



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

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

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH**

**FAKULTA ZEMĚDĚLSKÁ A TECHNOLOGICKÁ**

Katedra techniky a kybernetiky

**Diplomová práce**

Vyhodnocení emisí amoniaku z chovu prasat ve vybraném  
zemědělském podniku

Autor práce: Bc. Vojtěch Sufčák

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

České Budějovice  
2024

## **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**

Cílem této diplomové práce je zhodnotit průměrnou roční emisi zátěžových plynů amoniaku na farmě Martínkov ve vybraném chovu prasat. K dosažení všech měření bylo využito aparátů z BAT centra Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Vědci se zabývají znečišťováním planety již několik let. K docílení úbytku odpadních látek, je důležité v co největším rozsahu potlačit látky, které se dostávají do atmosféry. Je nezbytné redukovat emise oxidu uhličitého, oxidu dusíku, methanu, ale především amoniaku. Za největšího producenta amoniaku je považováno zemědělství, je schopno vyprodukovat až 85 % amoniaku celosvětově.

Dále se v obsahu diplomové práce nachází literární rešerše, kde je popsán chov prasat, amoniak, welfare prasat, BAT a skleníkový efekt.

**Klíčová slova:** amoniak, chov prasat, BAT

## **Abstract**

The objective of this master thesis is to evaluate the average annual emission of ammonia burden gases on the Martínkov farm in a selected pig breeding. Equipment from the BAT Center of the University of South Bohemia in České Budějovice was used to achieve all the measurements.

Scientists have been dealing with the pollution of the planet for several years. To achieve the reduction of waste substances, it is important to suppress the substances that enter the atmosphere to the greatest extent possible. It is necessary to reduce emissions of carbon dioxide, nitrogen oxide, methane, but above all ammonia. Agriculture is considered the largest producer of ammonia, it is capable of producing up to 85 % of ammonia worldwide.

Furthermore, the content of the thesis includes a literature search, which describes pig breeding, ammonia, pig welfare, BAT and the greenhouse effect.

### **Keywords:**

Ammonia, pig breeding, BAT

## **Poděkování**

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu diplomové práce Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za jeho cenné rady a věcné připomínky, které mi během psaní práce poskytl. Především bych chtěl ale poděkovat za jeho trpělivost a čas, který této práci věnoval. Dále děkuji i BAT centru JU za poskytnutí měřicích přístrojů.

---

## Obsah

Úvod.....	7
1 Literární rešerše.....	8
1.1 Chov prasat .....	8
1.1.1 Situace prasat v České republice.....	9
1.1.2 Situace vepřového masa ve světě.....	9
1.2 Amoniak (NH <sub>3</sub> ).....	10
1.2.1 Výskyt amoniaku .....	11
1.2.2 Amoniak a jeho účinky na zdraví zvířat a lidí .....	11
1.2.3 Emise amoniaku .....	12
1.3 Welfare prasat .....	13
1.4 BAT (Best Available Techniques) v chovech prasat .....	14
1.4.1 Krmné techniky .....	14
1.4.2 Hospodaření s vodou.....	15
1.4.3 Hospodaření s energií.....	15
1.4.4 Emise z ustájení a její snížení .....	16
1.5 Skleníkový efekt.....	17
1.5.1 Skleníkové plyny.....	18
1.5.2 Emise skleníkových plynů .....	18
1.6 Další skleníkové plyny.....	19
1.6.1 Chlorofluorované uhlovodíky .....	19
1.6.2 Metan.....	19
1.6.3 Vodní pára.....	20
1.6.4 Ozon.....	20
2 Cíl práce.....	21
3 Metodika .....	22

---

3.1	Metodika měření stájového klimatu.....	22
3.1.1	Základní potřeby opakovatelnosti .....	22
3.1.2	Zařízení použita k měření koncentrace plynu .....	22
3.2	Měření rychlosti proudění vzduchu, teploty a relativní vlhkosti .....	23
3.2.1	Přístroje využitá na měření vlhkosti a teploty .....	24
3.2.2	Přístroje použité pro měření rychlosti proudění vzduchu .....	25
3.2.3	Výpočet roční emise.....	27
3.2.4	Počet měření.....	28
3.2.5	Emisní úrovně amoniaku.....	28
3.2.6	Umístění měřících sond a měřících přístrojů .....	29
3.3	Základní informace o podniku .....	30
3.4	Technologie v hale .....	31
4	Vlastní práce.....	34
4.1	První měření .....	34
4.2	Druhé měření.....	34
4.3	Třetí měření .....	35
4.4	Čtvrté měření.....	35
4.5	Páté měření.....	36
4.6	Souhrn všech měření .....	36
5	Diskuse.....	39
5.1	Závisí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení? .....	39
5.2	Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“? .....	39
5.3	Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat? .....	40
	Závěr .....	41
	Seznam použité literatury.....	42
	Seznam obrázků .....	45
	Seznam tabulek .....	46

---

---

## Úvod

První část práce je teoretická, kde nalezneme nejdůležitější témata, která úzce souvisí s prací a poté na praktickou část, ve které se zabývám farmou Martínkov, kde probíhala jednotlivá měření a následně byly z naměřených hodnot zhotoveny výpočty.

V chovu prasat je rozdíl od jiných druhů hospodářských zvířat především ve vysoké plodnosti, vysoký vrh selat a dále velmi brzké odstavení selat od mléka. V České republice je několik farem, které nedodrží welfare a díky tomu mají v chovech i větší koncentraci amoniaku, než je povolené.

Welfare je velmi důležité, jedná se o blaho zvířete, je velmi důležité z hlediska chovu, ať se jedná o prasata či jiný druh hospodářských zvířat, v práci jsou popsány nejdůležitější body, které souvisí s welfare, jedná se o to, aby zvíře nebylo podvyživené, musí být nepřetržitý přístup ke krmivu a vodě. Celkové pohodlí zvířete, nesmí mu být zima či velké horko, nesmí trpět bolestí (každá rána musí být ihned léčená). Zvířeti musí být zajištěno, aby se mohlo chovat přirozeně a zvíře nesmí mít strach, nesmí trpět stresem a přetížení zvířete musí být eliminováno na maximum.

Amoniak, který díky chovu prasat uniká do ovzduší bude měřen v této práci na farmě v Martínkově, amoniak také patří k nejpoužívanějším hnojivům a tento druh bezbarvého plynu není problémem jen v zemědělství, ale také v jiných odvětvích (farmacie, petrochemie). V současné době se velmi dbá na životní prostředí, proto se řeší i amoniak, jenž má negativní vliv na člověka.

Cílem práce je zjistit, zda závisí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení, zda splňuje vybraný provoz podmínky „správné zemědělské praxe“ a pokud podnik splňuje podmínky welfare. Dílčí cíle práce jsou změřit a vypočítat emise  $\text{NH}_3$  ve vybraném zemědělském provozu, porovnat emise amoniaku v provozech s direktivou EU, formulovat doporučení pro praxi a vyhodnotit provedená měření v BAT centru Jihočeské univerzity.

---

# 1 Literární rešerše

## 1.1 Chov prasat

V nynějším ohledu se jedná o značnou rozdílnost, tuto rozdílnost má chov prasat oproti jiným hospodářským zvířatům ve více dispozicích.

### **Nejdůležitější rysy tradičního hospodářství jsou:**

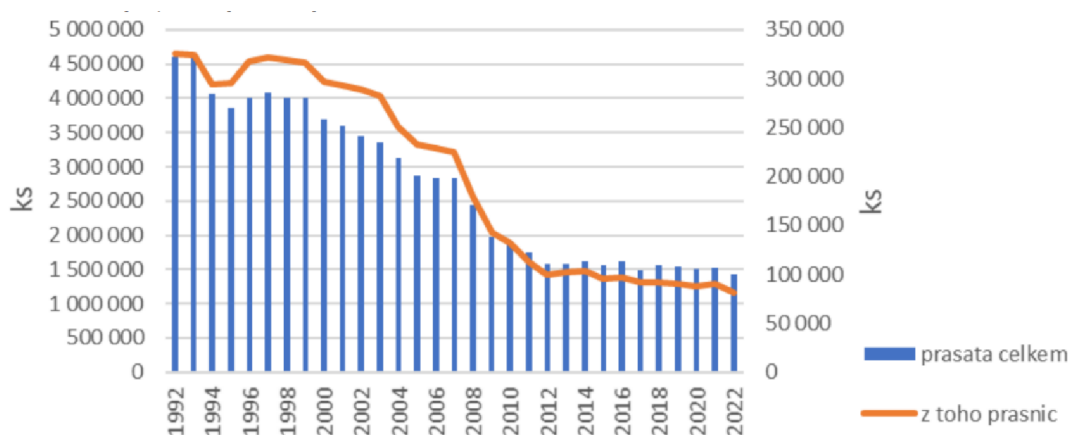
- Fertilita vyšší než je obvyklé (ať už máme jiné hospodaření v podniku nebere se na ně zřetel, zde na farmě určené k chovu prasat, bavíme se o minimálně dvou či ještě větším množství selat za rok, i docela nízké období gravidity – sto patnáct dnů),
- na vrh hojný počet selat (lze docílit dvanácti či většího množství selat, závisí na mnoho aspektech – plemeno, výživa, fertilita, stáří plemenice apod.),
- doba upnutí selat na matčině mléce je minimální (hlavním důvodem, proč se v útlém věku selata odstavují od mléka, je plynulý přechod na krmné směsi, na které je důležité si zvyknout),
- velká jatečná výtěžnost, dosahující až osmdesát procent (tato jatečná výtěžnost je hodně proměnlivá mezi jednotlivými plemeny a jejich liniemi),
- usilovně mladé zařazení mladých plemen do reprodukce (kanečci i prasnice se zapojují velmi brzy do reprodukce, pokud se jedná o kanečky, ty se zapojují kolem osmého měsíce, zatímco u prasniček závisí především na její váze, tak dochází k zapojení nejvíce kolem šestého až sedmého měsíce, na rozdíl od domácích prasat, divoká jsou opožděnější),
- porážková hmotnost a její dosažení (k dosažení dochází mezi pátým až sedmým měsícem, samozřejmě se přihlíží na hmotnost, které by mělo mít zvíře, které jde na porážku, v pátém měsíci se jedná o šunkový typ prasete, v šestém má prase ideální porážkovou hmotnost, přibližně 107-115 kg, v sedmém měsíci a později se prase vykrmuje, aby se dosáhlo vyššího obsahu tuku neboli sádla),
- výživa a její rozdělení (běžná a nejvíce používaná je krmná směs, kdy se hledí na věk a kvůli tomu je přizpůsoben podíl živin a zbylých komponentů, dalším důležitým aspektem je stupeň rozmnožování, jde o nazvání ČOS (časný odstav selat), A1, A2 (směs pro výkrm a předvýkrm),



CPD (cereální dieta prasat), KPK (kompletní krmná směs pro prasnice kojící), KPB (kompletní krmná směs pro prasnice březí), OKAŠ (odchov kanečků ve šlechtitých stanicích), (Staněk, 2010).

