻¹, při vysokých teplotách může být rychlost proudění vzduchu do 2 m.s⁻¹. Zvýšená rychlost proudění vzduchu má příznivý účinek pouze při vysokých teplotách, protože umožňuje větší výdej tepla. Nemělo by docházet k průvanu, který zvyšuje prašnost **(Holoubek a kol., 2000)**.

Škodlivé plyny, oxid uhličitý, čpavek a sirovodík

Škodlivé plyny, oxid uhličitý, čpavek a sirovodík by neměli přesáhnout stanovené hranice. Obsah CO₂ nesmí přesáhnout 0,25%, NH₃ 0,001% a H₂S 0,001%. Obsah prachových částí ve vzduchu by neměl být vyšší než 2%. Čpavek v nadlimitních koncentracích snižuje snášku, příjem krmiva, intenzitu dýchání a produkci CO₂. Čpavek se uvolňuje zejména z trusu. Sirovodík vzniká rozkladem organických látek, jeho obsah se zvyšuje při vyšší vlhkosti. Zdrojem oxidu uhličitého je v hale vydýchaný vzduch slepicemi a také trus, kde vzniká biologickými procesy. Nosnice vydýchá přibližně 0,6 – 0,7 l CO₂ za hodinu na 1 kg živé hmotnosti **(Holoubek a kol., 2000)**.

Světelný režim

Nosnicím se prodlužuje délka světla, protože snáška je stimulována délkou světleného dne. Proto při přirozeném světelném dnu snášejí slepice nejvíce na jaře. Minimální délka světelného dne pro nosnice je 14 hodin, maximálně pak 17 hodin, nad tuto délku se snáška nezvyšuje a prodlužovat světelný den je neekonomické.

V intenzivních chovech slepic se z hlediska délky světla používají různé světlené režimy. U chovaných zvířat jsou to nejčastěji konvenční světelní režimy, stálý a postupně prodlužující se. Při stálém neboli konstantním režimu se slepicím svítí po celou dobu snášky 14 – 17 hodin. V praxi se spíše osvědčil postupně se prodlužující světelný den, kdy se od přemístění kuřic do snáškových hal prodlužuje délka světleného dne o 15 – 20 minut týdně až na délku 16 – 17 hodin **(Holoubek a kol., 2000)**.

Intenzita světla

Aktivita nosnic se zvyšuje se zvyšující intenzitou světla, což vede ke zhoršení stavu opeření a zvyšuje riziko ozobávání. Životaschopnost v období produkce bude lepší, pokud intenzita světla na hale bude nižší (**Anonym 13, 2012**).

Intenzita světla nemá tak významný vliv na snášku jako délka světleného dne. V období snášky by měla být intenzita světla 5 – 10 luxů. Vyšší intenzita světla může někdy zvýšit agresivitu a kanibalismus. Při poklesu intenzity světla pod 3 lx dochází ke snížení snášky (**Holoubek a kol., 2000**).

Výživa a technika krmení

Vliv výživy na snášku je velmi důležitý (důležité jsou převážně dusíkaté látky a složení jednotlivých aminokyselin, metabolizovatelná energie, vápník, fosfor a mikroprvky, vitaminy A, D, E). V první fázi jsou, pro dosažení největší snášky, nejdůležitější dusíkaté látky (aminokyseliny lyzin, metionin), s věkem klesají požadavky na obsah dusíkatých látek a zvyšují se požadavky na obsah metabolizovatelné energie, zvyšuje se potřeba vápníku; krmná směs by měla obsahovat: 15,5 % dusíkatých látek, 3,5 % vápníku a její metabolizovatelná energie by měla být 12 MJ (**Anonym 12, 2012**).

Potřeba krmné směsi s věkem nosnice narůstá z přibližně 95 g na kus a den ve 20 týdnech věku na 120 g okolo 40. týdne (**Holoubek a kol., 2000**).

Vápník potřebný pro tvorbu vejce je z 60 – 70 % uhrazován přímo z krmiva, zbytek je čerpán z kostí. Vysoké dávky vápníku v krmivu však mohou negativně ovlivňovat jeho vstřebávání.

Při odchovu kuřic není kladen důraz na dosažení maximálního přírůstku živé hmotnosti, ale na dosažení pohlavní dospělosti v odpovídajícím věku. Zároveň je žádoucí vytvoření většího tělesného rámce, který umožňuje optimální rozvoj všech orgánů potřebných pro produkci vajec. Správné krmení je spolu se světelným režimem nejdůležitějším faktorem ovlivňujícím věk dosažení pohlavní zralosti. Optimální věk a hmotnost kuřic se u jednotlivých hybridů může lišit, je tedy třeba je krmit dle odpovídajícího technologického postupu (**Ledvinka a kol., 2011**).

2.3.3 Systémy ustájení nosnic

V současné době je možné chovat nosnice v následujících systémech ustájení:

- klecové chovy - obohacené klecové systémy
- alternativní chovy: voliéry (aviary), na hluboké podestýlce, výběhové chovy, ekologické chovy

(Ledvinka a kol., 2009).

Chov nosnic v obohacených klecových systémech

Požadavky na podlahovou plochu jsou min. 750 cm²/nosnici, velikost klece min. 2000 m³, délka krmítka min. 12 cm/nosnici, 2 napáječky v kleci, výška klece 45 cm na celé ploše, sklon podlahy ne větší než 14% (8°). Požadavky na rozměry klecí uvádí tabulka č. 2.3. Vybavením klecí jsou hřady – 15 cm/nosnici, popeliště, snášková hnízda, zařízení na obrušování drápů. Tento systém ustájení umožňuje nosnicím aspoň částečné projevy biologických potřeb. Oproti neobohaceným klecovým systémům (konvenčním klecím), ve kterých je chov od 1. 1. 2011 zakázán podle Směrnice Rady Evropy 1999/74 EC, která vstoupila v platnost vstupem ČR do EU (Ledvinka a kol., 2009).

Tabulka č. 2.3: Požadavky na rozměry klecí.

Rozměry klecí			
Počet kusů drůbeže v kleci	20	40	60
Šířka (mm)	2 420	2 420	3 630
Hloubka (mm)	625	1 250	1 250
Zadní výška (mm)	450		
Přední výška (mm)	526		
Sklon podlahy klece (%)	6,75 - 12		
Plocha klece (cm ²)	15 125	30 250	45 375
Plocha pro nosnici (cm ²)	750		
Hřadovací prostor pro nosnici (cm)	15		
Krmná hrana pro nosnici (cm)	12		

(Anonym 14, 2012)

Chov nosnic ve voliérách (aviarech)

Jedná se o kombinaci klecového chovu s chovem na podestýlce. V hale jsou instalovány dvou až čtyřetážové baterie různým způsobem řešených klecových konstrukcí bez dělicích přepážek a dvířek. V uličkách mezi řadami klecí je na podlaze podestýlka umožňující hrabání a popelení. V každé etáži klecí jsou instalována krmítka (délka krmítka 10 cm/nosnici), napáječky (1 kapátková napáječka max. pro 10 nosnic), hřady (15 cm/nosnici) a snášková místa (7 nosnic/hnízdo)

Hustota osazení 18 nosnic/m² podlahové plochy haly, tj. pod 9ks/m² v každé etáži (Směrnice 74/1999 EC).

Tento systém ustájení umožňuje volný pohyb nosnic a s ním spojené biologické projevy. Etáže umožňují chovat vyšší počet slepic na m².

Ve srovnání s chovem nosnic v klecích je v tomto systému vyšší spotřeba krmiva a vyšší podíl znečištěných vajec, neboť část slepic snáší na podestýlku. Je zde také vyšší počet kanibalizmu a horší možnost optické kontroly hejna a zdravotního stavu nosnic (**Ledvinka a kol., 2009**).

Chovy v halách na podestýlce

Podestýlkou musí být kryta min. 1/3 podlahové plochy haly. Musí mít vysokou nasávací schopnost. Nejčastěji se jako stelivo používají dřevěné piliny, hobliny, popř. řezaná sláma. Podestýlka se vrství do výšky 10 – 15 cm a zůstává v hale po celou dobu chovu nosnic.

Požadavky na hustotu osazení jsou max. 9 nosnic/m² velikost skupiny do 5 000 ks. Požadavky na délku krmítka, počet napáječek, snášková hnízda a hřady jsou stejné jako u voliéroových chovů.

Srovnáme-li tento systém chovu s chovem nosnic v klecích a aviarech, je zde nižší snáška vajec, vyšší spotřeba krmiva, vyšší úhyn nosnic, vyšší podíl znečištění vajec v důsledku snášky na podestýlku. Horší zdravotní stav nosnic, jejich kontrola a též vyšší výskyt endo a ektoparazitů. Vyšší úhyn je způsoben především výskytem kanibalizmu a stresu ze sociálního složení hejna (**Ledvinka a kol., 2009**).

Tyto systémy, pokud jsou dobře vedeny, umožňují přes poměrně vysokou hustotu přirozenější způsob života. Je třeba zejména dbát na to, aby při tak velkém

množství ptáků nedocházelo k vzájemnému oklovávání. Vejce z toho typu chovu už jsou o něco dražší, již se běžně prodávají v obchodech a nesou označení „vejce od slepic chovaných na podestýlce“ (Anonym 15. 2012).

Výběhové chovy nosnic

Vybavení haly je obdobné jako při chovu nosnic na podestýlce pouze v hale. Jsou kladeny požadavky na přirozené osvětlení a větrání, hustotu osazení max. 7 – 9 nosnic/m², hřady (15 cm/nosnici), snášková hnízda (4 – 6 nosnic/hnízdo), délku krmítka 10 cm/nosnici a 1 kapátkovou napáječku pro max. 10 nosnic.

Výběh musí být oplocený, znemožňující únik nosnic a vniknutí zvířat zvenčí, součástí výběhu je zastínění jeho části před slunečním zářením a umožňující částečnou ochranu před deštěm. Maximální koncentrace 2 500 nosnic/ha (4 m²/nosnici).

Při srovnání s předchozími systémy chovu je zde nejnižší snáška, nejvyšší spotřeba krmiva, nejvyšší úhyn nosnic v důsledku kanibalizmu a stresu. V tomto systému chovu je také nejvyšší podíl znečištěných vajec. Je zde též horší kontrola zdravotního stavu a vyšší výskyt endo a ektoparazitů.

Na druhé straně tento systém umožňuje v plné míře volný pohyb nosnic a projevy všech biologických potřeb (Ledvinka a kol., 2009).

Ekologické chovy nosnic

Vybavení haly je obdobné jako u výběhových systémů a též požadavky na welfare nosnic jsou stejné. Výběhy v ekologických chovech musí být travnaté (4m²/nosnici), čehož lze docílit jen častým střídáním výběhů. Travnatý výběh mají již kuřice během odchovu, a to od 6. týdne věku. V ekologických chovech musí být též nosnice krmeny krmnými směsmi, jejich komponenty jsou produktem ekologického zemědělství.

Hodnocení užitkovosti v těchto chovech je podobné jako při výběhových chovech (Ledvinka a kol., 2009).

2.4 Ekologické zemědělství

Ekologické zemědělství představuje způsob hospodaření, jehož cílem je produkce zdravých potravin za podmínek dobrého a přirozeného hospodaření s

přírodními zdroji. Kritéria pro hospodaření v ekologickém zemědělství jsou pevně stanovena evropskou a národní legislativou (zákon č. 242/2000 Sb., o ekologickém zemědělství a novelou zákona č. 344/2011).

Podíl ekologického zemědělství je na vzestupu ve většině zemí Evropské unie. V posledních letech je znatelný růst spotřebitelské poptávky po ekologických produktech. Vývoj tohoto odvětví úzce souvisí s právními předpisy týkajícími se ekologické produkce. Ekologické zemědělství v dnešní době (k 31. 12. 2011) představuje 482 927 ha, což je 11,40 % z celkové výměry zemědělského půdního fondu ČR. Nevětší podíl půdního fondu ekologického zemědělství náleží trvalým travním porostům 82,42 %, dále orné půdě 12,29 %, 3,75 % připadá na ostatní.

