



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 vybraného chovu prasat

Autor práce: Bc. Jan Boček

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

Účelem této závěrečné práce je vyhodnotit průměrnou roční emisi zátěžového plynu amoniaku z vybraného chovu prasat v Hejně u Horažďovic v Plzeňském kraji. Pro měření byly využity přístroje z BAT centra Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Tento problém okolo zátěžového plynu amoniaku (NH_3) je dále porovnáván s direktivou Evropské unie a také vyhodnocen podle daných statistických metod. Pro vylepšení vztahů mezi zemědělstvím a životním prostředím je především zapotřebí omezit emise všech zátěžových plynů (NH_3 , CO_2 , N_2O , CH_4), ale hlavně amoniaku. Pro stále větší využívání intenzivního zemědělství zasahuje amoniak nejen do životního prostředí, ale také do tvorby krajiny, kde ovlivňuje pro člověka důležité krajinné prvky jako jsou půda, ovzduší a voda. Zemědělství se považuje za největšího producenta amoniaku, vyprodukuje až 90 % a to celosvětově.

Za vhodnou metodu, jak zabránit velkému úniku amoniaku do ovzduší je využití nejnovějších přípravků pro snižování koncentrace amoniaku ve stájovém prostředí. Využitelnost těchto přípravků může být především při zpracování chlévské mrvy a kejdy a také u ochranných opatření během zakládání hnojišť a jímek.

Závěrečná práce má dále ve svém obsahu literární rešerši, ve které je zmíněn chov prasat obecně, statistika a také ekonomika chovu prasat.

Klíčová slova: chov prasat, amoniak, BAT

Abstract

The purpose of this final work is to evaluate the average annual emission of ammonia ballast gas from a selected pig farm in Hejná of Horažďovice in the Pilsen region. Instruments from the BAT center of the University of South Bohemia in České Budějovice were used for the measurements.

This problem around the ammonia (NH_3) ballast gas is further compared with the European Union directive and also evaluated according to the given statistical methods. In order to improve relations between agriculture and the environment, it is above all necessary to reduce emissions of all stress gases (NH_3 , CO_2 , N_2O , CH_4), but especially ammonia. Due to the increasing use of intensive agriculture, ammonia

affects not only the environment but also the creation of the landscape, where it affects important landscape elements such as soil, air and water. Agriculture is considered to be the largest producer of ammonia up to 90 % worldwide.

The use of the latest products for reducing the concentration of ammonia in the stable environment, in the processing of manure and slurry and protective measures when establishing manure and pits is a suitable method to prevent large-scale ammonia leakage into the air.

The final work also has in its content a literature search, which mentions pig breeding in general, statistics and the economics of pig breeding.

Keywords: pig breeding, ammonia, BAT

Poděkování

Zde bych rád poděkoval panu Ing. Antonínu Dolanovi, Ph.D. za vedení diplomové práce odborné rady a cenné připomínky. Dále bych rád poděkoval podniku Lubska zemědělská a. s., a zvláště vedoucímu střediska v Hejné panu Milanovi Novákovi, který umožnil hladký průběh všech měření a přispěl cennými připomínkami a informacemi. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat BAT centru Jihočeské univerzity za poskytnutí měřících přístrojů.

Obsah

Úvod.....	8
1 Literární rešerše.....	9
1.1 Chov prasat.....	9
1.2 Chov v ekologickém zemědělství.....	10
1.3 Chov prasat ve velkokapacitních chovech	11
1.3.1 Ustájení prasat.....	13
1.3.2 Techniky krmení prasat.....	13
1.3.3 Technologie krmení prasat.....	14
1.3.4 Napájení prasat.....	15
1.3.5 Ventilace stájí prasat	15
1.4 Welfare prasat.....	16
1.5 Stájové mikroklima	16
1.5.1 Fyzikální faktor – teplota vzduchu.....	17
1.5.2 Fyzikální faktor – relativní vlhkost vzduchu	17
1.5.3 Fyzikální faktor – rychlost proudění vzduchu	18
1.5.4 Chemický faktor –oxid uhličitý, amoniak a sulfan	18
1.5.5 Činitelé ovlivňující produkci amoniaku.....	18
1.5.6 Eliminace emisí amoniaku	19
1.6 Stav prasat v České republice.....	19
1.7 Stav prasat ve světě	21
1.8 Ekonomika chovu prasat a uzavírání chovů.....	22
2 Cíl práce	23
3 Metodika	24
3.1 Metodika měření stájového klimatu	24
3.1.1 Podstatné požadavky opakovatelnosti.....	24

3.1.2	Přístroje používané pro měření koncentrací plynů.....	25
3.2	Měření teploty, rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti.....	26
3.2.1	Přístroje použité k měření vlhkosti a teploty.....	26
3.2.2	Přístroje použité pro měření rychlosti proudění vzduchu	27
	29
3.2.3	Výpočet roční emise.....	29
3.2.4	Počet měření	30
3.2.5	Emisní úrovně amoniaku.....	31
3.2.6	Umístění měřících sond a měřících přístrojů	32
3.3	Charakteristika podniku	33
3.3.1	Technologie ustájení	34
4	Výsledky	36
4.1	První měření	36
4.2	Druhé měření	36
4.3	Třetí měření	37
4.4	Čtvrté měření	38
4.5	Páté měření	38
4.6	Souhrn měření	39
4.7	Vybrané grafy	40
5	Diskuse.....	44
5.1	Závisí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení?	44
5.2	Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?	45
5.3	Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?.....	46
	Závěr	47
	Seznam použité literatury.....	48
	Seznam obrázků	51

Úvod

Chov prasat je nedílnou součástí chovu hospodářských zvířat. Obliba tohoto masa je v návaznosti na tradiční českou kuchyni. V této době je vepřové maso na našem území nejvíce konzumovaným masem. Vedlejšími produkty v chovu prasat jsou krupon, štětiny či krevní žlázy (slouží k výrobě biopreparátů). Toto odvětví živočišné produkce, je jedno z mála, které není ovlivněno přímou dotační politikou, a proto jej řadíme mezi odvětví, které je v rukou tržního hospodářství. Chov prasat je přímo navázaný na pěstování obilovin a je na něm závislý. Prase se oproti jiným hospodářským zvířatům vyznačují: vysokou plodností (až 15 selat ve vrhu, 2,4 za rok), krátkou dobou výkrmu a rychlou intenzitou růstu.

Celková světová produkce vepřového masa se pohybuje na úrovni 88 mil. tun masa, což představuje asi 1,2 miliardy zvířat. Největším chovatelem prasat na světě je v současné době Čína, která chová přes 50 % celosvětových stavů. EU se podílí na celosvětových stavech asi 20 % a USA cca 10 %. Z Evropských zemí je největším chovatelem Německo, Španělsko, Polsko, Rusko či Francie.

Chov v podmínkách naší republiky má svá specifika. V médiích lze pozorovat i určité problémy, které jsou pro naši zemi charakteristické. V čem problémy spočívají: neschopnost producentů se sjednotit a mít společnou produkčně-odbytovou politiku, stále ještě neumíme plně využít genetický potenciál chovaných zvířat, včetně někdy špatné hygieny v chovech tzn. i větší koncentraci zátěžových plynů jako je např. amoniak (NH_3).

Již na začátku 20. století se začaly používat technologie a procesy zaměřené na snížení koncentrace amoniaku v chovech prasat, ale tyto postupy byly neúčelné a neměly potenciál do dalších let.

ČR se při vstupu do Evropské unie musela povolit legislativě, která zasahuje do chovu prasat, taktéž ale do chovu jiných hospodářských zvířat. Legislativa určuje jednoznačné nároky a podněty, které úzce souvisí s dopadem intenzivní zemědělské činnosti na životní prostředí. Tyto postupy usměrňují a přizpůsobují podmínky v chovech hospodářských zvířat z hlediska fyziologických tak, aby byly chovy udržovány na etické úrovni. Předpisy dále určují dopady a ohledy intenzivního chovu hospodářských zvířat na životní prostředí při stále se zvětšující efektivitě chovů.

1 Literární rešerše

1.1 Chov prasat

Chov prasat se na rozdíl od jiných druhů chovu hospodářských zvířat liší v mnoha podmínkách.

Z hlediska konvenčního hospodářství jsou hlavními charakteristikami:

- Vysoká plodnost – tzn. více jak dva vrhy selat za rok. Závisí na požadavcích daného zemědělského podniku či faremní organizace chovu prasat. Dále je to relativně krátká doba gravidity, která je 115 dní (3 měsíce, 3 týdny, 3 dny),
- Vysoký počet selat ve vrhu – Máme několik činitelů, které mohou ovlivnit počet selat v jednom vrhu. Především je to výživa, ustájení prasnice, stáří zvířete a také jeho povaha. V dnešních moderních chovech není už výjimkou mít 14 i více selat ve vrhu. V tomto ohledu záleží hlavně na dobré kondici prasnice a také na správném vývoji selat. Avšak kvůli vysoké porodnosti nedosahují selata dostatečné váhy a je nutností věnovat jim větší pozornost. S přibývajícím věkem prasnic se pomalu vytrácí správná funkčnost mléčné žlázy a také hůře zabřezávají. Tyto prasnice je proto nutné z chovu pomalu vyřazovat.
- Ranost intenzivně chovaných plemen prasat – Pro udržení vysoké výkonnosti v chovu prasat je důležité poměrně brzké uvedení kanečků i prasniček do reprodukce. Kanečci se zařazují do koloběhu reprodukce od 8 měsíce a u prasniček to bývá podle jejich hmotnosti nejlépe mezi 6–7 měsícem růstu.
- Brzké ukončení závislosti selat na mléce – Tento proces se provádí z důvodu dalšího nasazení prasniček do reprodukčního cyklu, a tudíž rychlejšího přizpůsobení na krmnou směs.
- Dosažení porážkové hmotnosti mezi 5 až 7 měsícem – Tento způsob se používá s ohledem na konečnou porážkovou hmotnost a konečným využitím jatečně opracovaného těla. Pro šunkový typ masa je nejvhodnější 5. měsíc, standartní porážková hmotnost se jeví jako nejlepší na 6. měsíc, kde se hmotnost pohybuje v mezích od 107 až do 118 kg. Používá se i možnost pozdější porážky, ta bývá zpravidla po 7. měsíci. Tento výkrm

se nazývá „lidový výkrm“ a je zde kladen větší důraz na podíl tukových tkání.

- Vysoká jatečná výtěžnost – výtěžnost dosahuje až 80 %, ale je velice proměnlivá kvůli odlišnosti plemen a jejich linií.

Ve velkých chovech je prasatům nejčastěji podávána krmná směs, která obsahuje potřebné živiny k růstu. Podíl jednotlivých komponentů v krmné směsi je závislý na věku, stádiu produkce a také na reprodukci. Pro daný typ odchovů je směs striktně vyvážená a je možné se setkat i se směsmi, která se dělí podle vývinu chovaných zvířat. Známe směsi pro včasný odstav selat (ČOS), krmné směsi s označením A1 jsou určeny pro předvýkrm od 20 do 45 kg. Na směs A1 navazuje směs A2, která je určena pro prasata s hmotností mezi 45–110 kg. Dále pak známe (KPK) jako kompletní krmnou směs, ta je vhodná pro kojící prasnice. Směs (KPB) je určena pro březí prasnice, jde o kompletní krmnou směs pro prasnice březí. Zkratkou OKAŠ se označuje směs vhodná k odchovu kanců ve šlechtitelském chovu. Nezbytným požadavkem pro chov prasat je nezávadná voda. Prase je schopné spotřebovat až 2,5x větší množství vody než krmiva (Staněk, 2010)

1.2 Chov v ekologickém zemědělství

Chov prasat v ekologickém zemědělství je velmi pracný a drahý. Z důvodu vyšších požadavků na výživu, a to hlavně kvůli nákupu jaderného krmiva v bio parametrech, se zvyšují i výdaje na chovy, protože pěstování krmiva v bio kvalitě je také velmi náročné a dosahuje se zde vysokých nákladů. Proto je chov prasat v ekologickém zemědělství náročnější než chov přežvýkavců na trvalých travních plochách. Jedno z nejnákladnějších položek je obnova základního stáda z ekologického chovu, z tohoto důvodu je stádo obnovováno prasničkami z chovů konvenčních. Mezi další problémy patří porážka, protože na území našeho státu není dostatečné množství certifikovaných jatek. Proto musí chovatel převážet zvířata do velkých vzdáleností, tím pádem tyto procesy vedou k růstu nákladů na chov, a není zachována podmínka welfare zvířat, která je jednou z nejpřednějších pro ekologický chov. V ČR je tedy bio vepřové maso spíše ojedinělou komoditou. Farmy většinou chovají pouze několik kusů zvířat hlavně pro svou potřebu (Matoušek, 2013).

Požadavky ekologického zemědělství důkladně zpracovává Nařízení vlády Evropského společenství (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a vyznačování ekologických výrobků a Nařízení komise Evropského společenství (ES) č. 889/2008,

kterým se stanovují předpisy k Nařízení rady Evropského společenství (ES) č. 834/2007 o ekologické produkci a označování ekologických produktů, pokud jde o ekologickou produkci, označování a kontrolu. V národní legislativě České republiky upravuje ekologické zemědělství Zákon č. 242/2000 o ekologickém zemědělství a Vyhláška č. 16/2006 sb. (Frydrychová et al., 2019).