### 1.1.1 Situace prasat v České republice

Markantní úbytek prasat i prasnic je pozorován již několik let, jak je patrné z obrázku 1.1. V roce 2003, dříve, než došlo k rozšíření Evropské unie, byl celkový stav prasat 3 400 tisíc kusů. Výrazný pokles byl v roce 2010, kdy byl počet prasat 1 845 tisíc. Následující rok jsme zaznamenali další pokles prasat, již bylo prasat 1 487 tisíc. Celkový stav ke konci roku 2020 sčítal 1 546 tisíc prasat, oproti roku 2011 se jednalo o mírný nárůst prasat, ale oproti roku 2010 se jednalo o výrazný pokles. Počet kusů v roce 2021 v prosinci sčítal celkem 1 493 tisíc prasat. O bezmála stotisíc méně prasat bylo zaznamenáno minulý rok, celkem se jedná o 1 392 tisíc prasat (Nevečeřalová, 2022).



Obrázek 1.1: Vývoj stavů prasat a prasnic v ČR v letech 1992–2022 (Nevečeřalová, 2022)

### 1.1.2 Situace vepřového masa ve světě

V roce 2018 se jednalo ve světě o skoro 112 milionů tun vepřového masa. Vepřové maso zažilo následující dva roky výrazný pokles, roku 2019 bylo 101 milionů tun a následující rok 2020 se jednalo o pokles oproti roku 2018 skoro o 20 tun, tj. 95 tun vepřového masa. Komplikace s vepřovým masem, a nejen s ním nastal v roce 2021, kdy vypukla pandemie COVID –19, potíž nastala z důvodu dopravy, která byla omezena, ale i dodavatelé měly značné problémy. Podle tabulky 1.1, se i přes takto obtížnou situaci produkce vepřového vyšplhala na 107 milionů tun, jednalo se tedy

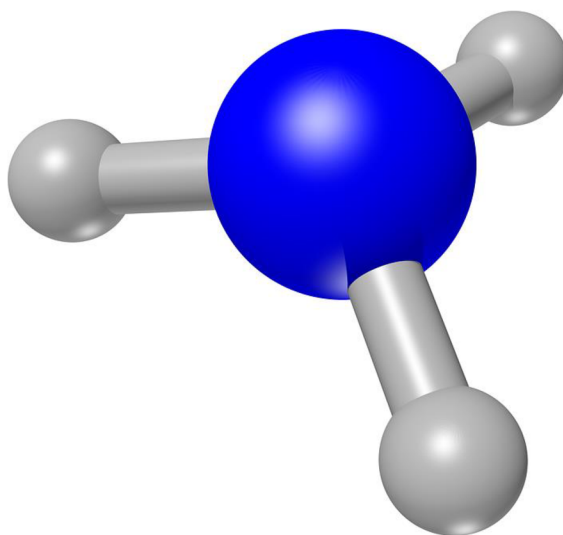
o nárůst oproti předchozím dvěma rokům. Výrazný nárůst produkce byl zaznamenán v dubnu roku 2022, jednalo se o nárůst hlavně u největšího producenta a to Číny, která se vzpružila po onemocnění afrického moru, který se u ní vyskytl (Nevečeřalová, 2022).

**Tabulka 1.1: Světová produkce a spotřeba masa v mil. tun v letech 2018–2022 (Nevečeřalová, 2022)**

Ukazatel		2018	2019	2020	2021 předb.	2022 odhad	2022/21 v %
Produkce**	Hovězí a telecí	57,731	58,653	57,735	58,134	58,693	1,0
	Vepřové	111,921	101,03	95,767	107,730	110,509	2,6
	Drůbeží*	92,667	97,39	99,254	100,537	100,974	0,4
	<b>Maso celkem</b>	<b>262,319</b>	<b>257,073</b>	<b>252,756</b>	<b>266,401</b>	<b>270,176</b>	<b>1,4</b>
Spotřeba**	Hovězí a telecí	55,451	56,376	56,125	56,601	56,895	0,5
	Vepřové	111,072	99,877	95,075	107,193	109,83	2,5
	Drůbeží*	90,264	94,785	96,835	98,093	98,502	0,4
	<b>Maso celkem</b>	<b>256,787</b>	<b>251,038</b>	<b>248,035</b>	<b>261,887</b>	<b>265,227</b>	<b>1,3</b>

## 1.2 Amoniak (NH<sub>3</sub>)

Amoniak je štiplavý a bezbarvý plyn, který můžeme znát také pod jiným názvem, a to je čpavek. Pro zemědělce je využití čpavkového hnojení vyšší, než použití ostatních hnojiv. V minulosti bylo použití čpavku jako dezinfekční činidlo či čistidlo. Pokud se zaměříme na současnost, tak se čpavek využívá hojně, ať už v různých přípravech v kosmetice, spíše to každý z nás využije v nejrůznějších lécích. Amoniak, který je práškový má značné užití v potravinářství. Molekula amoniaku je znázorněna na obrázku 1.2 (Petrлік et al., 2022).



Obrázek 1.2: Molekula amoniaku (Pixabya.com, 2023)

### 1.2.1 Výskyt amoniaku

Nejvyšší podíl čpavku se vyskytuje z rozpadu odpadu, který je od lidí či živočichů, poté dojde za pomoci rozpadání k uvolňování do ovzduší. Pokud by se v zemědělství hnojilo především amoniakem, mělo by to následek kontaminace spodních vod. Kvůli uvolňování dusičnanů do spodních vod, by byla spodní voda škodlivá k lidskému užítku, lze to díky značně nákladné modifikaci redukovat a množství dusičnanů ve spodních vodách je poté zase lidskému užítku přístupné a není škodlivé. Z větší části se s malým množstvím amoniaku setkáme v běžném životě nás všech, každý z nás vylučuje minimální množství amoniaku nevědomky, ať už se jedná o dýchání, pocení, v útlém věku se amoniak vyskytuje v dětských plenách. Amoniak má velmi protivný odér, který lze pociťovat již při velmi nízkém množství. Pokud se budeme bavit o půdě, tam je malé množství amoniaku přirozené a jedná se o základ pro výživu rostlin. Velmi náchylné na amoniak jsou vodní organismy, které může dohnat až k úhynu, protože je pro ně jedovatý (Petrlík et al., 2022).

### 1.2.2 Amoniak a jeho účinky na zdraví zvířat a lidí

Na minimální hodnoty amoniaku, které se vyskytují ve vzduchu kolem nás je náchylné lidské tělo, především se jedná o podnícení očí či nosu. Pokud by byly hodnoty amoniaku velké, může to docílit zánět kůže nebo plic. Amoniak se nachází v každém chovu zvířat, k uvolňování dochází močí a výkaly, pokud se vyskytuje ve vysokém množství, má to vliv na chování zvířat. Musíme dbát na častou kontrolu koncentrace

---

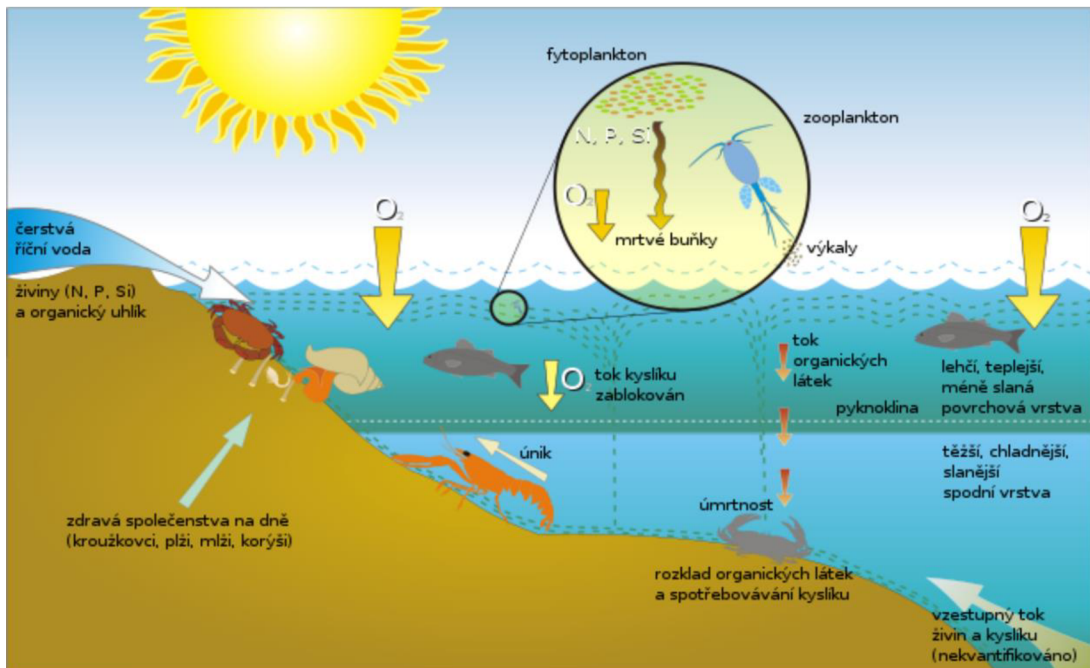
amoniaku v ustájení, pokud by byly hodnoty amoniaku vysoké, mělo by to neblahý vliv na zvířata, ale i na lidi, kteří se ve stáji pohybují (Petrlík et al., 2022).

### **1.2.3 Emise amoniaku**

Vysoký podíl emise amoniaku je tvořen v atmosféře, díky rozpadu lidského a zvířecího biologického odpadu, podle nejnovějších studií se jedná až o sedmdesát pět procent, nejvýraznější podíl má močovina, která se vylučuje z těla, v té se nachází vysoký podíl dusíku a mikroorganismy svou aktivitou poté osvobozují amoniak. Na všech emisích se jiné zdroje účastní v minimálním množství. Podle posledních statistik dochází k největším emisím v zemědělství, a to v celosvětovém měřítku. Podle celosvětového měřítka dochází k vyprodukování celoročně až k 37 milionům tun amoniaku, z toho až devadesát procent je původcem zemědělství.

#### **Eutrofizace:**

Jedná se o proces, kdy jsou vody doplňovány o živiny, jedná se o dusík a fosfor. Rozdělení eutrofizace máme na dvě seskupení, jedno je obvyklé a druhé neobvyklé, následky eutrofizace můžeme vidět na obrázku 1.3. Primární původce pro obvyklou eutrofizaci je irigace živin z půdy a rozložení odumřelých organismů. Příčina pro neobvyklou eutrofizaci je lidské jednání, zda se zaměříme na zemědělství, tak zde máme díky lidskému jednání využívání k hnojení fosfáty a dusíkaté látky, díky kterým se tyto látky za pomoci dešťů dostávají do vodních toků (Havlíček, 2007).