Ve světě se ekologické zemědělství rozvíjí již několik desetiletí, u nás od roku 1989. Ekologickým zemědělstvím je takové zemědělské hospodaření, které dbá na životní prostředí a jeho jednotlivé složky omezením či zákazy používání látek a postupů, které zatěžují, znečišťují nebo zamořují životní prostředí nebo zvyšují rizika kontaminace potravního řetězce, a který zvýšeně dbá na vnější životní projevy a chování a na pohodu chovaných hospodářských zvířat. Základem ekologického hospodaření je zdravá půda. Půda vyživuje rostliny a je proto předpokladem i našeho zdraví. V ekologickém zemědělství se pomocí organického hnojení, pestrých osevních postupů a šetrného zpracování půdy postupně dosáhne přirozené úrodnosti půdy. Nepoužívání průmyslových hnojiv a pesticidů vede k větší rozmanitosti užitečných půdních mikroorganismů, které jsou nezbytné pro tvorbu humusu. Ekologičtí zemědělci se zříkají nejen používání průmyslových hnojiv, syntetických pesticidů, herbicidů ale i odrůd získaných cestou genového inženýrství (GMO), neboť jejich používáním dochází k nevratnému stavu snižování druhové pestrosti a tak i snížení schopnosti přežít (**Homolka a Koukolová, 2012**).

2.4.1 Rozdíly mezi ekologickým a konvenčním zemědělstvím

Podle výsledků celé řady dlouhodobých srovnávacích studií lze v porovnání ekologického a konvenčního systému hospodaření učinit následující závěry. Ekologické zemědělství (dále EZ) má více pozitivních efektů na ochranu přírodních prvků a na krajinu než zemědělství konvenční. Ekologické hospodaření podporuje vyšší biodiverzitu flóry a fauny na obhospodařovaných plochách a v okolních biotopech. Rovněž je zde vyšší diverzita pěstovaných plodin. Na ekologicky

obhospodařovaných plochách bývá zaznamenán vyšší obsah organické hmoty v půdě, větší oživení a vyšší biologická aktivita. Agroekosystém v EZ bývá více diverzifikován a spolu se způsobem obhospodařování má vyšší potenciál k ochraně půdy před erozí (kterou je ohrožena velká část zemědělských půd v EU).

Ekologický zemědělský systém vykazuje nižší nebo v nejhorším případě stejné množství vyplavovaných dusičnanů ve srovnání s konvenčním zemědělstvím. Srovnávací výzkumy dokazují v průměru až o 50 % nižší vyplavované množství

živin na hektar z EZ a tím méně přispívá k eutrofizaci.

Vzhledem k výraznému omezení užití prostředků na ochranu rostlin (pesticidních, fungicidních a dalších přípravků) je v EZ podstatně sníženo riziko

kontaminace vodních zdrojů zbytky těchto látek.

Aktuální výzkumy navíc ukazují, že v EZ mohou být až o 50 % na hektar nižší emise oxidů uhlíku. Na ekofarmách je totiž prokazatelně nižší spotřeba energie než v podnicích konvenčních (**Anonym 16, 2012**).

2.4.2 Chov nosnic v ekologickém zemědělství

Základním legislativním předpisem pro ekologický chov zvířat v Evropské unii je Nařízení Rady (EC) č. 1804/1999, které je závazné pro všechny zúčastněné subjekty v členských zemích EU. Nadto je jakýkoliv inspekční orgán oprávněn zavést místní předpisy a vyhlášky, avšak vždy v souladu s tímto nařízením. Výraz „živočišná produkce“ znamená hospodaření s domácími zvířaty (včetně hmyzu a vodních druhů zvířat). Výrobky pocházející z lovu divokých zvířat není povoleno certifikovat ani prodávat pod označením „bio“. Všechny obecné předpisy stanovené výše zmíněným nařízením jsou obecně závazné; např. i předpisy týkající se geneticky modifikovaných organismů – v ekologické živočišné produkce není povoleno používat GMO. Živočišná produkce je součástí všech ekologických systémů hospodaření. Poskytuje totiž nezbytné organické látky a živiny pro růst rostlin (**Moudrý a kol, 2007**).

Ekologický chov drůbeže může sledovat několik možných cílů. Kromě vlastní výroby konečných produktů lze za významné považovat produkované hnojivo. Z toho vyplývá dopad na zvyšování půdní úrodnosti. Pro chov drůbeže musí být vždy zajištěn dostatek prostoru pro volný pohyb. (**Moudrý a kol, 2007**).

V systému EZ jsou chovány nosnice s cílem produkce biovaječ, což tvoří přímý a pravidelný zdroj příjmů – podobně jako biomléko. Po ukončení snáškového cyklu je možno uvažovat i o patřičném zpeněžení samotných nosnic, ty je pak možno krátkodobě účelově přikrmit vhodně sestavenou energetickou dietou, a tak zlepšit kulinářské vlastnosti jateční slepice.

V ekologicky vedeném chovu nosnic však jde především o kvalitativně odlišný finální produkt, chorobná honba za rekordy ve výši snášky na nosnici zde nemá opodstatnění. Neznamena to ovšem, že chov nosnic může být neefektivní.

Za ekologický chov nosnic je možno považovat takový chov (a jeho produkty za bioprodukty), který je vázán na půdu ekologicky obhospodařovanou a chované nosnice jsou krmeny bioprodukty vypěstovanými a zpracovanými v systému EZ **(Šarapatka a kol, 2006)**.

Kapacitu drůbeže, co se týče množství snesených vaječ, není možné zvyšovat ani se snažit zlepšit trvalým nebo nadměrným osvětlením. Nicméně v případě nosných slepic je možné nahradit přírodní světlo umělým osvětlením, které jim poskytne maximálně šestnáct hodin denního světla. Poté následuje minimálně osmihodinový noční odpočinek, kdy se umělé osvětlení vypíná.

Důležité je, aby prostory k chovu drůbeže zajišťovaly splnění jejich biologických potřeb. Základními požadavky jsou přírodní světlo a větrání, k budovám sloužícím k chovu drůbeže musí příslušet i volné výběhy (jejich velikost se odvíjí od konkrétních nároků jednotlivých druhů) **(Moudrý a kol, 2007)**.

Druhy vhodné pro chov na otevřeném výběhu jsou daleko odolnější a mohou být chována pro více účelů, proto by měla být preferována. Pro systém ekologické živočišné produkce nelze za vhodné považovat hybridní plemena nosných slepic určená pro velkochovy. Mladá kuřata je možno nakupovat pouze od certifikovaných ekofarem, u nichž je prokázáno, že při chovu kuřat byly dodrženy všechny potřebné hygienické předpisy. Tato nakoupená kuřata musí pocházet z registrovaných a kontrolovaných chovů (kontrolu provádí šlechtitelské organizace). **(Moudrý a kol, 2007)**.

2.5 Analytická metoda LCA

Základní myšlenkou LCA je, že všechny ekologické zátěže spojené s produktem nebo službou musí být posouzeny, zpět na suroviny a odstraňování odpadu. Proto výraz "posuzování životního cyklu" je přesnější než německé "Ökobilanz" nebo francouzské "écobilan". Tato základní myšlenka je bezpochyby pravda, a LCA je pouze nástrojem ekologického hodnocení, který zabraňuje pozitivnímu hodnocení pro měření, která se skládá pouze v přesouvání zátěže. **(Klöpffer, W., 1997)**

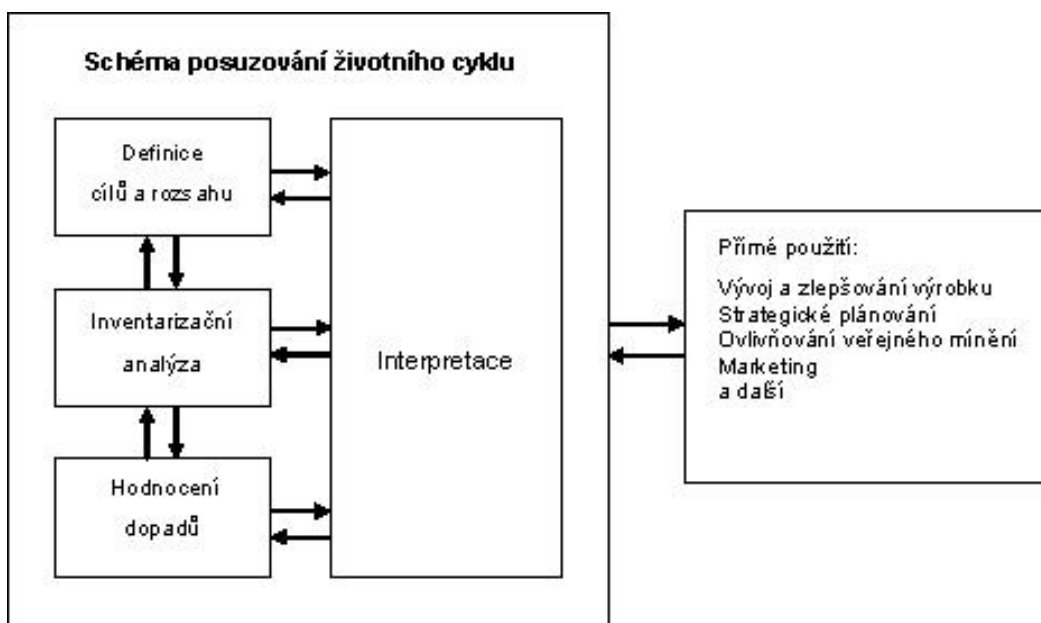
Podle **Roy a kol. (2009)** je Life Cycle Assessment (LCA) nástrojem pro hodnocení environmentálních dopadů na životní prostředí způsobených výrobky, výrobními procesy nebo činnostmi, které provázejí životního cyklus výrobku, též známá jako analýza „od kolébky do hrobu“.

Metoda LCA přistupuje k hodnocení environmentálních dopadů produktů s ohledem na jejich celý životní cyklus, zahrnuje tedy environmentální dopady produktů již od stádia získávání a výroby výchozích materiálů, přes stádium výroby samotného produktu, stádium jeho užívání až po stádium jeho odstranění, opětovného užití či recyklaci v něm použitých materiálů. Environmentální dopady produktů jsou hodnoceny na základě posouzení vlivu materiálových a energetických toků, jež sledovaný systém vyměňuje se svým okolím, tedy s životním prostředím. **(Kočí, 2009).**

2.5.1 Fáze LCA

Analytická metoda LCA popsána blíže v normách ISO 14040 **(ČNI, 2006a)** a ISO 14044 **(ČNI, 2006b)** viz tabulka č. 2.2. Sestává ze čtyř základních fází: definice cílů a rozsahu, inventarizace, hodnocení dopadů a interpretace viz tabulka č. 2.2 **(Motellová a kol., 2010).**

Obrázek. č. 2.2: Grafické znázornění vztahu mezi jednotlivými fázemi LCA analýzy.



(ČNI, 2006a)

2.5.2 Definice cílů a rozsahu studie LCA

Definice cílů a rozsahu slouží k definování, jak velká část životního cyklu produktu bude zahrnuta do hodnocení a k čemu bude hodnocení sloužit. Jsou zde popsána kritéria sloužící k porovnávání systémů a zvolený časový horizont. (Anonym 17, 2012).

2.5.3 Inventarizace životního cyklu

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).