V této době se v České republice nachází asi 50 biofarem zabývajících se chovem prasat. Počet těchto farem je již řadu let stejný a nejspíš se na tomto faktu nic nezmění ani další roky. Rozhodně to, ale není zapříčiněno tím, že by o biovepřové nebyl zájem. O začátku roku 2021 ekologické zemědělce limituje i nově novelizovaná vyhláška č. 342/2021 Sb., která mimo jiné řeší i rizika spojená s africkým morem prasat (Urbánková, 2021).

1.3 Chov prasat ve velkokapacitních chovech

Velkokapacitní chovy dělíme na několik dílčích skupin podle:

- Věku zvířete,
- pohlaví,
- nároku na prostředí,
- stádia výrobního procesu.

Další rozčlenění se dělí na produkční část a reprodukční část.

1. Produkční část – prostory, které jsou určeny pro výkrm prasat od 30–35 kg až do hmotnosti porážkové,
2. Reprodukční část – vyhrazená na produkci selat,
 - Stáje vyhrazené pro nezapuštěné prasnice, nízkobřezí prasnice a prasnice ve stádiu připouštění,
 - Stájové prostory pro prasnice březí,
 - Porodny s individuálním stáním,
 - Plochy pro odchovy selat s hmotností v rozmezí 6-8 kg,
 - Prostory pro prasničky,
 - Prostory pro kanečky,
 - Stájové prostory pro plemenné kance (Gálik et al., 2015).

V zemědělském podniku je důležité dbát na dodržení kapacitní návaznosti mezi reprodukční a produkční sekci, která je velmi významnou součástí mezi jednotlivými body reprodukční části.

V dnešních zemědělských provozech jsou většinou všechny stádia produkce umístěné v jednom komplexu budov, ale není to podmínkou. Proto některé velkokapacitní farmy využívají systém zvaný multi-site tzn. více faremní systém, kde je porodna, odchovna selat a výkrm na porážkovou hmotnost. V mnoho případech se v jedné farmě odchovávají selata, či prasničky a na jiném místě je situována porodna. K dosažení dobrého zdravotního stavu selat se používá metoda brzkého a izolovaného odstavu.

Zvířata je zapotřebí odchovávat s přihlédnutím na druh a také hmotnost a podle dalších zvláštních nároků pro ochranu zvířat dle platné mezinárodní úmluvy. Tyto specifické nároky dále upravuje vyhláška č. 208/2009 z roku 2009.

Mezi nejdůležitější nároky podle této vyhlášky patří:

- Trvale přístupný materiál, umožňující etologické aktivity, to znamená seno, sláma, dřevo, piliny, kompost, rašelina,
- Ad libitní přístup ke neznečištěné vodě,
- Hladkou, ale zároveň protiskluznou podlahu,
- Zajištění minimální plochy na jedno zvíře, podle tabulky 1.1,
- Minimální plocha kotce pro dospělého plemenného kance by měla mít 6 m²,
- Ve skupinách se chovají prasnice od 4 týdnů po zapaštění až do 1 týdne před porodem – kotec pro skupinu by měl mít strany delší než 2,8 m, pro 6 zvířat postačí délka strany 2,4 m (epi.sk, 2004).

Tabulka 1.1: Minimální prostor na 1 prase podle hmotnosti (Pulkrábek et al., 2005)

Hmotnost [kg]	Minimální prostor pro 1 zvíře [m ²]
Do 10	0,15
10-20	0,20
20-30	0,30
30-50	0,40
50-85	0,55
85-110	0,65
Více než 110	1

1.3.1 Ustájení prasat

Ustájení prasat a jejich technologické systémy, bez přihlédnutí na kategorizaci, můžeme rozdělit na více faktorů. Jedná se o ustájení typu:

- V budovách (indoor) – nejčastěji používané ustájení nejen v České republice, ale i ve většině evropských zemí s intenzivním chovem prasat.
- Venkovní (outdoor) – Nejrozšířenější typ chovu prasat v přímořských státech jako jsou Anglie či Francie.
- Stelivové s klasickou podestýlkou nebo přistýlané – Tato metoda připadá nejvíce pro malochovy, které produkují kejdu i hnůj.
- Bezstelivové – U tohoto typu rozlišujeme varianty s plnou (bezroštovou) podlahou, poloroštové podlahy a celoroštové podlahy. Tyto typy jsou neoptimálnější pro intenzivní chovy, produkující jako hnojivo pouze kejdu. Zároveň jsou tyto typy nejpoužívanější.
- Individuální – Toto ustájení se nejvíce používá u plemenných kanců, prasnice nezapuštěných, zapuštěných a nízkobřezích.
- Skupinové – Realizující se, s výjimkou kanců, u všech kategorií prasat (Stupka et al., 2013).

1.3.2 Techniky krmení prasat

V dnešní době se nejvíce používají tři způsoby krmení prasat, které se nazývají zkrmování pouze kompletních krmných směsí, zkrmování běžně dostupných komponentů (nejvíce čerstvých krmiv) a doplňkových krmiv a třetím způsobem je kombinované krmení (v časovém úseku, kdy jsou k dispozici vhodná krmiva, se krmí doplňkovou směsí a v další etapě se krmí kompletní krmná směs). Kombinované krmení není tak nákladné, protože se nemusí vytvářet sklady na dlouhodobé uchování objemných krmiv, ale na druhou stranu je velmi náročné na práci chovatelů, takže se využívá jen velmi málo.

Z hlediska techniky krmení se využívá metod neomezeného přístupu, anebo krmení dávkované (restringované). Neomezené krmení zvyšuje přírůstek, ale také zvyšuje spotřebu krmiva na kg přírůstku a prase má tak vyšší podíl tuku. U denního dávkování je to naopak, ale je možné kontrolovat a regulovat krmení. V praxi to funguje tak, že by prasata měla do 20 minut po krmení zkonsumovat celou krmnou dávku a po 10 minutách od začátku krmení měla ještě část krmné dávky nespotřebovanou. Neoptimálnější je tak frekvence krmení 2x až 4x denně.

U krmení krmných směsí se využívají nejvíce techniky suchého krmení a mokrého krmení. U zkrmování mokrých krmiv se používá suchý sypký nebo granulovaný šrot naředěný vodou a z toho udělaná kaše. Má pozitivní vliv na přírůstek a na spotřebu krmiva. Může být dopravováno na větší vzdálenosti a díky menšímu tření se snižují náklady na přepravu a případně se snadno a rychle dá měnit složení krmné dávky. Při mokré krmení je zapotřebí mít účinnou ventilace kvůli vysoké vlhkosti vzduchu ve stáji (Smital, 2016).

1.3.3 Technologie krmení prasat

Zásadním faktorem moderních technologických systémů krmení je co nejvíce přiblížit techniku výživy prasat jejich fyziologickým potřebám. Dále je zapotřebí snížit spotřebu krmné směsi na kg přírůstku, zredukovat potřebu lidské práce a zefektivnit řízení chovu při současném snižování zatížení životního prostředí a splňovat požadavky na ochranu zvířat.

Pro zkrmování suché krmné směsi existuje několik technických systémů s různou úrovní řízení. Jsou to krmné automaty (kašové automaty) pro ad libitní krmení, ve kterých má prase možnost samostatně zvolit míru zvlhčení směsi. Dále se využívá lanový dopravník nebo také u menších stáji dopravník s obvodovou šnekovnicí, popřípadě řetězový dopravník. Více náročné a složitější systémy pro krmení jsou řízeny počítačem a povolují krmení podle zadané krmné křivky (fázová výživa). Za chodu krmného cyklu se obměňuje složení krmné dávky i velikost krmné dávky. Tento systém má pozitivní vliv na zdravotní stav zvířat, kvalitu masa a snižuje se produkce hnoje a emisí.

Pro zkrmování tekuté krmné směsi se nejvíce prosadily potrubní systémy. Systémy jsou tvořeny jednou nebo více nádržemi na krmnou směs s tenzometrickými snímači, čímž se kontroluje hmotnost náplně v nádrži. Jednotlivé složky krmné dávky se podle určené receptury plní do míchací nádrže společně s vodou a za stálého míchání je z těchto komponentů tvořena krmná směs. Směs je dále dopravována čerpadlem do potrubí ve stáji a poté do koryt. Mokré krmení je vhodné pro velké farmy. Většinou jsou řízeny počítačem s rozsáhlým programovým vybavením pro automatické řízení procesu krmení a pro řízení chovu (Smital, 2016).

1.3.4 Napájení prasat

Napáječky se používají většinou ventilové s přímým nebo nepřímým ovládním přítoku vody. U napáječek s přímým ovládním si prase ventil v napáječce otevírá tlakem vyvinutým na ovládací páčku, desku či kolík nebo jiný ovládací prvek.

Do této skupiny se řadí napáječky:

- Hubicové,
- Kolíkové,
- Jazykové s tlačnou deskou,
- Žlabové s tlačným kolíkem.

Při nepřímém způsobu přítoku vody připouští ventil vodu v souvislosti na snížení hladiny vody v misce.

Dále existují napáječky bezventilové, ve které se požadovaná hladina udržuje díky vzduchové komoře, která má určitý tlak, který zamezuje zpětné vtékání znečištěné vody do rozvodů. Tato napáječka se označuje jako hydraulická a k doplňování vody je používán systém spojitých nádob (Andrt, 2011).

K rozvodu pro napájení může být připojený tzv. medikátor, sloužící pro dávkování stopových prvků, vitamínů a profylaktických léků a jejich podávání prasatům skrze napájenou vodu (Gálik et al., 2015).

1.3.5 Ventilace stájí prasat

Optimální stájové klima v chovech prasat zajišťuje technologie ventilace. Ventilace by měla svým výkonem zabezpečit, aby se celkový objem vzduchu ve stáji, bez ohledu na jeho další vlastnosti (vlhkost a teplota) do hodiny 30x – 40x vyměnil.

Z tohoto důvodu se v chovech používají ventilace:

- Přirozené – Uplatňují se většinou ve stelivovém ustájení v malochovech.
- Nucené – Přetlakové, rovnotlaké a podtlakové.
 - Přetlakové – V tomto případě musí být tlak ve stáji vyšší než mimo stáj.
 - Rovnotlaké – Tento typ se objevuje nejčastěji ve starých chovech a malochovech s plemennými prasaty.
 - Podtlakové – Vyskytující se ve většině chovu (90 %). Tlak vzduchu ve stáji se při minimální ventilaci pohybuje mezi hodnotami 2-3 Pa a při maximální dosahuje hodnot mezi 25-30 Pa (Stupka et al., 2013)

1.4 Welfare prasat

Prase přináší člověku užitek. Užítkovost prasete je proto zapotřebí udržovat na určité hranici. Současně je však nevyhnutelné, aby člověk plnil potřeby zvířat. Potřeby by měl zajišťovat chovatel svým etickým přístupem chovu. Etika chovu se pojí s pojmem welfare. Welfare, v překladu pohoda anebo blaho zvířat, je stav fyzikální a psychologické harmonie chovaného zvířete a prostředí.

Základní charakteristika welfare byla odsouhlasena už v roce 1965 na britských ostrovech komisí na ochranu práv zvířat definováním pěti tzv. svobod zvířat:

1. Zvíře nesmí být žíznivé, hladové a podvyživené – zvířata by měla mít nerušený přístup k čerstvé a nezávadné pitné vodě a krmivu v takové míře, která zaručuje plné zdraví a tělesnou zdatnost zvířat.
2. Zvíře nesmí být v příliš velkém horku a zimě a musí mít pohodlí – zvířatům musí být poskytnuto vhodné prostředí k chovu zahrnující úkryt, místo odpočinku dle ročního období a okolní teplotě.
3. Zvíře nesmí trpět bolestí, poraněním ani chorobou – Těmto požadavkům lze dojít včasnou a účinnou prevencí, pohotovou diagnózou a brzkým vyléčením zvířete.
4. Zvíře musí mít možnost projevu přirozeného chování – tzn. poskytnutí dostatečně velkého prostoru, vyhovujícího prostředí a nejdůležitějším bodem je společnost téhož druhu zvířat.
5. Zvíře nesmí být ve stresu, přetížení a nesmí mít strach – tzn. bez stresové prostředí a zacházení, které nepřivede zvíře do psychického strádání (Gálik et al., 2015).

1.5 Stájové mikroklima

Stájové mikroklima lze popsat také jako stav vzdušného prostředí ve stáji. Toto prostředí je tvořeno fyzikálními, chemickými a biologickými faktory. Mezi fyzikální faktory patří vlhkost, teplota a proudění vzduchu, ochlazovací účinek, sluneční záření, osvětlení, atmosférický tlak a hluk. Faktory chemické jsou tvořeny plyny, vznikající ve stáji mezi chovanými zvířaty. Jedná se především o oxid uhličitý, metan, amoniak a sirovodík. Do biologických faktorů patří prach a mikroorganismy, které se nacházejí v ovzduší (Šimková et al., 2015).

1.5.1 Fyzikální faktor – teplota vzduchu

Teplota stájového prostředí je nejvíce měřenou fyzikální složkou mikroklimatu. Hodnota teploty vzduchu ovlivňuje užítkovost, činnost termoregulačních funkcí, schopnost reprodukce a celkový zdravotní stav chovaných zvířat. Dalšími faktory chovaného zvířete a to, jak bude snášet tepelný a chladový stres je ovlivněno hlavně plemenem zvířete a úrovní krmné dávky.

Výzkumy také zjistili, že velice pozitivní vliv na zbavování se tepelného stresu zvířat měla relativní vlhkost. Vliv relativní vlhkosti je vyšší než rychlost proudění vzduchu do hodnoty $0,5 \text{ m.s}^{-1}$ (Šimková et al., 2015).

