



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ

Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Diplomová práce

Vyhodnocení emisí amoniaku z chovu drůbeže ve vybraném
zemědělském podniku

Autor práce: Bc. Jiří Hucek

Vedoucí práce: Ing. Antonín Dolan, Ph.D.

České Budějovice
2022

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem autorem této kvalifikační práce a že jsem ji vypracoval pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použitých zdrojů.

V Českých Budějovicích dne Podpis.....

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá znečišťujícími látkami, které unikají do ovzduší při intenzivním chovu brojlerových kuřat. Největším znečišťovatelem je plyn amoniak, který má za následek především tvorbu skleníkového efektu a tím přispívá ke globálnímu oteplování planety. Mnoho vědců se zabývá možnostmi na snížení toho nežádoucího plynu, a proto vyvíjí moderní technologie ustájení pro všechny druhy hospodářských zvířat chovaných v intenzivním hospodářství.

Závěrečná práce vyhodnocuje produkci emisí zemědělského chovu brojlerů. Především vyhodnocení roční emise amoniaku a snižování produkce tohoto plynu, ve vybraném zemědělském podniku. Měření probíhalo u soukromé zemědělské firmy ZEFA Nová Pec spol. s r. o. v zemědělském areálu chovu brojlerových kuřat, ležící nedaleko Strunkovic nad Blanicí.

Klíčová slova: brojlerová kuřata; emise; amoniak; welfare; znečištění ovzduší; chov; drůbež

Abstract

This diploma thesis deals with pollutants that escape into the air during intensive breeding of broiler chickens. The biggest polluter is ammonia gas, which mainly results in the creation of the greenhouse effect and thus contributes to global warming. Many scientists are working on ways to reduce this unwanted gas, and are therefore developing modern stables technologies for all types of livestock on intensive farms. The final work evaluates the production of emissions from broiler farming. In particular, the evaluation of the annual ammonia emissions and the reduction of the production of this gas in the selected agricultural holding. The measurement was performed at the private agricultural company ZEFA Nová Pec, spol. s r. o. in the broiler chicken farm, located near Strunkovice nad Blanicí.

Keywords: broiler chickens; emission; ammonia; welfare; air pollution; breeding; poultry

Poděkování

Rád bych poděkoval panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D., za jeho cenné rady a ochotu dojíždět s měřicími přístroji do Strunkovic nad Blanicí. Také chci poděkovat panu Ing. Františku Šimkovi, CSc., za poskytnutí prostorů k měření.

Obsah

Úvod.....	7
1 Literární přehled.....	8
1.1 Účel chovu drůbeže	8
1.2 Výživa a krmení drůbeže	8
1.3 Stájové prostředí.....	10
1.3.1 Ventilační systémy	11
1.3.2 Podestýlka	13
1.4 Welfare.....	14
1.5 Legislativa	15
1.5.1 Směrnice Rady 2007/43/ES ze dne 28. června 2007.....	15
1.5.2 Zákon č. 25/2008 Sb.	16
1.5.3 Zákon č. 76/2002 Sb.	16
1.5.4 Zákon č. 154/2000 Sb.	16
1.5.5 Kjótský protokol a Pařížská dohoda.....	17
1.6 Emise amoniaku v chovu brojlerů.....	17
1.6.1 Přeměna dusíku na amoniak.....	18
2 Cíl práce.....	19
3 Metodika.....	20
3.1 Charakteristika měřené haly.....	20
3.1.1 Umístění objektu	20
3.1.2 Údaje o areálu.....	20
3.1.3 Rozmístění měřících míst.....	27
3.2 Podmínky opakovatelnosti	28
3.3 Technika pro měření koncentrace plynů.....	28
3.4 Technika použitá k měření rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti	

3.4.1	Přístroje použité k měření relativní vlhkosti a teploty.....	30
3.4.2	Přístroje k měření rychlosti proudění vzduchu	31
3.5	Výpočet roční emise	33
3.6	Cykly měření.....	34
3.7	Emisní úrovně amoniaku do ovzduší.....	35
4	Výsledky.....	36
4.1	První měřicí cyklus	36
4.1.1	10. denní kuřata	36
4.1.2	20. denní kuřata	37
4.1.3	29. denní kuřata	38
4.2	29. den měření v druhém cyklu	39
4.3	30. den měření ve třetím cyklu.....	40
4.4	30. den měření ve čtvrtém cyklu	41
4.5	Celkový souhrn údajů z měření.....	42
4.5.1	Vybrané grafy.....	42
5	Diskuse	44
5.1.1	Závisí množství emise amoniaku na technologii ustájení?	44
5.1.2	Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?	44
5.1.3	Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?.....	45
5.1.4	Porovnání emisí amoniaku v provozech s direktivou EU.....	45
	Závěr	47
	Seznam použité literatury.....	48
	Seznam obrázků.....	54
	Seznam tabulek.....	55

Úvod

Drůbeží maso je v současné době velice populární a jeho konzumace neustále stoupá, proto je zapotřebí navyšovat stavy brojlerových kuřat. Při navyšování stavů se úměrně navyšuje i produkce zátěžových plynů nejen samotným chovem, ale i logistikou s tím spojenou. Nejzávažnější znečištění je amoniakem, který přispívá k okyselování a eutrofizaci. Minimalizovat následky dopadů, těchto negativních látek, není úplně jednoduché. Proto je zapotřebí snižovat produkci emisí, samozřejmě snižovat i únik látek do ovzduší nebo vodních toků. Platné zákony a legislativy o ochraně ovzduší nelze brát na lehkou váhu a je potřeba se jimi řídit, aby bylo možné oddálit působení nepříznivých podmínek na planetu.

Intenzivní chov drůbeže v drůbežárnách se postupně začal nazývat drůbežářský průmysl v živočišné výrobě. Důvodem bylo především odpoutání se od závislosti na vnějším vlivu počasí. Staré technologie hal neumožňovaly tak vysokou produkci, jako nyní moderní haly s přesně řízeným mikroklima stáje, pomocí nejmodernějších čidel a přesných algoritmů. Ovšem, ani nejmodernější technologie nezaručují snížení produkce zátěžových plynů, a proto je zapotřebí hledat neustále inovativní způsoby chovu, už ani ne tak v řízení klimatu, ale v nových typech podestýlek nebo novém složení krmení či napájení.

Veškeré poznatky z chovu drůbeže by si měli chovatelé předávat, aby zaručili co nejefektivnější produkci při co nejnižším znečištění. Koncentrace, které jsou limitní v chovech udává dokument BREF. Některé poznatky o intenzivním chovu drůbeže lze najít v dokumentu BAT. Ovšem ani při dodržení obou metodik nelze zaručit uspokojivý výsledek. Nejefektivnější metoda je taková, která je ověřena správnou zemědělskou praxí.

Tato diplomová práce se zaměřuje na vybraný zemědělský podnik, který chová brojlerová kuřata a tím produkuje znečišťující látky do ovzduší. Měření znečišťujících látek unikajících do ovzduší byl hlavní cíl práce, další cíle jsou výpočet naměřených hodnot. V závěru práce je vyhodnocení, zda-li tento areál lze považovat za příkladný v nízké produkci znečišťujících látek. Všechny naměřené a vypočtené hodnoty byly porovnány s dokumentem BREF.

1 Literární přehled

1.1 Účel chovu drůbeže

Drůbež jsou všechny druhy hospodářsky významných domácích ptáků, které se využívají pro produkci potravin a dalších produktů. Drůbež se vyznačuje intenzivním metabolismem, kterému odpovídá:

- vysoká intenzita růstu,
- raná pohlavní dospělost,
- vysoká reprodukční schopnost,
- vysoká adaptabilita na podmínky prostředí a systém chovu.

Důležitou schopností drůbeže je relativně rychlá a efektivní přeměna rostlinné hmoty na biologicky plnohodnotnou živočišnou hmotu (maso, vejce) s vysokým obsahem lehce stravitelných bílkovin, vitamínů, minerálních látek, ale s nízkou energetickou hodnotou (Ledvinka et al., 2009).

Drůbež dělíme na hrabavou (kuře, kapoun, kohout, slepice, perlička, krocan, krůta, pulard), vodní (husa a kachna) a létavou (holub a holoubata). Hrabavou drůbež dále dělíme na slepice – nosný užitkový typ (leghornka bílá, vlaška koroptví), slepice – kombinovaný užitkový typ (rodajlendka, hempšírka, sasexka), slepice – masný užitkový typ (plymutka žíhaná, plymutka bílá, kornýška bílá), nosní hybridy, hybridy (brojlerového) typu, krůty (širokoprsá krůta bílá, bílá virginská krůta, bílá beltsvillská krůta). Vodní drůbež rozdělujeme na kachny hospodářsko-užitkové (masná, nosná, s kombinovanou užitkovostí) nebo sportovní a okrasná. Do vodní drůbeže náleží také husy (lehčí a středně těžká plemena hus, těžká plemena hus), (Václavovský et al., 2000).

1.2 Výživa a krmení drůbeže

Výživa brojlerových kuřat je jedním z rozhodujících činitelů, který ovlivňuje využití genetické intenzity růstu každého hybridu. Kuřata mají denně přijímat takové množství živin, které mohou efektivně využít na přírůstek. Krmivo pro brojlerová kuřata by mělo být vyvážené obsahem dusíkatých látek, energie, aminokyselin, minerálních látek a vitamínů, aby zajišťovalo optimální užitkovost a dobrý zdravotní stav. Nevhodnější jsou kompletní krmné směsi pro výkrm kuřat (Tůmová, 2020).

Živiny jsou chemicky definovatelné látky vhodné pro zajištění životních funkcí. Nejde vždy jen o látkové složení nezbytné pro organismus. Živiny, které se v živočišném organismu vytvářejí jen v nedostačujícím množství nebo se vůbec

nesyntetizují, a přitom jsou pro organismus nezbytné, jsou nazývány živinami esenciálními (např. některé aminokyseliny, mastné kyseliny, vitamíny, voda, makro i mikro prvky). Jejich nedostatek vede k poruchám metabolismu. Limitující živina je vzhledem k potřebě zvířete v největším nedostatku, a proto limituje růst a produkci. Živiny jsou obsaženy v krmivech (Zelenka, 2014).

Při základním krmivářském rozboru krmiva se zjišťuje:

- voda,
- sušina,
 - o popel,
 - o organická hmota,
 - dusíkaté látky,
 - bílkoviny,
 - dusíkaté látky nebílkovinné,
 - tuk,
 - vláknina,
 - bezdusíkaté látky výtažkové.

Ve výživě drůbeže je velmi důležitý obsah energie v krmivu a jeho vztah k obsahu bílkovin. Bílkoviny jako energetická živina však nejsou určeny k tvorbě energie, a mají zásadně funkci stavební. Jsou základní součástí všech živočišných produktů – tedy vajec i drůbežního masa. Je-li v krmivu bílkovin nedostatek, nebo jejich přívod do organismu je nedostatečný, dochází ke snížené snášce nebo nízkému přírůstku živé hmotnosti (Výmola, 1994).

V chovu drůbeže můžeme použít různá krmiva, měli bychom ale dbát na to, aby drůbež „dostala, co jí patří“, ale aby se krmivem neplýtvalo a aby se nezneškodnovalo. Krmnou dávku sestavujeme podle toho, pro jaká zvířata je určena, a také podle toho, co od ní očekáváme. Každý druh i věková kategorie zvířat mají jinou potřebu živin, proto bude odlišná krmná dávka u různých druhů zvířat, ale i pro různé věkové kategorie, jiná bude pro nosnice produkující konzumní vejce než pro ty, které snášejí vejce násadová, jiná pro výkrm. Sleduje se zejména obsah a poměr dusíkatých látek a metabolizované energie (Prombergerová, 2012).

Nedůležitější a do určitého stupně nenahraditelnou živinou pro drůbež jsou bílkoviny, které jsou složkou tzv. dusíkatých látek. Bílkoviny, zejména živočišného původu, se svojí skladbou maximálně přibližují požadavku rychlé přeměny v těle drůbeže na bílkoviny tělních tkání nebo produktů. Další důležitou úlohou ve výživě

drůbeže mají tuky, které neobsahují dusík. Mají stejnou funkci jako glycidy, jsou však nejkoncentrovanějším zdrojem energie. Je-li jich v potravě přebytek, vytváří se z nich zásobní tuk. Krmiva bohatá na tuky jsou olejniný, rostlinné oleje, neextrahované pokrutiny, lisované škvarky, kafilerní moučky z tučných zvířat apod. Vlákna je organická hmota krmiva, která je drůbeží, až na nepatrnou část, nestavitelná. Přesto její menší množství v krmné dávce je žádoucí, neboť mechanicky dráždí sliznici střeva a tím podporuje její činnost (Kříž, 1997).

