



Fakulta zemědělská
a technologická
Faculty of Agriculture
and Technology

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

Rešerše dopadů významných změn v souvislosti s revizí směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích

Vypracovali:

Ing. Radim Kuneš
Ing. Mgr. Zbyněk Havelka, Ph.D.
Ing. Antonín Dolan, Ph.D.
RNDr. Pavel Kříž, Ph.D.
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Úvod

Dne 5. dubna 2022 byl ve Štrasburku předložen návrh revize směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění), dále jen IED. Z uvedeného dokumentu a podkladů Evropské komise je zřejmé, že v souladu s evropskou Zelenou dohodou „Green Deal“ budou stanovena nová pravidla směrnice IED pro naplnění cílů nulového znečištění „Zero Pollution“ do roku 2050. Hlavním přístupem, v uvedené směrnici IED pro naplnění těchto cílů, týkajících se provozovatelů intenzivních chovů hospodářských zvířat, bude snížení prahových hodnot, které stanovují množství chovaných zvířat přepočtených na dobytčí jednotku (DJ), čímž se zvýší počet provozovatelů intenzivních chovů hospodářských zvířat, kteří budou muset splňovat emisní podmínky za použití nejlepších dostupných technik (BAT). Aktuálně se v Evropské unii (EU) pravidla týkajících se průmyslových emisí vztahují na více než 20 000 intenzivních chovů hospodářských zvířat. Předpokládá se, že po tomto rozšíření se budou uvedená pravidla vztahovat na 185 000 zařízení, což je přibližně 13 % největších zemědělských podniků v EU.

Cílem tohoto dokumentu je zmapovat formou rešerše a prvotních experimentálních měření dopady změn v souvislosti s revizí směrnice IED a souvisejících předpisů na velkochovy drůbeže, prasat a skotu s kapacitou 150 dobytčích jednotek. Dokument vznikl na základě požadavku Ministerstva zemědělství ČR a byl vypracován pracovníky BAT centra JU na Jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích v roce 2022.

Dokument je rozdělen do pěti kapitol. První kapitola má rešeršní charakter a uvádí hlavní změny návrhu směrnice IED ve vztahu k zemědělské činnosti a také porovnání změn vzhledem k současnému stavu z pohledu chovatelů hospodářských zvířat, kteří spadají pod kategorii 6.6 – intenzivní chovy drůbeže a prasat aktuálně platné směrnice IED.

Ve druhé kapitole jsou pak prezentovány výsledky rešerše metodik pro měření koncentrace metanu (CH_4) a amoniaku (NH_3) v chovech skotu, které byly publikovány různými výzkumnými týmy v odborných publikacích. Na základě vybraných metodik bylo následně realizováno experimentální měření ve vybraných chovech skotu v ČR s cílem posoudit vhodnost těchto metodik pro potřeby českých chovů, které je obsahem kapitoly třetí a čtvrté.

1 Významné změny v novém návrhu směrnice IED ve vztahu k zemědělské činnosti

1.1 Hlavní cíle a implementace návrhu směrnice IED

Podle aktuálních údajů se na více než 30 000 průmyslových podniků a 20 000 intenzivních chovů hospodářských zvířat vztahuje směrnice IED. Uvedená zařízení emitují do ovzduší přibližně 50 % oxidu síry, těžkých kovů a jiných škodlivých látek, přibližně 40 % skleníkových plynů a přibližně 30 % oxidů dusíku a pevných částic PM₁₀. Při revizi směrnice IED v roce 2017 bylo zjištěno, že za posledních 15 let bylo sníženo znečištění ovzduší o 40–75 % v závislosti na znečišťující látce. I nadále však přetrvává názor, že množství nežádoucích látek majících původ z těchto zdrojů lze i nadále snižovat a omezit tak nežádoucí vliv na životní prostředí a na zdraví zvířat i lidí.

V rámci Zelené dohody má Evropská komise ambice dosáhnout nulového znečištění do roku 2050. Proto se rozhodla aktualizovat a modernizovat směrnici IED. Její revize probíhala od března roku 2020 pomocí veřejné konzultace jejich dopadů, a to za přispění veřejnosti a průmyslových a nevládních organizací. Bylo konstatováno, že směrnice IED stále nedostatečně řeší dopady na životní prostředí, jeho dekarbonizaci a veřejnost nemá dostatečné informace o velkých provozech znečišťujících své okolí.

Dne 5. dubna 2022 byly ve Štrasburku předloženy Evropskou komisí přehledy návrhů nových pravidel:

- návrh směrnice Evropského parlamentu a Rady, kterou se mění směrnice Evropského parlamentu a Rady 2010/75/EU ze dne 24. listopadu 2010 o průmyslových emisích (integrované prevenci a omezování znečištění) a směrnice Rady 1999/31/ES ze dne 26. dubna 1999 o skládkách odpadů (směrnice),
- návrh nařízení Evropského parlamentu a Rady o ohlašování environmentálních údajů průmyslovými zařízeními a o zřízení portálu průmyslových emisí (návrh).