Úkolem inventarizace je shromáždit environmentálně významné informace o zúčastněných procesech zařazených do produktového systému. Inventarizace nejprve sbírá data o jednotkových procesech, následně provádí inventarizaci vstupů a výstupů celého systému a jeho okolí. Cílem je identifikace a vyčíslení všech elementárních toků souvisejících s produktovým systémem. Inventarizační analýza je podstatou technického provádění LCA studií. Jedná se o nezbytnou součást studie,

náročnou na dostupnost dat, praktickou zkušenost s modelováním produktových systémů a v případě použití databázových nástrojů na jejich bezvadné zvládnutí a pochopení jejich funkcí.

2.5.4 Hodnocení dopadů životního cyklu

Výstupem z inventarizace je inventarizační tabulka shrnující množství do produktového systému vstupujících a z produktového systému vystupujících materiálových a energetických toků. Inventarizační tabulka nás informuje o množství spotřebovaných surovin a do prostředí vypuštěných látek, informuje nás o ekovektoru daného produktového systému. Pro zjištění skutečných environmentálních dopadů posuzovaného produktu však ekovektor není dostatečný. Ekovektory rovněž nemohou sloužit k porovnání environmentálních dopadů dvou produktů. Cílem fáze LCA s názvem hodnocení dopadů životního cyklu LCIA (angl. life cycle impact assessment) je převést ekovektory produktových systémů, tedy jednotlivá množství elementárních toků, na hodnoty jiných veličin vystihujících míru zasažení jednotlivých problémů životního prostředí. Cílem posuzování dopadu životního cyklu je měřitelně porovnat environmentální dopady produktových systémů a Významným přínosem metody LCA je vyjadřování environmentálních dopadů pomocí tak zvaných kategorií dopadu. (Kočí, 2009).

Kategorie 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. Co se tímto přenášením míní? Nežádoucí jev, kdy se sice na jednom místě snažíme životnímu prostředí určitou akcí pomoci, na jiném místě se ovšem díky této aktivitě dopouštíme poškození prostředí v jiné podobě. Jestliže kupříkladu zavedeme vytápění domů pomocí elektrické energie s cílem snížit emise z domácích kotlů, může ke kýženému snížení emisí dojít pouze zdánlivě. Elektrické topení sice při svém provozu emise do

ovzduší neuvolňuje, ale k emisím dochází při výrobě elektrické energie nutné pro jeho provoz. V takovém případě jsme pouze přesunuli environmentální problém z jedné lokality (místo vytápěného domu) do jiné lokality (místo výroby elektrické energie) nebo z jedné kategorie dopadu (vznik smogové situace v důsledku emisí SO₂ a prachových částic) do jiné kategorie dopadu (posílení skleníkového jevu emisí skleníkových plynů při výrobě elektrické energie). Výhodou metody LCA je schopnost identifikovat právě toto nežádoucí geografické přesouvání problému z místa na místo a přenesení problému z jedné kategorie do druhé (Kočí, 2010).

2.5.5 Interpretace životního cyklu

Výstupem LCA studie bývá velké množství různých hodnot, ať již z inventarizace či z hodnocení dopadů životního cyklu. Významným úkolem pro autora studie je setřídění těchto dat a jejich vhodná a srozumitelná interpretace. Jelikož forma prezentace dat často jejich význam ovlivňuje, stala se interpretace životního cyklu nedílnou částí studií LCA a získala jistá pravidla. Na obecné rovině se interpretace LCA sestává z následujících okruhů činností:

- strukturalizace dat s ohledem na nejvýznamnější procesy či skupiny procesů a na nejvýznamnější látky;
- provedení analýz citlivosti a zhodnocení nejistot studie;
- diskuse nad smysluplností dat ve vztahu k úplnosti studie a kvalitě vstupních dat;
- závěrečné shrnutí a formulace realistických doporučení, shrnutých do následujících kroků:
 1. identifikace významných zjištění (angl. significant issue);
 2. hodnocení (angl. evaluation);
 3. formulace závěrů a doporučení.

Ačkoli je interpretace čtvrtá a závěrečná fáze LCA, podílí se iterativním způsobem i na fázích předešlých. Na základě poznatků shrnutých v interpretaci LCA totiž dochází ke vzniku nových požadavků na další upřesnění studie. Výstupy z interpretace či hodnocení dopadů si často vyžadují doplnění nebo změny v předchozích fázích zpracovávání studie LCA.

Během inventarizační fáze a fáze posuzování dopadů byly zákonitě provedeny určité odhady, předpoklady a rozhodnutí, jak v studii pokračovat. Byla přijata určitá zjednodušení či aproximace. Všechny tyto předpoklady musí být zahrnuty do fáze interpretace a vždy musí být stavěny vedle prezentace výsledků. **(Kočí, 2009).**

3. METODIKA

3.1 Výběr chovů nosnic v konvenčním a ekologickém zemědělstvím

S ohledem na vytyčené cíle diplomové práce byly vybrány dvě farmy nacházející se v jižních Čechách. První farma Mavela Dynín a.s. hospodaří v konvenčním zemědělství a druhá farma Bemagro a.s. v ekologickém.

3.1.1 Mavela Dynín a.s.

Konvenční zemědělství provozuje farma „Mavela Dynín a.s.“. Podnik má rozdělenou produkci na dvě provozovny. První provozovna se nachází v obci Dolní Bukovsko, kde se chovají kuřice ve třech halách o kapacitě 112 000 kuřic. Kuřice jsou umístěny v klecích. Hala je vybavena, kromě klecí, hřebenovou ventilací a plynovým topením. Zde jsou kuřice chovány do 16 týdne a poté jsou převáženy do provozovny v Dyníně. V areálu Dynín je situováno sídlo společnosti, středisko chovu slepic, třídírna vajec, sklad s expedicí vajec a podniková prodejna. Distribuce vajec pro ně z velké části zajišťuje společnost Zlatá vejce a. s.

3.1.2 Bemagro a.s.

Ekologický způsob hospodaření preferuje farma Bemagro a.s. Chov drůbeže probíhá na Selském dvoře v malé vesničce Meziříčí poblíž Malont. V Bemagru jsou využívány principy biodynamického zemědělství, které vedou k celkové harmonizaci společnosti i jejího okolí, k ozdravování půdy, rostlin, zvířat a tím kvalitnější produkci potravin. Farma není vybavena klimatizací, dopravníky krmení ani systémy na úklid výkalů jak lze vidět na obrázku č. 3.1. Vše je zde zajišťováno rukama člověka. Distribuce vajec probíhá prodejem přímo ze dvora, nebo je dováží do Českých Budějovic.

Obrázek č. 3.1 Hřady v podniku Bemagro



(Václav Kalkuš 10. 3. 2013)

3.2 Studie LCA

Tato práce není komplexní studií LCA, zabývá se pouze jednou dopadovou kategorií – změnou klimatu, vlivem skleníkových plynů, které jsou ve výsledku vyjádřeny kilogramy ekvivalentu oxidu uhličitého (Kg CO₂e) Autor si je vědom jistého zjednodušení.

3.2.1 První fáze LCA – stanovení cílů a rozsahu

Cílem diplomová práce bylo popsat proces produkce vajec a jejich následný dopad na životní prostředí vlivem produkce skleníkových plynů. Práce si klade za cíl zjistit, zda má nižší environmentální zátěž ekologický či konvenční produkt v závislosti na množství vyprodukovaných vajec. Jako cílová skupina byli vybráni konzumenti, kteří mohou při koupi vyjádřit své preference k environmentálně šetrnější variantě.

Funkční jednotka

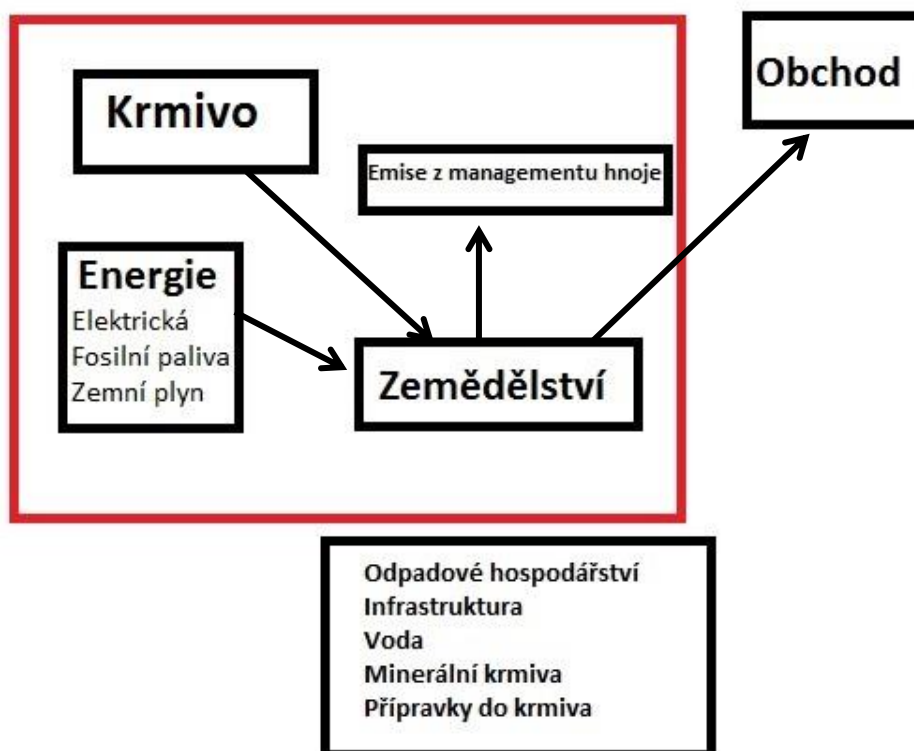
Funkční jednotkou bylo zvoleno 1 vajíčko.

Hranice systému

Do produkčního cyklu jsou zahrnuty vybrané vstupy v rámci stanoveného rámce pro produkci drůbeže v České republice. Tyto vstupy jsou pohonné hmoty, energie, krmivo viz Obrázek č. 3.2. Pro kompletní krmné směsi bylo zjištěno jejich průměrné složení a na základě množství jednotlivých komodit byly zařazeny do hodnocení. Nezapočítávají se minerální krmiva, přísady do krmiv, léčivé přípravky - předpokládáme, že emise oxidu uhličitého budou vlivem jejich malé spotřeby minimální.

Množství spotřebované vody v chovu drůbeže nebylo taktéž zahrnuto do výpočtu. Hlavním produktem při chovu nosnic jsou vejce, ale zároveň získáváme i vedlejší produkt exkrementy.

Obrázek č. 3.2: Hranice systému



Kvalita dat

Geografický rozsah: Primární údaje se týkají České republiky, sekundární data byla získána z evropské databáze Ecoinvent.

Časový horizont: Primární údaje byly zjištěny v letech 2012 – 2013 a sekundární data v letech 2000 - 2013.

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

Alokace

V diplomové práci byla provedena ekonomická alokace, která je nejvhodnější pro zemědělství. Alokace je založena na tržní ceně a množství produktu. Na naší funkční jednotku připadla alokace 91% v konvenčním zemědělství a 94% v ekologickém zemědělství.

3.2.2 Druhá fáze LCA – inventarizační analýza

Sběr dat

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

Primární data

Sběr privátních dat probíhal přímo na farmách dotazy na zootechničky. Tato získaná data se týkala především aktuálního stavu chovu, technologických postupů, informacích o složení krmiva a utvoření celkových procesů s kuřicemi a nosnicemi. Další data byla získána poskytnutými kontakty na techniky, kteří se starali o servis a funkčnost veškeré mechanizace. Mechanizace byla zjištěna pouze v konvenčním podniku. V ekologickém chovu je využit pouze lidský faktor.

Sekundární data

Z důvodu neposkytnutí přesných údajů na ekologické farmě, bylo užito odborné literatury o ekologickém zemědělství.