Kuřata musí mít dostatečný krmný prostor. U řetězových žlábkových krmítek minimálně 2,5 cm hrany krmítka na 1 kuře, jedno tubusové krmítko pro maximálně 50 kuřat a jedno talířové krmítko pro 40 kuřat. Kuřata musí mít možnost kdykoliv se napít vody, protože její nedostatek snižuje přírůstky. Nejvhodnější jsou kapátkové napáječky, které zajišťují vysokou hygienu napájení. U kloboukových napáječek je jedna napáječka na 100 kusů. Z těchto napáječek se musí denně odstraňovat zbytky krmiva a napáječky vymývat, aby se předešlo některým onemocněním.

Kuřata je možno vykrmovat různými způsoby, na podestýlce, na roštích, v klecích nebo extenzivně ve výběhu. Každý z těchto způsobů má své výhody a nevýhody a výběr daného způsobu závisí na chovatelských podmínkách. Nejběžnější je výkrm na podestýlce. Zásady pro přípravu haly a podestýlky jsou stejné jako při odchovu kuřic nosného typu. Výhodou výkrmu kuřat na roštích je vyšší koncentrace na 1 m² podlahové plochy (až 25 kusů), nevýhodou jsou pak vyšší požadavky kuřat na teplo, vyšší výskyt otlaků, s kterými souvisí zařazení kuřat do nižší třídy při nákupu. Extenzivní výkrm kuřat se uplatňuje především v drobných chovech. Jeho nevýhodou je prodloužení výkrmu, vysoká spotřeba krmiva, nižší kvalita masa a nižší jatečná výtěžnost. Důležité však je, aby kuřata při výkrmu měla co nejvíce omezený pohyb, v opačném případě je vyšší ztráta živin (Tůmová, 2004).

1.3 Stájové prostředí

Kromě výživy je vnější prostředí, ve kterém drůbež žije, charakterizováno ještě teplotou, koncentrací škodlivých plynů v prostředí, množství prachových částic, světelným režimem a velikostí prostoru, který připadá na jeden kus drůbeže. Tyto vesměs fyzikální faktory je možné při podrobné charakteristice prostředí doplnit ještě o jiné, například velikost krmného a napájecího prostoru, použitou technologii (výběh, podestýlka, rošty, klece aj.) (Kožušník, 1979).

Vnější prostředí je důležitým faktorem, který ovlivňuje užitek drůbeže. Vnějšími prostředími se míní zoohygiena, technologické zařízení a mikroklima objektu, výživa a celkový zootechnický režim. Vnější prostředí by ve svém souhrnu mělo odpovídat fyziologickým požadavkům drůbeže a mělo by je pomáhat v maximální míře rozvíjet. V praxi to znamená, že to, co vyhovuje dospělé drůbeži, nemusí vyhovovat mladé drůbeži, a co vyhovuje jednomu druhu drůbeže, nemusí vyhovovat jinému druhu drůbeže.

Dalším nezbytným předpokladem pro zdraví drůbeže je udržet vhodné prostředí v halách. Výměna vzduchu v hale musí být dostatečná pro celkový počet drůbeže o určité živé hmotnosti. Při tom nesmí vznikat průvan, teplota nesmí klesnout pod hranici stanovenou technologickým postupem, vlhkost vzduchu musí být kolem 70 % relativní vlhkosti a současně se musí zabráňovat nadměrné prašnosti (Aminvavari, 2014).

Nedostatek krmítek nebo napáječek, stejně jako nedostatek potravin nebo vody, má za následek, že se drůbež tísní v prostorách těchto zařízení a výsledkem mohou být vážné poruchy zdravotního stavu. Proto se musí věnovat náležitá pozornost nejen počtu krmítek a napáječek v hale, ale i jejich rovnoměrnému rozmístění. Intenzita a barva světla právě tak jako umístění svítidel a délka osvětlení mají značný vliv nejen na užitek drůbeže, ale i na jejich zdraví.

Vnější prostředí mohou, zejména v moderních velkochovech, velmi snadno ovlivnit ošetřovatele drůbeže. Proto lze při dobré organizaci práce a svědomitosti každého pracovníka přizpůsobit vnější prostředí tak, aby vytvářelo předpoklady pro maximální užitek. Naproti tomu jakákoliv odchylka od normálu nebo stanovených parametrů může velmi vážně ohrozit zdravotní stav drůbeže, a tím i její užitek (Moore, 1996).

1.3.1 Ventilační systémy

Ventilační systémy rozdělujeme na dva hlavní typy, přirozená ventilace a nucená ventilace (Brouček, 2008).

Přirozená ventilace, také často nazývána jako otevřená, závěsová nebo přírodní, (viz obrázek 1.1). V těchto halách se řídí proud vzduchu pomocí zástěn a cirkulačních ventilátorů nebo je výměna vzduchu zajištěna přirozeným větrem či vánkem. Všeobecně lze říct, že řízení otevřených hal je nejideálnější, pokud se venkovní podmínky blíží požadovaným v hale. Řízení klimatu v otevřených halách je velice složité a vyžaduje neustálou péči s monitorováním vnitřních a vnějších podmínek.

Zároveň se automaticky řídí závěsy kolem haly. Ani moderní systémy řízení klimatu ve stáji nedokážou udělat ideální prostředí pro kuřata, tím se užitkovost brojlerů v otevřených halách sníží a je více proměnlivá než v halách s nucenou ventilací (aviagen.com, 2018).



Obrázek 1.1: Přirozená ventilace, (aviagen.com, 2018).

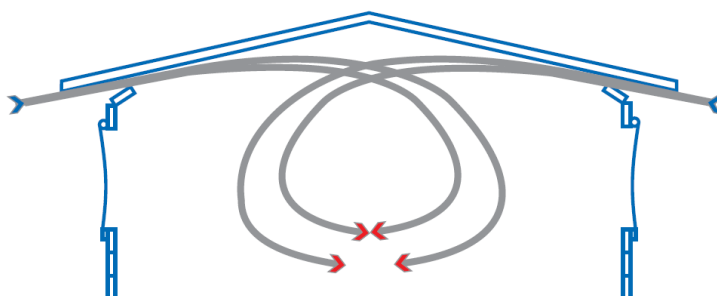
Nucená ventilace (viz obrázek 1.2) se řadí mezi nejoblíbenější způsoby větrání u brojlerových hal. Hlavní výhodou je schopnost lépe kontrolovat vnitřní prostředí při měnících se podmínkách vnějšího prostředí. Nejvyužívanější metodou u těchto hal je výměna vzduchu za pomoci negativního tlaku. Haly mají obvykle pevné zdi a střešní odsávací ventilátory, lze najít i haly s obrácenou ventilací, tam jsou odsávací ventilátory na stěnách budovy a přívodní klapky ve střeše haly. Pro vytvoření ideálních podmínek prostředí musí být hala vybavena systémem, který umožňuje 3 stadia ventilace:

1. minimální ventilace,
2. přechodová ventilace,
3. tunelová ventilace (Brouček, 2011).



Obrázek 1.2: Nucená ventilace

Výraz „negativní tlak“ označuje systém, při kterém ventilátory vytváří v hale částečné vakuum. Negativní tlak je tedy rozdíl mezi venkovním atmosférickým tlakem a tlakem uvnitř haly. Nejvyžívanější hodnota podtlaku je -20 Pa. Při vytvoření podtlaku lze do haly nasávat čerstvý vzduch a tím nahrazovat vzduch v hale. Usměrnění toku nasávaného vzduchu lze měnit pomocí směrových přívodných klapek. Obrázek 1.3 zobrazuje správné proudění vzduchu v hale s uzavřenou ventilací (aviagen.com, 2009).



Obrázek 1.3: Správné proudění vzduchu při minimální ventilaci, (aviagen.com, 2009)

1.3.2 Podestýlka

Materiál pro podestýlku se vybírá dle zeměpisné polohy a ekonomiky daného hospodářství, ale také záleží na dostupnosti daného materiálu. Tabulka 1.1 vyobrazuje některé druhy podestýlek a krátký popis materiálů (Gálík, 2015).

Tabulka 1.1: Vybrané druhy podestýlky a jejich krátký popis, (Gálik, 2015; Glenn, 2012)

Materiál podestýlky	Popis
Hobliny a piliny z borovice a tvrdého dřeva	Oblíbený materiál v mnoha oblastech. Často zvýšená vlhkost. Dostupnost se snižuje a zvyšuje se cena.
Rýžové slupky	Dobry materiál pro podestýlku tam, kde je dostupný za přijatelnou cenu. Mladá kuřata mají tendenci k požíráni podestýlky. Špatná kapacita zadržování vlhkosti.
Písek	Lze využívat v suchých oblastech na betonových podlahách. Nesmí být příliš hluboký, jinak může překážet kuřatům v pohybu. Obtížné udržet teplotu podlahy v prvních dnech výkrmu a v chladném počasí. Před naskladněním je třeba hodně energie a času na vysušení.
Drcené kukuřičné klasy	Dostupnost velmi omezená. Může způsobovat vyšší výskyt otlaků.
Řezaná sláma, seno	Vyšší spékavost. Vysoká možnost růstu plísní. Výhodnější využití 50 % řezanky na 50 % hoblin. Nízké náklady na pořízení.
Pelety ze slámy	Vyšší absorpce vody oproti řezané slámě. Menší spékavost. Dražší oproti řezané slámě.
Rašelina	Nejvhodnější podestýlka v chovu drůbeže. Menší prašnost.

1.4 Welfare

Welfare v překladu znamená „pohoda zvířat“, které je potřeba dosáhnout pro úspěšný chov všech hospodářských zvířat. Řeší především zachování základních podmínek života a zdraví zvířete spojenou s ochranou před negativními činiteli, jenž ovlivňují jejich zdraví. Podmínky pro ochranu a chov zvířat předepisují zákony a další právní předpisy v aktuálním znění, které využíváme při chovu jako například:

- plemenářské práce,
- kvalita výživy,
- pohodlí při transportu,
- porážka zvířat a další (Webster, 1999).

V Anglii roku 1993 bylo navrženo 5 základních požadavků pro chov zvířat od Výboru pro dobré životní podmínky hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Committee)

1. Svoboda od podvýživy, hladu a žízně

Chovatel musí zajistit bezproblémový přístup k čerstvé, nezávadné vodě, dále ke krmivu v dostatečné míře a kvalitním složení k zachování plného zdraví a síly zvířat.

2. Svoboda od nepohodlí

Chovatel zajistí zvířatům vhodné prostředí při nepříznivém počasí v průběhu celého roku. Také vhodné a pohodlné místo pro odpočinek.

3. Odstranění nežádoucích nemocí, zranění a bolesti

Chovatel zajistí pomocí preventivních úkonů, které sníží riziko poranění zvířat. Při zjištění nemoci či zranění musí proběhnout rychlá diagnóza s následným léčením zvířete.

4. Svoboda normálního chování

Každý chovaný druh má mít dostatečný prostor pro své přirozené chování a také vhodné vybavení.

5. Zamezení strachu a deprese zvířat

Psychická pohoda zvířat je důležitý faktor u všech živočichů nejenom hospodářských. Proto se musí klást velký důraz na zabezpečení podmínek, jež vylučují mentální strádání (Webster, 2009).

Chov hospodářských zvířat má jistá specifika, která se odlišují od správné životní pohody. Největším specifikem jsou ekonomické zájmy, jež často stojí v kontrastu s welfare zvířat. Proto se výrobci techniky pro chov hospodářských zvířat snaží optimalizovat welfare, technické požadavky a ekonomické požadavky na zemědělské objekty určené pro chov hospodářských zvířat (Webster, 2016).

1.5 Legislativa

Hlavním iniciátorem prosazování novinek welfare hospodářských zvířat je komise vytvořená Evropskou unií, která má na starost především legislativní návrhy, které jsou založeny na aktuálních vědeckých poznatcích Evropského úřadu pro bezpečnost potravin. Legislativní změny schvaluje poté Parlament s Radou Evropské unie.

Za každodenní dodržování požadavků unijní legislativy jsou odpovědné jednotlivé členské státy. Zákony v oblasti welfare patří mezi sdílené pravomoci, to znamená, že jednotlivé členské státy mohou v oblasti dobrého pohodlí zvířat přijmout mnohem přísnější zákony, než předepisuje Evropská unie. Tím ale dostává své zemědělství do konkurenční nevýhody oproti ostatním státům (Simonin, 2019).

1.5.1 Směrnice Rady 2007/43/ES ze dne 28. června 2007

Základní směrnice o minimálních pravidlech pro ochranu kuřat chovaných na maso. Směrnice se nevztahuje na hospodářství s méně než 500 kuřaty, hospodářství pouze s hejny kuřat pro rozmnožovací chov, líhně, kuřata z extenzivního chovu ve vnitřních prostorách, kuřata z ekologického zemědělství.

Směrnice upravuje maximální hustotu osazení kuřat v hale na 33 kg.m⁻². Povoluje výjimku osazení až na 39 kg.m⁻² za splnění podmínek v příloze I a II směrnice.