Obrázek 1.3: Důsledky eutrofizace (Wikipedia.org, 2023)

### 1.3 Welfare prasat

Prasata lidé chovají, kvůli prostému cíli, a to, aby z toho měli určitý prospěch. Je velmi podstatné, aby prase bylo udržované na určité hranici užítkovosti. Důležité pro chov prasat je, aby chovatel svým chováním napomáhal k dobrému stavu zvířete. Welfare si můžeme vysvětlit, jako morálně správné chování vůči zvířatům, dbát na fyzické, ale i duševní zdraví zvířete.

**Již roku 1965 byl na Britských ostrovech schválen popis welfare, kde se definoval na pět částí bezstarostnosti zvířete:**

1. Pro všechna zvířata musí být zaopatřena dobrá výživa, ani jedno zvíře nesmí trpět hladověním. Možnost pít musí mít každé zvíře ve stáji z vody, která není vadná a vodě, která je pitná. Dále také k potravě, to musí mít každé zvíře, které je naprosto zdravé a je fyzicky schopné.
2. Zvíře nesmí trpět zimou ani velkým teplem, zvíře musí mít celkový komfort, správné prostory k chování zvířat začleňuje úkryt, kde si může každé zvíře oddechnout, úkryt musí odpovídat ročnímu období a teplotě, která je právě v okolí.
3. Musí se vždy zabránit, dostatečnou profylaxí, duchapřítomnou diagnózou a brzkému vyléčení zvířete, aby netrpělo bolestí ani poraněním.

- 
4. Žádné zvíře se nesmí chovat nepřírozně, každé zvíře musí mít vyhovující místo, vyhovující prostředí, a to nejdůležitější je, aby bylo obklopeno stejnou skupinou zvířat.
  5. V maximální výši musí být odstraněn stres, strach nebo přetížení, zajistit, aby zvíře bylo v bez stresovém prostředí, s každým zvířetem zacházet opatrně, žádné zvíře nesmí psychicky trpět (Gálik et al., 2015).

#### **1.4 BAT (Best Available Techniques) v chovech prasat**

Bavíme se o nejlépe dosažitelném způsobu techniky, charakterizované jako nejefektivnější a nejvíce pokročilé etapy vývoje technologie a fungování a způsobu jejich řízení, které poukazují na praktičnost a vhodnost přesných technik, které určují základ pro určení emisních limitů a ostatních klíčových podmínek pro provoz jednotlivých zařízení, kde je hlavním významem předcházet vzniku emisí, nebo je aspoň maximálně omezit, aby nedocházelo k nežádoucím vlivům na životní prostředí (Santonja, 2017).

##### **1.4.1 Krmné techniky**

Pro dosažení maximálního poklesu výstupu jednotlivých živin, které můžeme zavádět jak individuálně, tak i hromadně se používá rozsáhlá řada metod, které pojímají krmná opatření. Pokud se budeme bavit o jiném opatření, jedná se o fázový výkrm, to si můžeme vybavit jako dietu, ve které se nalezne využitý obsah živin, který se dá dobře strávit. V již zmíněné dietě se nacházejí esenciální aminokyseliny, zde také tvoří i nízký podíl fosfor a také zpestřena o fytázu. Za přimíchání aditiv do krmiva lze dosáhnout minimální ztráty živin z výkalů.

##### **Ve výživě prasat jsou za BAT pokládány tyto postupy:**

- Krmení rozvržené na určité fáze – zmíněné krmení je zaopatřené umělou inteligencí.
- Krmení, do kterého jsou přidány esenciální aminokyseliny – tryorofan, threonin a metionin.
- Krmiva obsahující lehce požitelný neústrojný fosfor a fytázu – jsou to diety, díky kterým se dá použít krmení, jenž se dá využít na určité druhy prasat, lze docílit poklesu dvou až tří procent zásluhou bílkovin, které se

---

nedají zpracovat, o tři až sedm setin procent lze docílit snížení fosforu. (Havlíček, 2007).

#### **1.4.2 Hospodaření s vodou**

Aby bylo možné docílit dobré zemědělské praxe, nelze opomenout spotřeba vody, která s tím úzce souvisí. Spotřebu vody je možno ovlivnit několika aspekty, do kterých spadá údržba stáje a výbava, která se v ní nachází. V každé stáji se může spotřeba vody lišit, a to díky tomu, o jakou metodu fungování stáje jde.

##### **Metody se zacházením s vodou jsou v chovu prasat za BAT:**

- Aplikování tlakové myčky za každým produkčním cyklem. Je velmi důležité nalézt odpovídající stabilitu mezi minimální spotřebou vody a čistotou stáje, oplachová voda se normálně dostává do kejdrového systému.
- Bezdvoudnému úniku vody se dá předejít pravidelným regulováním napájecího systému.
- Zaznamenání každé spotřeby vody, která je naměřena.
- Jestliže nastane únik vody, opotřebením nebo závadou, ihned musí dojít k vyhledání úniku a následnému opravení.
- Pro kontrolu, k jaké spotřebě vody v dané stáji dochází, umístění přístroje, který měří objemový průtok vody (Havlíček, 2007).

#### **1.4.3 Hospodaření s energií**

Na snížení energie je závislé respektování principu správné zemědělské praxe. Snížení energie je možné ovlivnit provozem stáje i údržbou, která ve stáji probíhá a nedílnou součástí je také výbava, jenž je také použita pro chov prasat.

##### **Energie v BAT a hospodaření s ní:**

- Tepelná izolace, kterou disponují všechny stěny a stropy.
- Minimální spotřeba energie při využití ventilátorů, které dosahují vysoké účinnosti, dále se zapínají teplotní čidla, která reagují na energii.
- Návratnost tepla, které uniká do výrobního procesu, úspora energie,

---

Ventilátory, které disponují s malou spotřebou energie, můžeme docílit úspory až třiceti procent energie (Havlíček, 2007).

#### **1.4.4 Emise z ustájení a její snížení**

Pokles emise ve stáji se dá docílit za pomoci snížení povrchu kejdy. V kejdě nalezneme nejvíce emisí, pokud se nám daří snížit emise zde, tak se můžeme bavit o technologii ustájení. Vnější skladovací prostory jsou ideální pro odklizení kejdy, kde může dojít k dalšímu opatření, jedná se především o provzdušňování, díky tomu můžeme získat čistou kapalnou látku. Dochází i k jiným opatřením, která se aplikují u kejdy, jde o zchlazení, dále o cílený pokles pH, dále jde o místa, u kterých může docházet k velmi snadnému omytí celého povrchu.

#### **BAT u ustájení březích a zapuštěných prasníc:**

- Podlaha má vakuový systém, rošty které se v na ní nacházejí mají celé rošty nebo jen částečné, následně dojde k vypouštění kejdy a to díky uzávěru.
- Zmenšená šachta v částečně roštové podlaze o celkovém rozsahu 0,6 metru.
- Šípková lopata v částečně roštové podlaze.

#### **BAT u ustájení rodících a vysoko březích prasníc:**

- Kanál, kde dochází k propojení kejdy s vodou, je v podlaze, jenž je z roštů, které tvoří plast či ocel, dále zde nalezneme místo, ve kterém se prasata válejí v bahně a také místo, kde dochází k oplachování.
- Nad podlahou se nachází žlab, který je hnojný. Podlaha, kterou tvoří rošty plné, jsou ocelové či plastové.
- Shrnovač, který funguje nad podlahou, kterou tvoří částečné rošty, ty mají konstrukci ocelovou či plastovou.

#### **BAT u ustájení prasat na výkrm:**

- Díky uzávěru se kejda vylévá mimo podlahu, to je docílené s vakuovým systémem, podlaha je složena z roštů, ty jsou částečné či celé.



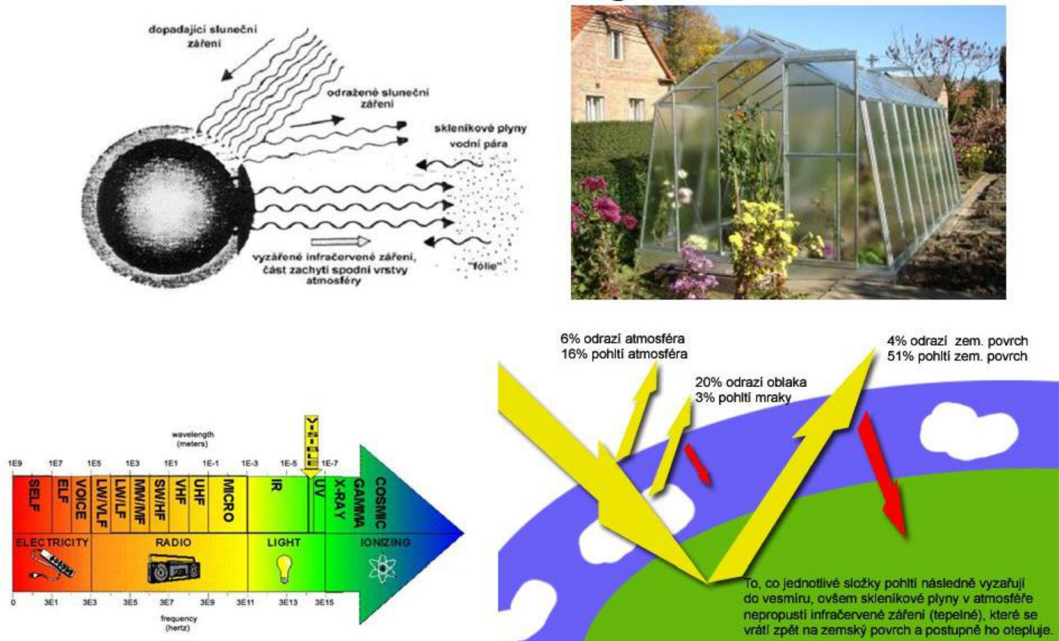
- 
- V podlaze částečně roštové je zmenšená šachta o celkovém rozsahu 0,6 metru, tato šachta má šikmé stěny. Podlaha má vakuový systém a následně dojde díky uzávěru k vypouštění kejdy.
  - Podlaha, jenž má částečné rošty, má sklon za kotce, má kaliště a hojná šachta má spád, redukce spádu, kde dochází k výtoku kejdy.
  - Na podlaze, jenž je pevná či z betonu, zde dochází k podestýlání a nastýlání slámy uličkou zvenčí.

Rošty, jež jsou z oceli či plastu, se zasazují o umírnění amoniaku v životním prostředí, kdežto rošty z betonu životnímu prostředí nikterak nepomáhají. Metody BAT ukazují, že používání těchto roštů dosahuje zmenšení množství úniku amoniaku až o celých sedmdesát procent. Jediný problém, který se vyskytuje v celé Evropské unii je, že rošty z oceli mají zemědělci striktně zakázané používat (Havlíček, 2007).