1.5.2 Fyzikální faktor – relativní vlhkost vzduchu

Ze souhrnné stájové vlhkosti je 70 % pára vydechovaná zvířaty a 30 % pak připadá na odpar z podlah, kaliště, stěn a napáječek. Hodnota relativní vlhkosti je přímo závislá na počtu ustájených zvířat, technologii ustájení, způsobu větrání a hygieně stáje. Vlhkost ve stáji by se tedy měla pohybovat v rozmezí 50-70 %.

Rozmanitá teplota vzduchu v kombinaci s vlhkostí vzduchu má na zvířata následovný vliv:

- Vysoká teplota a vysoká relativní vlhkost nad 85 % - Vysoká teplota způsobuje snížené odpařování vody z kůže i dýchacích cest. Při teplotách optimálních pro stájové prostředí má vyšší relativní vlhkost jen minimální vliv a užítkovost, ale teploty přesahující hodnoty $30 \text{ }^{\circ}\text{C}$ mají výrazný vliv na přírůstek.
- Nízká teplota a vysoká relativní vlhkost – Za těchto podmínek dochází k vysokému přestupu tepla z organismu do stájového vzduchu, jelikož vlhký vzduch velice dobře vede teplo a má i vyšší tepelnou jímavost. Při teplotě v rozmezí $10\text{-}15 \text{ }^{\circ}\text{C}$ a vysoké relativní vlhkosti velice často dochází k podchlazování zvířat, a to má vliv na odolnost proti infekcím, které vedou k onemocnění dýchacích cest a respiračním onemocněním.
- Vysoká teplota a nízká relativní vlhkost pod 40 % – Tato kombinace má negativní vliv a vede k vysoušení sliznice dýchacích cest a u zvířat se objevuje suchý, dráždivý kašel. Do dalších negativních faktorů spadá i vyšší prašnost stájového prostředí.

-
- Nízká teplota a nízká relativní vlhkost – Tato kombinace je prasaty nejlépe snášena. Suchý vzduch vytváří silnou izolační vrstvu na povrchu těla a tím se snižují tepelné ztráty (Otrubová a Pokorný, 2019).

1.5.3 Fyzikální faktor – rychlost proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu se nemůže posuzovat individuálně, ale vždy společně s teplotou vzduchu (Otrubová a Pokorný, 2019).

Vyšší proudění vzduchu ve výšce chovaných zvířat nemá dobrý vliv na tepelnou izolaci ve vrstvě vzduchu proudícího okolo zvířat, čímž dochází ke zvýšení ztrát tepla prouděním. Přirozeně rychlost proudění vzduchu nemá vliv jen na teplené ztráty, ale je spojená i s dalšími faktory, jako jsou například tělesná hmotnost či velikost skupin v kotci anebo doba působení. Mladší zvířata citlivěji reagují na kulminaci teplot ve stáji než zvířata starší (Novák et al. 2006).

Už při teplotě 10 °C a proudění vzduchu o rychlosti 0,5-0,8 m.s⁻¹ klesá selatům tělesná teplota cca o 7-8 °C. Rychlost proudění vzduchu by u všech věkových kategorií prasat neměla přesáhnout 0,1 m.s⁻¹. Při zvýšených teplotách nad hodnotu překračující 25 °C je u všech prasat vhodné proudění nad 0,5 m.s⁻¹ (Otrubová a Pokorný, 2019).

1.5.4 Chemický faktor –oxid uhličitý, amoniak a sulfan

Pro oxid uhličitý je dovolená přípustná hranice 0,15-0,30 % objemu vzduchu ve stáji. Ovšem v některých případech méně větraných nebo nevětraných stájí může hodnota vystoupat až na rozmezí 0,5-1 % objemu oxidu uhličitého. Všeobecně platí, že čím vyšší bude koncentrace oxidu uhličitého, tím více se budou zpomalovat životní projevy zvířat a intenzita výroby (Šimková et al. 2015).

Amoniak a sulfan vznikají rozkladem organických dusíkatých látek, které jsou v moči a exkrementech. Jde o toxické plyny, pro které jsou uvedeny normy u všech kategorií zvířat. Nejvyšší dovolené koncentrace v ovzduší stájových prostor jsou pro amoniak 0,0025 % a pro sulfan 0,001 %. Oba plyny jsou pro zvíře škodlivé a působí jak lokálně, tak celkově. Nejvíce se špatně projevují metatoxickým účinkem, tj. dlouhodobým působením subtoxických koncentrací. Tyto účinky mají za následek snížení odolnosti organismu proti infekčním chorobám (Pulkrábek et al., 2005).

1.5.5 Činitelé ovlivňující produkci amoniaku

V řadě předkládaných krmiv pro výkrm prasat nejsou kromě masokostních mouček k dostání krmiva, u kterých by docházelo ke stoprocentní stravitelnosti dusíkatých látek. Tento problém lze vyřešit tím, že se do krmiva doplní vhodné syntetické

aminokyseliny, ale tyto kroky jsou velmi obtížné především v tom, jak adekvátně sladit potřeby zvířat s optimální spotřebou krmné dávky. Mluví se zde hlavně o přirozeném vztahu mezi mírou metabolických procesů při stanoveném věku a hmotnosti zvířat, vyjádřený skutečnou produkcí exkrementů. Exkrementy zvířat jsou domovem široké škály mikroorganismů. Na tvorbě amoniaku se přímo podílí hmotnost vyprodukovaných exkrementů, která je funkcí hmotnosti chovaných zvířat, koncentrace močoviny a dalších dusíkatých látek, jež je nepřímo úměrná hmotnosti zvířat. Hlavní příčinou je fakt, že mladší zvířata s nižšími hmotnostmi nedokážou využít živiny v krmivu v porovnání s věkově staršími zvířaty. Na tomto faktu také závisí hodnocení amoniaku. Jde o přepočtenou produkci amoniaku, buď na jeden kus nebo na 1 DJ. Přepočtená tvorba jako závislá proměnná pak nemá stejný průběh (Pulkrábek et al., 2005).

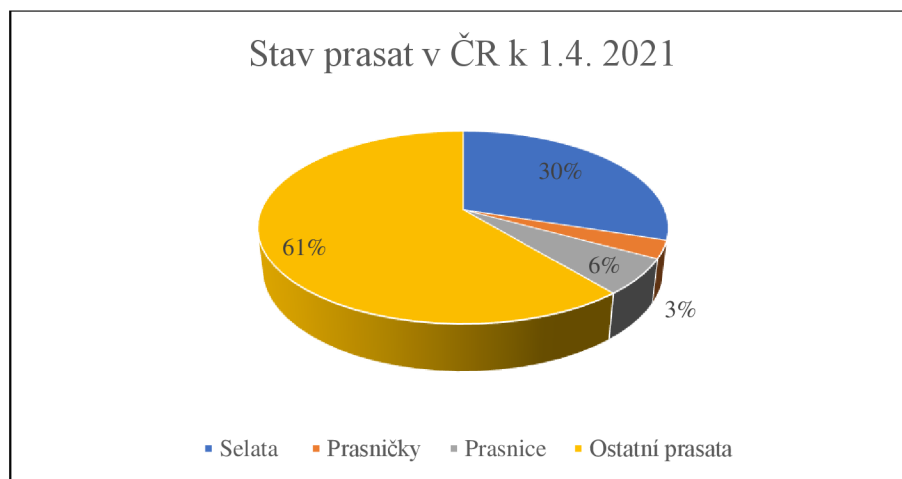
1.5.6 Eliminace emisí amoniaku

Eliminace amoniaku lze dosáhnout dodržением jistých technologických postupů:

- Dodržení pokynů zacházení s exkrementy – tzn. pravidelné odstraňování chlévské mrvy ze stáje, správná funkce přerovnového systému,
- Používání správné podestýlky,
- Omezení používání vody na nezbytnou míru při hygieně stáje,
- Dodržení optimální úrovně ventilace stáje s ohledem na vlhkost a teplotu prostředí,
- Využití krajinných útvarů (Pulkrábek et al., 2005).

1.6 Stav prasat v České republice

Na obrázku 1.1 si můžeme prohlédnout stavy různých kategorií prasat chovaných v České republice k 1. 4. 2021 (v %). Dle grafu je patrné, že nejvíce prasat je chovaných ve výkrmu v kategorii „Ostatní prasata“. V tabulce 1.2 si lze prohlédnout stav prasat v jednotlivých krajích a také celkový součet chovaných prasat v České republice mezi roky 2020 a 2021. V tabulce 1.3 je možné vidět znázornění jednotlivých kategorií počtu chovaných prasat v číslech v roce 2020 a 2021. V tomto porovnání jsou patrné rozdíly v počtu chovaných kategorií (czso.cz, 2021).



Obrázek 1.1: Graf stavu prasat v ČR (czso.cz, 2021)

Tabulka 1.2: Stav prasat k 1. dubnu 2020 a 1. dubnu 2021 podle krajů (czso.cz, 2021)

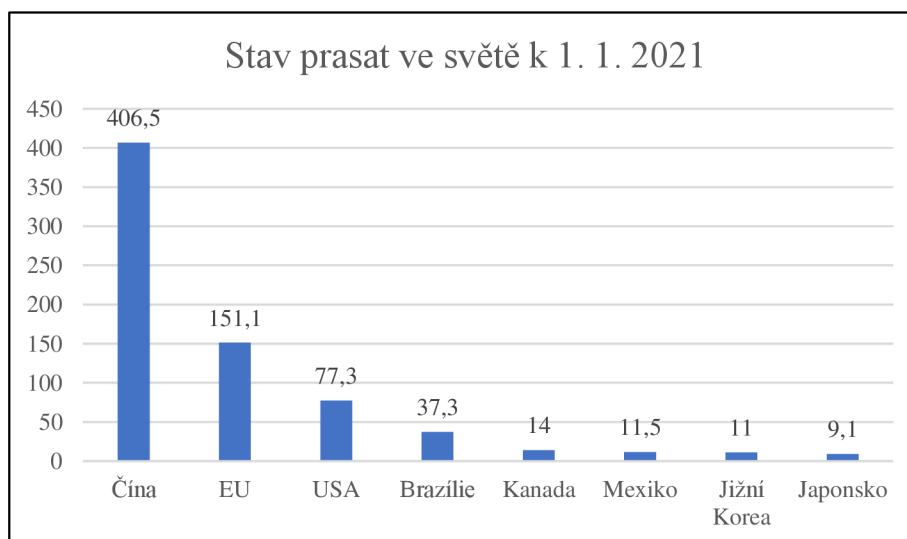
Území, kraj	2020	2021	Rozdíl (+, -)
Česká republika	1 499 307	1 518 402	19 095
Hl. m. Praha + Středočeský	315 113	316 466	1 353
Jihočeský	85 091	86 172	1 081
Plzeňský	112 189	101 864	-10 325
Karlovarský	16 435	16 638	203
Ústecký	108 400	108 236	-164
Liberecký	19 005	20 920	1 915
Královéhradecký	56 489	69 335	12 846
Pardubický	163 130	164 539	1 409
Vysočina	319 055	327 183	8 128
Jihomoravský	126 594	135 688	9 094
Olomoucký	68 370	68 898	528
Zlínský	71 531	68 530	-3 001
Moravskoslezský	37 905	33 933	-3 972

Tabulka 1.3: Počet prasat k 1. dubnu 2020 a 1. dubnu 2021 podle kategorií (cscs.cz, 2021)

Kategorie	2020	2021	Rozdíl (+, -)
Prasata celkem	1 499 307	1 518 402	19 095
Selata, ž. hm. nižší než 20 kg	477 144	451 057	-26 087
Mladá prasata, ž. hm. 20 až <50 kg	340 920	377 279	36 359
Prasata na výkrm (vč. vyřazených kanců a prasnic)	549 328	557 285	7 957
ž.hm. 50 až <80 kg	260 867	252 699	-8 168
ž.hm. 80 až <110 kg	222 937	233 755	10 818
ž.hm. 110 kg a více	65 524	70 831	5 307
Prasata chovná (živ. hm. 50 kg a více)	131 915	132 781	866
kanci	1 885	1 883	-2
prasnice	87 710	90 477	2 767
zapuštěné	62 412	64 364	1 952
nezapuštěné	25 298	26 113	815
prasničky	42 320	40 421	-1 899
zapuštěné	18 374	17 252	-1 122
nezapuštěné	23 946	23 169	-777

1.7 Stav prasat ve světě

V lednu 2020 se na celém světě chovalo téměř 678 milionů prasat, což podle obrázku 1.2 znamená, že v Číně se chovala více než polovina celosvětové populace prasat a vyprodukuje celkem 38 mil. tun vepřového masa, toto číslo se snížilo z 54 mil. tun. Stav prasat je graficky znázorněn na obrázku 1.2 (Smital, 2021).



Obrázek 1.2: Graf stavu prasat chovaných ve světě k 1. 1. 2021 (Shahbandeh, 2021)

Avšak v Číně klesá celosvětový vývoz vepřového, zatímco Evropská unie patří mezi největší vývozce vepřového na světě (3 miliony tun). Mezi další velké celosvětové vývozce patří USA (Shahbandeh, 2021).

Pro srovnání se v České republice v prvním pololetí vyprodukovalo téměř 108 tis. tun vepřového masa, vyvezlo se 17 tis. tun, dovezlo více než 200 tis. tun a spotřeba činila 226 tis. tun, což znamená, že jeden člověk v ČR spotřebuje okolo 83 kg masa za rok (Kameník, 2021).