Příloha I obsahuje obecné požadavky na hospodářství například:

- Napájení, krmení, podestýlka, větrání a vytápění, světlo, vedení záznamů, očištěvací zařízení a další.

Příloha II udává přesnější požadavky při vyšší hustotě osazení (39 kg.m⁻²), dále ukazatele ochrany životního prostředí:

- koncentrace amoniaku (NH₃) nepřekročila 20 ppm a koncentrace oxidu uhličitého (CO₂) nepřekročila 3000 ppm;
- vnitřní teplota nepřesáhla vnější teplotu o více než 3°C, pokud tato vnější teplota ve stínu překračuje 30°C;
- průměrná relativní vlhkost naměřená v hale hospodářství v průběhu 48 hodin nepřekročila 70%, pokud je venkovní teplota nižší než 10°C (směrnice Rady 2007/43/ES)

1.5.2 Zákon č. 25/2008 Sb.

Zákon o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů. Zákon je v platnosti od 12. února 2008, aktuální znění verze 10 z 1. února 2022. Zákon upravuje nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 166/2006 ze dne 18. ledna 2006, kterým se zřizuje evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek a kterým se mění směrnice Rady 91/689/EHS a 96/61/ES (zákon č. 25/2008 Sb.).

1.5.3 Zákon č. 76/2002 Sb.

Zákon o integrované prevenci a omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci). Účinnosti nabyt dne 1. ledna 2003, verze 17 z 1. února 2022. Účelem zákona je v souladu s právem Evropské unie, dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku uplatněním integrované prevence a omezování znečištění vznikajícího činnostmi uvedenými v příloze I k tomuto zákonu (zákon č. 76/2002 Sb.).

1.5.4 Zákon č. 154/2000 Sb.

Zákon o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon). Účinnosti nabyt dne 1. ledna 2001,

verze 19 z 1. února 2022. Zákon se vztahuje na šlechtění a plemenitbu všech hospodářských zvířat, včetně jejich označení a evidence zvířat. Naproti tomu se nevztahuje na zvířata, která jsou v zoologické zahradě. Úkolem zákona je stanovit podmínky a pravidla pro šlechtění a plemenitbu vybraných hospodářských zvířat (zákon č. 154/2000 Sb).

1.5.5 Kjótský protokol a Pařížská dohoda

Kjótský protokol k Rámcové úmluvě OSN o změně klimatu byl přijat v roce 1997. Všechny země, které přijali tento protokol, se zavázali snížením emisí skleníkových plynů nejméně o 5,2 % do kontrolního období (2008-2012). Redukce se týkají emisí oxidu uhličitého, metanu, oxidu dusného a mnoho dalších škodlivých plynů. Kromě emisí bere protokol v úvahu i jejich propady, to znamená absorpci vyvolanou změnami ve využívání krajiny (zalesňování, péče o lesní porosty). V České republice lze najít tento protokol v zákoně č. 81/2005 Sb. (mzp.cz, 2008).

Pařížská dohoda byla přijata stranami OSN v roce 2015. Dohoda nahradila Kjótský protokol v roce 2020. Cíl České republiky je snížit emise skleníkových plynů do roku 2030 nejméně o 40 % ve srovnání s rokem 1990. Dále formuluje dlouhodobý cíl ochrany klimatu, jímž je přispět k udržení nárůstu průměrné globální teploty pod hranici 2°C (mzp.cz, 2016).

1.6 Emise amoniaku v chovu brojlerů

Amoniak (NH_3) je hlavní plyn, který produkují drůbežářské závody, přičemž nezáleží na zaměření chovu. Plyn vzniká chemickým rozkladem kyseliny močové. Převážně kvůli obsahu dusíku v močovině a bílkovinách získaných z potravy bohaté na aminokyseliny (Aminvavari, 2014).

Koncentrace NH_3 se liší od jednotlivých hospodářství dle druhu použité podestýlky, převážně staré druhy podestýlek vykazují vyšší tvorbu plynu než nové typy podestýlek. Těkavost plynu je závislá především na pH podestýlky, dále taky na relativní vlhkosti, proudění vzduchu a teplotě. Těkavost NH_3 ze zvířecího odpadu je druhým největším zdrojem znečištění atmosféry plynem NH_3 (Van der Heyden, 2015).

Amoniak je nebezpečný jak pro samotnou drůbež, tak i ošetřovatele a ostatní živočichy, dále přispívá k znečišťování atmosféry a tvorbě skleníkového efektu. Obecně hladiny NH_3 nesmí překročit limit 25 ppm, protože nad tuto hranici je nepříznivě ovlivněna produktivita ptáků (Swelum 2021).

1.6.1 Přeměna dusíku na amoniak

Pro vysoký potenciál výživy se v krmivu nalézá větší hladina bílkovin, než je schopný jedinec vstřebat. Přebytek dusíku, které tělo jedince nevyužije, je vylučováno stolicí. Následně se rozkládá, přičemž se uvolňuje NH_4^+ . Tato sloučenina je později přeměněna na vysoce těkavý NH_3 plyn, který se uvolní do atmosféry (Nimmermark, 2009).

Eliminovat těkavost NH_3 lze některými způsoby vybranými v tabulce 1.2.

Tabulka 1.2: Metody na snižování NH_3 (Kim,2006; Nimmermark, 2009; Aminvavari, 2014)

	Popis metody na snížení NH_3
1	Lapače plynu NH_3 ; inhibitory enzymů, šetrná manipulace a další přísady/ úpravy steliva např. přidání síranu hlinitého a hydrogensíranu sodného.
2	Nitrifikace – Skládá se ze série reakcí, při kterých některé druhy mikroorganismů oxidují amonný ion na dusitan (NO_2^-) nebo dusitan na dusičnan (NO_3^-).
3	Doplňování zinku do stravy – sníží se rozklad kyseliny močové. Doplnkový zinek mimo jiné také snižuje činnost dalších mikrobiálních enzymů, které se účastní aerobní degradace kyseliny močové na NH_3 v drůbežím trusu.

2 Cíl práce

Cílem práce je změření koncentrací a výpočet emisí zátěžových plynů ve vybraném zemědělském provozu, jejich vyhodnocení, a odpovědět na otázky:

- Závísí množství emise amoniaku na technologii ustájení?
- Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?
- Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?

Dílčí cíle diplomové práce:

- Změřit a vypočítat emise NH_3 ve vybraném zemědělském provozu.
- Porovnat emise amoniaku v provozech s direktivou EU.
- Formulovat doporučení pro praxi.
- Vyhodnotit provedená měření v BAT centru JU.

3 Metodika

3.1 Charakteristika měřené haly

3.1.1 Umístění objektu

Měření probíhalo v areálu výkrmu brojlerů ve Strunkovicích nad Blanicí, registrační kód: MZPR98EJW3GQ. Měřená hala je označena písmenem C a sektor stáje C₁ (viz obrázek 3.1), legenda obrázku je v tabulce 3.1.



Obrázek 3.1: Areál výkrmu brojlerů Strunkovice nad Blanicí (mapy.cz, 2021, vlastní zpracování)

Tabulka 3.1: Legenda k obrázku 3.1

	Výkrmové haly
	Areál výkrmu
	Nevyužité haly
	Zásobníky krmiva
	Administrativní budova

3.1.2 Údaje o areálu

Majitelem farmy ve Strunkovicích nad Blanicí je společnost ZEFA Nová Pec spol. s r. o. V areálu je vybudováno několik zemědělských budov, které sloužily pro odchov prasat, ty už jsou několik let prázdné a nevyužívané. Současný provozovatel areálu změnil využití hal na výkrm brojlerů v několika etapách. První etapa přestavby zprovoznila dvě haly: C a D, obě pro výkrm drůbeže na hluboké podestýlce,

ostatní haly zůstanou prozatím bez využití. Přičemž hala C zobrazená na obrázku 3.2 je rozdělena na dva sektory C₁ a C₂ se stejnými plochami a parametry viz tabulka 3.2, (Přílepek, 2016).



Obrázek 3.2: Čelní pohled na halu C

Tabulka 3.2: Parametry vybudovaných stájí (Přílepek, 2016)

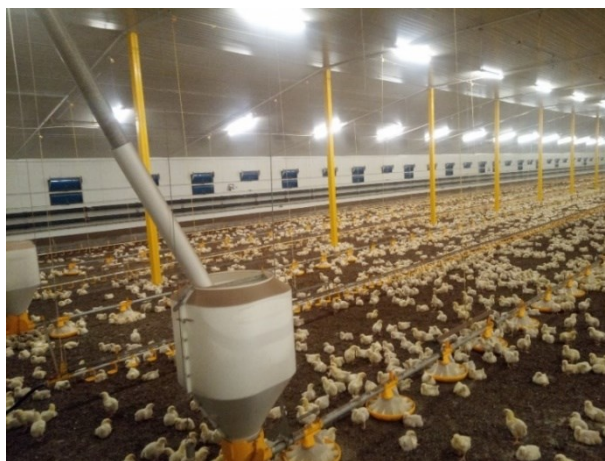
Členění areálu výkrmu drůbeže, kapacita stáje a zatížení stájové plochy						
Stáj	Kategorie	Naskladňovací kapacita	Vyskladňovací kapacita	Plocha stáje [m ²]	Vyskladňovací hmotnost [kg]	Zatížení [kg.m ⁻²]
Hala C	Brojler	80 000	76 800	4 282,6	2,1	37,66
Hala D	Brojler	40 000	38 400	2 218,8	2,1	36,34
Celkem		120 000	115 200	6 501,5		

Výkrm probíhá přibližně v šesti až sedmi turnusech za rok (jeden turnus 36 dní) se 14denní přestávkou mezi turnusy pro vyčištění a dezinfekci haly. Hlubokou podestýlku tvoří 15 m³ rašeliny. Pomocí čidel měřících parametry vnitřního prostředí, které jsou počítačem, na základě speciálního programu, vyhodnoceny, se řídí nastavení otáček ventilátoru nebo zapínání vytápění. Tímto systémem je zajištěno optimální mikroklima stáje. Odchov probíhá na již zmíněné hluboké podestýlce při plně automatizovaných systémech, krmení, napájení, větrání a vytápění. Pomocí nejmodernější technologie jsou ve stájích vytvořeny optimální podmínky pro intenzivní výkrm drůbeže.

Naskladňují se jednodenní kuřata, která se rovnoměrně rozmístí po celé ploše sektoru. Kuřata pak již instinktivně najdou předložené krmení i vodu. Výkrm je prováděn kompletními krmnými směsmi, jejichž složení se v průběhu výkrmu mění tak, aby vyhovovalo fyziologickým potřebám v daném věku kuřat. Vytápění hal je z počátku výkrmu nastaveno na 32°C až 35°C, poté je teplota automaticky snižována až na konečných 19°C. Vyklízení podestýlky se provádí vždy po ukončení turnusu, smluvními dodavateli. Mezi turnusy se provádí mechanická očista stájového prostoru, včetně technologických linek a dezinfekce mokrou a suchou cestou. Před vyskladněním a čištěním se veškerá technologie v hale zvedne pomocí kladek a navijáků ke stropu, což umožní průjezd mechanizace. Funkce jednotlivých systémů jsou popsány níže (Přílepek, 2016).

Krmný systém:

V každém výkrmovém sektoru je osazeno šest řad plně automatických krmných linií s 84 krmítky na každé řadě. Celá krmná technologie je zavěšena pod stropem s možností vytahování a spouštění za pomoci centrálního navijáku (viz obrázek 3.3). Všechny krmné linie jsou zásobovány krmivem z venkovních sklolaminátových zásobníků pomocí příčného dopravníku krmiva. Přesněji se jedná o dopravník spirálový o průměru 70 mm. Tento dopravník dodává krmivo na základě signálu z poslední násypky krmiva ve stáji (ippc.mzp.cz, 2021).



Obrázek 3.3: Krmné a napájecí linie

Věžové zásobníky jsou vždy umístěny blízko stáje. Konstrukce sil umožňuje pneumatické plnění s možností vlastního odprášení, a díky použitému materiálu dobře odráží tepelné záření a tím nedovoluje nadměrnému zahřívání uskladněného krmiva. Krmný systém je uzavřený, skoro bezprašný (Přílepek, 2016).

Napájecí systém:

Každý sektor je osazen sedmi kompletními kapátkovými liniemi s veškerým příslušenstvím, tj. regulací tlaku vody, filtrací vody. Také je možnost přidání medikace do vody. Obdobně jako u krmného systému je i napájecí systém zavěšen pod stropem haly s možností vytahování a spouštění pomocí centrálního navijáku. V sekci je umístěno 383 ks napájecích míst. Tento počet vychází přibližně na 10 kuřat na jedno napájecí místo (viz obrázek 3.3). Místnost pro medikaci vody znázorňuje obrázek 3.4 (ippc.mzp.cz, 2021).