Popis vstupů a výstupů

Do výpočtu byla zahrnuta data z předřazených procesů, mezi které patří emisní zátěž výroby elektrické energie, pohonných hmot, zemního plynu a výroba

surovin (pšenice, kukuřice, sója, ječmen). Tyto informace nebyly získávány sběrem primárních dat, ale byla využita databáze Ecoinvent.

Procesy výrobního systému

Data týkající se systémových procesů byla získávána pomocí dotazů na farmě, interview, případně byla doplněna z odborné literatury.

Technologie chovu nosnic u konvenčního zemědělství v podniku Mavela Dynín

Chov kuřic v Dolním Bukovsku

Životní cyklus nosnice v podniku Mavela Dynín a.s. začíná nákupem jednodenních kuřiček. Před naskladnění kuřic musí být hala důkladně vyčištěna a předeštěna na 34 °C . Po naskladnění se teplota postupně snižuje. Teplota v hale je závislá na relativní vlhkosti. V této provozovně chovají kuřice po dobu 16 týdnů. Data o chovu kuřic, z kterých bylo vycházeno při výpočtech emisní zátěže nám udává tabulka č. 3. 1.

Halové požadavky a technologie

Vyprodukované energie v konvenčním zemědělství znázorňuje tabulka č. 3.6.

Vytápění haly

Haly jsou vytápěny plynovými topidly JET MASTER NGL-80. Každá hala je vybavena dvěma topidly, která vyhřívají prostor pro 54 tisíc kuřic. Spotřeba plynových topidel je 7,7 m³/h zemního plynu. **(Kovobel, 2012)**

Při výpočtu emisní zátěže vykazovala spotřeba plynu vysoké hodnoty vzhledem k ostatním zdrojům. Plynové topidla se užívají pouze u kuřic.

Výměna vzduchu

Cirkulace vzduchu v hale je zajišťována tzv. hřebenovou ventilací. K udržení správné teploty a vlhkosti vzduchu se používá automatika. Vzduch je vyváděn axiálními ventilátory skrze střešní hřebeny ven. Pro výměnu vzduchu jsou ve stěnách haly umístěny větrací otvory, které se otvírají automaticky dle potřeby. Na jednu halu připadne 6 kusů ventilátorů se spotřebou 0,53 kWh na ventilátor.

Osvětlení

Světelný režim při chovu kuřic je velmi důležitý. Při naskladnění kuřic do hal je světelný den nastaven na 23 hodin. Délka dne je zkracována až na 8 hodin. Zároveň je též důležité intenzita svícení, která je přesně stanovená dle technologického postupu. Pro svícení se užívají klasické žárovky, u kterých lze regulovat svítivost. Průměrná spotřeba na jednu kuřici je 6,45 kWh za období 16 týdnů.

Zásobování krmivem a vodou

Zásobování je zajišťováno krmnými řetězy, které jsou plněny ze sila umístěného vně haly. Množství krmiva je přesně staveno dle věku kuřic, chovaného plemene a především na zkušenostech chovatele. Přesné údaje o krmné dávce zobrazuje tabulka č. 3. 3.

Napájení kuřic probíhá pomocí kapátek „Top a Top“ s odkapávací miskou viz Obrázek č. 3.3. Průtok kapátka se pohybuje kolem 80 – 90 ml/min. Na jedno kapátko připadá až 15 ks kuřic.

Obrázek. č. 3.3: Kapátko „Top a Top“ s odkapávací miskou



(Václav Kalkuš, 2. 3. 2013)

Převoz kuřic, vykládka

Po dosažení 16 týdne věku jsou kuřice převáženy do druhé provozovny v Dyníně, kde začíná jejich produkční věk.

Doprava je zajišťována nákladním automobilem s kapacitou 2400 tisíc kuřic. Kuřice jsou umístěny v kontejnerech pro 120. Po přepočtu průměrné spotřeby automobilu a změřením vzdálenosti mezi provozovnami byla získána spotřeba nafty na jednu trasu 2,805 l. Spotřebu bylo nutné přepočítat na funkční jednotku, tedy vydělit počtem kuřic na automobilu a následně počtem vyprodukovaných vajec. Výsledek spotřeby nafty na jedno vejce uvádím v kapitole Výsledky.

Vykládka probíhá pomocí vysokozdvížného vozíku pro převoz celých kontejnerů přímo k obohacným klecím. Výpočet spotřeby nafty byl vytvořen podobně jako u automobilu. Vkládání kuřic do klecí probíhá ručně.

Chov nosnic Dynín

V provozovně Dynín se nachází sídlo firmy Mavela a.s., středisko chovu nosnic, třídírna, sklad s expedicí a podniková prodejna. Data získaná na provozovně Dynín jsou znázorněna v tabulce č. 3.2.

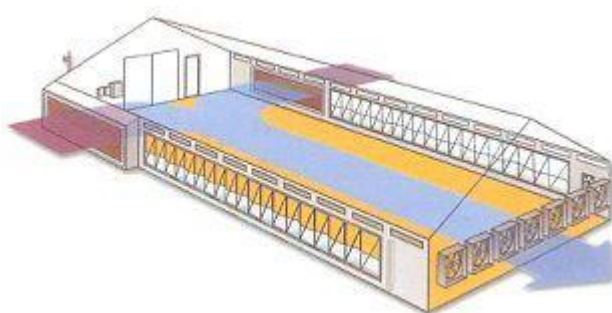
Halové požadavky a technologie

Jednotlivé části technologie jsou ovládány centrálním ovládacím panelem. Toto zařízení, v plné konfiguraci, umožňuje plně automatizovaný provoz. Vyprodukované energie v konvenčním zemědělství znázorňuje tabulka č. 3.6.

Výměna vzduchu

Při chovu nosnic je odvětrávání jedním z nejdůležitějších procesů. Při změně teploty a vlhkosti se může značně změnit intenzita snášky což je v konvenčním zemědělství nepřijatelné. Proto je na odvětrání brán velký důraz. Je řízeno automatickou ventilací, které dle snímacích čidel reguluje mikroklima na hale. V případě výpadku elektrické energie je podnik vybaven vlastním diesellovým agregátem. Rozmístění ventilátorů na hale je znázorněno na obrázku č. 3.4. Cirkulace vzduch. **(Kovobel, 2012)**

Obrázek. č. 3. 4: Cirkulace vzduch



(Big dutchman-Systémy nasávání vzduchu)

Osvětlení

Světelný režim je nastaven na 16 hodin denně. Je zde využito spořivých žárovek. Na jednu spořivou žárovku připadne 5 nosnic.

Zásobování krmním- krmný řetěz

Každá baterie klecí je osazena jedním zásobníkem krmiva, do kterého je krmivo automaticky doplňováno z venkovních zásobníků pomocí spirálovitého dopravníku. Ve výši krmných okruhů jednotlivých etáží prochází zásobníkem žlábek, ve kterém je speciální řetěz, kterým je krmivo dopravováno do klecí po celé délce baterie. Krmný řetěz je poháněn jedním motorem, umístěným v přední části haly. Pro individuální počet etáží je použit individuální počet motorů. (Kovobel, 2012)

- Technická Data

- Výkon motoru 1,1 kW
- Rychlost krmného řetězu 12 m/min

Napájecí zařízení

Napájení slepic je zajišťováno kapátkovými napáječkami plně vyhovujícími zoo veterinárním požadavkům. Potrubí s namontovanými kapátky jsou umístěny ve středu baterie. Pod napájecí trubkou je umístěn odkapový žlábek, který zachycuje odstřík napáječek. Požadovaný tlak vody v napájecím potrubí zajišťuje tlakový regulátor, nebo vyrovnávací nádržka. (Kovobel, 2012)

- Technická data

- 2 ks napáječek na klec

- Průtok kapátka 50ml/min
- 10 nosnic na jedno kapátko

Obohacené klece

Jednotlivé klece tvoří bočnice, přední díly, dvířka, dna a dělicí příčky. Díly klecí jsou vyrobeny z odporově svařovaného pletiva. Stavebnicová konstrukce klecí umožňuje sestavit víceetážové baterii.

- Části klece

- Hnízdo - oddělený prostor pro snášku vajec
- Popeliště – umožňuje klovení a hrabání
- Hřady – pro hřadování slepic
- Prostředky pro zkracování drápů

Zařízení pro odkliz trusu

Zařízení pro odkliz trusu se skládá z podélného a příčného shrnovače trusu. Trus propadá dny klecí do trusného kanálu, který je pod každou etáží a skládá se z bočnic trusného kanálu, příčných výztuh a trusného pasu. Pasem je trus dopravován do zadní části haly, kde přepadává z válce pohonné jednotky na soustavu příčného shrnovače trusu. Příčný shrnovač trusu je tvořen vodorovným a šikmým pásovým dopravníkem a trus je jím dopravován na přistavený valník nebo kontejner.

- Technická Data

- Výkon motoru 1,1 kW
- Rychlost sběrného řetězu 3,5 m/min

Zařízení pro sběr vajec

Vejce se vykulují na sběrný pas, kterým jsou vynášeny na vertikální dopravník, který předává na dopravník centrálního sběru vajec. Centrální dopravník dopravuje vejce do třídičky.

- Technická data:

- Výkon motoru 0,55 kW
- Rychlost sběrného řetězu 1,44 m/min

Třídíčka

Třídíčka vajec dokáže vytrídít, označit a zabalit 20 000 vajec za jednu hodinu. Vejce jsou zároveň zváženy a řazeny dle velikosti. Spotřeba stroje je 5 kWh. (Kovobel, 2012)

Skladování vajec, sklady

Po zabalení jsou vejce převáženy do postranních skladů, kde jsou připraveny na expedici. Vejce mohou být ve skladech maximálně 28 dní. Teplota ve skladech by měla být 5 - 10 C° při vlhkosti 80 – 85%.

Prodej vajec

prodej vajec probíhá přímo v místě produkce v Dyníně nebo je rozváží do škol, jídelen a obchodů.

Technologie chovu nosnic v ekologickém zemědělství v podniku „Bemagro“

Farma se nachází ve vesnici Meziříčí u obce Malonty v Jižních Čechách. V ekologickém zemědělství je již třetím rokem a zabývá se biodynamickým zemědělstvím. Patří do sítě biodynamických farem zvané DEMETER. Na farmě Bemagro chovají skot, prasata, ovce a převážně chov drůbeže. Data získaná na farmě udává tabulka č. 3.3.

Získávání kuřic.

Podnik získává nové kuřice vlastní líhni na farmě nebo nákupem maximálně tří denních kuřiček.

Způsob chovu

Nosnice se chovají na podestýlce ve stáji s volným přístupem do výběhu, kde mají dostatečnou plochu k jejich přirozeným činnostem jako je hrabání, běhání, klování a popelení. Ve stáji je dbáno na to aby slepice měli dostatek pitné vody a krmiva.

Počátek snášky, životnost

Nosnice v ekologickém chovu začínají snášet vejce kolem 20. – 22. týdne věku. Průměrný dosažený věk slepice na farmě je kolem 2,5 roku.

Technická vybavenost stáje: Ventilace, topení, osvětlení

Vybavenost stáje je minimální. Oproti konvenčnímu chovu je nulová. Větrání je přirozené otvíráním a zavíráním oken v zimních měsících. Topení zde není řešeno.

Svícení se používá pouze v době krmení dvěma zářivkami. Jedna 25w žárovka svítí neustále, aby i v noci bylo zajištěno slabé světlo. Dle ošetřovatele aby se slepice v noci nebáli. Spotřebovaná elektrická energie je uvedena v tabulce č. 3.7.

Krmení

Dávky krmení provádí sám chovatel 3 x denně (dle potřeby). Složení krmiva se mění dle ročního období. Do studie byly zařazeny plodiny, které chovatel užívá nejčastěji a v celém průběhu roku. Krmná dávka se tedy skládá 60% pšenice, 20% ječmene a 20% kukuřice. Přesné rozdělení krmné dávky zobrazují tabulka č. 3. 5. Jako přísady se dále užívá například mrkev, kopřivy a minerální přísady DN-E. Krmivo je vkládáno volně do keramických mís na krmení.