1.8 Ekonomika chovu prasat a uzavírání chovů

Podle průzkumu Agrární komory ČR chce do roku 2030 uzavřít své chovy až 52 % chovatelů prasat, 30 % již v letošním roce, a i další chovatelé chtějí své chovy omezit. Chovatelé dlouhodobě řeší prodej zvířat pod výrobními náklady. Uzavírání chovů by mělo vést k dalšímu poklesu potravinové soběstačnosti ČR a prohloubení její závislosti na dovozech ze zahraničí. V případě tržních výkyvů, jako je například další rozšíření afrického moru prasat v Evropě, může dojít k prudkému nárůstu cen pro zákazníky, než jaký zažívají v posledních měsících. K razantním rozhodnutím, jako je omezení chovu či úplné zrušení chovu, nutí chovatele prasat především dlouhodobě nízké výkupní ceny. Následují rostoucí vstupní náklady a stále omezenější možnosti odbytu.

Podle posledních údajů statického úřadu z října 2021 stál kilogram prasete v živé hmotnosti 25,- Kč, což je meziroční osmiprocentní pokles. Naopak náklady cen krmiv, energií a lidské práce stoupají. Cena krmiv vzrostla až o čtvrtinu, energie až o 40 %, nafta o 35 % a mzdy o 4 až 6 %. Chovatelé tak prodělávají 800 až 1 000,- Kč na jednom praseti. Hlavní příčinou nízkých výkupních cen je levné a předotované vepřové maso z jiných států EU, jako jsou Španělsko, Německo nebo Polsko (Fialová, 2022).

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. Závísí 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 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

Prvním krokem měření je seznámení se s prostředím, které bude sloužit k měření a zjištění si podstatných informací k měření. Dále je zapotřebí seznámení s technikou a technologií chovu a také s přístroji, které se budou používat při samotném měření. V tomto případě bude nejvhodnější navštívení vybraného zemědělského podniku a konzultovat potřebné informace s vedoucím pracovníkem provozu.

Samotné měření zátěžových plynů a dalších potřebných hodnot bude probíhat stanovenou metodikou. Naměřené hodnoty se pomocí statistických metod vyhodnotí a výsledky se porovnají s údaji referenčního dokumentu BREF (Reference Document on Best Available Techniques). Poté se vyhodnocené výsledky porovnají s nejnovějším vydáním tohoto dokumentu a ověří se, zda souhlasí se směrnicemi Evropské unie.

3.1 Metodika měření stájového klimatu

3.1.1 Podstatné požadavky opakovatelnosti

Aby bylo dosaženo adekvátního měření, je nezbytné dodržet několik základních, a zvláště podstatných postupů, které by mohly celé měření ovlivnit. Naměřené hodnoty by poté byly nepoužitelné.

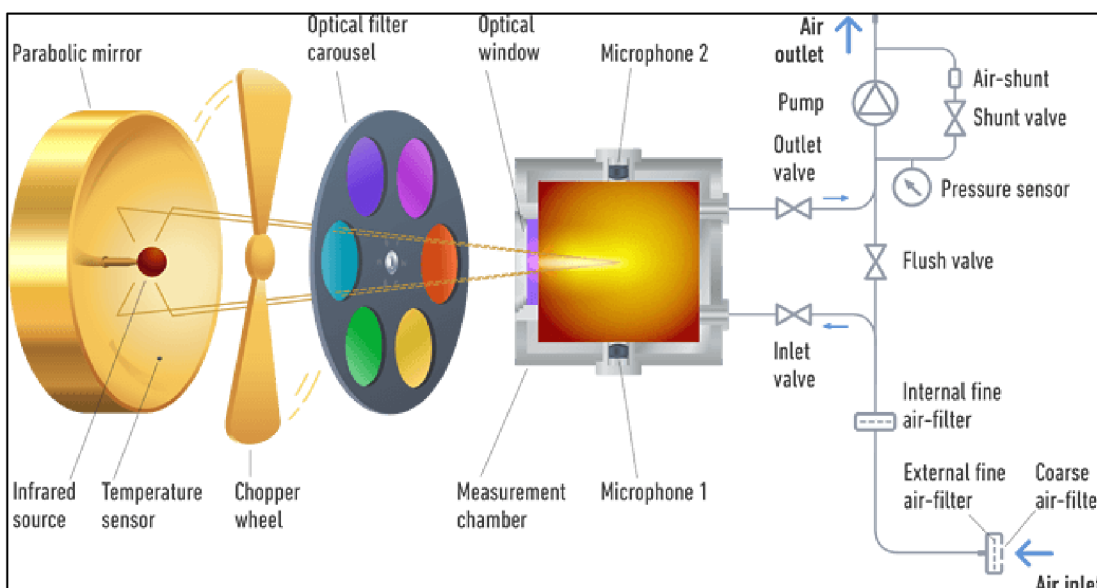
Tyto postupy jsou:

1. Jednotné měření pro každou z hal chovu,
2. Měřicí přístroje musí být pravidelně kalibrovány dle instrukcí, které jsou uvedeny v uživatelské příručce,
3. V měřené hale musí probíhat standardní režim ventilace, který odpovídá venkovním teplotám a době výkrmu u dané kategorie zvířat,
4. Pro měření je optimální teplota v rozhraní +10 až +30 °C
5. Provedení záznamu po provedení měření

Při začátku měření se postupně umístí několik měřících sond do úrovně zvířat (pro měření welfare) a další sondy se umístí do větracích šachet (pro výpočet emise), které odvádí vzduch ze stáje. Než ale započne samotné měření, je důležité změřit relativní vzdušné vlhkosti ve stáji. Relativní vzdušná vlhkost nesmí překročit 90 %, a to z důvodu působení na měřicí čidla, která by mohla být tímto ovlivněna. Jedna z měřících sond musí být umístěna v bodě vstupujícího vzduchu (Jelínek et al., 2013).

3.1.2 Přístroje používané pro měření koncentrací plynů

Pro měření koncentrace amoniaku v chovu bude využito přístroje INNOVA 1412 PGM od firmy LumaSense Technologie, Inc, Dánsko. Tento měřicí přístroj, znázorněný na obrázku 3.1, 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. Tím pádem 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 3.1: 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 stejném časovém úseku společně i s atmosférickým tlakem. Limity detekce jsou závislé na filtru plynu, kterým je carousel opatřen (možnost je kolem 1 000 variant). Limity se pohybují od 10^{-2} ppm při $20\text{ }^{\circ}\text{C}$ a tlaku 101 kPa (AdvancedEnergy.com, 2021).

Multiplexerer INNOVA 1412 má dvanáct odběrných míst a každé je spojeno teflonovou hadičkou s koncovým filtrem $15\text{ }\mu\text{m}$ a délkou až 50 metrů do jednotlivých míst odběru vzorků. Řízení odběru vzorků je pomocí třicestného ventilu. Do té doby, než analyzátor vzorek vpustí do měřicí komory je hadička proplachována vývěvou (Jelínek et al. 2013).

3.2 Měření teploty, rychlosti proudění vzduchu a relativní vlhkosti

Dodržením několika zásadních požadavků pro monitorované ukazatele, zajistíme správnost výsledků. Při dodržení těchto požadavků můžeme požadovat měření jako měření s vědeckou kvalitou.

1. Hranice venkovní teploty nesmí překročit 30 °C,
2. Správná kalibrace přístroje s minimální přesností 0,5 °C,
3. Stejná místa měření, obsahuje i sondy měřící koncentraci jednotlivých plynů,
4. Vnitřní teplota měřena pokaždé ve stínu, minimálně jeden metr od stěny a v minimální výšce jeden metr od země (pro welfare i v úrovni zvířat),
5. Relativní vlhkost bude měřena, pokud venkovní teplota dosahuje přinejmenším 10 °C,
6. Jestliže relativní vlhkost přesáhne hranici 70 %, musí být měření opakováno nejdříve za 4 hodiny. Pokud dojde znovu k překročení této hodnoty, je měření odloženo o 48 hodin (Jelínek et al., 2013).

3.2.1 Přístroje použité k měření vlhkosti a teploty

Přístroj Commeter D4141, znázorněný na obrázku 3.2, slouží k měření relativní vlhkosti a teploty za pomoci externí sondy. Tento přístroj vyrobila společnost COMET SYSTÉM spol s r. o. se sídlem v Rožnově pod Radhoštěm, ČR. Přístroj disponuje externí sondou pro měření teploty vzduchu a relativní vlhkosti. Dále tento přístroj slouží k měření atmosférického tlaku, teploty rosného bodu nebo tlakových tendencí.



Obrázek 3.2: Termohydrobarometr Comet (Cometsystem.cz, 2021b)

Odporové snímače měří teplotu uvnitř objektu, teplotní snímač a snímač vlhkosti je zabudován do externí sondy. Naměřené údaje se ukládají do vnitřní paměti přístroje. Uložené údaje lze za pomoci přiloženého programu přenést do počítače a dále s nimi pracovat (Cometsystem.cz, 2021a).

Další přístroj, který byl použit na měření relativní vlhkosti a teploty, je Logger S3120 od firmy Comet Systém spol. s r. o., která sídlí, jak už je zmiňováno výše v textu, v Rožnově pod Radhoštěm. Přístroj je znázorněn na obrázku 3.3. Senzory pro měření teploty a vlhkosti jsou neodnímatelnou součástí přístroje. Změřené hodnoty včetně teploty rosného bodu se zobrazují na dvouřádkovém LCD displeji a v nastaveném časovém intervalu jsou ukládány do energeticky nezávislé vnitřní paměti. Záznamník každých deset sekund aktualizuje paměť minimálních a maximálních hodnot (nezávisle na intervalu záznamu). Rozsah naměřených teplot vzduchu je od 30 až do +70 °C s přesností $\pm 0,4$ °C a rozlišením 0,1 °C, a relativní vzdušné vlhkosti 0–100 % RV s přesností $\pm 2,5$ % RV v rozsahu 5–95 % RV při 23 °C a rozlišení 0,1 % RV. Naměřené hodnoty každé veličiny porovnává s nastavenými dvěma hranicemi pro každou z veličin a překročení jejich hranice signalizuje na displeji. Přístroj lze propojit pomocí komunikačního adaptéru s počítačem a s naměřenými hodnotami dále pracovat (Mericatechnika.cz, 2021a).



Obrázek 3.3: Logger S3120 (Mericatechnika.cz, 2021b)

3.2.2 Přístroje použité pro měření rychlosti proudění vzduchu

Pro tato měření se použije přístroj Testo 435-1 a 2 od společnosti Testo spol. s r. o. Praha 5, ČR (zastoupení Testo AG, SRN), (viz obrázek 3.4). K tomuto přístroji bude připojena vrtulková sonda \varnothing 16 mm. Jedná se o multifunkční přístroj používaný k měření klimatu pro kontrolu a regulaci klimatizačních a ventilačních jednotek a také

pro posuzování kvality vzduchu. K přístroji také existuje mnoho dalších přípojných sond, které mají využití v dalších odvětvích.

- Termický anemometr – měření objemového průtoku a rychlosti vzduchu,
- Vrtulkový anemometr – s velkým či malým průměrem pro měření rychlosti vzduchu a objemového průtoku,
- Teplotní sonda – měření teploty vzduchu,
- Sonda absolutního tlaku (testo.com, 2021).



Obrázek 3.4: Anemometr Testo 435 (conrad.cz, 2021)

Sonda je vždy umístěna tak, aby měřila průměrnou rychlost průtoku vzdušiny v souladu s ČSN 12 4070 (eqv ST SEV 5882-87).

Sonda je uchycena na hrdle ventilační šachty a vrtulová sonda je umístěna uprostřed mezi středem a okrajem průměru šachty (viz obrázek 3.5). U některých měření je možné pro zjištění množství proudícího vzduchu použít data z řízení ventilace.



Obrázek 3.5: Umístění vrtulkové sondy

3.2.3 Výpočet roční emise

Z naměřených výsledků budou vypočítány půlhodinové aritmetické průměry koncentrace amoniaku a průtoku vzduchu, ze kterých se nakonec stanoví hmotnostní toky znečišťující látky v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$ dovnitř a ven ze stáje. Ze získané hodnoty se vypočítá denní emise amoniaku – emisní faktor. Výstupní koncentrací vzduchu bude považována sonda s největší koncentrací plynu, který sledujeme.

Dle standartního statistického vzorce 3.1 bude k půlhodinovým aritmetickým průměrům stanovena 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 průměrovaných hodnot,

x_i = jednotlivé průměrované hodnoty,

\bar{x} = aritmetický průměr.

Z aritmetických půlhodinových průměrů se určí hmotnostní toky znečišťující látky v $\text{mg} \cdot \text{s}^{-1}$. Půlhodinové průměry koncentrace amoniaku z odběrových míst snížených o koncentrace amoniaku ve vzduchu, který vstupoval do měřené sekce, budou zahrnuty do výpočtu hmotnostních toků znečišťující látky. Na základě vzorce 3.2 bude stanovena odchylka.

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

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.

Ze získaných půlhodinových průměrných hmotnostních toků a jejich odchylek se dále určí 24hodinových celkový průměrný hmotnostní tok v $\text{mg}\cdot\text{s}^{-1}$. Poté se dle vzorce 3.3 stanoví odchylka celkového průměrného hmotnostního toku σ_{FN} .

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

(Dolan et al., 2018).