Obrázek 3.4: Místnost pro medikaci vody

Vzduchotechnika:

Kombinovaná technologie hřebenové a štítové ventilace. Přívod čerstvého vzduchu do stáje zajišťují přívodní stěnové klapky, celkem 138 kusů (v každé sekci) zabudované do bočních stěn stáje. Klapky jsou otvírány a zavírány pomocí servomotorů. Každá sekce obsahuje 2 servomotory, jeden pro každou stranu sektoru. Klapky zobrazuje obrázek 3.5 (ippc.mzp.cz, 2021).



Obrázek 3.5: Venkovní pohled směrových klapek se sondou vstupního vzduchu a Loggerem S3120

Optimální podmínky při extrémním venkovním počasí zajišťuje systém vysokotlakého ochlazování vzduchu. Principem vysokotlakého chlazení je rozprašování vodní mlhoviny do teplého vzduchu ve stájích. Odpařování vody ochlazuje stájový vzduch a řízením kombinace cirkulace vzduchu dochází ke snížení teploty vzhledem k okolí. Systém tvoří vysokotlaké čerpadlo, které dodává vodu pod tlakem 70 MPa, dále potrubí s tryskami, které rozprašují vodu do velmi jemné mlhoviny. Potrubí je vyrobeno z nerezové oceli, do které jsou dle výpočtu vyvrtané otvory pro trysky (viz obrázek 3.6) (ippc.mzp.cz, 2021).



Obrázek 3.6: Chladící trubice s tryskami

Měřená sekce haly C je osazena 4 kusy stropních jednofázových ventilátorů DA 600 LPC-13-2 s max. výkonem $15\,500\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ při tlaku -20 Pa (viz obrázek 3.7). Dále 4 kusy stropních třífázových ventilátorů DA 600-7 s maximálním výkonem $16\,100\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ při podtlaku -20 Pa a dále 5 štítových ventilátorů DA 1700-7 3x400 V, s maximálním výkonem $56\,300\text{ m}^3\cdot\text{hod}^{-1}$ při podtlaku -20 Pa , který je vyobrazen na obrázku 3.8 (ippc.mzp.cz, 2021).



Obrázek 3.7: Stropní ventilátor s umístěnou sondou na vzduchu a měřičem průtoku Testo 435



Obrázek 3.8: Čelní ventilátor

Vytápění:

Vytápění haly zajišťují teplovodní žebrovaná tělesa, osazená podél obvodových stěn mimo dosah kuřat. Vytápění probíhá automaticky dle požadavků klima počítače a nastavených hodnot. Zdrojem tepla je kogenerační jednotka bioplynové stanice a plynový kotel při parametrech výkonu 182 kW pro jednu sekci a teplotě vody na sekundárním okruhu 80/50°C (ippc.mzp.cz, 2021). Rozvody vody na ohřev zobrazuje obrázek 3.9.



Obrázek 3.9: Rozvod vody na ohřev

Řízení klima stáje:

Celý systém je napojen na klima počítač v technické místnosti haly vyobrazený na obrázku 3.10, ten pomocí čidel teploty, vlhkosti a čidel CO₂ vyhodnotí klimatické podmínky ve stáji. Dle vstupních údajů je pak upravováno nastavení ventilace či případné topení nebo chlazení v každé sekci zvlášť. Nedílnou součástí řízení klima stáje je jednotka nouzového otvírání větracích klapek, která při jednoduchých chybách nebo nečekaných událostech může otevřít veškeré větrací klapky pro samočinné větrání. Samozřejmostí je zabudovaná baterie pro nouzové otevření (ippc.mzp.cz, 2021).



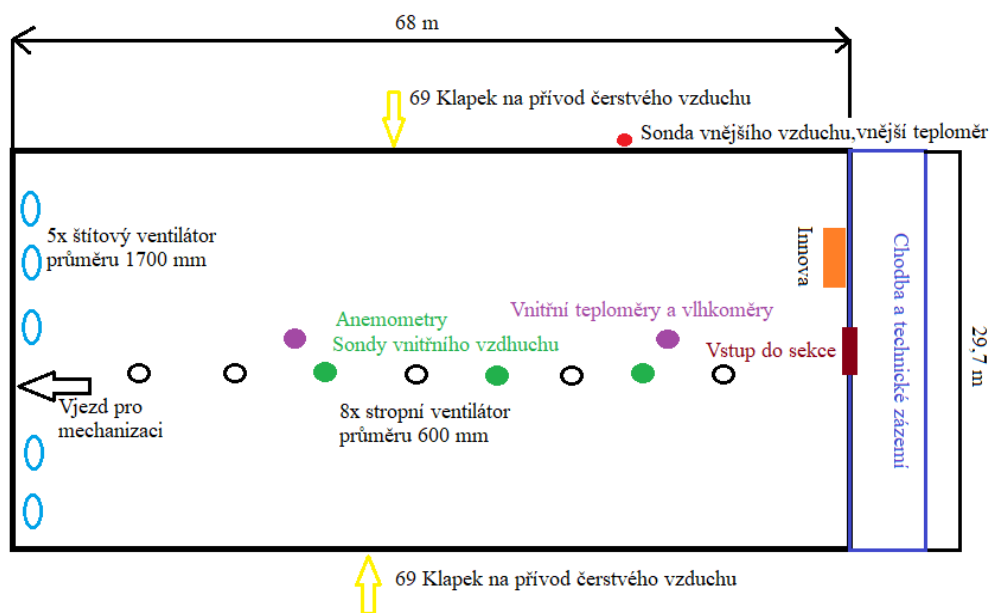
Obrázek 3.10: Řídící systém jedné části haly

Technologie svícení:

V sekci se nachází 5 řad svítidel pro dostatečný přísun světla a pohodu zvířat ve stáji. Svítidel je celkem 90 kusů na sekci. Jedná se o technologii LED trubice o výkonu 22 W při světelném toku 3000 K, které se dají stmívat. Led trubice jsou umístěny ve voděodolném tělese a řízení útlumu světla je ovládáno řídicí jednotkou ztlumování z centrálního počítače v technické místnosti (ippc.mzp.cz, 2021).

3.1.3 Rozmístění měřicích míst

Rozmístění měřicích míst v měřeném sektoru C₁ vyobrazuje obrázek 3.11.



Obrázek 3.11: Půdorys měřené sekce

3.2 Podmínky opakovatelnosti

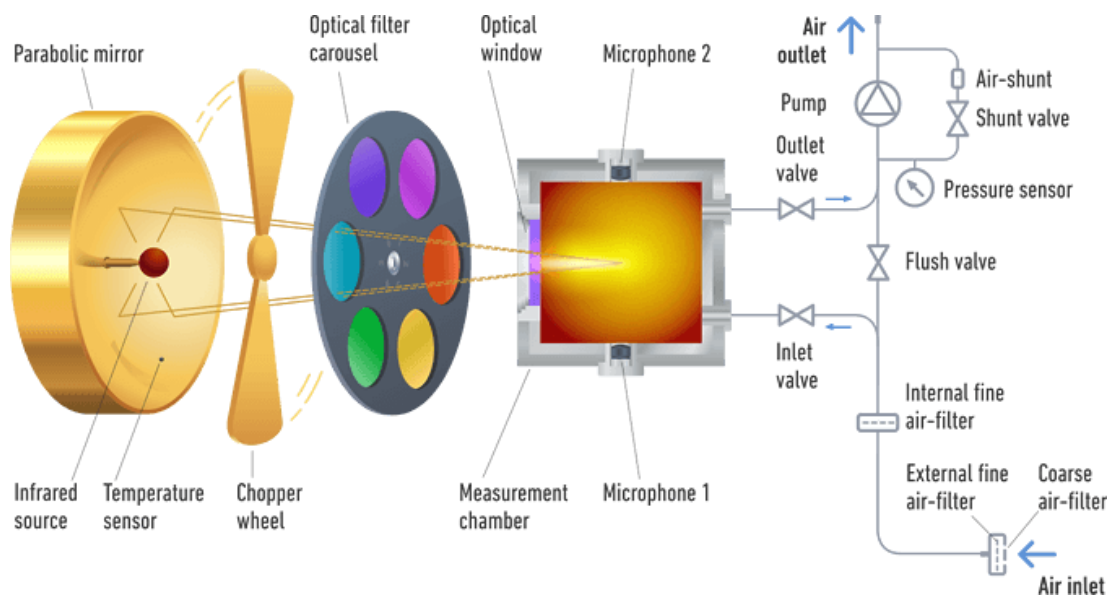
Pro dosažení adekvátního měření je nezbytné dodržet několik základních, a zvláště podstatných postupů, které by mohly celé měření ovlivnit a znehodnotit výsledky měření.

- pravidelná kalibrace měřících přístrojů daným výrobcem zařízení, které lze najít v uživatelské příručce,
- měřící metodu stejnou pro každou z hal v chovu,
- ventilace v měřené hale musí být nastavena na standardní režim, který odpovídá době výkrmu a venkovním teplotám u dané kategorie zvířat,
- optimální teplota pro měření je v rozmezí +10 až +30°C,
- pravidelný časový záznam při měření.

Při započetí měření se umístí několik měřících sond do úrovně zvířat (pro měření welfare) a několik sond do větracích šachet (pro výpočet emise a rychlosti proudění vzduchu), které odvádí vzduch ze stáje. Než započne samotné měření, je nezbytně nutné změřit relativní vzdušné vlhkosti ve stáji. Ta nesmí překročit 90 %, a to z důvodu působení na měřící čidla, která by se mohla tím ovlivnit. Jedna z měřících sond musí být umístěna v bodě vstupujícího vzduchu (Jelínek et al., 2013).

3.3 Technika pro měření koncentrace plynů

Přístroj INNOVA 1412PGM od firmy LumaSense technologie, Inc. Dánsko byl využit při měření koncentrace amoniaku v chovu. Princip měřícího přístroje je znázorněný na obrázku 3.12. Pracuje na principu fotoakustických infračervených detekčních metod, kdy se světelná energie mění na zvukový projev následkem kmitání molekul měřeného plynu. Pomocí modulovaného světla, které má přesně určenou vlnovou délku, je změřený plyn ozařován. Tudíž molekuly plynu kmitají a jsou převáděny světelnou energií na zvukový výraz. Tento výraz je pomocí dvou mikrofonů zesílen a zaznamenáván. Pro odlišení podobných molekul je přístroj vybaven tzv. křížovou interferencí (použití vyrovnávacího algoritmu), (Jelínek et al., 2013).



Obrázek 3.12: Schéma přístroje (AdvancedEnergy.com, 2021)

Zařízení obsahuje kolotoč (carousel) s pěti optickými filtry a jeden pro vodní páru. Přístroj je schopen měřit koncentraci (v ppm i v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) až pěti plynů současně, a to ve stejnou dobu společně i s atmosférickým tlakem. Limity detekce jsou závislé na filtru plynu, kterým je karusel opatřen (možnost je kolem 1000 variant). Limity se pohybují od 10^{-2} ppm při 20°C a tlaku 101 kPa (AdvancedEnergy.com, 2021).

Multiplexerer INNOVA 1309 má dvanáct odběrových míst a každé je spojeno teflonovou hadičkou s koncovým filtrem ($15\ \mu\text{m}$) a délkou až 50 metrů do jednotlivých míst odběru vzorků. Řízení odběru vzorku je pomocí třicetistupňového ventilu. Do té doby, než analyzátor vzorek vpustí do měřicí komory, je hadička proplachovaná vývěvou (Jelínek et al., 2013).

3.4 Technika použitá k měření rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti

Pro správné měření je důležité dodržení několika zásadních požadavků pro monitorované ukazatele, tím se zajistí použití výsledků s vědeckou vahou. Vybrané požadavky jsou napsány níže.

- hranice venkovní teploty nesmí překročit 30°C ,
- pravidelná kalibrace přístroje s minimální přesností $0,5^\circ\text{C}$,
- shodné umístění měřícího zařízení včetně sond pro měření koncentrace plynů při každém měření po dobu výzkumu,

-
- vnitřní teplota měřena pokaždé mimo dosah přímého slunce, minimálně jeden metr od stěny a dále v minimální výšce jeden metr od země, pro zajištění welfare zvířat i v jejich úrovni,
 - při dosažení venkovní teploty minimálně 10°C se splní podmínky pro měření relativní vlhkosti prostředí,
 - dosáhne-li měření relativní vlhkosti přes hranici 70 %, musí se měření opakovat nejdříve za 4 hodiny. Nedojde-li ke zlepšení relativní vlhkosti, je měření odloženo o 45 hodin (Jelínek et al., 2013).