### **1.5 Skleníkový efekt**

Jedná se o proces, kdy dochází k zahřívání atmosféry na planetě, to nastává díky průniku slunečního záření, jenž disponuje větší vlnovou délkou tepelného záření, poté se opětovně vrací zpět z povrchu planety, tím dochází k propusti a zábraně unikání do prostoru, to je patrné z obrázku 1.4. Nejen na naší planetě se vyskytuje již zmíněný efekt, ten můžeme spatřit i na planetách, jako jsou Mars či Venuše. Tento efekt se na Zemi nacházel od úplného začátku. Pokud by se na Zemi tento efekt nevyskytoval, tak by průměrná teplota klesla až k mínus dvaceti °C. Pokud chceme žít na planetě Zemi, tak je nutné, aby se zde nacházel i skleníkový efekt (Atlaso.cz, 2020).

# Skleníkový efekt



Obrázek 1.4: Skleníkový efekt (Atlaso.cz, 2020).

## 1.5.1 Skleníkové plyny

Mezi nejvýznamnější plyny ve skleníkovém efektu se řadí oxid uhličitý, který napomáhá k oteplování přispívá až 70 %. Díky spalování fosilních paliv roste koncentrace oxidu uhličitého, ale i při kácení pralesů či při výrobě cementu. Mezi další plyn, který je uvolňován do atmosféry je metan, ten uniká při těžbě fosilních paliv, či při chovu dobytka. Další plyny jsou oxid dusný a fluorované plyny (Atlaso.cz, 2020).

## 1.5.2 Emise skleníkových plynů

V České republice je největším původcem emisí výroba elektřiny a tepla, jedná se o 39 milionů tun CO<sub>2</sub> za rok, tyto emise mají největší zastoupení ze spalování hnědého uhlí a zemního plynu v elektrárnách. Druhé v pořadí se řadí průmysl, který za rok vyprodukuje 33 milionů tun CO<sub>2</sub>, největší zastoupení zde mají emise ze spalování fosilních paliv. Dalším v pořadí je doprava, v té je za rok vyprodukováno 19 milionů tun CO<sub>2</sub>, největší zastoupení v dopravě má automobilová doprava. Dalším jsou budovy, které vyprodukují až 11 milionů tun CO<sub>2</sub> za rok, největším producentem zde jsou domácnosti, především ohřev vody a topení. Na pomyslném pátém místě se nachází zemědělství, které vyprodukuje ročně 9 milionů tun CO<sub>2</sub>, zde je největším

---

producentem chov hospodářských zvířat, který má zastoupení emisí skoro polovinu, jedná se o 4,41 milionů tun CO<sub>2</sub>. Posledním producentem emisí je odpadové hospodářství, ve kterém je ročně přibližně 6 tun CO<sub>2</sub>, zde se o největšího producenta emisí řadí skládky odpadů, ze kterých je do atmosféry uvolňován metan (Faktaoklimatu.cz, 2023).

## **1.6 Další skleníkové plyny**

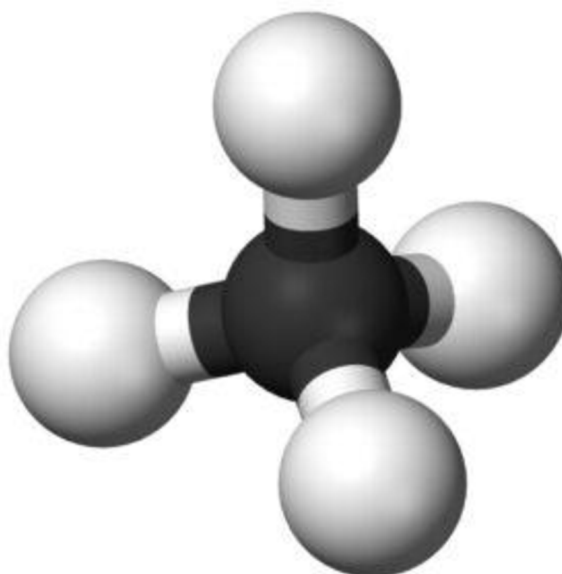
Mezi další skleníkové plyny se řadí chlorofluorované uhlovodíky, metan, vodní pára a ozon.

### **1.6.1 Chlorofluorované uhlovodíky**

Spadají do skleníkových plynů, ale na rozdíl od ostatních plynů se zde nenachází díky přírodě, byly vyprodukovány lidskou silou, pro industriální záměry. Průmyslové země se podílejí na skleníkových plynech přibližně dvěma procenty. Jsou schopné zadržovat tepelnou stopu dokonce více jak dvacet tisíckrát efektivněji než oxid uhličitý. V roce 1987 se v Montrealských záznamech zjistilo, že se jedná o plyn poškozující vrstvu ozónu, proto muselo dojít k postupnému omezování (Europa.cz, 2024).

### **1.6.2 Metan**

Tento plyn se řadí mezi druhý nejvýznamnější, metan se od začátku industriální revoluce rozrostl až na dvacet procent emise skleníkových plynů. K vyprodukování metanu dochází díky bakteriím, jenž se živí organickým materiálem při minimálním množství kyslíku. K uvolňování dochází díky několika vlivům, největší podíl má lidský zdroj. K lidským zdrojům se řadí těžební průmysl, fosilní paliva, chov dobytka. Na rozdíl od oxidu uhličitého, metan dokáže zadržovat teplo až pětadvacetkrát lépe. Co se týče životnosti, tak v atmosféře zůstává přibližně třináct let. Molekula metanu je znázorněna na obrázku 1.5 (Europa.cz, 2024).



Obrázek 1.5: Molekula metanu (Kosmonautix.cz (2024))

### 1.6.3 Vodní pára

Jedná se o jeden z nejdůležitějších plynů ve skleníkovém efektu, tento plyn tvoří zhruba dvě části již zmíněného efektu. Je to voda, která se vypařuje a putuje do atmosféry, toto vypařování se uvolňuje nejvíce z oceánů, ale také z dešťů. Na rozdíl od metanu se zde jedná o činnost přírody (Europa.cz, 2024).

### 1.6.4 Ozon

Jedná se o bezbarvý plyn, přezdívá se mu aktivní kyslík. Díky energii, která se nahromadí, je molekula ozonu nestabilní a po chvíli se spontánně rozpadá na kyslík. Ozon je zapomenutý plyn ve skleníkovém efektu. Tento plyn má dezodorační efekt, jedná se o to, že dokáže odstraňovat nežádoucí zápach (Muni.cz, 2024).

---

## 2 Cíl práce

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

1. Závisí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení?
2. Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?
3. Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?

Dílčí cíle diplomové práce:

1. Změřit a vypočítat emise  $\text{NH}_3$  ve vybraném zemědělském provozu.
2. Porovnat emise amoniaku v provozech s direktivou EU.
3. Formulovat doporučení pro praxi.
4. Vyhodnotit provedená měření v BAT centru Jihočeské univerzity.

---

## 3 Metodika

### 3.1 Metodika měření stájového klimatu

#### 3.1.1 Základní potřeby opakovatelnosti

Několik základních zásad, bez kterých by nebylo možné docílit správných výsledků. Tyto zásady jsou podstatné a musí dojít k jejich dodržení.

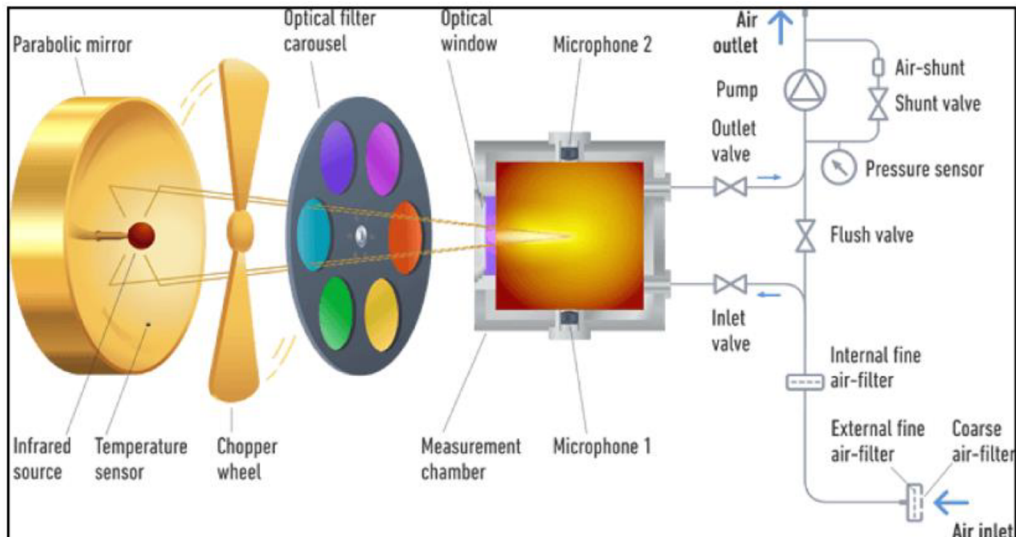
#### **Základní metody máme:**

1. Dodržování stejného měření v každé hale, ve které se jednotlivá zvířata chovají.
2. Kalibrace všech přístrojů dle návodu.
3. Režim ventilace musí být v hale, pro měření standartní.
4. Ideální pro samostatná měření je teplota, která se pohybuje od deseti do třiceti stupňů celsia.
5. Podrobný zápis každého provedeného měření.

Umístění několika sond do výše zvířat se provádí, pokud se jedná o hodnocení životní pohody zvířat, další sondy jsou vloženy dovnitř všech ventilačních šachet (aby se dala zjistit koncentrace plynů vystupujících ze stáje). Umístění sondy vstupního vzduchu musí být na místo, kde přichází vzduch dovnitř stáje (Jelínek et al., 2013).

#### 3.1.2 Zařízení použitá k měření koncentrace plynu

Přístroj, jenž bude využit pro toto měření nese název INNOVA 1512 PGM, od firmy LumaSense Technologie, Inc, Dánsko. Pro chod přístroje je použita spektrofotometrická akustická metoda, kde se infračervené světelné záblesky převádí na akustický projev, na malém vzorku plynu. Zařízení je na obrázku 3.1. K zápisu dojde při zesílení akustického jevu, za pomoci dvou mikrofonů. Již zmíněné zařízení musí mít křížovou interferenci, díky tomu se dají rozpoznat zvuky plynů s podobnou molární hmotností (Jelínek et al. 2013).



**Obrázek 3.1: Znázornění přístroje (AdvancedEnergy.com, 2021)**

Jak je patrné z obrázku 3.1, optický filtr je v kolotoči pětkrát a ten poslední je filtr pro vodní páru. Tento nástroj je schopen změřit naráz až pět plynů (v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  i v ppm), v té samé době současně i atmosférický tlak. Karusel je opatřen mezní hodnotou, která detekuje plyn. Tato mezní hodnota je od  $10^{-2}$  ppm při  $20\text{ }^{\circ}\text{C}$  a tlaku 101 kPa (AdvancedEnergy.com, 2021).

Trubička, která se skládá z teflonu  $4 \times 3$  mm, má koncový filtr  $15\ \mu\text{m}$  a délkou až 100 metrů, tato trubička míří do každého odběrného místa, odtud je odebírán vzorek vzdušiny vývěvou do Multiplexeru INNOVA 1309, který disponuje dvanácti místy pro odběr. Předtím než vzorek dorazí do měřicí komory, tak dojde k proplachu vývěvou, k vpuštění vzorku dojde díky třicestnému ventilu.