3.2.4 Počet měření

Vzorky z měřeného místa se odebírají nejméně šest dní rozdělených po období jednoho roku. Tímto postupem jsou rovnoměrně rozloženy a dobře vyváženy v systému odběru vzorků sezónní výkyvy, které ovlivňují koncentrace amoniaku a rychlost ventilace po celý rok. Rozdělení šesti dnů odběru vzorků v roce závisí na emisním modelu kategorie zvířat, která se má monitorovat.

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. K dosažení tohoto požadavku, polovina měření by měla být provedena v první polovině výkrmového cyklu a zbývající ve druhé polovině výkrmového cyklu. Kromě toho by dny odběru vzorků ve druhé polovině výkrmového cyklu měly být rovnoměrně rozloženy v rámci roku (stejný počet měření za sezónu).

Denní průměrná míra emisí NH_3 [$\text{g}\cdot\text{h}^{-1}$] se vypočte jako součin průměrné denní koncentrace NH_3 [$\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$] měřené 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 $\text{kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ 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 ($C_{\text{vystup}}, C_{\text{vstup}}$) dle vztahu 3.4:

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

U kategorií zvířat se stabilním vzorcem emisí nebo s lineárním nárůstem emisí lze denní průměrné emise NH₃ vypočítat z průměru za všechny dny odběru vzorků (šest za rok) a standardní odchylky (Havelka et al., 2020).

3.2.5 Emisní úrovně amoniaku

V tabulce 3.1 jsou uvedeny emisní úrovně z jednotlivých chovů prasat.

Tabulka 3.1: Úroveň emisí související s BAT pro emise amoniaku do ovzduší z každého chovu prasat (Havelka et al., 2020)

Parametr	Kategorie zvířat	Úroveň emisí související s BAT ⁽¹⁾ [kg NH ₃ prostor pro zvíře ⁻¹ rok ⁻¹]
Amoniak vyjádřený jako NH₃	Prasnice k připuštění a březí prasnice	0,2 - 2,7 ^{(2) (3)}
	Plemenné prasnice (včetně selat) v kotcích	0,4 - 5,6 ⁽⁴⁾
	Odstávčata	0,03 - 0,53 ^{(5) (6)}
	Prasata na výkrm	0,1 - 2,6 ^{(7) (8)}

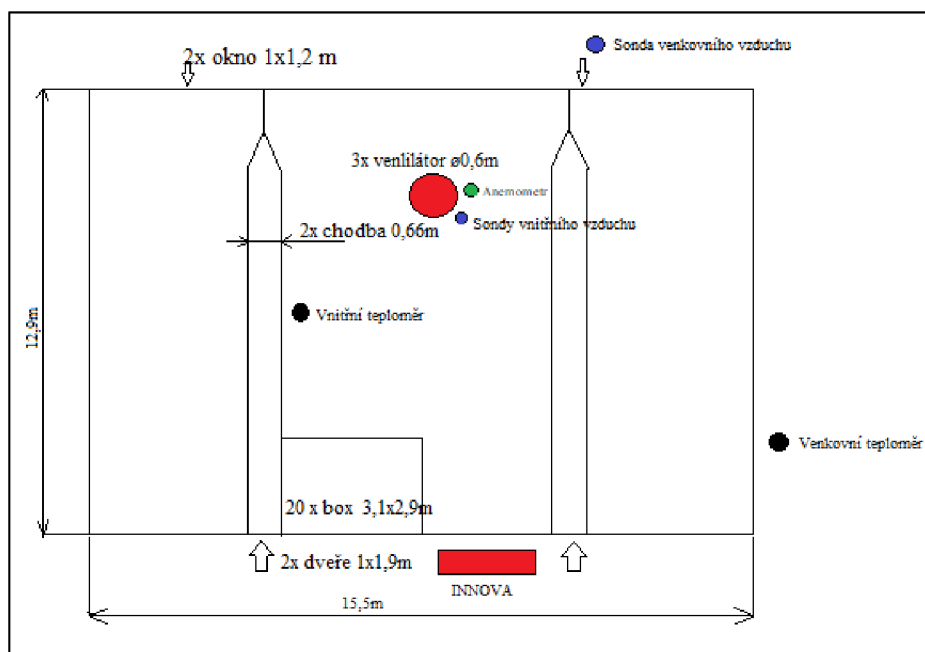
1. Dolní hranice souvisí s používáním systému čištění vzduchu.
2. U stávajících provozů využívajících hlubokou jímku ve spojení s technikou řízení výživy je horní okraj úrovně emisí související s BAT 4,0 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.
3. U provozů využívajících BAT 30.a6, 30.a7 nebo 30.a11 je horní okraj úrovně emisí související s BAT 5,2 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.
4. U stávajících provozů využívajících BAT 30.a0 ve spojení s technikou řízením výživy je horní okraj úrovně emisí související s BAT 7,5 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.
5. U stávajících provozů využívajících hlubokou jímku ve spojení s technikou řízení výživy je horní okraj úrovně emisí související s BAT 0,7 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.
6. U provozů využívajících BAT 30.a6, 30.a7 nebo 30.a8 je horní okraj úrovně emisí související s BAT 0,7 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.
7. U stávajících provozů využívajících hlubokou jímku ve spojení s technikou řízení výživy je horní okraj emisí související s BAT 3,6 kg NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹.

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 NH₃ prostor pro zvíře⁻¹rok⁻¹ (Havelka et al., 2020)

3.2.6 Umístění měřících sond a měřících přístrojů

První měřící sonda bude umístěna na vstupu vzduchu přiváděného do haly. Zbývající měřící sondy budou přichyceny na ventilátorech, které odvádějí stájový vzduch ven z haly. Z těchto tří sond se vybere jedna s největší hodnotou koncentrace, která se použije k dalším výpočtům emise. Přístroj INNOVA bude při měřeních ve speciálním prachotěsném boxu, aby nedošlo ke zkreslení výsledků a stroj nebyl poničen. Přístroj bude umístěn mimo dosah zvířat v oddělené průchozí chodbě. Při těchto měřeních nebude žádnými zásadními kroky ovlivněn chov a ten bude probíhat v běžném režimu.

V měřené sekci bude připevněn ve výšce obsluhy, tj. asi 1,8 m nad zemí termohydrobarometr, který bude zaznamenávat teplotu a vlhkost. Druhý termohydrobarometr bude umístěn vně haly, pro měření teploty mimo ustájení. Třetí termohydrobarometr bude připevněn co nejbližší ke zvířatům, tak aby nedošlo k poškození přístroje. Na hrdlo ventilátoru bude připevněn pomocí speciálního přípravku anemometr s vrtulkovou sondou, který bude měřit rychlost proudění vzduchu ze stáje. Umístění veškerých přístrojů a sond a půdorys sekce je vidět na obrázku 3.6.



Obrázek 3.6: Umístění sond a celkový půdorys sekce

3.3 Charakteristika podniku

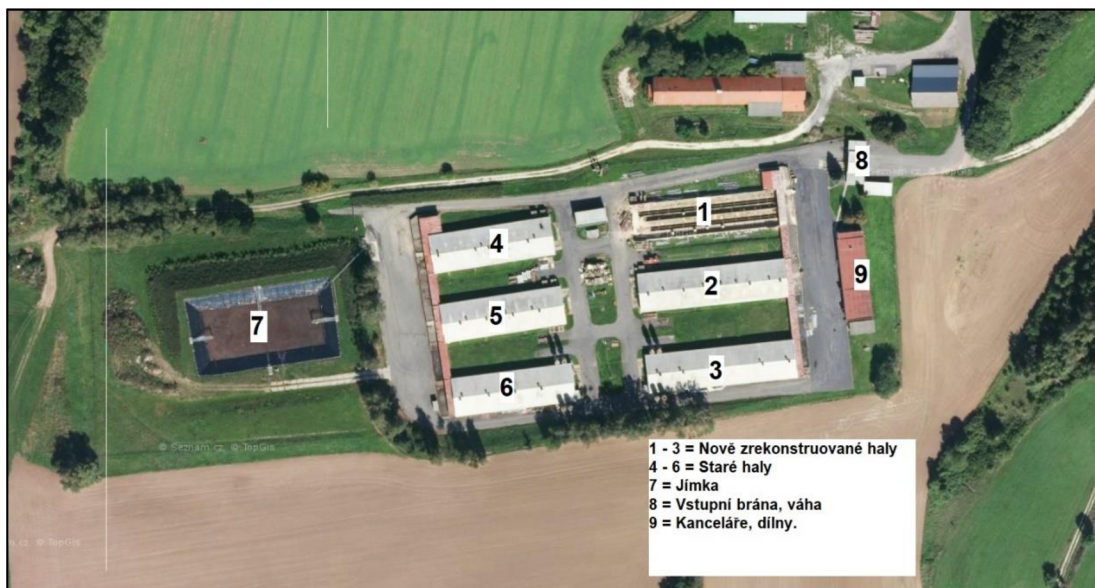
Měření pro účely této diplomové práce se uskutečnilo v podniku Lubská zemědělská a. s., se sídlem v Plánici u Klatov v Plzeňském kraji. Podnik se zabývá výrobou vepřového a drůbežího masa. Pro produkci vepřového masa mají k dispozici tři závody, a to v Petrovicích, kde je ve výkrmu 7 200 kusů, v Hejně s 5 800 výkrmovými prasaty a v Čestíně u Klatov, kde je ve výkrmu 2 000 prasat. Na tyto provozy navazují dvě porodny v Plánici s 1 050 prasnicemi a v Seči u Blovic, kde je ustájeno 650 plemenic. Právě zde je zajišťována podniková potřeba 38 000 zástavových selat za rok. Pokud jde o objem výroby, tak v současné době u vepřového dosahují roční produkci 4 400 tun.

Také výroba drůbežího masa v podniku je rozložena mezi dvě střediska – v Lubech, které bylo v roce 1991 vybudované rekonstrukcí snáškových hal a novostavbu v Nicově. K tomu účelu celkem využívá 16 hal, které mají jednorázovou naskladňovací kapacitu 440 000 jednodenních kuřat, což při sedmi realizovaných turnusech odpovídá třem miliónům nakoupených kuřat nebo jinými slovy šesti tisícům tun vykrmených brojlerů.

Měření bude probíhat v závodu Hejná. V areálu se nachází dohromady 6 hal pro výkrm prasat. Pro účely měření se využije třech nově zrekonstruovaných moderních hal, které disponují moderní technikou. Umístění areálu v Hejně je vidět na obrázku 3.7. Rozložení areálu a popisy jednotlivých budov se nachází na obrázku 3.8.



Obrázek 3.7: Umístění areálu (mapy.cz, 2022, úprava autor)



Obrázek 3.8: Rozležení budov v areálu (mapy.cz, 2022, úprava autor)

3.3.1 Technologie ustájení

Ve zdejšímu provozu jsou chována prasata plemene ČBU (české bílé ušlechtilé). Ustájená jsou na volno v boxových kotcích, které jsou konstruované z nerezového zábradlí a plastových desek. Podlaha je konstruována z betonových roštů, pod kterými se nachází jímka, která má kapacitu jednoho cyklu výkrmu tedy 3 měsíce. Hala je rozdělena do pěti sekcí s rozměry 12,9 x 15,5 m. Všechny sekce slouží pro ustájení prasat určených na výkrm. V každé sekci se nachází 4 řady boxů a v každé řadě je 5 boxů o rozměrech 3,1 x 2,9 m. Vždy ke dvou boxům je přiděleno jedno krmítko, kde je podávané krmivo suché ad libitum. Denní přírůstek se pohybuje mezi hodnotami 800–900 g.den⁻¹. Dále je v každém boxu nainstalována jedna kolíková napáječka. Spotřeba vody činí průměrně na jedno prase asi 6,5 l.den⁻¹. K vodovodní síti je také možnost namontovat medikátor na podávání léčiv a vitamínů, buď do všech pěti sekcí ve stejný moment nebo do každé sekce zvlášť. Dále jsou v každé sekci dvě okna o rozměrech 1 x 1,2 m. Po stranách sekce u stropu je umístěno dohromady 10 vzduchových klapek o rozměrech 0,5 x 0,3 m.

Odvod vzduchu je zajišťován v každé sekci třemi ventilátory o průměru 0,6 m. Přívod čerstvého chlazeného vzduchu obstarávají tzv. cool boxy umístěné v oddělené chodbě. Nasávaný vzduch je přiváděn přes chodbu, kde se ochladí v cool boxech vodou, která je přiváděná čerpadly z podzemních nádrží umístěných vedle haly. Cool box je schopen ochladit vzduch až o 3°C. Ochlazený vzduch dále proudí do podkroví haly, kde je poté doveden přes perforovaný strop k prasatům. Při zvýšení

teploty vzduchu je vzduch přiváděn i vzduchovými klapkami po stranách sekce. Při potřebě topení je využíván kondenzační plynový kotel.

Pro odklíz kejdy jsou využívány jímky pod každou sekci, kam jsou protlačovány exkrementy a moč. Po naplnění těchto jímek je kejda odváděna do přechodné jímky mezi halami, z které je posléze dopravována do sběrné velkokapacitní jímky na konci areálu.

4 Výsledky

Výsledky byly zhotoveny v pěti měřeních u prasat ve výkrmu. Tyto měření probíhaly v měsících květnu, červnu, červenci, září a v lednu pro větší rozmanitost výsledků a trvala vždy 24 hodin. Jednotlivá měření jsou zaznamenána v tabulkách. Dále jsou vytvořeny grafy, ve kterých lze vidět průběh naměřených hodnot amoniaku, vnitřní a venkovní teploty a proudění vzduchu uvnitř stáje.