3.4.1 Přístroje použité k měření relativní vlhkosti a teploty

Technika používaná pro měření relativní vlhkosti a teploty za pomoci externí sondy se jmenuje Commeter D4141, znázornění na obrázku 3.13. Přístroj vyrobila společnost COMET SYSTEM spol. s r. o. se sídlem v Rožnově pod Radhoštěm, ČR. Přednost přístroje se ukrývá v externí sondě pro měření teploty vzduchu a relativní vlhkosti. Dále slouží k měření atmosférického tlaku, teploty rosného bodu nebo tlakových tendencí. Měřené hodnoty se ukládají do vnitřní paměti přístroje. Snímané hodnoty se pořizují nejprve z odporového snímače, kde se měří teplota uvnitř objektu, teplotní snímač a snímač vlhkosti je umístěn do externí sondy. Uložené údaje za pomoci přiloženého programu lze přenést do počítače a následně výsledky zpracovávat (Cometsystem.cz, 2021).



Obrázek 3.13: Termohydrobarometr Comet (Cometsystem.cz., 2021)

Druhý přístroj pro měření relativní vlhkosti a teploty byl použit Logger S3120 od výrobce COMET SYSTEM spol. s r. o. se sídlem v Rožnově pod Radhoštěm, ČR, znázornění na obrázku 3.14. Tento přístroj už nedisponuje externí sondou a veškeré senzory pro měření teploty a relativní vlhkosti jsou zabudované uvnitř. Dvouřádkový LED displej zobrazuje měřené hodnoty včetně rosného bodu. V nastaveném časovém intervalu se data ukládají do energeticky nezávislé vnitřní paměti. Záznamník použitý při měření diplomové práce zapisoval každých 10 sekund a aktualizoval paměť MIN/MAX nezávisle na nastaveném intervalu záznamu. Rozsah měřitelných hodnot teploty vzduchu je od -30°C až do $+70^{\circ}\text{C}$ s odchylkou $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$ a rozlišením $0,1^{\circ}\text{C}$, u relativní vzdušné vlhkosti lze dosáhnout přesnosti $\pm 2,5\%$ v rozsahu $5 - 95\%$ při 23°C a rozlišení $0,1\%$ to vše v rozsahu $0 - 100\%$ relativní vlhkosti, měření rosného bodu je v rozsahu -60°C až $+70^{\circ}\text{C}$ s přesností $\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ při okolní teplotě $T < 25^{\circ}\text{C}$ a relativní vlhkosti $> 30\%$ a rozlišením $0,1^{\circ}\text{C}$. Systém přístroje porovnává naměřené hodnoty s nastavenými dvěma hranicemi pro každou z veličin, jestliže dojde k překročení hodnoty některé veličiny, dojde k upozornění na LED displeji. Logger S3120 má možnost propojení pomocí komunikačního adaptéru s počítačem a hodnoty v něm uložené jdou dále zpracovat (marcomplet.cz, 2021).



Obrázek 3.14: Logger S3120 (Cometsystem.cz, 2021)

3.4.2 Přístroje k měření rychlosti proudění vzduchu

Pro tato měření byl použit přístroj od společnosti Testo spol. s r. o. Praha 5, ČR (zastoupení Testo AG, SRN) Testo 435-1 a Testo 435-2 (viz obrázek 3.15). K přístroji je připojena vrtulová sonda $\varnothing 16\text{ mm}$. Je to multifunkční přístroj používaný k měření klimatu pro kontrolu a regulaci klimatizačních a ventilačních zařízení. Navíc přístroj

měří atmosférický tlak a analyzuje kvalitu ovzduší v měřené místnosti, především obsah CO₂. Při zapojení širokého sortimentu příslušenství lze měřit i mnoho dalších hodnot jako například tah, intenzitu osvětlení (Lux) a povrchovou teplotu (static-int.testo.com, 2021).



Obrázek 3.15: Multifunkční přístroj testo 435 (static-int.testo.com, 2021)

Sonda je vždy umístěna tak, aby měřila rychlost proudění vzduchu u ventilačních průduchů, a to v souladu s ČSN 12 4070 anebo ST SEV 5882-87. Umístění a přichycení měřicí sondy je znázorněno na obrázku 3.16. U některých měření lze využívat pro zjištění množství proudícího vzduchu data z řízení ventilace.



Obrázek 3.16: Ventilační otvor s upevněnou sondou

3.5 Výpočet roční emise

Naměřené výsledky budou přepočteny na půlhodinové aritmetické průměry koncentrace amoniaku a průtoku vzduchu, ze kterých se nakonec stanoví hmotností toky znečišťující látky v $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$ dovnitř a ven ze stáje. Ze získaných hodnot se vypočítá denní zátěž emise amoniaku – emisní faktor. Za výstupní koncentrace vzduchu bude považována sonda s největší koncentrací plynu NH_3 .

Dle standardního statistického vzorce 3.1 se k půlhodinovým aritmetickým průměrům stanoví jejich směrodatná odchylka σ .

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n \cdot (n-1)}} \quad (3.1)$$

kde:

n = počet průměrných hodnot,

x_j = jednotlivé průměrné hodnoty,

\bar{x} = aritmetický průměr.

Z aritmetických půlhodinových průměrů se určí hmotností toky znečišťující látky v $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$. Výpočet hmotnostních toků zahrnuje půlhodinové průměry koncentrace amoniaku snížené o vstupní hodnoty amoniaku do měřené sekce. Vzorec 3.2 byl použit pro vypočítání odchylky σ_k jednotlivých hmotnostních toků pro daný půlhodinový interval.

$$\sigma_k = \sqrt{(Q \cdot \sigma_i)^2 + (-Q \cdot \sigma_e)^2 + [(i - e) \cdot \sigma_Q]^2} \quad (3.2)$$

kde:

i = příslušná průměrná koncentrace NH_3 z odběrových míst v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$,

e = příslušná průměrná koncentrace NH_3 ve vzduchu vstupujícím do měřené sekce v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$,

Q = příslušný průtok vzduchu v $\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$,

$\sigma_i, \sigma_e, \sigma_Q$ = směrodatné odpovídající odchylky.

Výsledky průměrných půlhodinových hmotnostních toků a jejich odchylky ze vzorce 3.2 se dále přepočty na 24 hodinový celkový průměr hmotnostního toku v $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$. Odchylka σ_{FN} se stanoví dle vzorce 3.3, ta udává celkovou průměrnou odchylku hmotnostního toku

$$\sigma_{\text{FN}} = \frac{\sqrt{\sigma_k^2}}{48} \quad (3.3)$$

kde:

σ_k = Odchylka jednotlivých hmotnostních toků

(Dolan et al., 2017).

3.6 Cykly měření

Vzorky z měřeného místa se odebírají nejméně šestkrát při 24 hodinových měření rozložených po období jednoho roku. Tento postup zajišťuje rovnoměrné rozložení a dobrou vyváženost odebraných vzorků v závislosti na sezónních výkyvech, které ovlivňují koncentrace NH_3 a rychlost ventilace po celý rok. Každá kategorie zvířat, kterou monitorujeme, potřebuje jinou modulaci šesti dnů určených pro odběr vzorků.

U kategorie brojlerů se jedná o exponenciální vzorec emisí. V hale se odběr vzorků musí řídit následujícím postupem:

- výkrmový cyklus se rozdělí do tří stejných období (stejný počet dní);
- jeden měřicí den spadá do prvního období, další dvě měření jsou ve druhém období a v závěrečném třetím období se odběr vzorků zvýší na tři měření. Ve třetím období výrobního cyklu mají být rovnoměrně rozloženy odběry vzorku v rámci měřeného roku (stejný počet měření za sezónu).

Průměrná denní míra emisí NH_3 [$\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$] se vypočítá jako součin průměrné denní koncentrace NH_3 [$\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] měrné na výstupu/vstupu vzduchu a naměřené (nebo zjištěné) denní průměrné míry proudění vzduchu ventilace [$\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$] a vyjadřuje se buď na jeden kus, nebo na dobytčí jednotku (500 kg tělesné hmotnosti).

Míra emisí (E) v $\text{kg}\ \text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ ve zkušebním prostoru (i) v den odběru vzorku (j) během časového intervalu (k) se vypočte z míry ventilace (V) a rozdílu mezi koncentracemi na výstupu a na vstupu (C_{vystup} , C_{vstup}) dle vztahu 3.4:

$$E_{i,j,k} = V_{i,j,k} \cdot (C_{\text{vystup},ijk} - C_{\text{vstup},i,j,k}) \quad (3.4).$$

U kategorií zvířat se stabilním vzorcem emisí nebo s lineárním nárůstem emisí lze denní průměrné emise NH_3 vypočítat z průměrné hodnoty za všechny dny odběru vzorků (šest za rok) a standardní odchylky.

Pro výpočet emisního faktoru u kategorií zvířat s exponenciálním emisním vzorcem musí být produkční cyklus rozdělen do tří období stejné délky (stejný počet dní). V každém období se průměrné emise vypočítají z dostupných průměrných hodnot (periodické průměry). Emisní faktory pro každou zkušební komoru se poté vypočítají jako průměr ze tří periodických průměrů (Havelka et al., 2020).

3.7 Emisní úrovně amoniaku do ovzduší

V tabulce 3.3 jsou uvedeny úrovně emisí související s BAT pro emise amoniaku do ovzduší z každého prostoru pro nosnice a brojleři s konečnou hmotností do 2,5 kg.

Tabulka 3.3: Úrovně emisí související s BAT (Havelka et al., 2020)

Parametr	Typ ustájení	Úroveň emisí související s BAT (kg.NH ₃ .prostor pro zvíře ⁻¹ .rok ⁻¹)
Amoniak vyjádřený jako NH ₃	Klecový systém	0,02 – 0,08
	Systém bez klecí	0,02 – 0,13 ⁽¹⁾
	Brojleři	0,01 – 0,08 ⁽²⁾⁽³⁾

1. U stávajících provozů, které používají systém nucené ventilace a méně časté odstraňování trusu (v případě hluboké podestýlky s trusným kanálem), ve spojení s opatřením pro dosažení vysokého obsahu sušiny v trusu, činí horní hranice úrovně emisí související s BAT 0,25 kg.NH₃.prostor pro zvíře⁻¹.rok⁻¹.
2. Úroveň emisí spojená s nejlepšími dostupnými technikami nemusí být použitelná v následujících typech ustájení:
 - a) extenzivní způsob – chov v drůbežárně,
 - b) volný výběh,
 - c) tradiční volný výběh,
 - d) volný výběh – plná svoboda v souladu s nařízením Komise (ES) č. 543/2008 ze dne 16. června 2008, kterým se stanoví prováděcí pravidla k nařízení Rady (ES) c. 1234/2007, pokud jde o obchodní normy pro drůbeží maso (Úr. vest. L 157, 17. 6. 2008, s. 46).
3. Dolní hranice souvisí s používáním systému čištění vzduchu (Havelka et al., 2020).

4 Výsledky

Všechna měření probíhala v souladu s metodikou. Rozmístění měřících přístrojů a sond bylo vždy stejné dle rozkreslení na obrázku 3.11. Měření probíhalo v každém ročním období. Při příjezdu na místo se nejprve všechny potřebné přístroje nanosily do měřené haly a umístily na předem vybraná místa, jako například umístění sondy k ventilační šachtě, která bude funkční po celou dobu měření. Pro každé měření je vypracovaná tabulka s naměřenými hodnotami a stručný popis. Nakonec je vybráno jedno měření a z něj vytvořené grafy.

4.1 První měřicí cyklus

První měřicí cyklus probíhal na přelomu května a června v období naskladnění kuřat 4. května 2021 – 8. června 2021. V prvním cyklu se měření opakovalo třikrát. První v 10. dnu, druhé ve 20. dnu a poslední v 29. dnu výkrmu.

4.1.1 10. denní kuřata

Měření probíhalo 14. května – 15. května 2021. Začalo v 10 hodin a 25 minut a skončilo druhý den ve stejný čas. V hale bylo naskladněno 40 000 kuřat při průměrné hmotnosti 280 g. Koncentrace amoniaku mezi venkovním a vnitřním prostředím byly rozdílné, avšak průměrný rozdíl mezi vnitřní a venkovní koncentrací byl 0,9292 [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]. Při roční emisi $0,01 \pm 008$ [$\text{kg} \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]. Více informací lze najít v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1: 10. den měření v prvním cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH_3 [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]			
venkovní	3,0684	9,595	1,3415
vnitřní	3,9976	19,734	1,7506
rozdíl	0,9292		
Teplota [$^{\circ}\text{C}$]			
venkovní	11,3	19,2	4,3
vnitřní	29,2	30,2	21,1
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	70,1	100,0	41,4
vnitřní	48,5	79,2	42,8
Atmosférický tlak [hPa]	953,7	955,4	949,5
Průtok [$\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$]	$3,944 \pm 0,013$		
Průměrný hm. tok [$\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$]	$3,799 \pm 0,3$		
Roční emise [$\text{kg} \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$]	$0,01 \pm 008$		

4.1.2 20. denní kuřata

Měření probíhalo 23. května – 24. května 2021. Začalo v 9 hodin a 27 minut a skončilo druhý den v 9 hodin a 38 minut. V hale bylo 39 932 kuřat při průměrné hmotnosti 710 g. Koncentrace amoniaku v tomto měření byla vyšší než při prvním měření, lze to přisuzovat nižší venkovní teplotě a starším kuřatům, přičemž průměrný rozdíl dosahoval 8,9686 [mg · m⁻³]. I přes zvýšenou průměrnou koncentraci amoniaku se celková roční emise vypočítala 0,05 ± 0 [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]. Více informací o naměřených hodnotách lze najít v tabulce 4.2.