### 3.2 Měření rychlosti proudění vzduchu, teploty a relativní vlhkosti

Aby se docílilo korektnosti všech počtů, musí být dostatečná kontrola všech indikátorů, které se musejí dodržet. Pokud se všechna kritéria splní správně, tak se dá měření pokládat za vědecké.

1. Teplota, která se nachází mimo budovu nemůže být vyšší než  $30\text{ }^{\circ}\text{C}$ .
2. Nástroj musí být seřízen dle instrukcí, odchýlení nesmí překročit půlku stupně.
3. Naměření hodnot vně budovy se vykoná mimo slunce, nejméně metr od stěn a země.
4. Relativní vlhkost lze měřit, když se teplota okolo budovy pohybuje nejméně  $+10\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

- 
5. Při překročení relativní vlhkosti hranice 70 %, je nutné její měření opakovat. Při překonání hranice vícekrát, je nutné odsunout celé měření o dalších 48 hodin (Jelínek et al., 2013).

### 3.2.1 Přístroje využité na měření vlhkosti a teploty

Přístroj, jenž bude k tomuto měření využit se jmenuje Commeter D4141. Přístroj byl sestaven firmou, jenž se nachází v České republice, COMET SYSTÉM spol. s.r.o sídlí v Rožnově pod Radhoštěm. Přístrojem s vnější sondou lze získat teplota vzduchu a relativní vlhkost. Atmosférický tlak, tlaková tendence, teplota rosného bodu se dá také získat tímto přístrojem.

Senzor zaznamenávající vlhkost, který je v sondě, v této sondě se také vyskytuje senzor teploty a rezistence. Ihned po dosažení hodnot, putují do interní paměti nástroje, zde dochází k jejímu ukládání. Pokud chceme tyto informace přenést do dalšího zařízení, je zapotřebí použít program, a po přenesení můžeme dále s informacemi nakládat (Cometsystem.cz, 2023a).



**Obrázek 3.2: Termohydrobarometr Comet (Cometsystem.cz, 2023a)**

Další přístroj, který byl využit na měření teploty a relativní vlhkosti je Logger S3120, který má stejného výrobce jako Commeter D4141. Tento přístroj lze vidět na obrázku 3.3. Čidlo na vlhkost a teplotu se vyskytuje v zařízení. Vyobrazení měření se projevuje na displeji z tekutých krystalů, je rozdělený na dva sloupce, jednotlivá čísla jsou zde zobrazena s teplotou rosného bodu, poté dojde k uchování uvnitř zařízení, kde se nejedná o závislost energie, a to v již dříve nastaveném čase. Nejmenší a největší



---

úložiště hodnot se obnovuje vždy po deseti vteřinách. Rozmezí teplot se vyskytuje od třiceti do sedmdesáti stupňů celsia, díky tomu se spolehlivost měření pohybuje  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1^{\circ}\text{C}$ , relativní vzdušné vlhkosti 0–100 % RV s přesností  $\pm 2,5$  % RV v rozsahu 5–95 % RV při  $23^{\circ}\text{C}$  a rozlišení  $0,1$  % RV. Každá hodnota je stanovena ve dvou mezích, každá naměřená hodnota je porovnána, a následně můžeme vidět na displeji všechna přesazení mezí. Za pomoci kabelu lze nástroj spárovat s počítačem, ve kterém můžeme s výsledky dále pracovat (Cometsystem.cz, 2023b).



Obrázek 3.3: Logger S3120 (Cometsystem.cz, 2023b).

### 3.2.2 Přístroje použité pro měření rychlosti proudění vzduchu

Zobrazené zařízení, jenž můžeme vidět na obrázku 3.4 je Testo 435-1 a 2 od společnosti Testo spol. s r. o. Praha 5, ČR, tímto zařízením se bude měřit rychlost proudění vzduchu. K již zmíněnému zařízení je zapotřebí přichytit sondu o průměru šestnáct milimetrů. Jiné použití zařízení je k regulaci větracího nebo klimatizačního zařízení, získání hodnot klimatu či zjistit kladné vlastnosti ovzduší. Pro použití v jiném sektoru se přidá větší množství sond.

- Anemometr termický – měří objemový tok a rychlostní stupeň vzduchu.
- Anemometr vrtulkový – měří objemový tok a rychlostní stupeň vzduchu, který disponuje průměrem nízkým či vysokým.
- Sonda teplotní – slouží k dosažení teploty vzduchu nízké či vysoké.
- Sonda absolutního tlaku (testo.com, 2021a).



**Obrázek 3.4: Anemometr Testo 435 (testo.com, 2023b)**

Uchycení sondy musí být k dosažení hodnot průměrné rychlosti průtoku vzduchu s ČSN 12 4070 (eqv ST SEV 5882-87).

Nainstalování sondy k hrdlu průduchu, jak můžeme vidět na obrázku 3.5, je sonda mezi okrajem a středem průměru.



**Obrázek 3.5: Umístění vrtulkové sondy**

---

### 3.2.3 Výpočet roční emise

Díky naměřeným výsledkům se vypočítá půlhodinový aritmetický průměr koncentrace amoniaku a průtok vzduchu, z těchto výsledků se určí hmotnostní tok znečišťujících látek  $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$  proudících do stáje a ze stáje. Z dosažené hodnoty dojde k výpočtu emisního faktoru. Budeme posuzovat sondu s výstupní koncentrací vzduchu, jenž bude mít plyn s nejvyšší koncentrací. Směrodatná odchylka  $\sigma$  dle vztahu 3.1 bude určena z půlhodinových aritmetických průměrů.

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

kde:

$n$  = počet průměrovaných hodnot,

$x_i$  = jednotlivé průměrované hodnoty,

$\bar{x}$  = aritmetický průměr.

Stanovení hmotnostních toků znečišťujících látek v  $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$  bude z aritmetických půlhodinových průměrů. Aritmetické půlhodinové průměry jsou z míst odběru o snížené koncentraci amoniaku, který vstupoval do měřeného sektoru, do výpočtu hmotnostního toku se poté zařadí znečišťující látky. K určení odchylky dojde podle vztahu 3.2.

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

kde:

$i$  = příslušná průměrná koncentrace  $\text{NH}_3$  z odběrových míst v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , 30

$e$  = příslušná průměrná koncentrace  $\text{NH}_3$  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.

K určení 24hodinového celkového průměrného hmotnostního toku v  $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$  dojde z vypočteného půlhodinového průměrného hmotnostního toku. Následně podle vztahu 3.3 dojde k určení odchylky celkového průměrného toku  $\sigma_{\text{FN}}$ .

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

(Dolan et al. 2018).

### 3.2.4 Počet měření

U kategorií zvířat s lineárním nárůstem emisí během produkčního cyklu (například prasata na výkrm) se jako další požadavek předepisuje, aby měření byla rovnoměrně rozdělena v období růstu. Pokud chceme dosáhnout tohoto požadavku, měla by být polovina měření provedena v první polovině výkrmového cyklu a zbývají ve druhé polovině výkrmového cyklu. Nesmíme zapomenout, že dny odběru vzorků ve druhé polovině výkrmového cyklu by měly být rovnoměrně rozloženy v rámci roku (za jednu sezónu stejný počet měření). V této práci se jednalo o předvýkrm prasat (nemají lineární nárůst emisí), a z důvodu časové náročnosti měření, bylo přikročeno k pěti měřením v podzimním a zimním období.

Míra emisí za jeden den  $\text{NH}_3$  [ $\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$ ] se vypočte jako součin průměrné denní koncentrace  $\text{NH}_3$  [ $\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ] měřené na vstupu/výstupu vzduchu a naměřené denní průměrné míry proudění vzduchu ventilace [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ] a vyjadřuje se buď na jeden kus, nebo na dobytčí jednotku (0,5 t tělesné hmotnosti).

Míra emisí ( $E$ ) v  $\text{kg NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$  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 ( $C_{\text{vystup}}$ ,  $C_{\text{vstup}}$ ) 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  $\text{NH}_3$  vypočítat z průměru za všechny dny odběru vzorků (šest za rok) a standardní odchylky (Santonja et al., 2017).

### 3.2.5 Emisní úrovně amoniaku

Tabulka 3.1 zobrazuje jednotlivé úrovně emisí pro každý chov prasat. Tučným písmem je zvýrazněna skupina prasat, která se bude měřit.

Tabulka 3.1: Úroveň emisí související s BAT pro emise amoniaku do ovzduší z každého chovu prasat (Santonja et al., 2017)

Parametr	Kategorie zvířat	Úroveň emisí související s BAT <sup>(1)</sup> [kg NH <sub>3</sub> prostor pro zvíře <sup>-1</sup> rok <sup>-1</sup> ]
<b>Amoniak vyjádřený jako NH<sub>3</sub></b>	Prasnice k přípuštění a březí prasnice	0,2 - 2,7 <sup>(2) (3)</sup>
	Plemenné prasnice (včetně selat) v kotcích	0,4 - 5,6 <sup>(4)</sup>
	Odstávkata	<b>0,03 - 0,53</b> <sup>(5) (6)</sup>
	Prasata na výkrm	0,1 - 2,6 <sup>(7) (8)</sup>

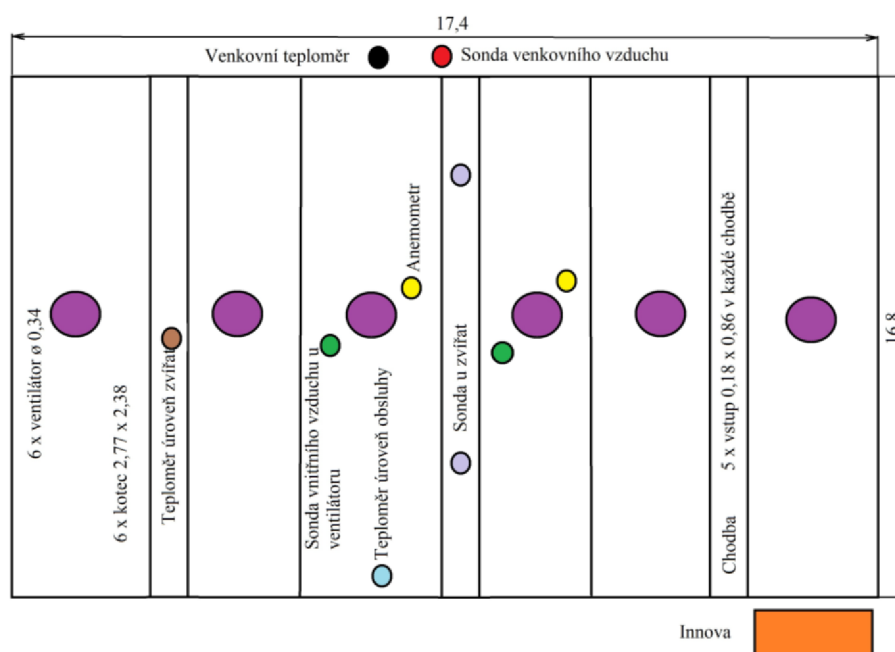
1. Spodní hranice má spojitost se systémem čistící vzduch.
2. Jímka, jenž je používána s postupem vedení stravování ve vrchní hraně emisí soustavné s BAT 4,0 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup> u stávajících provozů.
3. Vrchní hrana stupně emisí soustavné s BAT 5,2 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup> je u provozů využívajících BAT 30.a6, 30.a7 nebo 30.a11.
4. U stávajících provozů využívající BAT 30.a0 ve spojení s technikou řízením výživy je horní okraj úrovně emisí související s BAT 7,5 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup>.
5. U stávajících provozů využívajících hlubokou jímku ve spojení s technikou řízení výživy je horní okraj úrovně emisí související s BAT **0,7 kg** NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup>.
6. U provozů využívajících BAT 30.a6, 30.a7 nebo 30.a8 je horní okraj úrovně emisí související s BAT 0,7 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup>.
7. U stávajících provozů využívající hlubokou jímku ve spojení s technikou řízení výživy je horní okraj emisí související s BAT 3,6 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup> rok<sup>-1</sup>.
8. U provozů využívající BAT 30.a6, 30.a7, 30.a8 nebo 30.a16 je horní okraj úrovně emisí související s BAT 5,65 kg NH<sub>3</sub> prostor pro zvíře<sup>-1</sup>rok<sup>-1</sup> (Santonja et al., 2017).