4.1 První měření

První měření probíhalo 11. 5. – 12. 5. 2021. Toto měření začalo v 10 hodin a 20 minut a skončilo ve stejnou dobu druhý den. V sekci bylo ustájeno 260 kusů zvířat a jejich hmotnost se pohybovala okolo 25 kg. Další informace lze najít v tabulce 4.1.

Tabulka 4.1: Výsledky měření (Květen)

Koncentrace NH ₃ [mg·m ⁻³]	průměr	maximální	minimální
vstupní	2,44	3,01	0,54
vnitřní	7,04	9,35	0,44
rozdíl	4,60		
Teplota [°C]			
venkovní	18,2	27,1	11,4
vnitřní	23,9	28,7	21,2
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	66,4	100,0	26,9
vnitřní	55,4	72,8	33,6
Atmosférický tlak [hPa]	951,5	953,3	948,7
Průtok [m³·s⁻¹]	3,535 ± 0,053		
Průměrný hm. tok [mg·s⁻¹]	14,027 ± 0,099		
Roční emise [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]	1,7 ± 0,01		

4.2 Druhé měření

Druhé měření probíhalo v červnu, a to ve dnech 10. 6. – 11. 6. 2021. Měření bylo spuštěno v 8 hodin a 49 minut a skončilo druhý den ve stejný čas. V průběhu měření se v sekci nacházelo 259 ustájených zvířat. Hmotnost jedince se pohybovala okolo 60 kg. V tabulce 4.2 si lze všimnout, že koncentrace amoniaku ve stáji byla průměrně nižší než u měření v měsíci květnu. Avšak maximální hodnota se v červnu zvýšila pravděpodobně kvůli vyšší hmotnosti prasat.

Tabulka 4.2: Výsledky měření (Červen)

Koncentrace NH₃ [mg·m⁻³]	průměr	maximální	minimální
vstupní	4,1741	5,2243	1,1202
vnitřní	6,6774	10,5480	2,1967
rozdí	2,5033		
Teplota [°C]			
venkovní	23,6	26,8	19,7
vnitřní	22,8	28,0	19,0
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	43,3	72,0	31,1
vnitřní	55,3	70,8	32,7
Atmosférický tlak [hPa]	965,1	966,9	963,4
Průtok [m³·s⁻¹]	4,349 ± 0,034		
Průměrný hm. tok [mg·s⁻¹]	10,496 ± 0,136		
Roční emise [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]	1,28 ± 0,02		

4.3 Třetí měření

Třetí měření se uskutečnilo v červenci ve dnech 8. 7. – 9. 7. 2021. Měření začalo v 8:22 hod a končilo v 8:33 hod druhý den. V sekci se pohybovalo 258 prasat o hmotnosti 90 kg. V tabulce 4.3 si lze všimnout vysoké relativní vlhkosti, která ve svém maximu venku dosáhla 100 % a vysoká hodnota byla i ve stáji.

Tabulka 4.3: Výsledky měření (Červenec)

Koncentrace NH₃ [mg·m⁻³]	průměr	maximální	minimální
vstupní	4,4766	5,6896	1,0565
vnitřní	5,2285	6,7391	1,1365
rozdí	0,7519		
Teplota [°C]			
venkovní	19,8	25,7	14,9
vnitřní	24,1	28,5	21,4
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	81,3	100,0	50,6
vnitřní	68,9	76,6	57,7
Atmosférický tlak [hPa]	963,4	965,5	960,3
Průtok [m³·s⁻¹]	3,535 ± 0,053		
Průměrný hm. tok [mg·s⁻¹]	2,713 ± 0,085		
Roční emise [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]	0,33 ± 0,01		

4.4 Čtvrté měření

Toto měření se uskutečnilo v měsíci září ve dnech 21. 9. 2021 – 22. 9. 2021. Měření začalo ráno v 10:00 hod a trvalo 24 hodin. V sekci byl ustájen maximální počet kusů a to 260. Jejich hmotnost se pohybovala okolo 90 kilogramů. V tabulce 4.4 je možné prohlédnout si výsledky čtvrtého měření.

Tabulka 4.4: Výsledky měření (Září)

Koncentrace NH₃ [mg·m⁻³]	průměr	maximální	minimální
vstupní	3,8634	5,0228	2,0216
vnitřní	6,3604	10,5980	4,2192
rozdíl	2,497		
Teplota [°C]			
venkovní	11,3	15,2	8,7
vnitřní	21,3	22,6	20,3
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	59,6	87,5	36,6
vnitřní	55,4	78,0	44,5
Atmosférický tlak [hPa]	971,85	972,88	969,78
Průtok [m³·s⁻¹]	2,043 ± 0,019		
Průměrný hm. tok [mg·s⁻¹]	5,206 ± 0,08		
Roční emise [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]	0,63 ± 0,01		

4.5 Páté měření

Toto měření probíhalo v lednu ve dnech 20. 1. 2022 – 21. 1. 2022 tedy v zimním období a uskutečnilo se z několika důvodů. V tomto období se stáje méně větrají, musí se ve větších mrazech přitápět a ve stáji také neprobíhá takové proudění vzduchu jako například v letních měsících, a proto bylo důležité v tomto období měření zrealizovat. V těchto dnech se v sekci pohybovalo 254 kusů o hmotnosti 95 kg. V tabulce 4.5 si lze všimnout vyšších hodnot koncentrace amoniaku a také vyšší roční emise než v ostatních měřeních.

Tabulka 4.5: Výsledky měření (Leden)

Koncentrace NH₃ [mg·m⁻³]	průměr	maximální	minimální
vstupní	2,1226	2,8103	1,2307
vnitřní	11,5643	17,5900	3,2615
rozdíl	9,4417		
Teplota [°C]			
venkovní	-1,3	6,2	-6,9
vnitřní	18,5	20,2	13,2
Relativní vlhkost [%]			
venkovní	70,2	92,2	37,3
vnitřní	57,2	67,6	49,8
Atmosférický tlak [hPa]	966,35	975,85	961,65
Průtok [m³·s⁻¹]	0,365 ± 0,005		
Průměrný hm. tok [mg·s⁻¹]	3,513 ± 0,039		
Roční emise [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]	2,44 ± 01		

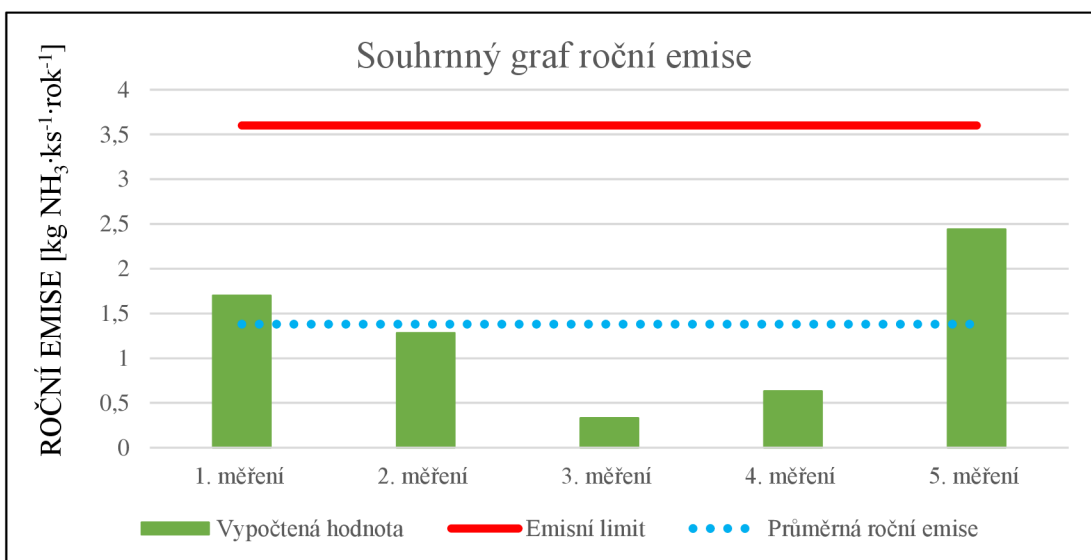
4.6 Souhrn měření

Tabulka 4.6 a obrázek 4.1 ukazují celkový souhrn dat ze všech pěti měření, která se uskutečnila. V této tabulce lze vidět, že měření probíhala v odlišných teplotách, které dosahovaly hodnot i pod bodem mrazu, také v různém stáří zvířat určené podle hmotnosti. Nejdůležitějšími hodnotami v této tabulce jsou hodnoty roční emise, které se pohybovaly ve velkém rozmezí, ale nikdy nepřesáhly povolenou horní hranici podle dokumentu BREF.

Nevyšší roční emisi u prasat ve výkrmu vykazovalo páté měření dle tabulky 4.5 a obrázku 4.6, kdy hodnota roční emise zjištěná výpočtem dosáhla na $2,44 \pm 0,01$ [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹] a naopak nejnižší roční emise dosáhla hodnoty $0,33 \pm 0,01$ [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹] a byla naměřena při třetím měření. Dle referenčního dokumentu je tolerance pro prasat ve výkrmu v rozmezí 0,1 – 2,6 [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]. Horní emisí limit se navyšuje u stávajících provozů využívající hlubokou jímku až na 3,6 kg [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]. U provozů využívajících BAT 30.a6, 30.a7, 30.a8 nebo 30.a16 je horní okraj úrovně emisí související s BAT 5,65 [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]. U prasat ve výkrmu jsou vypočtené hodnoty podle dokumentu BREF pod horním limitem. V tabulce 4.6 je také vypočtena průměrná roční emise, která vyšla 1,38 [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]. Ta určuje průměrnou hodnotu roční emise ze všech měření a je nejdůležitější vypočtenou hodnotou.

Tabulka 4.6: Souhrn informací

Číslo měření	Datum	Hmotnost [kg]	Počet zvířat v sekci [ks]	Průměrná vnitřní teplota [°C]	Průměrná venkovní teplota [°C]	Vnitřní vlhkost [%]	Roční emise [kg·NH ₃ ·ks ⁻¹ ·rok ⁻¹]
1	11.5.21	25	260	23	18,0	54,0	1,7 ± 0,01
2	10.6.21	65	259	22,8	23,6	55,3	1,28 ± 0,02
3	8.7.21	90	258	24,1	19,8	68,9	0,33 ± 0,01
4	21.9.21	90	260	21,3	11,3	55,4	0,63 ± 0,01
5	20.1.22	95	254	18,5	-1,3	57,2	2,44 ± 0,01
Výsledná průměrná roční emise [kg·NH ₃ ·ks ⁻¹ ·rok ⁻¹]							1,38



Obrázek 4.1: Souhrnný graf roční emise

4.7 Vybrané grafy

V této kapitole se nachází 5 obrázků s grafickým znázorněním příkladů vybraných měřených a vypočtených hodnot. Z těchto obrázků jsou vybrány čtyři z pátého měření tedy z měsíce ledna. Tyto grafy jsem vybral pro jejich velkou rozmanitost všech naměřených hodnot. Tyto hodnoty nejvíce ovlivňovaly mikroklima ve stáji.

Na obrázku 4.2 je možné vidět rozmanitost venkovní koncentrace amoniaku, která se pohybovala mezi hodnotami 1,25 – 2,85 [mg·m⁻³]. V tomto měsíci byla naměřena nejmenší maximální hodnota ze všech měření. Dále je v grafu znázorněna lineární osa, která určuje průměrné hodnoty měření.

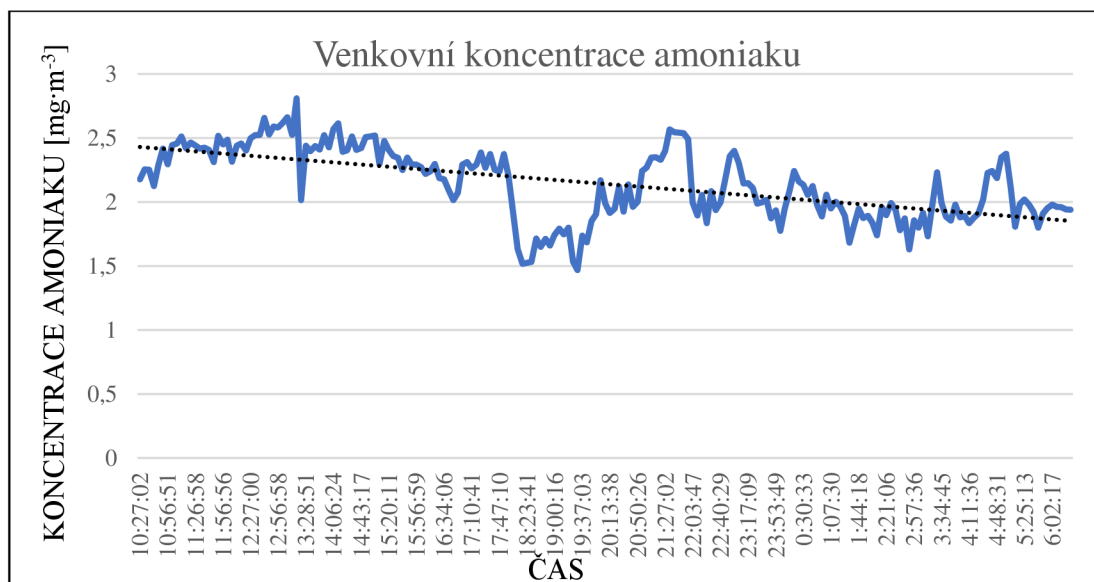
Na dalším grafu tedy na obrázku 4.3 jsou zachyceny hodnoty vnitřní koncentrace amoniaku. Na tomto obrázku je možné zpozorovat, že koncentrace se pohybovala

v průběhu měření ve větší škále než ve venkovních měřeních, a to v hodnotách mezi 3,5 – až skoro 18 [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]. V tomto měření byla zjištěna nejvyšší maximální koncentrace ze všech měření. Tento fakt byl zapříčiněn především nízkou venkovní teplotou v okolí stáje a tím pádem, méně častým zapínáním ventilátorů a celkovým menším větráním v zimním období. V grafu je také znázorněna řada průměrných hodnot.