Tabulka 4.2: 20. den měření v prvním cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH₃ [mg · m⁻³]			
vstupní	5,2859	6,6029	0,6481
vnitřní	14,2545	17,6180	2,3802
rozdíl	8,9686		
Teplota [°C]			
venkovní	9,4	16,9	2,9
vnitřní	26,5	27,6	24,8
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	76,9	100,0	35,9
vnitřní	61,5	70,3	52,0
Atmosférický tlak [hPa]	961,3	963,7	956,3
Průtok [m³ · s⁻¹]	7,069 ± 0,389		
Průměrný hm. Tok [mg · s⁻¹]	60,822 ± 0,337		
Roční emise [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]	0,05 ± 0		

4.1.3 29. denní kuřata

Poslední měření v prvním cyklu proběhlo již v měsíci červnu, a to 3. června až 4. června 2021. Měření začalo v 9 hodin a 8 minut a ukončilo se druhý den v 9 hodin a 18 minut. V hale se nacházelo 39 548 kuřat při hmotnosti 1 348 g. Rozdíl koncentrace amoniaku se oproti předchozím měřením snížil na 0,5787 [mg · m⁻³], to jsou hodnoty nižší než v prvním měření. Tento jev způsobila intenzivnější ventilace s vyšší průměrnou venkovní teplotou a nižší požadovanou teplotou ve stáji. Výpočet roční emise byl 0,01 ± 0 [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]. V tabulce 4.3 jsou zobrazeny zbylé měřené hodnoty.

Tabulka 4.3: 29. den měření v prvním cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH₃ [mg · m⁻³]			
vstupní	3,6810	5,9842	1,7919
vnitřní	4,2597	7,3601	2,0609
rozdíl	0,5787		
Teplota [°C]			
venkovní	17,4	24,6	8,3
vnitřní	23,4	27,7	20,2
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	52,5	91,4	25,9
vnitřní	54,1	75,5	32,4
Atmosférický tlak [hPa]	966,00	967,05	965,15
Průtok [m³ · s⁻¹]	18,887 ± 0,767		
Průměrný hm. tok [mg · s⁻¹]	9,444 ± 0,774		
Roční emise [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]	0,01 ± 0		

4.2 29. den měření v druhém cyklu

Druhý turnus, který se měřil, probíhal na přelomu července a srpna, konkrétně 28. července až 29. července 2021. Čas měření byl podobný jako u předešlých měření. Začínalo se v 8 hodin 55 minut a konec byl v 9 hodin a 5 minut následujícího dne. V tomto 24. hodinovém měření bylo v hale přítomno 38 775 brojlerů při průměrné hmotnosti 1 485 g. Přesto, že se jednalo o období na přelomu léta, naměřená venkovní teplota nebyla tak vysoká, a tudíž ventilace mohla probíhat bez obtíží a nemusel být zapojen systém ochlazování. Rozdíl v průměrné koncentraci mezi vnitřním a venkovním prostředím činil 0,7889 [mg · m⁻³]. Roční emise byla stejná jako v předchozím měření 0,01 ± 0 [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]. Ostatní měřené hodnoty lze najít v tabulce 4.4.

Tabulka 4.4: Měření 29. dne druhého cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH₃ [mg · m⁻³]			
vstupní	2,5692	2,9991	1,9648
vnitřní	3,3581	4,8444	2,2996
rozdíl	0,7889		
Teplota [°C]			
venkovní	14,7	18,4	11,9
vnitřní	24,0	28,2	21,9
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	82,5	100,0	50,5
vnitřní	67,2	75,8	51,4
Atmosférický tlak [hPa]	958,10	959,38	956,73
Průtok [m³ · s⁻¹]	20,136 ± 0,085		
Průměrný hm. tok [mg · s⁻¹]	15,755 ± 0,477		
Roční emise [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]	0,01 ± 0		

4.3 30. den měření ve třetím cyklu

Páté měření probíhalo od 16. září 2021 do 17. září 2021 v 30. dnu výkrmu a třetím cyklu. Měření bylo spuštěno v 8 hodin 20 minut a ukončeno následující den v 10 hodin a 10 minut, jednalo se o nejdelší měření. Měsíc září je už podzimní čas, tomu odpovídá i rozlišení teplot mezi maximální venkovní teplotou 23°C a minimální teplotou 10,1°C. Koncentrace amoniaku v hale se opět držela v nízkých hodnotách s rozdílem 2,2342 [mg · m⁻³]. Při tomto měření byla roční emise vypočtena na hodnotu 0,03 ± 0 [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]. Z důvodu vyšší venkovní teploty byl průtok ventilace dle očekávání vysoký 14,612 [m³ · s⁻¹]. Všechny hodnoty v tabulce 4.5 jsou z měření, ve kterém bylo 39 911 kuřat při průměrné hmotnosti 1 450 g.

Tabulka 4.5: Měření 30. dne ve třetím cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH₃ [mg · m⁻³]			
vstupní	4,8562	7,4369	1,7058
vnitřní	7,0904	12,49000	2,6831
rozdíl	2,2342		
Teplota [°C]			
venkovní	16,6	23,0	10,1
vnitřní	22,3	26,7	20,2
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	62,7	72,5	49,6
vnitřní	71,1	89,1	59,1
Atmosférický tlak [hPa]	957,050	958,325	955,895
Průtok [m³ · s⁻¹]	14,612 ± 0,211		
Průměrný hm. tok [mg · s⁻¹]	33,473 ± 0,603		
Roční emise [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]	0,03 ± 0		

4.4 30. den měření ve čtvrtém cyklu

Poslední měření pro tuto diplomovou práci proběhlo v lednu 2022, konkrétně 12. ledna až 13. ledna 2022. Časové rozhraní se nijak nevyjímal od ostatních měření. V době měření byla hala naskladněna 37 696 kuřaty, nejméně za celou dobu. Ovšem průměrná hmotnost byla o něco větší než obvykle, a to 1 530 g. Průměrná venkovní teplota byla $-3,8^{\circ}\text{C}$, což svědčí o mírné zimě, ale z tabulky 4.6 lze vyčíst, že teplota byla celou dobu pod nulou. Zajímavostí ve výsledcích lze označit koncentraci amoniaku jak vstupující, tak vystupující, jenž měla rozdíl jenom 2,7119 $[\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$, ale její maxima byla oproti ostatním měřením nadprůměrná. I přes vysokou koncentraci byl průtok ventilace omezen na 8,72 $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$. Výsledná emise po přepočtu vyšla 0,02 $[\text{kg} \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$.

Tabulka 4.6: Měření ve čtvrtém cyklu

Měřená veličina	Průměr	Maximum	Minimum
Koncentrace NH_3 $[\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$			
vstupní	15,8236	21,38	12,941
vnitřní	18,5355	26,086	7,3234
rozdíl	2,7119		
Teplota $[\text{°C}]$			
venkovní	-3,8	-1,7	-5,8
vnitřní	20,4	24,9	17,6
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	75,9	84,5	60,1
vnitřní	56,0	69,0	49,2
Atmosférický tlak [hPa]	977,95	979,10	976,50
Průtok $[\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}]$	8,72 ± 0,028		
Průměrný hm. tok $[\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}]$	22,626 ± 1,896		
Roční emise $[\text{kg} \cdot \text{NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$	0,02 ± 0		

4.5 Celkový souhrn údajů z měření

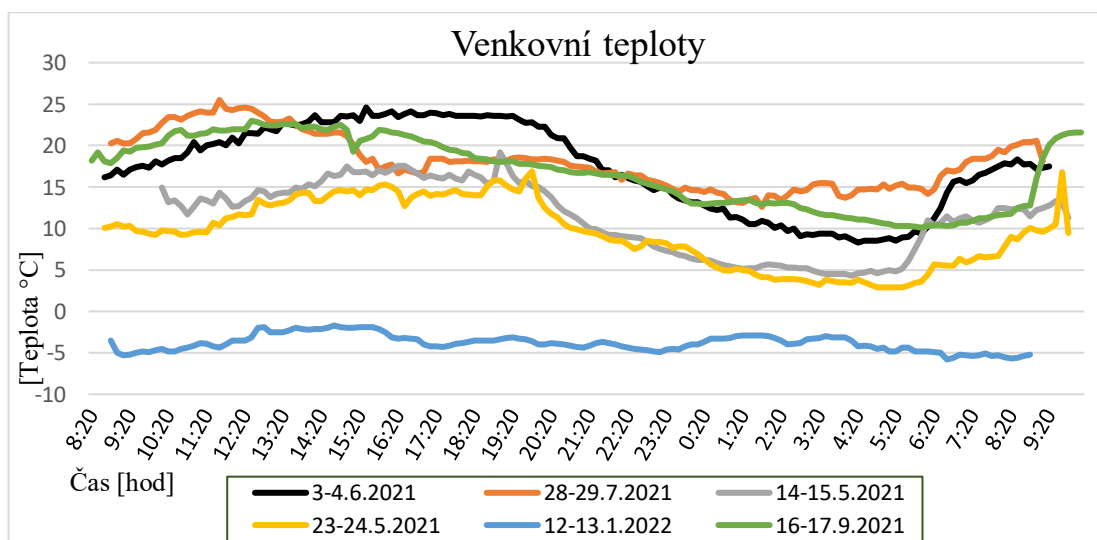
Tabulka 4.7 zobrazuje vybrané hodnoty ze všech měření, která proběhla. Ze souhrnu informací lze vidět, že měření probíhalo v celé škále teplot od plusových teplot přibližujících se 20°C - letním teplotám, až po teploty pod bodem mrazu. Roční emise ve všech měření byla dost podobná a nikdy nepřekonalala povolenou mez dle dokumentu BREF.

Tabulka 4.7: Vybrané hodnoty ze všech měření

Číslo měření	Datum	Stáří zvířat [den]	Průměrná hmotnost [g]	Počet ustájených zvířat [ks]	Průměrná vnitřní teplota [°C]	Průměrná vnější teplota [°C]	Vnitřní vlhkost [%]	Roční emise [kg · NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹]
1a	14.5.21	10	280	40000	29,2	11,3	48,5	0,01 ± 008
1b	24.5.21	20	710	39932	26,5	9,4	61,5	0,05 ± 0
1c	3.6.21	29	1348	39548	23,4	17,4	54,1	0,01 ± 0
2	28.7.21	29	1485	38775	24,0	14,7	67,2	0,01 ± 0
3	16.9.21	30	1450	39911	22,3	16,6	71,1	0,03 ± 0
4	13.1.22	30	1530	37696	20,4	-3,8	56,0	0,02 ± 0
Výsledná průměrná roční emise [kg · NH₃ · ks⁻¹ · rok⁻¹]								0,02

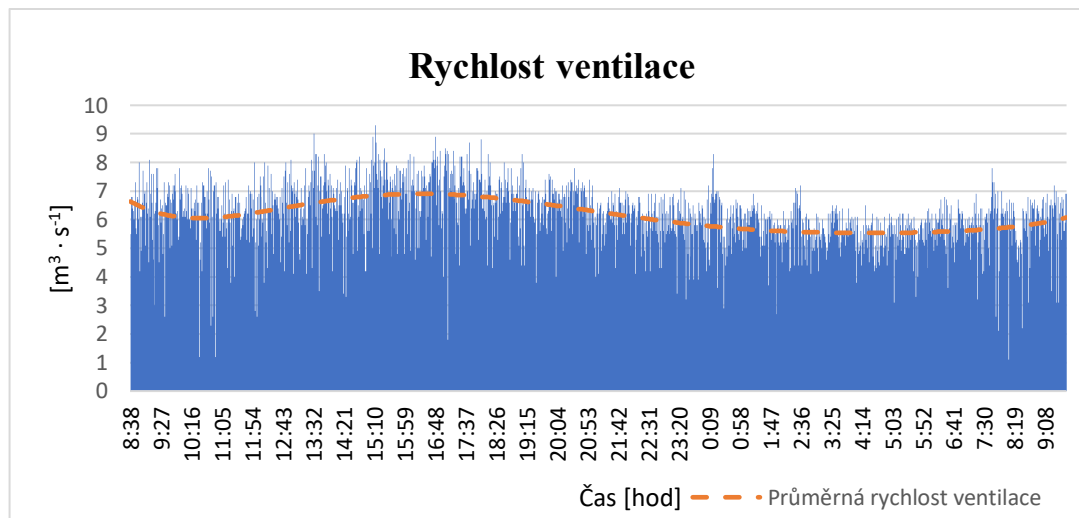
4.5.1 Vybrané grafy

Kapitola zobrazuje tři obrázky. Dva jsou vybrány z 20. dne měření, které probíhalo v prvním cyklu, konkrétně od 24. května 2021. Toto období bylo vybráno pro jeho rozmanitost ve venkovní teplotě, které ovlivňovalo mikroklima uvnitř stáje. Obrázek 4.1 zobrazuje grafický průběh venkovní teploty ze všech měření.