Hlavním cílem uvedených návrhů je ochrana životního prostředí a veřejného zdraví před účinky znečištění z velkých zemědělsko-průmyslových zařízení, dosažení cílů Zelené dohody pro Evropu včetně nulového znečištění a uhlíkové neutrality, vytvoření rovných podmínek hospodářské soutěže a zlepšení přístupu veřejnosti k informacím a k účasti na povolovacích procesech.

Přístupem pro uvedené cíle je transformace zemědělsko-průmyslových zařízení pomocí inovativních postupů a technik na ekologičtější, účinnější a konkurenceschopnější hospodářství. Zajistit postupné snižování znečištění z největších zařízení při zachování podmínek hospodářské soutěže. Navázat na společné cíle udržitelného rozvoje a zvýšit odolnost průmyslu EU vůči dopadům změny klimatu. Prevence a kontrola znečištění budou i nadále založeny na povolovacím postupu

vycházejícím z „nejlepších dostupných technik“ (BAT), ale jejich rámec bude posílen opatřeními na zvýšení účinnosti.

Nové návrhy IED se zaměřují zejména na:

- zajištění úplného a důsledného provádění směrnice IED ve všech členských státech, přísnější pravidla pro udělování výjimek pro vypouštění emisí do vody a ovzduší, podpora nově zaváděných technik prostřednictvím povolování či přezkumu povolení,
- podporu investic do inovativních technologií s ohledem na jejich energetickou náročnost, omezení závislosti na zastaralých technologiích,
- zřízení inovačního centra pro průmyslovou transformaci a emise (INCITE), které bude identifikovat, testovat, podporovat a monitorovat zavádění inovativních technologií a BAT, bude podporovat revize referenčních dokumentů o nejlepších dostupných technikách (BREF),
- zvýšení účinnosti rozšířením působnosti směrnice IED o další intenzivní chovy hospodářských zvířat a průmyslové činnosti (výroba lithium-iontových baterií, těžba a zpracování průmyslových materiálů a železných rud), které mají potenciál vysoké spotřeby zdrojů a následné produkce znečištění do okolního životního prostředí, jenž je třeba snížit pomocí využití BAT přímo u zdroje,
- účinné využívání zdrojů (energie, voda, materiály) a jejich opětovné použití (cirkulární hospodářství), podpora používání bezpečnějších a méně toxických nebo netoxických chemických látek v průmyslových postupech,
- zajištění kompatibility při použití technik pro odstraňování znečišťujících látek a dekarbonizaci, s cílem dosažení co nejlepších výsledků v oblasti zdraví a životního prostředí a součinnosti mezi technologiemi a investicemi,
- zvýšení transparentnosti dat, zajištění přístupu veřejnosti k informacím a právní ochraně, zajištění její účasti při rozhodovacích procesech, vyjasnění a zjednodušení právních předpisů a snížení administrativní zátěže a zároveň podpora jednotného provádění ze strany členských států (Návrh směrnice IED, 2022; E-PRTR, 2022; Průmyslové emise, 2022; Evropská komise, 2022).

1.2 Předpokládaný harmonogram implementace návrhu směrnice IED

Předpokládaný harmonogram implementace návrhu směrnice IED je následující:

2023/24	Ukončení procesu vyjednávání mezi členskými státy, publikace směrnice IED
2024	Zahájení provozu inovačního centra pro průmyslovou transformaci a emise
2024/27	Vypracování referenčních nových dokumentů BREF či jejich revize
2025/26	Transformace do národních legislativ členských států
2025/26	Zveřejnění implementačního rozhodnutí pro velkochovy hosp. zvířat
2028	Zveřejnění implementačního rozhodnutí k transformačnímu plánu
2030	Schvalování transformačních plánů pro jednotlivá zařízení

Evropská komise předpokládá, že po přijetí finální verze Evropským parlamentem a Radou budou mít členské státy 18 měsíců na její implementaci do vnitrostátních předpisů. Po vypracování nových BAT a jejich přijetí Komisí budou mít zemědělské podniky lhůtu 3 roky na přizpůsobení. Stanovení nových BAT se odhaduje na rok 2024 a zavedení prvních nových BAT od roku 2027. Tato směrnice vstoupí v platnost dvacátým dnem po vyhlášení v *Úředním věstníku Evropské unie*. Související náklady na dodržování předpisů se odhadují na přibližně 265 mil. EUR ročně a administrativní náklady (správní orgány a provozovatelé) 223 mil. EUR (Průmyslové emise, 2022; Evropská komise, 2022; MPO, 2022).