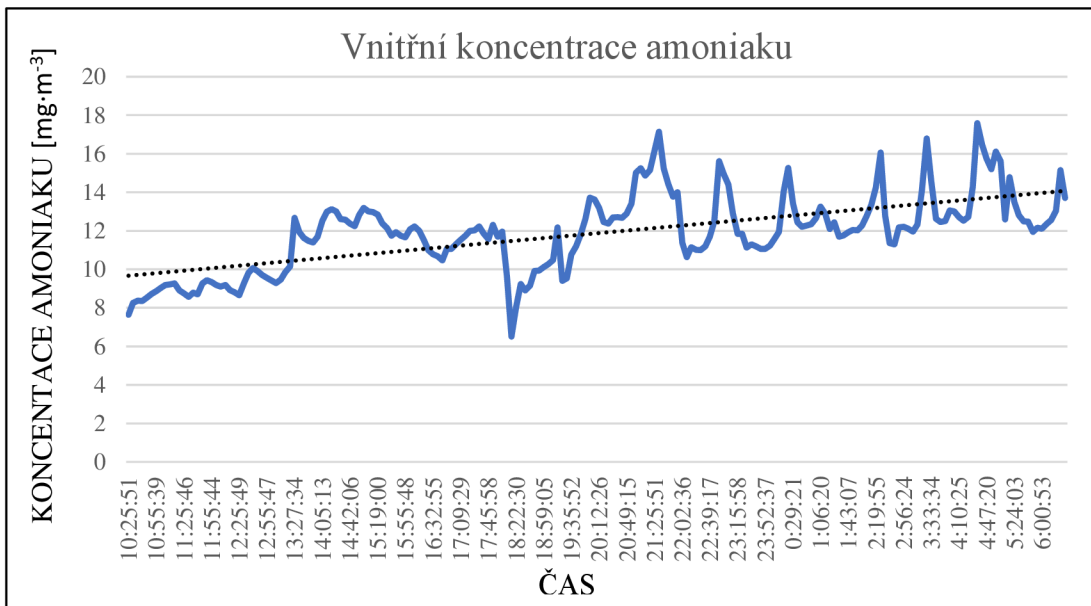
Na obrázku 4.4 jsou znázorněny dvě řady, které vyznačují venkovní a vnitřní teploty v daném měření. Vnitřní teplota se udržovala velmi rovnoměrně po celou dobu měření. Venkovní teplota klesala hlavně v brzkých ranních hodinách až pod bod mrazu k hodnotě $-7\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Další obrázek 4.5 zobrazuje průběh rychlosti proudění vzduchu ve stáji. Zde je vidět, že klesající venkovní teplotou pod hranici bodu mrazu, začala rychlost proudění vzduchu klesat k nulovým hodnotám.

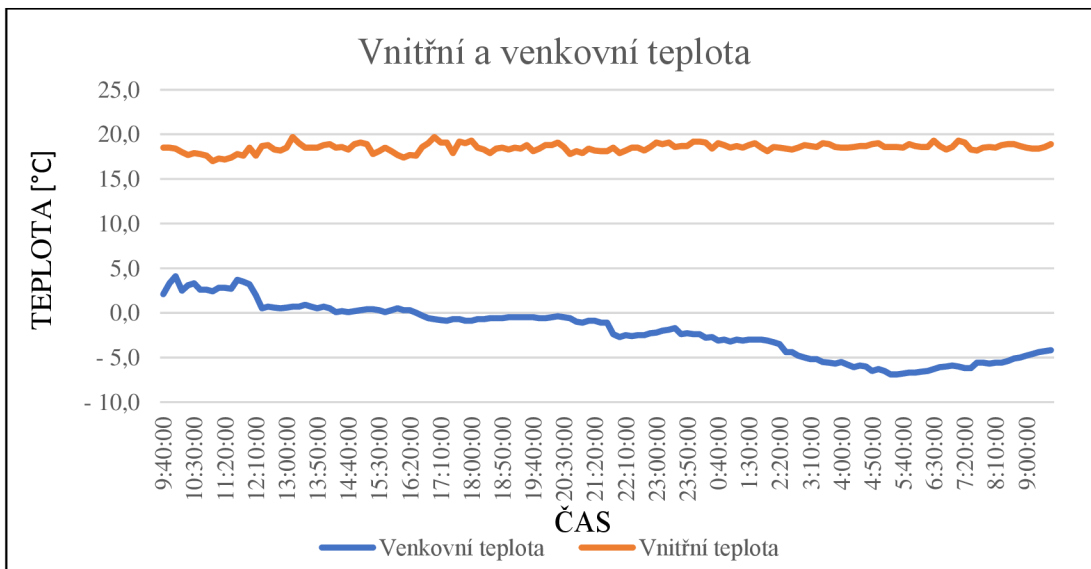
Na pátém obrázku 4.6 jsou znázorněny naměřené venkovní teploty ze všech proběhlých měření. Lze si všimnout, že teploty v květnu, červnu a červenci byly po celou dobu velmi podobné. Teploty v září a lednu byly úměrné k probíhajícímu ročnímu období.



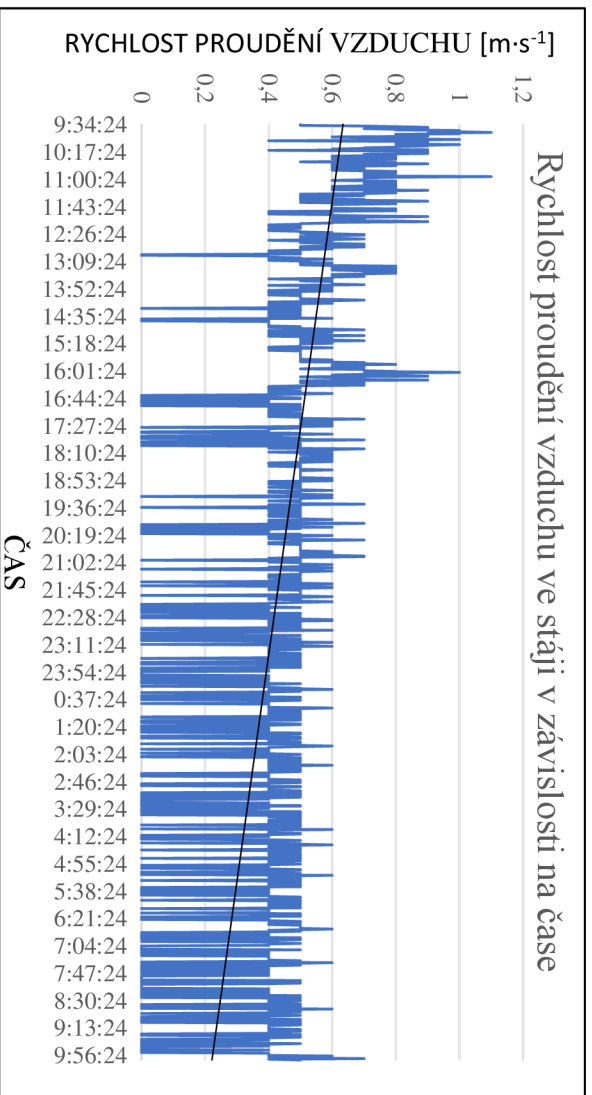
Obrázek 4.2: Venkovní koncentrace amoniaku



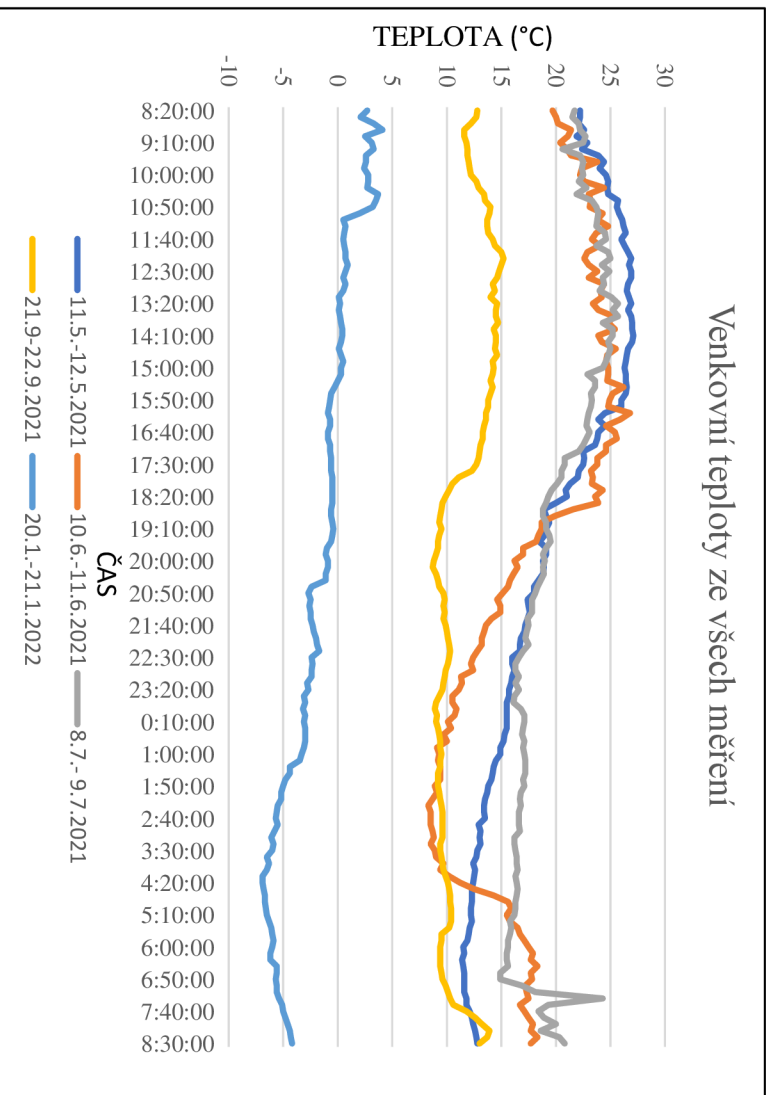
Obrázek 4.3: Vnitřní koncentrace amoniaku



Obrázek 4.4: Vnitřní a venkovní teplota



Obrázek 4.5: Rychlost proudění vzduchu



Obrázek 4.6: Venkovní teploty ze všech měření

5 Diskuse

5.1 Závisí množství výrobní emise amoniaku na technologii ustájení?

Ano. Ve spojitosti s touto otázkou můžeme říci, že množství průměrné roční emise amoniaku (NH_3), opravdu závisí na technologii ustájení jednotlivých druhů chovaných zvířat. Společnost Lubská zemědělská a. s., v odloučeném pracovišti v Hejné chová prasata na výkrm na betonových rýhovaných roštích. V tomto ohledu můžeme dojít k závěru, že opravdu závisí na technologii ustájení chovaných zvířat.

Každá kategorie v chovech prasat (březí prasnice, kojící prasnice prasata na výkrm atd.), má podle referenčního dokumentu BREF své dané odlišné mezní hodnoty koncentrací emisí amoniaku. Tento dokument dále stanovuje tyto mezní hodnoty i při odlišných technologiích ustájení a druhu podestýlky. Toto měření potvrdilo, že prasata vy výkrmu (v různých hmotnostech a v odlišných obdobích), ustájená na betonových rýhovaných roštích splňují daná kritéria.

Měření je možné porovnat s autorem Kabud'a (2018), který naměřil u prasat ve výkrmu na částečně zarošтованé podlaze s hlubokou jímkou průměrnou hodnotu roční emise $1,7 \text{ [kg}\cdot\text{NH}_3\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}]$. Tato hodnota splňuje emisní limit, ale je vyšší než u tohoto měření.

Bartoš et al. (2017) jsou toho názoru, že snížení emisí amoniaku se dá provést chemickou pračkou vzduchu, která funguje na principu chemické reakce amoniaku a kyseliny sírové, která je ředěna ve vodě rozprašované tryskami do vzduchu. Touto reakcí vzniká neutrální síran amonný. Chemické pračky jsou schopny snížit emise amoniaku až o 90 %.

Podle experimentu autora Kalina (2014) se dají snížit emise amoniaku přidáním různých typů aditiv do podávaného krmiva. V tomto experimentu se hodnoty mezi největší a nejmenší průměrnou roční emisí lišily o téměř 1 kg, což při ustájení většího počtu prasat představuje neopomenutelnou hodnotu.

Dle autora Philippe (2011) je nejlepší metodou ke snížení roční emise amoniaku zachovávat pevnou část podlahy v čistotě, betonové lamely vyměnit za hladké materiály jako je kov či plast. Dalším krokem je snížení plochy hladiny jímkou, a to za pomoci sklonění stěn a také ve větších časových intervalech odstraňovat kejdu. Mikroklima uvnitř stáje je mimo jiné ovlivňováno teplotou a rychlostí proudění vzduchu. Při úpravě klimatických podmínek ve stáji je však zapotřebí dbát na

požadavky welfare zvířat. Použitím krmiv s nižším podílem bílkovin lze dosáhnout snížení emise o 10 %.