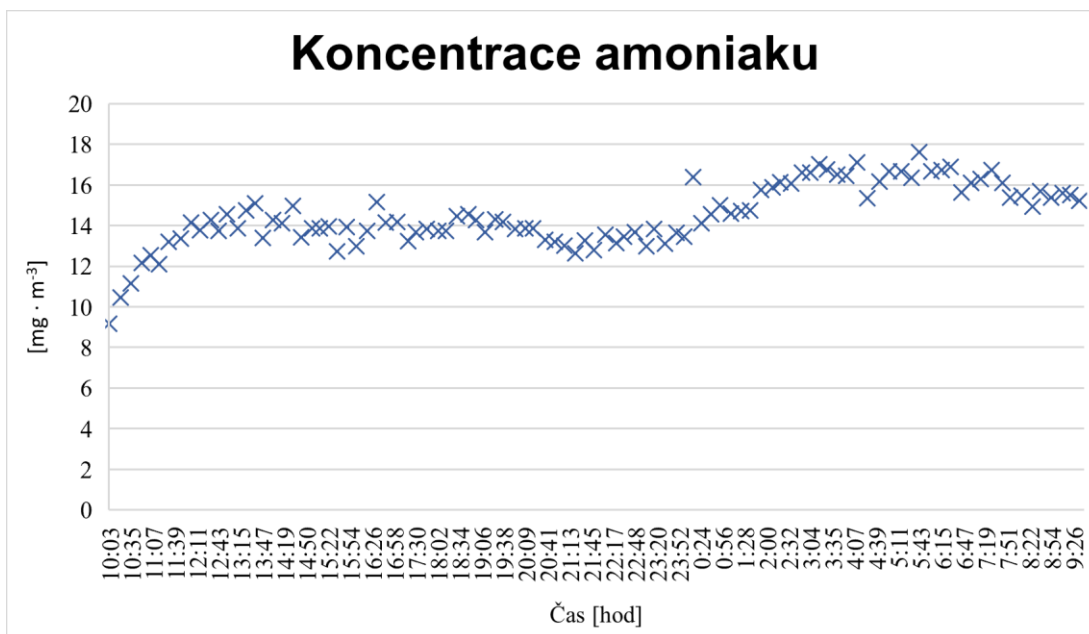
Obrázek 4.1: Grafický průběh všech venkovních teplot v chovu drůbeže.

Obrázek 4.2 zobrazuje proudění vzduchu (rychlost ventilace) uvnitř stáje, tento průběh byl vybrán náhodně ze tří měřících bodů. V průběhu je znázorněna oranžová čerchovaná čára, která zobrazuje průměrný průběh hodnot. Intenzita ventilace nejvíce závisí na venkovní teplotě, vnitřní teplotě a vlhkosti.



Obrázek 4.2: Průběh rychlosti ventilace, vybraný z třech měřících bodů.

Poslední obrázek 4.3 vyobrazuje průběh koncentrace amoniaku. V obrázku lze pozorovat nárůst koncentrace v závislosti na snižování rychlosti ventilace.



Obrázek 4.3: Koncentrace amoniaku v chovu drůbeže.

5 Diskuse

5.1.1 Závisí množství emise amoniaku na technologii ustájení?

Ano. Množství vyprodukovaného amoniaku závisí na zvolené technologii, především na zvolené podestýlce. Pro měření byl vybrán objekt, který má jednu z nejmodernějších technologií jak pro měření klima stáje, tak i řízení klima uvnitř stáje. Při porovnání s diplomovou prací Pilát (2019) lze usuzovat, že starší technologie ustájení má za následek zvětšenou koncentraci produkovaného amoniaku. Porovnání s další autorkou Homolková (2016) nejde dobře provést, jelikož autorka měřila v testovacím středisku, kde technologie ustájení je úplně jiná než v této diplomové práci, a i v práci Piláta (2019). Obecně platí, že chov, jenž využívá moderních poznatků z vědy a výzkumu, může produkovat mnohem méně emisí než chov, který neinovuje svou technologii ustájení. Inovace samotné technologie ve stáji je velice finančně náročná, proto se může jít cestou inovace ostatních činitelů, které mají též velký podíl na tvorbě emisí jako např. změna složení dávky krmiva, přidávání medikamentů do vody anebo změna typu podestýlky.

5.1.2 Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?

Areál výkrmu drůbeže ve Strunkovicích nad Blanicí **splňuje veškeré podmínky správné zemědělské praxe** uvedené v dokumentu BAT autora Giner Santonja (2017). Správně řízený podnik, jako je tento, vede ke zvýšení produkce brojlerů a zlepšení enviromentálních dopadů nebo dokonce se snaží tyto dopady na životní prostředí úplně eliminovat.

Níže jsou popsány některé důvody pro tvrzení, že areál splňuje podmínky uvedené v BAT 2 „správné zemědělské praxe“.

Podestýlka s trusem je po každém turnusu vyvážena a následně se celá hala, včetně technologie, umyje vysokotlakou čističkou s teplou vodou. Poté se nechá vysušit a vydezinfikovat, včetně všech napáječek a krmítek i s příslušnými rozvody.

Areál se nachází v dostatečné vzdálenosti od obytných budov. Avšak pro personál není tato vzdálenost příliš velká pro snadnou dopravu do areálu. Dále má areál několik sběrných jímek na dešťovou i technologickou vodu, tudíž se žádná voda z areálu nemůže dostat do místní kanalizace.

Součástí provozního řádu je i nouzový plán, ve kterém se řeší veškeré problémy, které mohou nastat, jako např. požár v areálu, poškození jímek a výpadek elektrické energie.

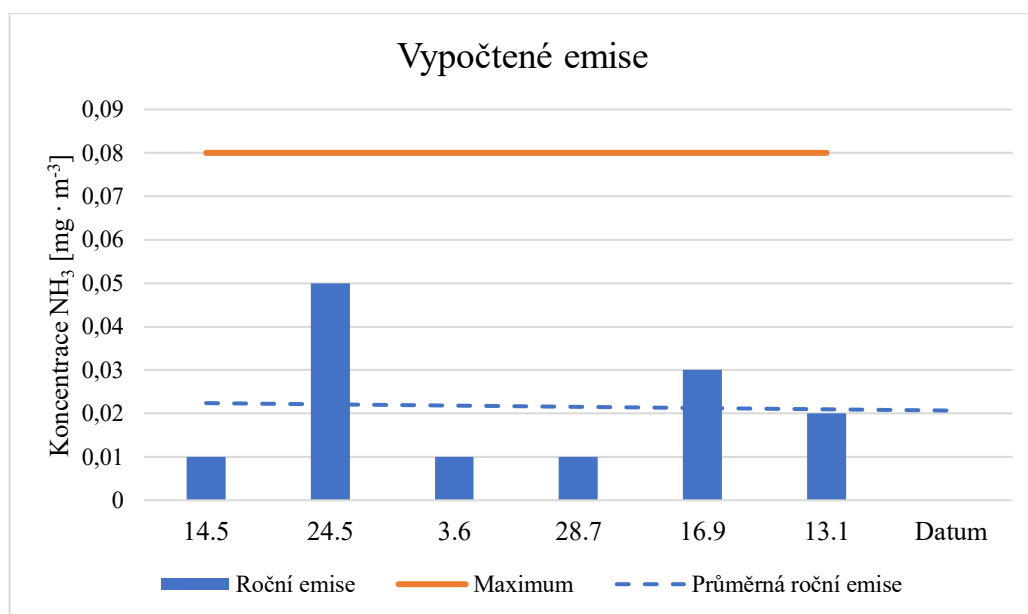
Posledním vybraným důvodem je péče o uhynulá zvířata. Kontrola stavu stáda se provádí pravidelně, minimálně 3x denně. Veškerá uhynulá zvířata se váží a následně ukládají do kontejneru na to určený. Odvoz zajišťuje firma VETAS České Budějovice spol. s r. o. Při větším úhynu zvířat se odvázejí vzorky do veterinárního ústavu, kde se určí jejich příčina úmrtí a následně předloží návrh na změnu v krmné směsi nebo přidání medikamentů do vody. Samozřejmostí je také hlášení každého uhynulého kusu Krajské Veterinární Správě.

5.1.3 Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?

V kapitole 1.4 je popsáno takzvaných pět svobod, které podnik ve Strunkovicích nad Blanicí **splňuje**. O všechna zvířata chovaná v areálu je postaráno s největší náležitostí, mají dostatek vody, krmení a pohodlí na podestýlce s dostatečným prostorem. To zajišťuje, že jsou zvířata spokojená a klidná. Pro dodržení správného pohodlí zvířat jsou zaměstnanci firmy neustále proškolení na nejnovější poznatky z chovu drůbeže.

5.1.4 Porovnání emisí amoniaku v provozech s direktivou EU.

V obrázku 5.1 lze vidět všechny roční emise, které byly vypočteny dle metodiky z naměřených hodnot a hranice pro maximální koncentraci. Limitní mez **nepřekračuje** ani jedno měření dokonce se k němu nepřibližuje žádná hodnota. Důvodem je nejspíše moderní technologie stáje spojená s vhodnou podestýlkou a kvalitním krmivem.



Obrázek 5.1: Vypočtené emise

V tabulce 5.1 lze vidět vybrané průměrné hodnoty od různých autorů.

Tabulka 5.1: Porovnávací tabulka

Autor	Průměrná roční emise [kg·NH ₃ ·ks ⁻¹ ·rok ⁻¹]
Výsledek z této práce	0,0216
Pilát (2019)	0,2700
Homolková (2016)	0,0484
Dolan (2013), 1	0,0650
Dolan (2013), 2	0,0750
Dolan (2013), 3	0,0400

Prvním autorem je Pilát (2019), který hranici 0,08 překročil mnohonásobně. Jak uvedl sám autor, vysokou koncentraci amoniaku mohlo způsobit mnoho příčin, ale nejzávažnější příčinou bude nejspíše stará technologie a nevhodný systém napájení a větrání.

Dalším autorem zabývající se podobným tématem je Homolková (2016), které průměrná roční emise vyšla pod limitem referenčního dokumentu BREF.

Posledním vybraným dokumentem je disertační práce Dolan (2013). Autor se zde zabývá celou škálou měření nejen v chovu drůbeže. Pro chov drůbeže probíhalo měření třikrát, pokaždé v jiném roce. První proběhlo v roce 2010, kde průměrná roční emise ze všech měřených hal také nepřesahuje maximální hodnotu, ovšem při porovnání se hodnota dostala výše, než jakákoliv hodnota v mé diplomové práci. Druhé měření proběhlo v roce 2011, kde se průměrná naměřená roční emise výrazně přiblížila k limitní hranici. Dokonce při podrobnějším prostudování dokumentu lze najít jednotlivá měření přesahující limitní hranici. Poslední měření, které autor dělal proběhlo v roce 2012, kde naměřil skoro poloviční hodnoty roční emise než v předešlém roce. Sám autor udává jako možnou příčinu takového rozdílu, venkovní teplotu, která byla nižší než u obou předchozích měření.

Závěr

Cílem práce bylo změření koncentrací emisí zátěžových plynů v zemědělském provozu s chovem brojlerových kuřat a jejich vyhodnocení. Dále navrhnoutí opatření, pro snížení emisí, pokud je to nutné a následné zhodnocení, jestli provoz splňuje zásady „správné zemědělské praxe“ a podmínky welfare zvířat.

Při vypracování diplomové práce jsem se seznámil s nutnou legislativou a různými hodnotami, které každý zemědělský podnik provozující intenzivní chov drůbeže musí splňovat. Nejen zákon ČR, ale především legislativa EU upravují systém chovu brojlerů. Všechny dostupné techniky se snaží zohlednit dokument BAT a maximální koncentrace posuzuje dokument BREF, oba dokumenty vydala Evropská komise.

Měření proběhlo celkem čtyřikrát pokaždé v jiném ročním období pro zajištění objektivních dat. Všechna měření jsou v souladu s kapitolou metodika, která určuje přesné rozmístění měřících zařízení a také předepisuje vzorce pro výpočet jednotlivých hodnot.