Pitná voda

Voda je doplňována dle potřeby, aby měli nosnice dostatek pitné vody. Pro napájení jsou užity kloboučkové napáječky.

Sběr vajec

Chovatel sbírá vejce ze snáškových míst 2 x 3 denně viz Obrázek. č. 3.5. Je kladen velký důraz na čistotu vajec.

Obrázek č. 3.5: Snášková hnízda



(Václav Kalkuš, 10.3. 2013)

Odklid trusu

Chovatel každé ráno odklízí trus pod hřady shrabáním a doplní dostatečné množství podestýlky.

Mechanizace

Pro chov drůbeže se neuvžívá žádná mechanizace, veškeré procesy zajišťuje chovatel sám.

Prodej vajec

Prodej vajec je prováděn přímo ze dvora nebo se dováží do Českých Budějovic

Tabulka č. 3.1: Data z chovu kuřic v Dolním Bukovsko „Mavela Dynín“

Počet dní na farmě při odchovu	dní	112
Spotřeba krmiva od 1-16 týdne	kg/ks	6.24
Tělesná hmotnost v 16 týdnu	G	1330

Tabulka č. 3.2: Data z chovu nosnic „Mavela Dynín“

Počet dní na farmě	Dní	330
Spotřeba krmiva od 16 týdne	kg/ks	44,88
Tělesná hmotnost v produkci	G	1800
Produkce vajec na 1 slepici	Ks	352

Tabulka č. 3.3: Data z chovu nosnic „Bemagro a.s.“

Počet dní na farmě	Dní	912 dní
Spotřeba krmiva	kg/ks	40,8 kg
Tělesná hmotnost nosnice	Kg	1.5
Počet nosnic na farmě	Ks	150
Produkce vajec na 1 slepici	Ks	170

Tabulka č. 3. 4: Množství krmiva v kg /slepici v konvenčním zemědělství

<u>Krmiva v konvenčním chovu</u>				
Krmiva		Jednotka	Hodnota	Zdroje a poznámky
Energetické Krmivo	Pšenice	kg /slepici	33,63	Podnik Mavela Dynín a.s.
	Kukuřice	kg /slepici	11,21	Podnik Mavela Dynín a.s.
	Sója	kg /slepici	11,21	Podnik Mavela Dynín a.s.

Tabulka č. 3. 5: Množství krmiva v kg /slepici v ekologickém zemědělství

<u>Krmiva v ekologickém chovu</u>				
Krmiva		Jednotka	Hodnota	Zdroje a poznámky
Energetické Krmivo	Pšenice	kg /slepici	30,15	Bemagro a.s.
	Kukuřice	kg /slepici	10,05	Bemagro a.s.
	Ječmen	kg /slepici	10,05	Bemagro a.s.

Tabulka č. 3. 6: Množství spotřebované energie v konvenčním zemědělství

<u>Energetické zdroje v konvenčním zemědělství</u>			
Druh energie	Jednotka	Hodnota	Zdroje a poznámky
Diesel	l / slepici	4,918	Podnik Mavela Dynín a.s.
Elektrika	kWh /slepici	51,11453	Podnik Mavela Dynín a.s.
Zemní plyn	m ³ / slepici	164,208	Podnik Mavela Dynín a.s.

Tabulka č. 3. 7: Množství spotřebované energie v ekologickém zemědělství

<u>Energetické zdroje v ekologickém zemědělství</u>			
Druh energie	Jednotka	Hodnota	Zdroje a poznámky
Elektrika	kWh / slepici	4	Bemagro a.s.

Emise metanu z managementu statkových hnojiv

Zpráva IPCC uvádí schéma výpočtu a popis jednotlivých metod pro kvantifikace metanu z managementu statkových hnojiv. Základním standardním přístupem je metoda Tier 1, která využívá stanovené emisní faktory z literatury. Tato metoda se užívá v zemích, kde metanové emise v zemědělství nejsou hlavním zdrojem anebo nejsou dostupné data pro podrobnější výpočet podle metody 2. Komplexnějším přístupem je využití metody 2. Tato metoda se používá v případě, že metanové emise z managementu statkových hnojiv jsou hlavním zdrojem emisí. Pro výpočet podle této metody je nutné mít poměrně přesné údaje o množství a druhu spotřebovaných krmiv (Dong H. et al., 2006).

Přímé emise N₂O z managementu statkových hnojiv

Přímé emise N₂O vznikají vlivem denitrifikačních a nitrifikačních procesů dusíkatých látek obsažených v statkových hnojivech. Tyto emise vznikají při manipulaci a skladování statkových hnojiv a jsou závislé na obsahu dusíkatých, uhlikatých látek a době skladování. Nitrifikace (oxidace amonného N) probíhá za aerobních podmínek. Při denitrifikaci jsou dusitany a dusičnany transformovány na N₂ (za anaerobních podmínek). Proces přeměny N₂O - N₂ se zvyšuje se zvyšováním acidity půdy, koncentrace N a redukování vlhkosti (Dong H. et al., 2006).

Nepřímé emise N₂O z managementu statkových hnojiv

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 H. et al., 2006).

3.2.3 Fáze posuzování dopadu

Pro výpočet emisního dopadu bylo užito metody ReCiPe midpoint (H) Europe v programu SimaPro. Cílem metody je transformovat dlouhý seznam výsledků inventarizace životního cyklu do omezeného počtu ukazatelů.

Jako ekvivalentní jednotka, ze které se přepočítává výsledek inventarizační analýzy, byl zvolen ekvivalent kilogramu oxidu uhličitého (Kg CO₂e.).

3.2.4 Fáze interpretace životního cyklu

Představení výsledků studie LCA je popsáno v kapitole výsledky.

4. VÝSLEDKY

4.1 Vstupní data

Vstupní data byla získávána přímo na farmách pomocí vytvořených dotazníků, odborné literatury od chovatelů a konzultací s technikou.

4.1.1 Vstupní data – krmivo

Údaje o krmivu byla získána od zootechniček na farmě. Byly vybrány 3 nejvýznamnější suroviny, které se vyskytují v krmivu. Do výpočtu nebyly zahrnuty suroviny s menším zastoupením a sezónním užitím. Zastoupení látek bylo vyjádřeno procenty a následně přepočteno kg dle množství krmiva spotřebovaného za celý život zvířete. Poté bylo množství krmiva převedeno na stanovenou funkční jednotku a vynásobeno koeficientem (kg CO₂e.). Výpočty jsou uvedeny v tabulce č. 4.1 a tabulce č. 4.2.

Tabulka č. 4.1: Emisní zátěž krmiva v konvenčním zemědělství

		Množství produkce vajíčko v kg	Jednotky	Výsledek	Celkem
Krmivo	Pšenice 60%	0,09071	kg CO ₂ e	0,05252109	0,10078089
	Kukuřice 20%	0,02904	kg CO ₂ e	0,0161172	
	Soja 20%	0,02551	kg CO ₂ e	0,0321426	

Tabulka č. 4.2: Emisní zátěž krmiva v konvenčním zemědělství

		Množství produkce vajíčko v kg	Jednotky	Výsledek	Celkem
Krmivo	Pšenice 60%	0,144	kg CO ₂ e	0,083376	0,170496
	Ječmen 20%	0,048	kg CO ₂ e	0,02664	
	Kukuřice 20%	0,048	kg CO ₂ e	0,06048	

4.1.2 Vstupní data – energie

K výpočtu emisní zátěže pro elektrickou energii bylo využito poskytnutých technických manuálů, prospektů k jednotlivým strojům a zařízením. Elektrická energie byla rozdělena na zdroje svícení a stroje pro manipulaci. Tato energie byla vyjádřena v kWh. Elektrická energie byla přepočtena na stanovenou funkční jednotku. Výpočty nalezneme v tabulce č. 4.3. a v tabulce č. 4.4.

V konvenčním zemědělství je použito k vytápění haly pro kuřice topidel na zemní plyn, který značně zvyšuje emisní zátěž. Spotřeba zemního plynu je udávána v m³ tabulka č. 4.3.

Při převozu a manipulaci s nosnicemi je užíváno diesellových motorů. Spotřeba strojů je udávána litrech. Emisní zátěž nevzniká pouze při výrobě nafty, ale i při spalování paliva, proto bylo důležité užít koeficientů pro výrobu nafty a pro spalování paliva viz tabulka 4.3.

Tabulka č. 4.3: Emisní zátěž energie v konvenčním zemědělství

		Množství produkce na vajíčko v kg	Jednotky	Výsledek	Celkem
Elektrická energie	Svícení	0,138324	kWh CO ₂ e	0,126428136	0,132723677
	Stroje pro manipulaci	0,0068879	kWh CO ₂ e	0,006295541	
Fosilní paliva	Nafta	0,000014411803	l CO ₂ e	6,3556E-06	0,0000067974
Emisní zátěž při spalování	Metan		kg CO ₂ e	5,5866E-09	0,153012
	Oxid dusný		kg CO ₂ e	3,52044E-10	
	Oxid uhličitý		kg CO ₂ e	4,35864E-07	
Zemní plyn		0,4665	m ³ CO ₂ e	0,153012	

Tabulka č. 4.3: Emisní zátěž energie v ekologickém zemědělství

		Množství produkce na vajíčko v kg	Jednotky	Výsledek	Celkem
Elektrická energie	Svícení	0,023569	kWh CO ₂ e	0,021542066	0,021542066

4.1.3 Vstupní data – Emise z managementu hnoje

Výpočet emisí z managementu hnoje je třeba rozdělit na emise metanu a na emise oxidu dusného. Spočtené emise managementu hnoje byly převedeny na stanovenou funkční jednotku, které uvádí tabulka č. 4.5. a 4.6.

Tabulka č. 4.5: Emise z managementu hnoje v konvenčním zemědělství

	Množství produkce na vajíčko v kg	Výsledek	Celkem
Emise z managementu hnoje	Metan CH ₄	0,0027383	0,00604590
	Oxid Dusný N ₂ O	0,0033076	

Tabulka č. 4.6: Emise z managementu hnoje v konvenčním zemědělství

	Množství produkce na vajíčko v kg	Výsledek	Celkem
Emise z managementu hnoje	Metan CH ₄	0,0166764	0,0268152
	Oxid Dusný N ₂ O	0,0101388	