### 3.2.6 Umístění měřících sond a měřících přístrojů

K umístění první sondy dojde v části, kde proudí vzduch dovnitř haly. K ventilačnímu zařízení se umístí zbývající sondy, jenž odvádí vzduch ze stáje pryč. Sonda s nejvyšší

hodnotu koncentrace bude využita pro následné vypočtení emise. Přístroj INNOVA je umístěn v prachotěsném boxu, aby nebyly výsledky nepřesné a zařízení nebylo poškozené. Zařízení se bude vyskytovat mimo dosah zvířat, nacházet se bude v separovaném průchodném koridoru. Klasický režim se u zvířat zachová a měření nijak nenaruší normální chod stáje.

Termohydrobarometr je nainstalován v měřeném úseku, ve výši hlavy obsluhy, necelé dva metry nad zemí. K získání venkovní teploty se další přístroj umístí mimo halu. Poslední přístroj se uchytí v úrovni zvířat, v dostatečné vzdálenosti, mimo jeho možného poničení. Anemometr s vrtulkovou sondou je uchycen na okraj ventilátoru. Obrázek 3.6 zobrazuje rozmístění sond, dále každý přístroj a půdorysný plán.



**Obrázek 3.6: Umístění sond a celkový půdorys sekce**

### 3.3 Základní informace o podniku

Společnost, díky které bylo možné získat měření k této diplomové práci je farma Martínkov, která ještě s několika společnostmi spadá pod Rhea Holding. Tento Holding působí v mnoha odvětvích, jako jsou rostlinná výroba, živočišná výroba, služby v zemědělství, úprava a skladování zemědělských komodit, rybářství, lesnictví a myslivectví, vinařství a stavební činnost. V současné době obhospodařuje 22 000 hektarů. Holding má k dispozici 2 200 kusů prasnic a dokáže vyprodukovat ročně až 8,4 milionu kilogramů vepřového masa (Rhea Holding, 2023).

---

Na farmě Martínkov chovají 2 900 prasat, 600 kusů prasnic, 200 březích prasniček a 250 prasniček před přípuštěním. Za jeden rok se vyprodukuje přibližně 26 000 selat, větší část podnik tento podnik prodává dalším chovatelům.

Ve farmě Martínkov budou probíhat jednotlivá měření. Dohromady se v areálu nachází 5 hal pro výkrm prasat. Na obrázku 3.7 je vidět, kde se družstvo Martínkov nachází (Přibík, 2017).



**Obrázek 3.7: Areál Martínkov (google.com, 2023)**

### **3.4 Technologie v hale**

Prasata jsou zde chována v boxech, ty mají nerezové zábradlí a plastové boky. Podlaha je zde tvořena rošty, které jsou z betonu. V podlaze se nachází jímka, která disponuje velikostí pouze na jednu fázi výkrmu. Vnitřek haly se dělí na tři úseky, každý je určen na výkrm prasat. Suché krmivo, kterým je plněno krmítko se nachází na pomezí dvou boxů, aby do něho mohlo zvíře z každého z nich. Denní přírůstek se pohybuje kolem  $700 - 800 \text{ g} \cdot \text{den}^{-1}$ . Každý box má svojí kolíkovou napáječku. Za dvacet čtyři hodin je jediné prase schopné spotřebovat přibližně sedm litrů vody. Kdyby bylo potřeba podat léčiva či vitamíny, tak je schopné se napojit na vodovodní síť, ať společně nebo

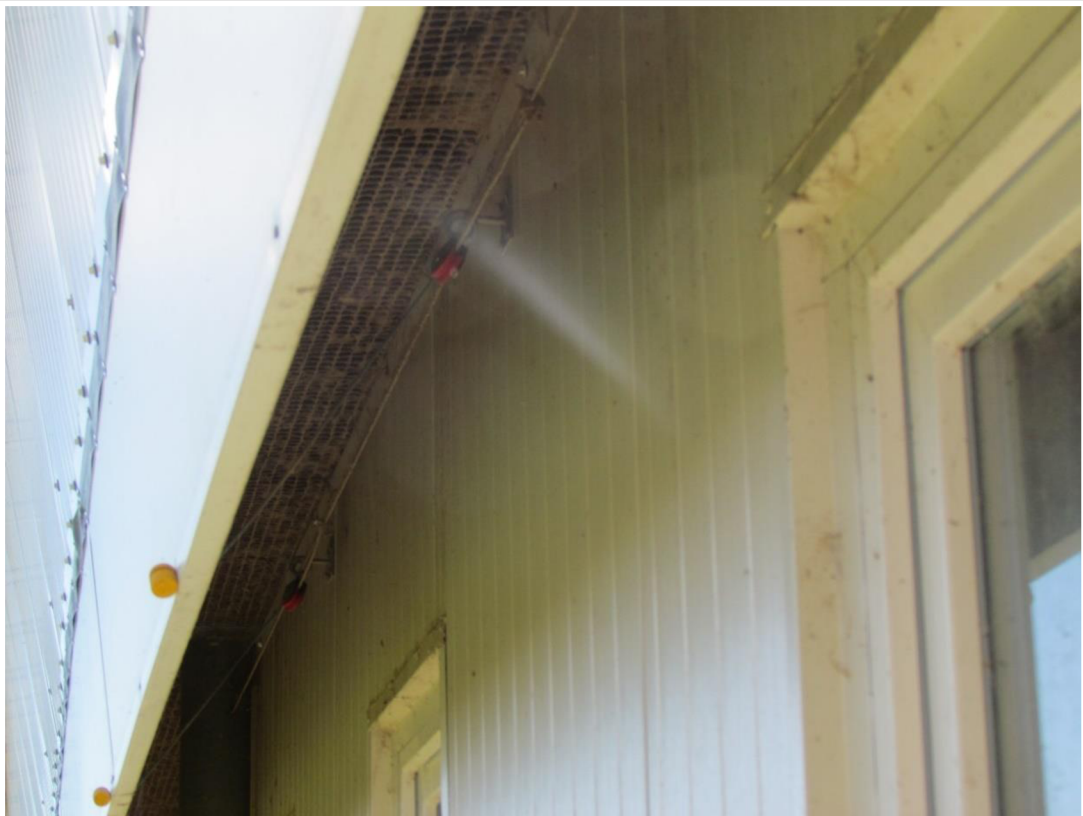
---

individuálně do každého úseku. Každý úsek má dvě okna. Ventilace je zde venkovní, vstup do jednotlivých hal je z venku a přes střechu do středů chodeb. Na obrázku 3.8 můžeme vidět ventilační systém zřízený od firmy Möller. Obrázek číslo 3.9 zobrazuje mřížky z venku haly. Na obrázku 3.10 můžeme vidět ventilační systém uvnitř haly.



**Obrázek 3.8: Venkovní ventilace vedená přes střechu do haly**





**Obrázek 3.9: Venkovní ventilační mřížky**



**Obrázek 3.10: Ventilační systém v hale**

---

## 4 Vlastní práce

Výsledky byly vyhotoveny z pěti měření, která probíhala vždy 24 hodin. Tato měření probíhala v měsíci září, listopadu a prosinci. V tabulkách nalezneme jednotlivá měření ve všech sekcích. Průběhy vstupní a vnitřní koncentrace a roční objem emisí můžeme pozorovat na obrázku 4.2.

### 4.1 První měření

První měření se konalo 26. 9. – 27. 9. 2022. Započalo se v 9 hodin a 52 minut a k ukončení došlo po 24 hodinách. V tomto sektoru se vyskytovalo 554 kusů zvířat o průměrné hmotnosti činila 24 kg. Zbylé informace lze vidět v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1: Výsledky naměřených hodnot (Sekce B, Září)

Koncentrace NH <sub>3</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	průměr	maximální	minimální
vstupní	1,1335	1,5248	0,5279
vnitřní	4,88	6,7945	1,6199
rozdíl	3,7465		
Průměrný průtok [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		0,37 ± 0,01	
Průměrný hmotnostní tok [mg.s <sup>-1</sup> ]		1,407 ± 0,035	
Emise [kg.NH <sub>3</sub> .ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		0,08 ± 0	

### 4.2 Druhé měření

V jeden den s prvním měřením se konalo i druhé měření (vedlejší box), začalo se ve stejnou hodinu tj. v 9 hodin a ukončení bylo v ten samý čas nadcházejícím dni. V této sekci se vyskytovalo 778 kusů zvířat a průměrná hmotnost 16 kg. Zbylé informace lze vidět v tabulce 4.2.

Tabulka 4.2: Výsledky naměřených hodnot (Sekce C, Září)

Koncentrace NH <sub>3</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	průměr	max	min
vstupní	1,1335	1,5248	0,5279
vnitřní	5,2237	8,275	1,1443
rozdíl	4,0902		
Průměrný průtok [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		0,468 ± 0,005	
Průměrný hmotnostní tok [mg.s <sup>-1</sup> ]		1,913 ± 0,025	
Emise [kg.NH <sub>3</sub> .ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		0,11 ± 0	

### 4.3 Třetí měření

Třetí měření bylo 13. 11. – 14. 11. 2022. Započalo v 9 hodin a 9 minut a ukončení se konalo po 24 hodinách. V tomto sektoru se vyskytovalo 825 kusů zvířat o průměrné hmotnosti 14,5 kg. Zbylé informace lze vidět v tabulce 4.3.