Na závěr diplomové práce uvedu jisté poznatky vyzorované z celého průběhu měření, ale i z tvorby práce. Nejdůležitějším faktorem, který ovlivňuje produkci amoniaku, je především mnohokrát zmiňovaný typ podestýlky. Pro zvýšení produkce je zapotřebí dodržovat přesný složení krmných směsí pro daný druh brojlerových hybridů, při tom se nesmí zapomínat na proškolení obsluhy, jak má se zvířaty pracovat a samozřejmě dochvilnost obsluhy, protože zvířata si zvyknou na jeden čas při nedodržení stejné doby dochází k většímu stresu a s tím spojený menší přírůstek a zvýšení mortality zvířat v hale. Nesmí se zapomínat ani na kvalitu vody, jenž je třeba hlídat a pravidelně testovat, při zjištění menšího denního přírůstku zvážit přidání vitamínů a minerálů do napájecí vody.

Seznam použité literatury

Brouček, J. et al. (2008). *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-095-9

Brouček J. et al. (2011). *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 978-80-7394-337-0

Dolan, A. (2013). *Vyhodnocení ekonomické efektivity chovatelské technologie s použitím nanotechnologií na dané farmě*. Disertační práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Gálik, R. et al. (2015). *Technika pre chov zvierat*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre. ISBN 978-80-552-1407-8

Glenn, D. (2012). *Chov drůbeže*. Euromedia group, Praha. ISBN 978-80-242-4212-5

Homolková, E. (2016). *Měření a vyhodnocení přírůstků zvířat a produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem drůbeže při využití fytoaditiv v krmivu*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Jelínek, A. et al. (2013). *Metodika měření emisí amoniaku (NH₃) a oxidu uhličitého (CO₂) v chovech prasat ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC)*. Celostátní metodika pro MZe ČR dle smlouvy o dílo 217-2013-14312.

Kožušník, Z. (1979). *Drůbež, Zdravotní problematika velkochovů*. Státní zemědělské nakladatelství., Praha.

Kříž, L. (1997). *Základy výživy a technika krmení drůbeže*. Institut výchovy a - vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, Praha. ISBN 80-7105-142-X

Ledvinka, Z. et al. (2009). *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, katedra speciální zootechniky. ISBN 978-80-213-1921-9.

Pilát, J. (2019). *Vyhodnocení výrobní měrné emise amoniaku z vybraného chovu drůbeže*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta.

Prombergerová, I. (2012). *Drůbež na vašem dvoře*. Nakladatelství Brázda s. r. o., Praha. ISBN 978-80-209-0395-2

Tůmová, E. (2004). *Základy chovu hrabavé drůbeže*. Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha. ISBN 80-7271-1550-4

Tůmová, E. (2020). *Chov drůbeže*. Vydavatelství odborného tisku Profi Press s. r. o., Praha. ISBN 978-80-88306-05-4

Václavovský, J. et al. (2000). *Chov drůbeže*. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. ISBN 80-7040-446-9

Výmola, J. et al. (1994). *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Natural spol. r. o., Praha. ISBN 80-901100-4-5

Webster, J. (1999). *Welfare: životní pohoda zvířat aneb Střízlivé kázání o ráji*. Nadace pro ochranu zvířat, Praha. ISBN 80-238-4086-X

Webster, J. (2009). *Životní pohoda zvířat: kulhání k Ráji: praktický přístup k nápravě problému naší vlády nad zvířaty*. Práh, Praha. ISBN 978-80-7252-264-4

Zelenka, J. (2006). *Výživa a krmení drůbeže*. Agriprint, Olomouc.

Zelenka, J. (2014). *Výživa a krmení drůbeže*. Agriprint, Olomouc. ISBN 978-80-87091-53-1

Internetové zdroje

advancedenergy.com, (2021). *Innova 1512*. [online] [cit. 25. 11. 2021].
<https://www.advancedenergy.com/products/gas-sensors/gas-monitors/innova-1512/>

Aminyavari, M. et al. (2014). Exergetic, economic and environmental (3E) analyses, and multi-objective optimization of a CO₂/NH₃ cascade refrigeration system. *Applied Thermal Engineering*. 65(1-2):42-50 [online] [cit. 12. 2. 2022].
<https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1359431113009721>

aviagen.com, (2009). *Technologický postup pro výkrm brojlerů Ross*. [online] [cit. 12. 2. 2022]. http://en.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/CZECH-Broiler-for-CDsmall.pdf

aviagen.com, (2018). *Technologický postup pro výkrm brojlerů*. [online] [cit. 12. 2. 2022]. https://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/Ross-BroilerHandbook2018-CZ.pdf

cometsystem.cz, (2021). *Teploměr – vlhkoměr – barometr s externí sondou*. [online] [cit. 25.11.2021]. <https://www.cometsystem.cz/produkty/teplomer-vlhkometer-barometr-s-externi-sondou-na-kabelu/reg-d4141>

Dolan, A. et al. (2017). Zpráva o měření emisí amoniaku z chovů prasat. [online] eagri.cz [cit. 27. 11. 2021]. https://eagri.cz/public/web/file/564244/Zprava_o_mereni_emisi_a_moniaku_2017_FINAL.pdf

Giner Santonja, G. et al. (2017). *Best Available techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs. Industrial Emissions Directive 2010/75/EU (Integrated Pollution Prevention and Control)*. [online], [cit. 15. 2. 2022].
<https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC107189>

Havelka, Z. et al. (2020). Nejlepší dostupné techniky v intenzivních chovech drůbeže a prasat. [online], eagri.cz [cit. 27. 11. 2021]. https://eagri.cz/public/web/file/665950/Nejlepsi_dostupne_techniky_v_intenzivnich_chovech_drubeze_a_prasat__preklad.pdf

ippc.mzp.cz, (2021). Areál výkrmu brojlerů Strunkovice nad Blanicí. [online] [cit. 27. 11. 2021]. <https://ippc.mzp.cz/ippc/ippc.nsf/%24pid/mzpr98ejw3gq>

Kim, W. K. a Patterson, P. H. (2006). Ammonium-Nitrogen Transformation and Nitrogen Retention in Broiler Manure Supplemented with a Soil Amendment Containing Nitrifying Bacteria. *Journal of Environmental Science and Health, Part B*. 41(2):121-133 [online], [cit. 27. 11. 2021]. <http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/03601230500365028>

mapy.cz, (2021). [online], [cit. 27. 11. 2021]. <https://mapy.cz/zakladni?x=14.0654114&y=49.0741777&z=17&base=ophoto>

marcomplet.cz, (2021). COMET Logger S3120 – záznamník vlhkosti a teploty s vnitřními čidly. [online], [cit. 25. 11. 2021]. <https://marcomplet.cz/zbozi/produkt-300/comet-system-comet-logger-s3120-zaznamnik-vlhkosti-a-teploty-s-vnitrnimi-cidly-nahrazen-novym-modelem-comet-u3120.html>

Moore, P. A. et al. (1996). Evaluation of Chemical Amendments to Reduce Ammonia Volatilization from Poultry Litter. *Poultry Science* 75(3):315-320. [online], [cit. 27. 11. 2021]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0032579119442478>

mzp.cz, (2008). Kjótský protokol. [online], [cit. 13. 2. 2022]. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/\\$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf)

mzp.cz, (2016). Pařížská dohoda. [online], [cit. 13. 2. 2022]. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/\\$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/parizska_dohoda/$FILE/OEOK-Cesky_preklad_dohody-20160419.pdf)

Nimmermark, S. et al. (2009). Ammonia, dust and bacteria in welfare-oriented systems for laying hens. *Annals of Agricultural and Environmental Medicine* 16(1):103-113. [online], [cit. 27. 11. 2021]. https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-67650914276&origin=inward&txGid=fc34e51fc662b4c65face2e87f8a3cd9&featureToggles=FEATURE_NEW_DOC_DETAILS_EXPORT:1#metric

Přílepek, R. (2016). *Modernizace areálu pro výkrm brojlerů – Strunkovice nad Blanicí*. [online], [cit. 20. 11. 2021]. https://portal.cenia.cz/eiasea/download/RUIBX0pIQzgyOF9kb2t1bWVudGFjZURPQ18yOTI3NTY3MDEwNDY3NjU1MzE0LnBkZg/JHC828_dokumentace.pdf

Směrnice Rady 2007/43/ES, *o minimálních pravidlech pro ochranu kuřat chovaných na maso*. In: Úřední věstník Evropské unie L 182/19, 12.7.2007 [online] [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/ALL/?uri=celex:32007L0043>

Simonin D. a Gavinelli A. (2019). The European Union legislation on animal welfare: state of play, enforcement and future activities. [online], fondation-droit-animal.org [cit. 10. 2. 2022]. <https://www.fondation-droit-animal.org/proceedings-aw/the-european-union-legislation-on-animal-welfare/>

static-int.testo.com, (2021). *Multifunkční měřicí přístroj*. [online], [cit. 25. 11. 2021]. https://static-int.testo.com/media/f8/69/d4accedf2bf6/Prospekt_testo_435.pdf

Swelum, A. A. et al. (2021). Ammonia emissions in poultry houses and microbial nitrification as a promising reduction strategy. *Science of The Total Environment*. 781:146978 [online], [cit. 10. 2. 2022]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0048969721020489>

Van der Heyden, C. et al. (2015). Mitigating emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and biofilters: State-of-the-art and perspectives. *Biosystems Engineering*. 134:74-93 [online], [cit. 10. 2. 2022]. <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1537511015000653>

Webster, J. (2016). Animal Welfare: Freedoms, Dominions and „A life Worth living“. *Animals* 6(6):35 [online] [cit. 27. 11. 2021]. <http://www.mdpi.com/2076-2615/6/6/35>

Zákon č. 154/2000 Sb., *o šlechtění, plemenitbě a evidenci hospodářských zvířat a o změně některých souvisejících zákonů (plemenářský zákon)*. In: Sbírka zákonů, 21. 6. 2000 [online] [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-154>

Zákon č. 76/2002 Sb., *o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů (zákon o integrované prevenci)*. In: Sbírka zákonů 1. 3 2002 [online] [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-76?text=76%2F2002+Sb>.

Zákon č. 25/2008 Sb., *o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů*. In: Sbírka zákonů 12. 2. 2008 [online] [cit. 12. 2. 2022]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-25?text=25%2F2008+Sb>

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Přirozená ventilace.....	12
Obrázek 1.2: Nucená ventilace.....	13
Obrázek 1.3: Správné proudění vzduchu při minimální ventilaci	13
Obrázek 3.1: Areál výkrmu brojlerů Strunkovice nad Blanicí.....	20
Obrázek 3.2: Čelní pohled na halu C	21
Obrázek 3.3: Krmné a napájecí linie	22
Obrázek 3.4: Místnost pro medikaci vody	23
Obrázek 3.5: Venkovní pohled směrových klapek se sondou vstupního vzduchu a Loggerem S3120.....	24
Obrázek 3.6: Chladicí trubice s tryskami	24
Obrázek 3.7: Stropní ventilátor s umístěnou sondou na vzduchu a měřičem průtoku Testo 435	25
Obrázek 3.8: Čelní ventilátor	25
Obrázek 3.9: Rozvod vody na ohřev	26
Obrázek 3.10: Řídící systém jedné části haly.....	27
Obrázek 3.11: Půdorys měřené sekce	27
Obrázek 3.12: Schéma přístroje.....	29
Obrázek 3.13: Termohydrobarometr Comet	30
Obrázek 3.14: Logger S3120.....	31
Obrázek 3.15: Multifunkční přístroj testo 435	32
Obrázek 3.16: Ventilační otvor s upevněnou sondou	32
Obrázek 4.1: Grafický průběh všech venkovních teplot v chovu drůbeže.	42
Obrázek 4.2: Průběh rychlosti ventilace, vybraný z třech měřících bodů.	43
Obrázek 4.3: Koncentrace amoniaku v chovu drůbeže.....	43
Obrázek 5.1: Vypočtené emise.....	45

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Vybrané druhy podestýlky a jejich krátký popis.....	14
Tabulka 1.2: Metody na snižování NH ₃	18
Tabulka 3.1: Legenda k obrázku 3.1.....	20
Tabulka 3.2: Parametry vybudovaných stájí	21
Tabulka 3.3: Úrovně emisí související s BAT	35
Tabulka 4.1: 10. den měření v prvním cyklu	36
Tabulka 4.2: 20. den měření v prvním cyklu	37
Tabulka 4.3: 29. den měření v prvním cyklu	38
Tabulka 4.4: Měření 29. dne druhého cyklu	39
Tabulka 4.5: Měření 30. dne ve třetím cyklu	40
Tabulka 4.6: Měření ve čtvrtém cyklu.....	41
Tabulka 4.7: Vybrané hodnoty ze všech měření	42
Tabulka 5.1: Porovnávací tabulka	46