1.3 Motivace Evropské komise ke změně směrnice IED z pohledu chovatelů hospodářských zvířat

Jedním z důvodů revize směrnice IED je snaha pokrýt činnosti, u nichž existuje vysoké riziko znečišťování životního prostředí. Intenzivní chovy hospodářských zvířat byly vyhodnoceny jako zdroje způsobující emise znečišťujících látek ve svém okolí. Přístup, který v tomto sektoru navrhla Evropská komise, je snížení prahové hodnoty, nad kterou zařízení spadají do působnosti směrnice IED. Dále je navrženo rozšíření o chovy skotu, a to i volně paseného. Zahrnutí chovů skotu je zejména z důvodů produkce emisí CH₄, tedy plynu, který je považován za jednoho z klíčových původců globální změny klimatu. Cílem požadavků na proporcionalitu v BAT je motivovat zemědělce k provedení nezbytného přechodu na zemědělské postupy, které jsou stále šetrnější k životnímu prostředí.

Nově se ve směrnici IED navrhuje, že do oblasti působnosti budou spadat všechny zemědělské podniky zabývající se chovem skotu, prasat a drůbeže s kapacitou větší než 150 dobytčích jednotek (DJ). Aktuálně se v EU pravidla týkající se průmyslových emisí vztahují na více než 20 000 intenzivních chovů hospodářských zvířat. Předpokládá se, že po tomto rozšíření se budou uvedená pravidla vztahovat na 185 000 zařízení, což je přibližně 13 % největších zemědělských podniků v EU. Předpokládá se, že uvedené podniky jsou v EU zodpovědné za 60 % emisí NH₃ a 43 % CH₄, což představuje 41 % emisí z tohoto sektoru. Rozšířením působnosti směrnice IED se očekává snížení emisí CH₄ o 265 kt ročně a snížení emisí NH₃ o 128 kt ročně. Evropská komise vyčíslila při uvedeném snížení emisí finanční přínosy pro lidské zdraví na 2,7 mld. Kč ročně (Průmyslové emise, 2022; Evropská komise, 2022; MPO, 2022).

1.4 Navrhované změny

Níže jsou uvedeny formulace změn v návrhu směrnice IED a nové kapitoly týkající se zejména intenzivních chovů zvířat. Dále budou podrobně rozepsány hlavní z nich. Aktuální dokument návrhu směrnice IED (2022) je dostupný včetně přílohy v českém jazyce na webových stránkách:

[https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0156R\(02\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0156R(02)).

Podle přílohy I návrhu směrnice IED se ruší bod 6.6 Intenzivní chov drůbeže nebo prasat

- a) s prostorem pro více než 40 000 kusů drůbeže,
- b) s prostorem pro více než 2 000 prasat na porážku (nad 30 kg), nebo
- c) s prostorem pro více než 750 prasnic.

Bod 6.6 je nahrazen kapitolou VIa – Zvláštní ustanovení pro chov drůbeže, prasat a skotu. Kapitola VIa je definována články 70a–70i. Nový rozsah působnosti této kapitoly je uveden v příloze II návrhu směrnice IED kde je definována „PŘÍLOHA Ia Činnosti podle článku 70a:

- 1. Chov skotu, prasat nebo drůbeže v zařízeních o 150 nebo více DJ.
- 2. Chov jakékoli směsice těchto zvířat: skotu, prasat nebo drůbeže, v zařízeních o velikosti nejméně 150 DJ.

Přibližný ekvivalent v DJ vychází z přepočítacích koeficientů stanovených v příloze II prováděcího nařízení Komise (EU) č. 808/2014 (Dobytčí jednotka, 2022).

Za článek 70 se vkládá nová KAPITOLA VIa s novými články 70a až 70i, které znějí:

KAPITOLA VIa **ZVLÁŠTNÍ USTANOVENÍ PRO CHOV DRŮBEŽE, PRASAT A SKOTU**

Článek 70a **Oblast působnosti**

Tato kapitola se vztahuje na činnosti uvedené v příloze Ia, které dosahují kapacitních prahových hodnot uvedených ve zmíněné příloze.

Článek 70b **Agregační pravidlo**

Nacházejí-li se dvě nebo více zařízení blízko sebe a mají-li stejného provozovatele, případně jsou-li zařízení pod kontrolou provozovatelů, kteří jsou v hospodářském nebo

právním vztahu, považují se dotčená zařízení pro účely výpočtu prahové hodnoty kapacity uvedené v článku 70a za jeden celek.

Článek 70c

Povolení

1. Členské státy přijmou nezbytná opatření zajišťující, že žádné zařízení spadající do oblasti působnosti této kapitoly není provozováno bez povolení, a že jeho provoz je v souladu s provozními pravidly uvedenými v článku 70i.