4.2 Grafické znázornění výsledků

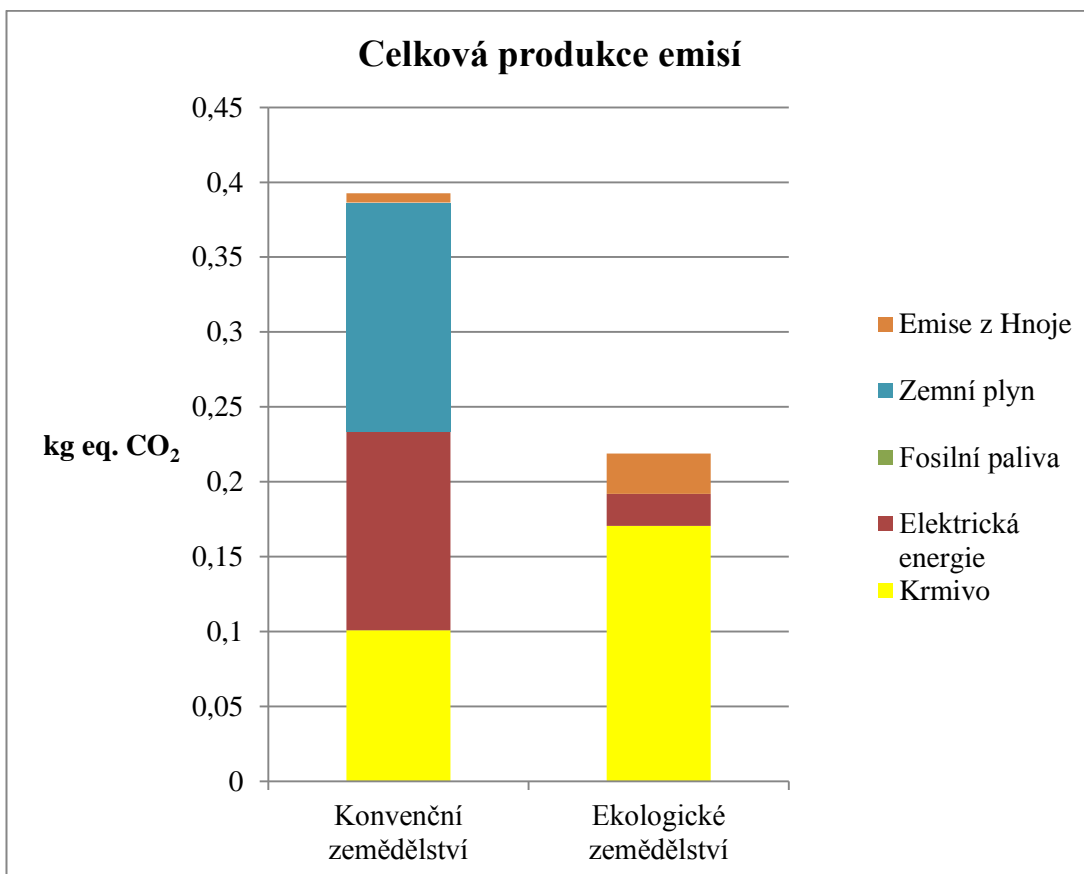
Graf č. 4.1. znázorňuje celkovou emisní zátěž při produkci vajec v konvenčním a ekologickém zemědělství. Na grafu je přesně znázorněno, které složky nám zvyšují hladinu emisní zátěže.

U konvenčního zemědělství nám množství energie tvoří až 2/3 z celkové emisní zátěže. Vyprodukované emise z krmiva v konvenčním zemědělství jsou nižší, než v ekologickém, z důvodu množství vyprodukovaných vajec. V závislosti s počtem vajec také souvisí rozdíl produkce statkových hnojiv.

V ekologickém zemědělství nám graf znázorňuje, že největší emisní zátěž způsobuje krmivo, které tvoří většinu z celkového množství vyprodukovaných emisí.

Celková emisní zátěž pro konvenční produkci vajec byla 0,39256926 (kg CO₂e /1ks vejce) a v ekologické produkci 0,21885327 (kg CO₂e/1ks vejce) viz graf č. 4.1.

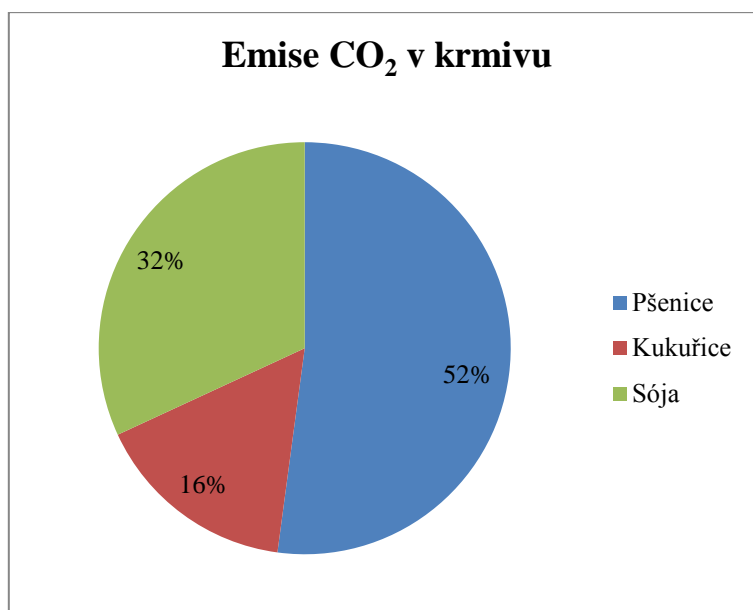
Graf č. 4.1: Zátěž životního prostředí způsobená produkcí vajec



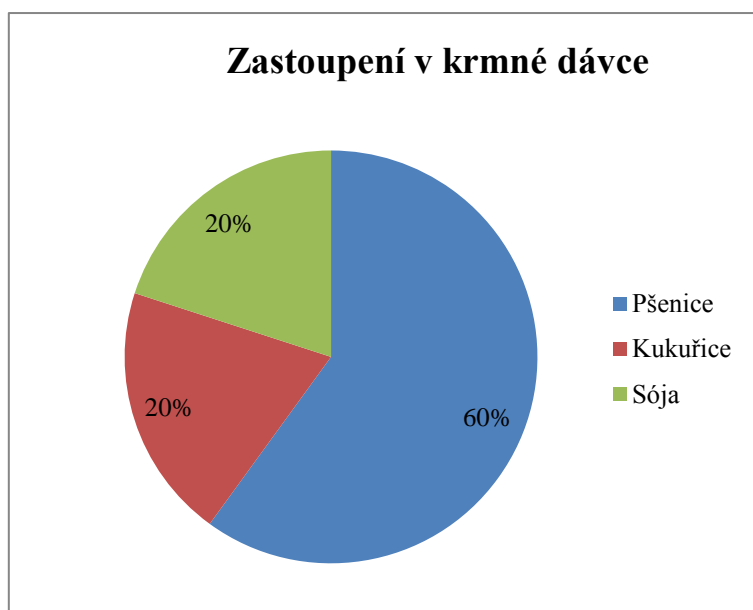
4.2.1 Zátěž životního prostředí krmivem

Graf č. 4.2. znázorňuje emisní zátěž jednotlivých surovin obsažených krmné dávce v konvenčním zemědělství. Porovnání s grafem č. 4.3. můžeme pozorovat závislost vyprodukovaných emisí s množstvím surovin v krmné dávce. Například u sóji je zastoupení v krmné dávce stejné jako u kukuřice, ale je emisně náročnější a ve výsledku tvoří až 32% emisí.

Graf č. 4.2: Zátěž životního prostředí krmivem v konvenčním zemědělství

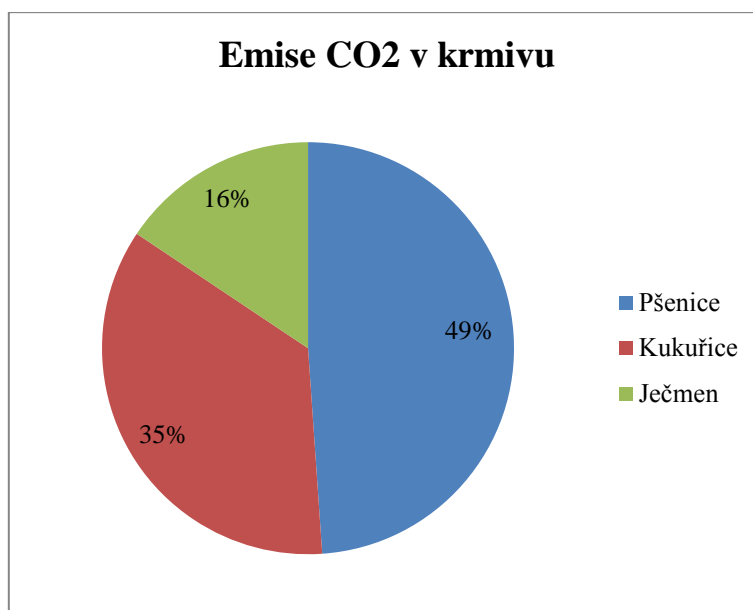


Graf č. 4.3: Zastoupení surovin v krmné dávce v konvenčním zemědělství

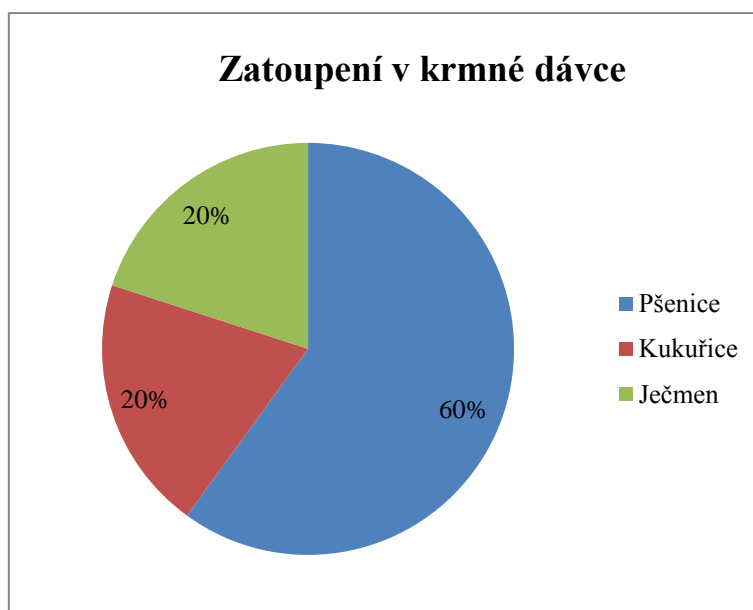


V ekologickém zemědělství se mění skladba krmné dávky, ale pšenice stále zůstává hlavním zdrojem emisní zátěže. V grafu č. 4.4. je znázorněno množství vyprodukovaných emisí na jednotlivé suroviny. Když opět porovnáme množství emisí s grafem č. 4.5. lze vidět, že kukuřice má stejný podíl v krmné dávce jako ječmen, ale je mnohem emisně náročnější a ve výsledku dosahuje až 35% emisí CO₂.

Graf č. 4.4: Zátěž životního prostředí krmivem v ekologickém zemědělství



Graf č. 4.5: Zastoupení surovin v krmné dávce v ekologickém zemědělství



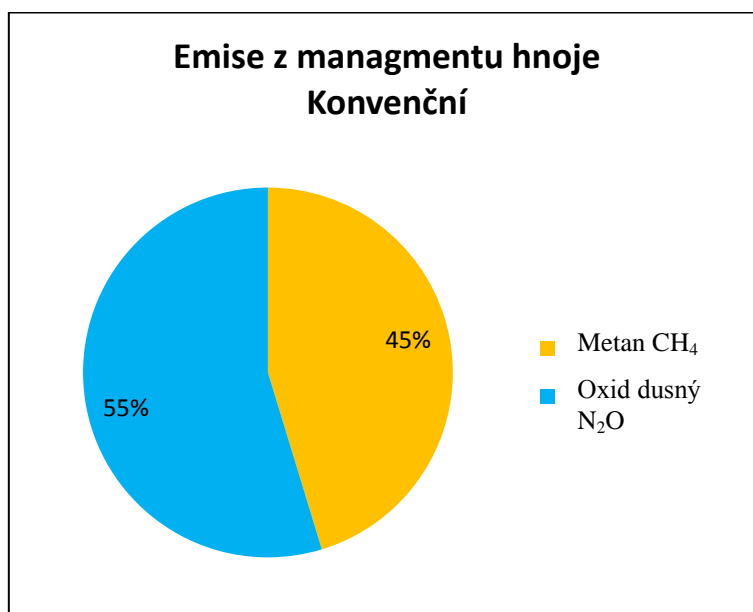
4.2.2 Zátěž životního prostředí z managementu statkového hnoje

Management statkových hnojiv tvoří emisní zátěž produkcí metanu CH₄ a oxidu dusného N₂O. Pro výpočet kg CO₂e byl použit přepočít, podle něhož se potenciál globálního ohřevu (GWP) 1 tuny N₂O rovná 310 tunám CO₂ (tedy oxid

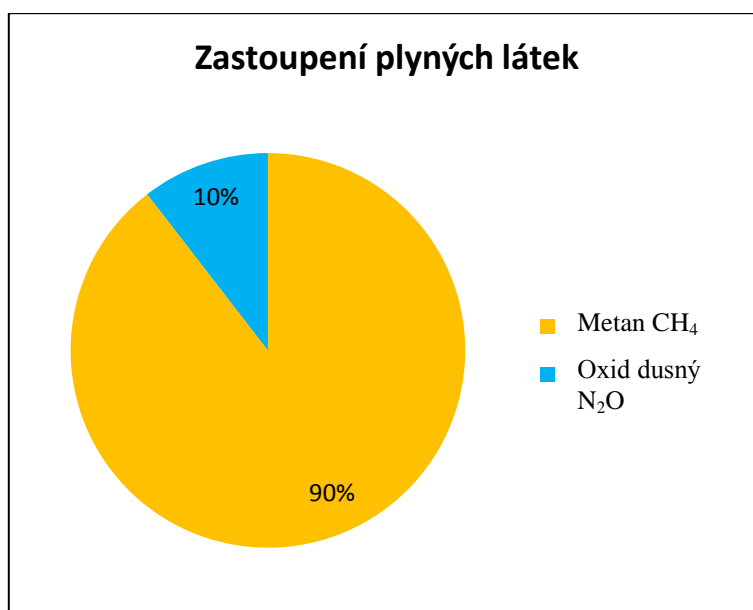
dusný je 310 krát silnější skleníkový plyn než oxid uhličitý) a 1 tuna CH_4 rovná 21 tunám CO_2 .