**Tabulka 4:3: Výsledky naměřených hodnot (Sekce B, Listopad)**

<b>Koncentrace NH<sub>3</sub> [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	<b>průměr</b>	<b>max</b>	<b>min</b>
vstupní	1,2712	1,7027	0,698
vnitřní	5,6221	6,6552	3,2211
rozdíl	4,3509		
<b>Průměrný průtok [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]</b>		0,538 ± 0,01	
<b>Průměrný hmotnostní tok [mg.s<sup>-1</sup>]</b>		2,359 ± 0,034	
<b>Emise [kg.NH<sub>3</sub>.ks<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>]</b>		0,09 ± 0	

### 4.4 Čtvrté měření

Stejný den jako měření třetí se konalo i čtvrté měření (sousední hala), začátek byl ve stejnou hodinu tj. v 9 hodin a ukončení bylo v ten samý čas nadcházejícím dni. V tomto sektoru bylo ustájeno 530 kusů zvířat o průměrné hmotnosti 27,5 kg. Zbylé informace lze vidět v tabulce 4.4.

**Tabulka 4.4: Výsledky naměřených hodnot (Sekce A, Listopad)**

<b>Koncentrace NH<sub>3</sub> [mg.m<sup>-3</sup>]</b>	<b>průměr</b>	<b>max</b>	<b>min</b>
vstupní	1,2712	1,7027	0,698
vnitřní	4,5654	6,0391	2,9338
rozdíl	3,2942		
<b>Průměrný průtok [m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>]</b>		0,67 ± 0,008	
<b>Průměrný hmotnostní tok [mg.s<sup>-1</sup>]</b>		2,176 ± 0,022	
<b>Emise [kg.NH<sub>3</sub>.ks<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>]</b>		0,13 ± 0	

#### 4.5 Páté měření

K pátému měření došlo 4. 12 – 5. 12. 2022. Započalo ve 12 hodin a 27 minut a ukončené bylo po 24 hodinách. V této sekci se nacházelo 758 kusů zvířat, jež měla průměrnou hmotnost 8,5 kg. Zásluhou vyšších mrazů muselo docházet ve stájích k přitápění, dále docházelo k nízkému proudění vzduchu, na rozdíl od podzimních měsíců. Tabulka 4.5 zobrazuje zbylé informace, za povšimnutí stojí vyšší hodnota koncentrace amoniaku, stejně tak větší hodnota emise, na rozdíl od předcházejících měření.

Tabulka 4.5: Výsledky naměřených hodnot (Sekce A, Prosinec)

Koncentrace NH <sub>3</sub> [mg.m <sup>-3</sup> ]	průměr	max	min
vstupní	1,9996	3,672	1,2117
vnitřní	16,7991	31,612	11,673
rozdíl	14,7995		
Průměrný průtok [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		0,497 ± 0,006	
Průměrný hmotnostní tok [mg.s <sup>-1</sup> ]		7,273 ± 0,088	
Emise [kg.NH <sub>3</sub> .ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]		0,3 ± 0	

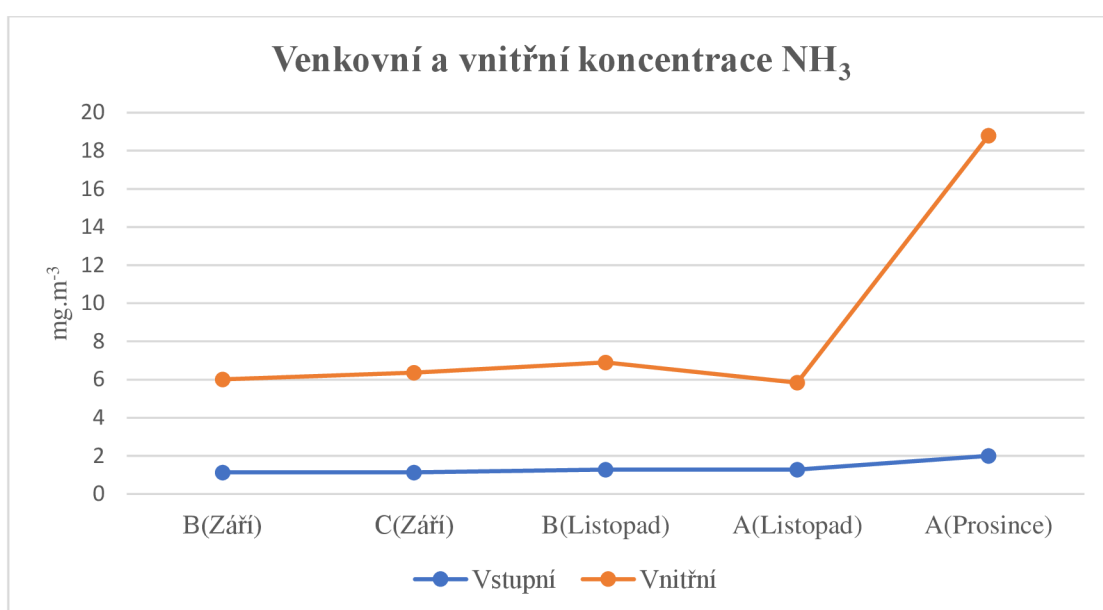
#### 4.6 Souhrn všech měření

V tabulce 4.6 a na obrázku 4.1 a 4.2 můžeme vidět výsledky všech měření, které se uskutečnily v měsících září, listopad a prosinec. V této tabulce můžeme vidět, kolik který počet zvířat a s jakou průměrnou hmotností se v každé sekci vyskytovalo. Nejdůležitější hodnota v této tabulce je hodnota roční emise, ta se vyskytovala v různém rozmezí, ale nikdy nepřesáhla nejvyšší doporučenou hodnotu podle BREF dokumentu. Ale minimální požadovaná hranice, nebyla dosáhnuta ve dvou měření.

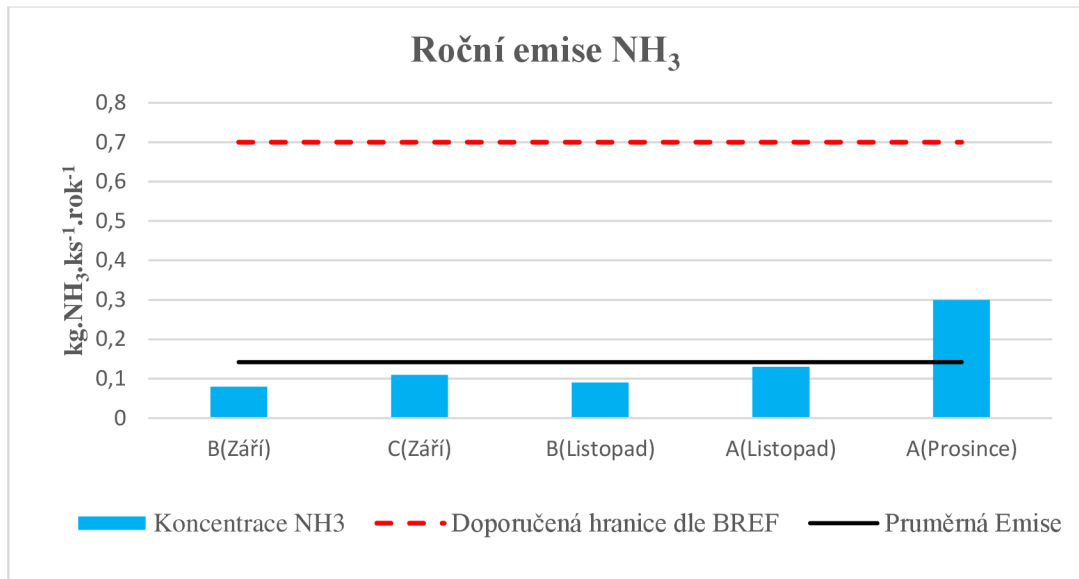
Nejnižší naměřenou hodnotu roční emise u prasat ve výkrmu nalezneme v sekci B, dle tabulek 4.1, 4.3, kdy hodnota roční emise zjištěná výpočtem nedosáhla 0,01 kg.NH<sub>3</sub>.ks<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> a naopak dle tabulky 4.5 a na obrázku 4.2, byla dle výpočtů naměřená nejvyšší emise 0,3±0, která s přehledem splnila spodní i horní hranici požadované hodnoty. Dle referenčního dokumentu je tolerance u odstávčat dle tabulky 3.2 s technologií dle (5) a (6) hodnota horní doporučené hranice emise 0,7 kg.NH<sub>3</sub>.ks<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>. Na obrázku 4.1 můžeme vidět porovnání venkovních a vnitřních koncentrací NH<sub>3</sub>. V prosinci můžeme vidět jejich největší rozdíl. Výsledek průměrné roční emise z pěti měření vyšel 0,142 kg.NH<sub>3</sub>.ks<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup>, tento chov **nepřekračuje** horní hranici roční emise dle dokumentu BREF.

Tabulka 4.6: Výsledky všech měření

Sekce Měření	Datum	Počet kusů	Hmotnost [kg]	Roční emise [kg.NH <sub>3</sub> .ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]
B	Září	554	24	0,08±0
C	Září	758	8,5	0,11±0
B	Listopad	778	16	0,09±0
A	Listopad	825	14,5	0,13±0
A	Prosinec	530	27,5	0,30±0
Výsledná roční emise [kg.NH <sub>3</sub> .ks <sup>-1</sup> .rok <sup>-1</sup> ]				0,142



Obrázek 4.1: Venkovní a vnitřní koncentrace NH<sub>3</sub>



Obrázek 4.2: Emise NH<sub>3</sub>

---

## 5 Diskuse

### 5.1 Závísí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení?

Ano, opravdu množství výrobní emise amoniaku souvisí s technologií ustájení. Nemusí se jednat jen o chov prasat, který je rozebrán v této práci, ale i o chov jiných hospodářských zvířat a jejich ustájení. Farma Martínkov chová prasata na výkrm ve třech halách a každá hala má podlahu s betonovými rošty.

V BREF dokumentu má každá skupina v chovu prasat jiné hodnoty koncentrace amoniaku. Přesná definice hodnot pro každý druh podestýlky je v dokumentu. Kvůli měření, které jsem provedl, lze říci, že prasata v předvýkrmu, jenž byla ustájena na rostech, které jsou z betonu, splňují definované hodnoty.

Výsledky, ke kterým jsem dospěl je možno zhodnotit s autorem Boček (2022), jenž došel díky veškerých svým měřením k výsledkům  $1,38 \text{ kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$  na rozdíl od mého měření, které také splnilo hodnoty dle dokumentu BREF, vyšlo o něco více  $0,142 \text{ kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ .

Autor Kabuďa (2016) ve své práci tvrdí, pokud chceme snížit emise amoniaku, je zapotřebí využít podtlakového systému větrání a mokré krmení, díky tomu se dá snížit emise až o 70 %.

### 5.2 Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?

Ano, podmínky „Správné zemědělské praxe“ farma Martínkov splňuje. Všechna měření probíhala v halách s prasaty ve výkrm. Kvůli všem měření, která se uskutečnila v Martínkově na farmě, lze sdělit, že farma vyprodukuje menší roční emisi amoniaku, než je stanoveno v dokumentu BREF.