5.2 Splňuje vybraný provoz podmínky „Správné zemědělské praxe“?

Ano, vybraný provoz v Hejné splňuje podmínky „Správné zemědělské praxe“. Všechny pět měření probíhalo ve stájích s prasaty ve výkrmu. Ze všech měření v Hejné plyne, že stáj s prasaty ve výkrmu produkuje výrazně nižší roční emise amoniaku, než uvádí referenční dokument BREF.

Výkrmné haly jsou situovány mimo obytnou část obce Hejná, a proto zápach unikající z provozu nezpůsobuje problémy místním obyvatelům. Chovaná zvířata jsou ustájena v bezstelivových boxech na betonových roštových podlahách. Všechny exkrementy a moč jsou protlačovány do jímky, odkud jsou poté dopravovány do centrální jímky na okraji areálu. Odtud se kejda vyváží fekálními cisternami, kterými se aplikuje dle agrotechnických a klimatických podmínek na pozemky vlastníci zdejší soukromí zemědělci.

Zaměstnanci se pravidelně účastní školení a vzdělávání podle daných předpisů a nařízení. Jsou to předpisy zaměřené na celkový chov hospodářských zvířat, jejich zdraví, životní podmínky, zacházení s exkrementy a školení o bezpečnosti a ochraně zdraví při práci. Dále jsou to předpisy na přepravu a aplikaci exkrementů na pozemky.

Středisko má vypracované plány nouzového provozu a také plány spojené s požárem, kontaminací či nedostatkem pitné vody nebo ekologickou katastrofou jako například zhroucení jímek nebo rozlití oleje. Voda potřebná pro provoz chovu je zajištěná z hlavního a pomocného vrtu. Nezbytnou součástí ve středisku je zajištění údržby a oprav všech zařízení a příslušenství k využívaným technologiím. Osvětlení v halách je zajištěno okny nebo stropními zářivkami. Přísun krmení ke zvířatům je zajištěn pomocí potrubního systému. Odvádění vzduchu umožňují stropní ventilátory, které jsou řízeny pomocí počítačového systému a teplotních čidel.

Odkliz komunálního odpadu a odklid uhynulých zvířat ve středisku zajišťuje externí firma. Těla uhynulých zvířat jsou odvážena do kafilérie. Všechna uhynulá nebo nemocná zvířata se musí bez prodlení nahlásit na Krajskou veterinární správu.

V této kapitole uvedené podmínky lze pokládat za „Správnou zemědělskou praxi“. Tyto podmínky zcela vyhovují nynějšímu vydání referenčního dokumentu BREF.

5.3 Splňuje vybraný provoz podmínky welfare zvířat?

Ano, podnik Lubská zemědělská a. s., v odloučeném závodu v Hejné splňuje stanovená kritéria pro welfare zvířat. Dle kapitoly 1.4 „Welfare zvířat“ lze tvrdit, že chovaná zvířata v tomto podniku netrpí žádným nedostatkem. Zvířata jsou chována ve vysoké kvalitě. V provozu jsou dodrženy všechny dané podmínky správného welfare zvířat. Zvířatům nejsou odebírány práva pěti základních svobod. Zvířata mají stálý přístup ke neznečištěné vodě a krmivu, takže netrpí žízní ani hladem. Teplota ve stájích se udržuje pomocí ventilátorů tak, aby prase netrpělo zimou ani horkem. Každodenní kontrolou sekcí se předchází zraněním a rozšířením nemocí například kašláním prasat a dalších nemocí do všech sekcí. Dále jsou v každém boxu zhotoveny tzv. „hračky“ visící z hrazení, které prase může okusovat. I tímto faktorem lze docílit bez stresových podmínek pro chovaná zvířata.

V tomto případě lze konstatovat, že prostředí chovu je bez stresové a můžeme vyloučit psychickou újmu zvířat.

Závěr

Stanoveným cílem práce bylo naměření především koncentrace amoniaku ve stájovém prostředí i mimo něj. Dílčími cíli bylo naměření proudění vzduchu a teploty ve stájovém prostředí i mimo něj. Měření probíhalo ve středisku Hejná nedaleko Horažďovic v nově zrekonstruovaných halách. V těchto halách byla zvířata ustájena v bezstelivových boxových kotcích na betonových roštích. Hodnoty byly získány po dobu pěti měření ve všech ročních obdobích v různých stářích a hmotnostech ustájených zvířat pro lepší rozmanitost výsledků. K měření byl použit přístroj INNOVA 1412 s různým dalším příslušenstvím.

Tyto naměřené hodnoty byly dále zpracovávány do obrázků s grafickým vyjádřením a také do tabulek podle vzorců uvedených v kapitole Metodika. Z těchto výpočtů vplynuly výsledky roční emise amoniaku, která byla spočítána na hodnotu 1,38 [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹], tzn. kilogramů amoniaku na jeden kus zvířete za rok. Tato výsledná hodnota byla porovnána s referenčním dokumentem BREF, který stanovuje striktní emisní limit u prasat ve výkrmu na hodnotu 3,6 [kg·NH₃·ks⁻¹·rok⁻¹]. Z tohoto porovnání je jasné, že tento podnik splňuje emisní limit.

Z dosažených výsledků, znalostí a poznatků není zapotřebí, aby podnik musel do těchto nových hal dále investovat, protože splňují všechny předpisy, které jsou dány.

Oproti starým provozům jsou haly daleko komfortnější, jak z ekonomického hlediska především kvůli udržení tepla v halách v zimních měsících, tak z hlediska pohodlí chovaných zvířat.

Seznam použité literatury

Advanced energy.com (2021). *INNOVA 1512*. [online] [cit. 28. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.advancedenergy.com/products/gas-sensors/gas-monitors/innova-1512/>

Andrt, M. (2011). *Technika a technologie pro chov zvířat*. První vydání. Česká zemědělská univerzita, Provozně ekonomická fakulta. Praha. ISBN 978-80-213-2164-9.

Bartoš et al., (2017). *Emise amoniaku a zápachu z intenzivních chovů drůbeže a prasat ve vztahu k Závěrům o BAT*. První vydání. Ministerstvo zemědělství, JKA s.r.o. České Budějovice. ISBN 978-80-7434-397-1. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/564268/Publikace_Emise_amoniaku_a_zapachu.pdf

Cometsystem.cz (2021a). *Comet systém – měřicí přístroje*. [online] [cit. 28. 12. 2021]. Dostupné z: https://www.cometsystem.cz/produkty?p_101=1

Cometsystem.cz (2021b). *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>

Conrad.cz (2021). *Testo 435-4 Teploměr/vlhkoměr vzduchu*. [online] [cit. 29. 12. 2021]. Dostupné z: https://www.conrad.cz/p/testo-435-4-teplomer-vlhkomer-vzduchu-0-rf-100-rf-funkce-dataloggeru-101855?&vat=true&gclid=EA1aIQobChMIo_qj9dyI9QIVwdvVCh2DZwiZEAQYA_SABEgLR7vD_BwE

Czso.cz, (2021). *Soupis hospodářských zvířat – 2021*. [online] [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.czso.cz/csu/czso/soupis-hospodarskych-zvirat-2021>

Dolan, A. et al. (2018). Zpráva o měření emisí amoniaku z chovů prasat. [online] eagri.cz [cit. 29. 12. 2021]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/564244/Zprava_o_mereni_emisi_amoniaku_2017_FINAL.pdf

Epi.sk (2004). *Vyhláška č. 208/2004 Sb.* [online] [cit. 12. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.epi.sk/zzcr/2004-208#p3>

Fialová, Z. (2022). Uzavřou chovy prasat. *Zemědělec*. 30(1): 1 a 3.

Frydrychová, R. et al. (2019). *Alternativní chov prasat*. [online] Ministerstvo zemědělství ČR, Praha. ISBN 978-80-88351-10-8. Dostupné z: http://www.akcr.cz/data_ak/20/v/AlternativniChovPrasat.pdf

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

Havelka, Z. et al. (2020). Nejlepší dostupné techniky v intenzivních chovech drůbeže a prasat. [online] eagri.cz [cit. 29. 12. 2021]. Dostupné z: https://eagri.cz/public/web/file/665950/Nejlepsi_dostupne_techiky_v_intenzivnich_chovech_drubeze_a_prasat_preklad.pdf

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.

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

Kameník, J. (2021). Produkce a spotřeba masa v ČR v 1. pololetí 2021. [online] maso.cz [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.maso.cz/produkce-a-spotreba-masa-v-cr-v-1-pololeti-2021/>

Kalina, V. (2014). *Měření a vyhodnocení produkce emisních plynů ve vybraném provozu s chovem prasat s použitím technik na jejich snižování*. Bakalářská práce, Jihočeská univerzita, Fakulta zemědělská.

Mapy.cz (2022). *Letecká mapa*. [online] [cit. 9. 1. 2022]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=13.6629843&y=49.2868045&z=18>

Matoušek, V. (2013). *Chov hospodářských zvířat*. Druhé vydání. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, České Budějovice. ISBN 978-80-7394-392-9

Mericitechnika.cz (2021a). *Měřicí technika*. [online] [cit. 28. 12. 2021]. Dostupné z: <http://mericitechnika.cz/#&panel1-1>

Mericitechnika.cz (2021b). *Teploměr, vlhkoměr se záznamem COMET S3120*. [online] [cit. 28. 12. 2021]. Dostupné z: <http://www.mericitechnika.cz/datalogger-comet-s3120-teplomer-vlhkomer>

Novák, P. et al. (2006). *Zoohygiena prasat v praxi*. První vydání. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. ISBN 80-86454-72-X.

Otrubová, M. a Pokorný, M. (2019). Mikroklima ve stájích pro prasata. [online] agropress.cz [cit. 20. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.agropress.cz/mikroklima-ve-stajich-pro-prasata/>

-
- Philippe, F. et al. (2011): Ammonia emissions from pig houses: Influencing factors and mitigation techniques. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 141(3-4), p. 245-260.
- Pulkrábek, J. et al. (2005). *Chov prasat*. První vydání. Profi Press, s.r.o., Praha. ISBN 80-86726-11-8.
- Shahbandeh, M. (2021). Počet prasat na celém světě v roce 2021 podle vedoucí země (v milionech kusů). [online] [statista.com](https://www.statista.com) [cit. 17. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.statista.com/statistics/263964/number-of-pigs-in-selected-countries/>
- Smital, J. (2021). Produkce vepřového v roce 2021. *Zemědělec*. 29(14): 35.
- Smital, J. (2016). Výživa a krmení prasat. *Farmář*, 12: 17-30.
- Staněk, S. (2010). Charakteristiky chovu prasat. [online] zootechnika.cz [cit. 6. 1. 2022]. Dostupné z: <https://www.zootechnika.cz/clanky/chov-prasat/chov-prasat-obecne/charakteristiky-chovu-prasat.html#whole-page>
- Stupka, R. et al. (2013). *Chov zvířat*. Druhé vydání. Česká zemědělská univerzita, Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů, Katedra speciální zootechniky. Praha. ISBN 978-80-87415-66-5.
- Šimková, A. et al. (2015). Stájové mikroklima. *Automa*. 7: 12-15.
- Testo.com (2021). *Snadné měření rychlosti proudění vzduchu*. [online] [cit. 29. 12. 2021]. Dostupné z: <https://www.testo.com/cz-CZ/>
- Urbánková, K. (2021). Počet biochovů asi klesne. *Zemědělec*. 29(15): 34.
-

Seznam obrázků

Obrázek 1.1: Graf stavu prasat v ČR	20
Obrázek 1.2: Graf stavu prasat chovaných ve světě k 1. 1. 2021	21
Obrázek 3.1: Schéma přístroje	25
Obrázek 3.2: Termohydrobarometr Comet	26
Obrázek 3.3: Logger S3120	27
Obrázek 3.4: Anemometr Testo 435	28
Obrázek 3.5: Umístění vrtulkové sondy.....	29
Obrázek 3.6: Umístění sond a celkový půdorys sekce.....	32
Obrázek 4.1: Souhrný graf roční emise.....	40
Obrázek 4.2: Venkovní koncentrace amoniaku	41
Obrázek 4.3: Vnitřní koncentrace amoniaku	42
Obrázek 4.4: Vnitřní a venkovní teplota	42
Obrázek 4.5: Rychlost proudění vzduchu	43
Obrázek 4.6: Venkovní teploty ze všech měření	43

Seznam tabulek

Tabulka 1.1: Minimální prostor na 1 prase podle hmotnosti	12
Tabulka 1.2: Stav prasat k 1. dubnu 2020 a 1. dubnu 2021 podle krajů	20
Tabulka 1.3: Počet prasat k 1. dubnu 2020 a 1. dubnu 2021 podle kategorií	21
Tabulka 3.1: Úroveň emisí související s BAT pro emise amoniaku do ovzduší z každého chovu prasat	31
Tabulka 4.1: Výsledky měření (Květen)	36
Tabulka 4.2: Výsledky měření (Červen)	37
Tabulka 4.3: Výsledky měření (Červenec)	37
Tabulka 4.4: Výsledky měření (Září)	38
Tabulka 4.5: Výsledky měření (Leden)	39
Tabulka 4.6: Souhrn informací	40