Následující graf č. 4.6. nám zobrazuje podobné množství emisí metanu a oxidu dusného, avšak v porovnání s grafem č. 4.7. je vidět, že zastoupení oxidu dusného je zdaleka menší než metanu. Z toho vyplývá, že oxid dusný je mnohem agresivnější plyn než metan.

Graf č. 4.6: Zátěž životního prostředí z managementu statkového hnoje v konvenčním zemědělství

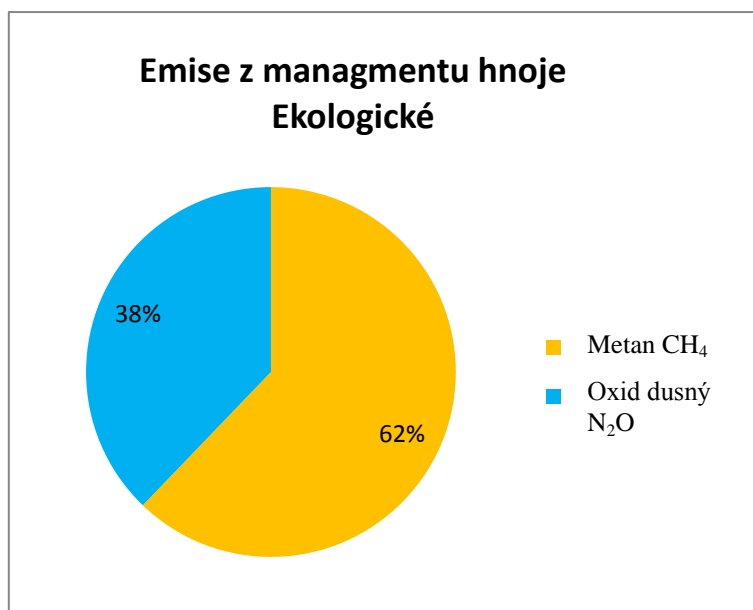


Graf č. 4.7: Zastoupení plyných látek v statkovém hnoji - konvenční



V ekologickém zemědělství je nepatrně více zastoupen metan. Dle grafu č. 4.8. lze vidět, že produkce emisní zátěže oxidu dusného je menší než u metanu. Tím se stává metan dominantnějším skleníkovým plynem v ekologickém zemědělství. V konvenčním zemědělství je naopak více zastoupen oxid dusný v emisní zátěži.

Graf č. 4.8: Zátěž životního prostředí z managementu statkového hnoje v ekologickém zemědělství



Graf č. 4.9. znázorňuje zastoupení plynných látek ve statkovém hnoji. A opět ukazuje na emisně náročnější oxid dusný.

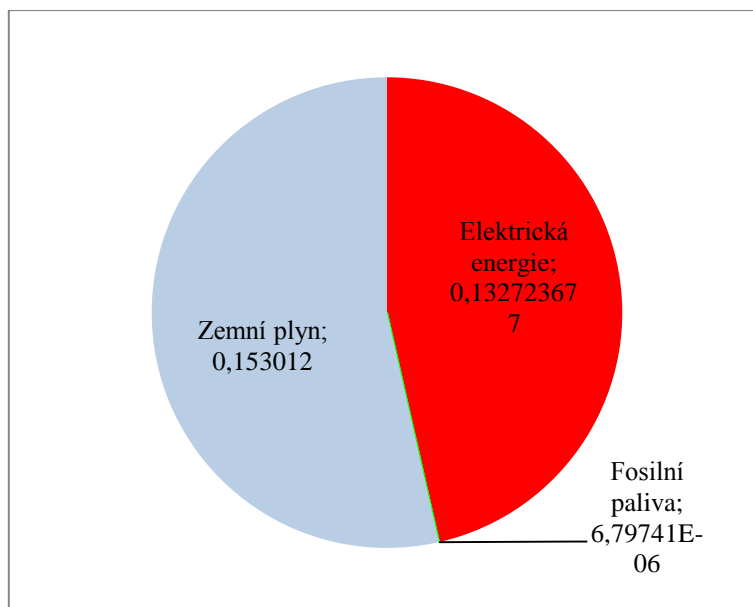
Graf č. 4.9. Zastoupení plynných látek v statkovém hnoji - ekologické



3.2.3 Zátěž životního prostředí vytvořenou energií

V konvenčním zemědělství vzniká několik druhů energií při produkci vajec, které jsou znázorněny v grafu č. 4.10. Nejvýznamnější energií z hlediska emisní zátěže je zemní plyn, který se využívá k vytápění hal pro kuřice. Další významnou energií je elektrická energie. Ta je využívána v celém technologickém procesu. Velký podíl na spotřebě elektrické energie má svícení. Dále pak klimatizace, stroje pro manipulaci s krmivem, s trusem a se samotnými vejci (dopravníky, třídíčka). Fosilní paliva mají minimální vliv na produkci CO₂ vzhledem množství vyprodukovaných vajec.

Graf č. 4.10: Zátěž životního prostředí vytvořenou energií - konvenční



V ekologickém zemědělství není použito žádné mechanizace. Na farmě je použita pouze jedna 25W žárovka, která svítí neustále, aby měli slepice zajištěno stále šero. Dále se užívá zářivek v době krmení. Celková emisní zátěž elektrické energie je 0,0215421 kWh CO_{2e}.

5. DISKUZE

Zemědělství v České republice produkuje ročně 5,1 až 6,1 miliardy tun ekvivalentu CO₂ (dále CO₂e), což činí 10–12 % veškerých emisí skleníkových plynů. Proto je důležité snažit se o zdokonalení řady procesů v zemědělství, jako jsou např. bezorebný způsob pěstování plodin, agrolesnictví, integrovaná rostlinná a živočišná výroba a snižování externích vstupů ve výrobě potravin a dalších zemědělských produktů. **Bioinstitut, (2012).**

Dle **Havlíčka a kol. (2007)** se moderní chovy drůbeže zaměřují na postupy omezující či eliminující negativní dopady na životní prostředí a zároveň respektující požadavky zvířat. Přes všechnu snahu však bývají především intenzivní chovy zvířat spojeny s mnohem vyššími environmentálními dopady. Hodnocení environmentálních dopadů je vhodné dle **Kočího (2009)** provádět pro celý život výrobku nebo služby.

Tato práce sledovala environmentální dopady produkce vajec v konvenčním a ekologickém způsobu hospodaření. Byl hodnocen celkový proces výroby vajec od líhnutí kuřic, jejich následný odchov, chov nosnic a s ním spojenou samotnou produkci vajec a jejich skladování a dále prodej vynosných slepic.

Porovnáním způsobu hospodaření v chovech drůbeže se zabýval **Castellini (2006)**, který se snažil porovnat kvalitativní charakteristiku vajec v konvenčním a ekologickém zemědělství. Drůbež byla rozdělena v prvních dnech na dvě skupiny a to do klecových chovů a volného výběhu. Studie ukázala, že například síla stěny skořápky byla stejná, ale byl rozdíl v kvalitě bílku a žloutku.

Největší emisní zátěž při produkci vajec tvoří energetické vstupy. Tyto vstupy se týkaly především konvenčního zemědělství. Významným producentem je zde zemní plyn, který dle **Noskiewiče, Koloničního a Ochodka (2004)** je výhodou pro jeho velkou výhřevnost a ekologičnost. Při jeho spalování vzniká s porovnáním s tuhými a kapalnými palivy jen minimum emisí CO₂, ale i uhlovodíků. Nicméně zemní plyn v naší studované konvenční produkci tvoří až polovinu z celkové emisní zátěže na jedno vejce tj. 0,153012 kg CO₂e.

Další významným producentem emisí CO₂e je elektrická energie, která je využívána v obou systémech hospodaření, v konvenčním zemědělství samozřejmě

více než v ekologickém. Výpočet byl vytvořen z množství spotřebované elektrické energie v kWh a přepočten na ekvivalent oxidu uhličitého.

Při produkci trusu u nosnic vznikají dva základní skleníkové plyny. Těmi jsou metan a oxid dusný. Jejich množství a poměr je znázorněn v grafech 4.6 – 4.9, kde lze vidět, že i když množství oxidu dusného je menší, než metanu vyprodukuje oxid dusný více kg CO₂e. Dle **Kalvová, J., Moldan, B. (1996)** je oxid dusný až 298 krát agresivnější skleníkový plyn než oxid uhličitý, zatímco metan pouze 20 krát oproti oxidu uhličitému. Způsobem uskladnění statkových hnojiv lze dle **Dong H. et al., (2006)** zmenšit množství metanu například skladováním na hromadách, případně na pastvinách při pastevním chovu v letním období.

Snížením emisí v produkci chlévského hnoje se zabýval **Kováč a Jelínek (2010)**. Pomocí biologického rozkladu materiálu ve stáji se snížily emise až o 40 %. Principem rozkladu je mikro-biotechnologická přeměna dusíkatých látek z materiálu, který nedovoluje uvolňování plynů při rozkladu hnoje.

Množství skleníkových plynů vyprodukovaných podávaným krmivem je závislé na délce života zvířete a proto je v ekologickém způsobu hospodaření, kde se nosnice dožívají až tři let, větší produkce ekvivalentu oxidu uhličitého. **Grova (2003)** uvádí, že při chovu slepic s volným výběhem jsou kladeny větší nároky na kvalitu krmiva než konvenčním chovu.

Studii LCA při produkci vajec se zabýval též **Akke van der Zijpp (2011)**, který zjistil, že difference mezi výrobními systémy lze vysvětlit především rozdíly v konverzi krmiva, v parametrech, které určují ekologický dopad na složky krmiva např. výnosy plodin na hektar; operace na poli, typ a množství hnojení, v sušení obilí, v dopravě koncentrátů a hnoje a v typu kurníků. Autor současně uvádí, že volné výběhy a ekologické systémy jsou ekonomicky nejvýhodnější.

6. ZÁVĚR

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

Užíváním krmiva v konvenčním zemědělství se vyprodukovalo 0,100780 kg CO₂e a v ekologickém 0,170496 kg CO₂e. Větší emisní zátěž krmiva v ekologickém zemědělství je dána větším spotřebovaným množstvím krmiva na jedno vajíčko.