Farma a haly, které se v ní nacházejí nejsou v obytné části Martínkov, z toho důvodu veškerý zápach, jenž může unikat, nezapříčiňuje žádný problém stávajícím obyvatelům. Zvířata, která se nacházejí v této farmě jsou ustájena v boxech s rošty, které jsou z betonu. Moč a všechny exkrementy jdou do jímky, ze které následně putují do hlavní jímky na kraji farmy. Z hlavní jímky je kejda vyvážená cisternou, která se následně aplikuje na pozemky soukromých zemědělců.

Pro zaměstnance je zde propracovaný školící systém, díky kterému se pravidelně vzdělávají dle daných předpisů pro všechna hospodářská zvířata, tyto

---

předpisy se týkají zacházení se zvířaty, jak postupovat s exkrementy, o bezpečnosti práce a ochraně zdraví.

Pokud by na farmě vypukl požár, pro tento případ má farma plány nouzového provozu, aby nedošlo k nedostatku pitné vody nebo, aby se zabránilo rozšíření obsahu jímek. Voda, kterou jsou dopovány haly má farma vlastní vrt. Veškerá technika, která podléhá revizí má platnou revizi, probíhá zde pravidelná údržba strojů a všech přístrojů. Haly jsou osvětlené díky postranním oknům a zbytek zajistí zářivky. Vzduch je odváděn pomocí ventilátorů ve stropě.

Odvoz komunálního odpadu zajišťuje externí firma, pokud se jedná o odklizení uhynulých zvířat, to je prováděno také externí firmou. Každé uhynulé či nemocné zvíře se musí bez prodlení nahlásit na Krajskou veterinární zprávu.

### **5.3 Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?**

Ano, farma Martínkov přísná kritéria pro welfare splňuje. Dovoluji si tvrdit ze zjištění, že na zdejší farmě prasata nijak nestrádají a nikdo a nic je netrápí. Všechny podmínky pro správný welfare zvířat podnik splňuje. Žádná práva, na která mají prasata nárok a jsou popsána v dokumentu Bref, nejsou touto farmou prasatům odepřena. Zvířata mají nepřetržitý přístup k bezzávadné vodě a krmivu, netrpí ani na hlad ani na žízeň. Aby prase netrpělo ani nadměrným teplem ani zimou je zde zřízený ventilační systém. Prasata v tomto podniku nejsou stresována a jsou pravidelně kontrolované, proto můžeme říct, že prasata v tomto podniku nemají žádné psychické problémy.



---

## Závěr

V práci byla zpracována teoretická část, která prohloubila informace o problematice, kterou se práce zabývá. V práci je zpracována analýza farmy Martínkov, která splňuje všechny důležité podmínky pro chov prasat na výkrm.

Naměřené hodnoty byly zpracovány podle jednotlivých sekcí měření do tabulek, můžeme si všimnout, že díky jiným povětrnostním podmínkám a většímu přitápění v sekci A v prosinci je naměřená hodnota emise amoniaku  $0,3 \text{ kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , na rozdíl od ostatních měřených sekcí výrazně vyšší. V práci byla zhotovena jednotlivá měření v pěti různých halách. Z naměřených hodnot byl výsledek roční emise amoniaku  $0,142 \text{ kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ , který splňuje jak spodní, tak horní hranici dle dokumentu BREF, a proto farma splňuje emisní limit.

Z cílů jsem dospěl k závěru, že farma Martínkov splňuje všechna kritéria, a proto nemusí jako jiné podniky investovat do modernizací či zlepšení procesů.

---

## Seznam použité literatury

Advancedenergy.com (2021). *INNOVA 1512*. [online] [cit. 1. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.advancedenergy.com/products/gas-sensors/gas-monitors/innova-1512/>

Atlaso.cz (2020), *Skleníkový efekt* [online] [cit. 2. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.atlaso.cz/sklenikovy-efekt/>

Boček J. (2022). *Vyhodnocení emisí amoniaku z vybraného chovu prasat*,

Diplomová práce, Jihočeská univerzita, Fakulta zemědělská.

Cometsystem.cz (2023a). *Teploměr-vlhkoměr s externí sondou na kabelu*. [online] [cit. 28. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.cometsystem.cz/produkty/teplomer-vlhkomer-s-externi-sondou-na-kabelu/reg-c3121>

Cometsystem.cz (2023b). *Teploměr-vlhkoměr*. [online] [cit. 1. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.cometsystem.cz/produkty/reg-s3120>

Dolan, A. et al. (2018). Zpráva o měření emisí amoniaku z chovů prasat. [online] eagri.cz [cit. 2. 2. 2023]. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/564244/Zprava\\_o\\_mereni\\_emisi\\_amoniaku\\_2017\\_FI\\_NAL.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/564244/Zprava_o_mereni_emisi_amoniaku_2017_FI_NAL.pdf)

Europa.eu (2024). *Climate Action* [online] [cit. 12. 2. 2024] Dostupné z: <http://ec.europa.eu/clima>

Faktaoklimatu.cz (2023). *Emise skleníkových plynů v ČR podle sektorů* [online] [cit. 18.10. 2023]. Dostupné z: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-cr>

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

Google.com (2023). *Letecká mapa* [online], [cit. 20. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.google.com/maps/@48.94819,15.5396961,896m/data=!3m1!1e3>

Havlíček, Z. et al. (2007). *Nové trendy v ochraně životního prostředí v podmínkách chovu hospodářských zvířat*. Vyd.1. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 74 s. ISBN 978-80-7375-120-3.

Jelínek, A. et al. (2013). *Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) 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.

Kabuďa D. (2016). *Komplexní vyhodnocení vybraných BAT technik v chovu prasat a jejich ekonomika*, Bakalářská práce, Jihočeská univerzita, Fakulta zemědělská.

---

---

Kabuďa, D. (2018). *Vyhodnocení roční měrné produkce skleníkových a zátěžových plynů z vybraného chovu prasat*. Diplomová práce, Jihočeská univerzita, Fakulta zemědělská.

Kalina V. (2014). *Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném*

Kosmonautix.cz (2024). *Molekula metanu* [online] [cit. 12. 2. 2024] Dostupné z: <https://kosmonautix.cz/2014/12/cucham-cucham-organiku/methane-3d-balls/>

Mericatechnika.cz (2023a). *Měřicí technika*. [online] [cit. 2. 2. 2023]. Dostupné z: <http://mericatechnika.cz/#&panel1-1>

Mericatechnika.cz (2023b). *Teploř, vlhkoměr se záznamem COMET S3120*. [online] [cit. 8. 2. 2023]. Dostupné z: <http://www.mericatechnika.cz/datalogger-comet-s3120-teplomer-vlhkomer>

Muni.cz (2024). *Klima* [online] [cit. 12. 2. 2024] Dostupné z: <http://www.sci.muni.cz>

Nevečeřalová, K. (2022). *Situační a výhledová zpráva prasata a vepřové maso*. [online] *eagri.cz*, Praha. ISBN 978-80-7434-659-0. Dostupné z: [https://eagri.cz/public/web/file/714389/Prasata\\_2022\\_web.pdf](https://eagri.cz/public/web/file/714389/Prasata_2022_web.pdf)

Petrлік, J. et al. (2022). Amoniak (čpavek) [online] *arnika.org* [cit. 2. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.arnika.org/amoniak-cpavek>

Pixabya.com (2023), *Amoniak* [online] [cit. 12. 10. 2023] Dostupné z: <https://pixabay.com/cs/illustrations/amoniak-nh3-chemie-3d-atomy-1117246/>

Příbík, O. (2017). *Díky vodním chladičům prasata ve vedrech netrpí* [online], [cit. 20. 2. 2023]. Dostupné z: <https://zemedelec.cz/diky-vodnim-chladicum-prasata-ve-vedrech-netrpi/>

Rhea Holding Dešná (2023). *Zemědělská společnost Martínkov s.r.o.* [online], [cit. 20. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.rheaholding.cz/projekty/zemedelska-spolecnost-martinkov.html>

Santonja, G. G. et al. (2017). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs [online], *eippcb.jrc.ec.europa.eu* [cit. 22. 2. 2023]. Dostupné z: [https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC107189\\_IRPP\\_Bref\\_2017\\_published.pdf](https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/JRC107189_IRPP_Bref_2017_published.pdf)

Staněk, S. (2010). Charakteristiky chovu prasat. [online] *zootechnika.cz* [cit. 6. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-prasat/chov-prasat-obecne/charakteristiky-chovu-prasat.html#whole-page>

Testo.com (2023a). *Snadné měření rychlosti proudění vzduchu*. [online] [cit. 9. 2. 2023]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/>

---

---

Testo.com (2023b). *Testo 435-4 Teploměr/vlhkoměr vzduchu*. [online] [cit. 2. 2. 2023].

Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/testo-435-4/p/0563-4354>

Wikipedia.org (2023). *Eurofizace* [online] [cit. 2. 5. 2023]. Dostupné

z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Eutrofizace>

---

---

## Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Vývoj stavů prasat a prasnic v ČR v letech 1992–2022.....	9
Obrázek 1.2: Molekula amoniaku .....	11
Obrázek 1.3: Důsledky eutrofizace.....	13
Obrázek 1.4: Skleníkový efekt.....	18
Obrázek 1.5: Molekula metanu .....	20
Obrázek 3.1: Schéma přístroje.....	23
Obrázek 3.2: Termohydrobarometr Comet.....	24
Obrázek 3.3: Logger S3120.....	25
Obrázek 3.4: Anemometr Testo 435 .....	26
Obrázek 3.5: Umístění vrtulkové sondy .....	26
Obrázek 3.6: Umístění sond a celkový půdorys sekce.....	30
Obrázek 3.7: Areál Martínkov.....	31
Obrázek 3.8: Venkovní ventilace vedená přes střechu do haly .....	32
Obrázek 3.9: Venkovní ventilační mřížky.....	33
Obrázek 3.10: Ventilační systém v hale.....	33
Obrázek 4.1: Venkovní a vnitřní emise NH <sub>3</sub> .....	37
Obrázek 4.2: Emise NH <sub>3</sub> .....	38

---

---

## Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Světová produkce a spotřeba masa v mil. tun v letech 2018–2022 (Nevečeřalová, 2022) .....	10
Tabulka 3.1: Úroveň emisí související s BAT pro emise amoniaku do ovzduší z každého chovu prasat (Santonja et al., 2017).....	29
Tabulka 4.1: Výsledky naměřených hodnot (Sekce B, Září).....	34
Tabulka 4.2: Výsledky naměřených hodnot (Sekce C, Září).....	34
Tabulka 4.3: Výsledky naměřených hodnot (Sekce B, Listopad).....	35
Tabulka 4.4: Výsledky naměřených hodnot (Sekce A, Listopad).....	35
Tabulka 4.5: Výsledky naměřených hodnot (Sekce A, Prosinec).....	36
Tabulka 4.6: Výsledky všech měření.....	37