Elektrická energie vyprodukuje v konvenčním zemědělství 0,132724 kg CO₂e a ekologickém 0,021542 kg CO₂e. Tento rozdíl v produkci skleníkových plynů je dán velkým počtem užitých technologií a naprosto jiným režimem svícení v konvenčním zemědělství. Ostatní energie, kterými jsou zemní plyn a fosilní paliva, nejsou užívány v ekologickém zemědělství, a tudíž je není možno porovnávat. Z toho zemní plyn vytváří 0,153012 kg CO₂e, což je více než produkce skleníkových plynů elektrické energie.

Emise managementu hnoje v konvenčním zemědělství vyprodukovali 0,0060459 kg CO₂e a v ekologickém 0,0268152 kg CO₂e. Zvýšením skleníkových plynů v ekologickém zemědělství je dáno dobou pobytu na farmě. Kde na ekologické farmě jsou nosnice chovány třikrát déle než na konvenční farmě.

V konečném součtu všech jednotlivých zdrojů skleníkových plynů, se ukázalo, že ekologické zemědělství produkuje méně emisí. Je to dáno především investičně náročnějšími technologiemi a užíváním zemního plynu při vytápění haly pro kuřice na konvenční farmě. Ekologické zemědělství vykazuje produkci 0,218853 kg CO₂e, zatímco konvenční zemědělství produkuje 0,392569 kg CO₂e což je téměř dvojnásobné množství než v ekologickém.

Tato studie ukazuje, že ekologicky chovaná nosnice nemá jen lepší životní úroveň a pohodlí, ale zároveň při tomto způsobu hospodaření má menší vliv na tvorbu skleníkových plynů a tím je i ekologičtější.

7. SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Akke van der Zijpp (2011): Ecological and economic evaluation of Dutch egg production systems. Assessment for Sustainable Development of Animal Production Systems: Volume 139, Issue 1. 2011, č. 139, s. 109-121. DOI: 10.1016/j.livsci.2011.03.011. Dostupné z: <http://www.livestockscience.com/article/S1871-1413%2811%2900094-1/abstract>

Anonym 1 (2012): Výkladový slovník environmentálních výrazů [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.enviweb.cz/eslovník/58>> [citováno 1. 12. 2012].

Anonym 2 (2012): Emise [online]. Dostupný z WWW: <http://www1.vsb.cz/ke/vyuka/FRVS/CD_Biomasa_nove/Pdf/Emise.pdf> [citováno 5. 12. 2012].

Anonym 3 (2012): Emise [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.nazeleno.cz/emise.dic>> [citováno 10. 12. 2012].

Anonym 4 (2012): Daří se naplňovat národní redukční cíle pro emise skleníkových plynů? [online]. Dostupný z WWW: <<http://issar.cenia.cz/issar/page.php?id=1508>> [citováno 11. 12. 2012].

Anonym 5 (2012): Skleníkové plyny [online]. Dostupný z WWW: <http://ec.europa.eu/clima/sites/campaign/pdf/gases_cs.pdf> [citováno 12. 12. 2012].

Anonym 6 (2012): Amoniak z drůbežáren škodí lidskému zdraví [online]. Dostupný z WWW: <<http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/tiskove-zpravy/amoniak-z-drubezaren-skodi-lidskemu-zdravi>> [citováno 14. 12. 2012].

Anonym 7 (2012): Zemědělství [online]. Dostupný z WWW: <<http://vitejtenazemi.cenia.cz/vzduch/index.php?article=22>> [citováno 15. 12. 2012].

Anonym 8 (2012): Amoniak [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.irz.cz/repository/latky/amoniak.pdf>> [citováno 15. 12. 2012].

Anonym 9 (2012): Chov drůbeže [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.drubezarnabekovice.cz/CHOV-DRUBEZE-.html>> [citováno 15. 12. 2012].

Anonym 10 (2012): Technologický návod pro chov nosnic v alternativních systémech [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.integrazabcice.cz/cs-CZ/~media/53A717070EEF467AB6DEC2D610024298.ashx>> [citováno 16. 12. 2012].

Anonym 11 (2012): Nosnice v obohacených klecích [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.drubez.eu/uploads/soubory/nosnice-v-obohecenyh-klecich.pdf>> [citováno 16. 12. 2012].

Anonym 12 (2012): Nadace na ochranu zvířat [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.ochranazvirat.cz/131/czech/clanek/-b-chov-slepice-tzv-nosnic---jak-jsou-zvirata-chovana-jak-maji-byt-oznacovana-prodavana-vejce-b-/>> [citováno 16. 12. 2012].

Anonym 13 (2012): Ekologické zemědělství a biopotraviny: otázky a odpovědi [online]. Dostupný z WWW: <http://www.biospotrebitel.cz/biospotrebitel/ms_files/55MORFCJ80513.pdf> [citováno 16. 12. 2012].

Anonym 14 (2012): Co je LCA? [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.lca.cz/cz/106-co-je-lca>> [citováno 16. 12. 2012].

Battye, R., W. Battye, C. Overcash, Fudge, S. (1994): Development and Selection of Ammonia Emission Factors. EPA/600/R-94/190. Final report prepared for U.S.

Bioinstitut, 2012: Environmental aspects: Air and water emissions. Olomouc: Bioinstitut, 2012. ISBN 978–80–87371–11–4.

Castellini (2006): WELFARE, PRODUCTIVITY AND QUALITATIVE TRAITS OF EGG IN LAYING HENS REARED UNDER DIFFERENT REARING SYSTEMS. Verona, 2006. Dostupné z: <http://orgprints.org/9331/>. Conference paper,

poster, etc. Agronomy Faculty, Vegetal Biology and Agro-environmental Biotechnology section of Animal. Vedoucí práce Castellini, Prof. C.

ČNI, (2006a): ČSN EN ISO 14040: Environmentální management — Posuzování životního cyklu — Zásady a osnova, Český normalizační institut, Praha

ČNI, (2006b): ČSN EN ISO 14044: Environmentální management — Posuzování životního cyklu — Požadavky a směrnice, Český normalizační institut, Praha

Dong H., Mangino J., McAllister T. A., Hatfield J. L., Johnson D. E., Lassey K. R., Aparecida de Lima M., Romanovskaya A. (2006): Volume 10 - Emissions from livestock and manure management, In: IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

Environmental Protection Agency, Office of Research and Development. USEPA Contract No. 68-D3-0034, Work Assignment 0-3.

European commission: Integrated Pollution Prevention and Control (2003): Reference Dokument on Best Available Techniques for Intensive Rearing of Poultry and Pigs. pp 383. [online]. Dostupný z WWW: <http://eippcb.jrc.es/reference/BREF/irpp_bref_0703.pdf> [citováno 15. 12. 2012].

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

Grøva L, (2003): Økologisk landbruk - Eggproduksjon. Tingvoll: Betten Grafiske as, 2003. ISSN 1502- 0665.

Havlíček, Z., a kol. (2007): Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Brno. 72 s.

Holm, J., Jokkala, T. (2009): Průmyslový chov zvířat a klima - Jak EU dělá ze špatného ještě horší. Federativ AB, Stockholm, 23 s. [online]. Dostupný z WWW:

<http://www.meatclimate.org/sites/default/files/reports/meatclimate_czech.pdf>
[citováno 15. 12. 2012].

Holoubek, J., Ledvinka, Z., Skřivan, M., Tůmová, E. (2000): Základy chovu drůbeže. Česká zemědělská univerzita v Praze. 112 s.

Homolka, P., Koukolová, V. (2012): Ekologické zemědělství – produkce zdravých a bezpečných krmiv. Výzkumný ústav živočišné výroby, Praha. 45 s. [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.vuzv.cz/sites/File/vybor/Ekologicke%20zemedelstvi.pdf>> [citováno 16. 12. 2012].

Houghton, J. T., Meira Filho, L. G., Callander, B. A., Harris, N., Kattenberg, A., Maskell, K. (eds): Climate Change 1995. The Science of Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, 1996, 572 s.

Kalvová, J., Moldan, B. (1996): Klima a jeho změna v důsledku emisí skleníkových plynů. Praha: UNITISK, 1996. ISBN 80-7184-315-6.

Klöpffer, W.: Life cycle assessment. Environmental Science and Pollution Research: Volume 4, Issue 4 , pp 223-228. 1997, č. 4. ISSN 1614-7499. DOI: 10.1007/BF02986351.

Kočí, V. (2009): Posuzování životního cyklu – Life cycle assessment LCA. Ekomonitor., Chrudim, 263 s.

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

KOVÁČ, Štefan a Antonín JELÍNEK (2010): Istraživanje tehnologija za tov domaćih životinja koje smanjuju udeo štetnih gasova koji negativno utiču na životnu sredinu. Savremena poljoprivredna tehnika. 2010, č. 36, s. 267-275. Dostupné z: <http://scindeks.ceon.rs/article.aspx?artid=0350-29531003267K>

KOVOBEL (2012): Technologické zařízení pro chov nosnic: Technická dokumentace. duben. 2012.

Ledvinka, Z., Zita, L., Tůmová, E. (2009): Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. Česká zemědělská univerzita v Praze. 86 s.

Ledvinka, Z., Zita, L., Tůmová, E. (2011): Chov drůbeže I. Česká zemědělská univerzita v Praze. 143 s.

Motellová, H., Kočí, V., Sovová, T. (2010): Charakterizace toxicity odpadů v metodice posuzování životního cyklu. Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 4 s. [online]. Dostupný z WWW: <http://vskp.vsb.cz/document_root/soubory/lca-toxicita.pdf> [citováno 16. 12. 2012].

Moudrý, J., Konvalina, P., Moudrý, J., Kalinová, J. (2007): Chov zvířat v ekologickém zemědělství. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. 52 s.

Noskievič, P., Koloniční, J., Ochodek, T., (2004): Malé zdroje znečišťování. VŠB – Technická univerzita v Ostravě – Výzkumné energetické centrum. 2004

Oenema, O., Tamminga, S. (2005): Nitrogen in global animal production and management options for improving nitrogen use efficiency. *Science in China Ser. C Life Sciences*, Vol.48 Special Issue pp 871—887.

Paustian, K., Babcock, B. A., Hatfield, J., Lal, R., McCarl, B. A., McLaughlin, S., Mosier, A., Rice, C., Robertson, G. P., Rosenberg, N. J., Rosenzweig, C., Schlesinger, W. H., Zilberman, D. (2004): Agricultural Mitigation of Greenhouse Gases: Science and Policy Options. 120 pp.

Pecková, M., W. (2004) Škodlivé dopady průmyslové živočišné výroby – argumenty pro humánní a udržitelné zemědělství [online]. Dostupný z WWW: <<http://www.spolecnostprozvirata.cz/data/skod.%20dopady.pdf>> [citováno 11. 12. 2012].

Pérez-Ramírez J., Kapteijn F., Schöffel K., Moulijn J. A.: *Appl. Catal.*, B 44, 117 (2003).

Roy, P., Nei, D., Orikasa, T., Xu, Q., Okadome, H., Nakamura, N., Shiina, T. (2009): A review of life cycle assessment (LCA) on some food products. *Journal of Food Engineering* 90, 10 s.

Smith, P. (2004): Engineered biological sinks on land. In The Global Carbon Cycle. Integrating humans, climate, and the natural world, C.B. Field and M.R. Raupach (eds.). SCOPE 62, Island Press, Washington D.C., pp. 479-491.

Šarapatka, B., Urban, J. a kol. (2006): Ekologické zemědělství v praxi. Pro-Bio, Šumperk, 502 s.

Trenberth, K. E.: Climate System Modeling. Cambridge University Press, Cambridge 1992, 788s.

ZEMAN, Ladislav, et al. Jak splnit požadavky systému "Cross-compilace" v oblasti výživy a krmení zvířat. Brno : Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2007. 75 s. ISBN 978-80-7375-124-1.