Členské státy mohou zahrnout požadavky na určité kategorie zařízení spadající do oblasti působnosti této kapitoly do obecně závazných pravidel uvedených v článku 6.

Členské státy stanoví postup udělování povolení pro zařízení, která spadají do oblasti působnosti této kapitoly. Tyto postupy zahrnují nejméně informace uvedené v odstavci 2.

2. Žádosti o povolení musí obsahovat alespoň popis následujících prvků:

- a) zařízení a jeho činností;
- b) druhu zvířete;
- c) kapacity zařízení;
- d) zdrojů emisí ze zařízení;
- e) povahy a množství předpokládaných emisí ze zařízení do jednotlivých složek prostředí.

3. Žádosti musí též obsahovat shrnutí informací bez technických podrobností, které jsou uvedeny v odstavci 2.

4. Členské státy přijmou nezbytná opatření zajišťující, aby provozovatel neprodleně uvědomil příslušný orgán o jakýchkoli plánovaných podstatných změnách zařízení spadajících do působnosti této kapitoly, jež by mohly mít následky pro životní prostředí. Příslušný orgán v případě potřeby provede přezkum a aktualizaci povolení.

Článek 70d

Povinnosti provozovatele

1. Členské státy zajistí, aby provozovatel prováděl monitorování emisí a souvisejících úrovní environmentální výkonnosti v souladu s provozními pravidly uvedenými v článku 70i.

Provozovatel vede záznamy o všech výsledcích monitorování a zpracovává je po dobu nejméně 6 let tak, aby bylo možné ověřit dodržování mezních hodnot emisí a mezních hodnot environmentální výkonnosti stanovených v provozních pravidlech uvedených v článku 70i.

2. V případě nedodržení mezních hodnot emisí a mezních hodnot environmentální výkonnosti stanovených v provozních pravidlech uvedených v článku 70i členské státy vyžadují, aby provozovatel přijal opatření nezbytná k zajištění nápravy v nejkratší možné době.

3. Provozovatel zajistí, aby veškeré rozmetávání odpadu, vedlejších produktů živočišného původu nebo jiných zbytků vznikajících v daném zařízení na pozemcích probíhalo v souladu s nejlepšími dostupnými technikami uvedenými v provozních pravidlech uvedených v článku 70i a v dalších příslušných právních předpisech Unie, a aby nezpůsobovalo významné znečištění životního prostředí.

Článek 70e

Monitorování

1. Členské státy zajistí, aby bylo prováděno vhodné monitorování v souladu s provozními pravidly uvedenými v článku 70i.

2. Veškeré výsledky monitorování musí být zaznamenávány, zpracovávány a předkládány tak, aby příslušný orgán mohl ověřit splnění provozních podmínek, mezních hodnot emisí a mezních hodnot environmentální výkonnosti obsažených v obecných závazných pravidlech uvedených v článku 6 nebo v povolení.

3. Provozovatel poskytne příslušnému orgánu na jeho žádost bez prodlení údaje a informace uvedené v odstavci 2 tohoto článku. Příslušný orgán může takovou žádost podat za účelem ověření souladu s provozními pravidly uvedenými v článku 70i. Příslušný orgán tuto žádost předloží, pokud žadatel z řad veřejnosti požádá o přístup k údajům nebo informacím uvedeným v odstavci 2 tohoto článku.

Článek 70f

Nedodržení podmínek povolení

1. Členské státy zajistí, aby hodnoty emisí a úrovně environmentální výkonnosti monitorované v souladu s provozními pravidly uvedenými v článku 70i nepřekračovaly mezní hodnoty emisí a mezní hodnoty environmentální výkonnosti stanovené v uvedeném článku.

2. Členské státy zavedou účinný systém kontroly dodržování podmínek založený buď na inspekcích v oblasti životního prostředí, nebo na jiných opatřeních, s cílem ověřit dodržování požadavků stanovených v této kapitole.

3. V případě nedodržení požadavků stanovených v této kapitole zajistí členské státy, aby příslušný orgán kromě opatření přijatých provozovatelem podle článku 70d vyžadoval od provozovatele přijetí veškerých nezbytných opatření k bezodkladnému zjednání nápravy.

Pokud nedodržení požadavků způsobuje významné zhoršení místních podmínek ovzduší, vody nebo půdy, nebo pokud představuje nebo hrozí, že bude představovat významné nebezpečí pro lidské zdraví, pozastaví příslušný orgán provoz zařízení, dokud nebude zajištěna náprava.

Článek 70g

Informování a účast veřejnosti

1. Členské státy zajistí, aby dotčená veřejnost dostávala včasnou a účinnou možnost účasti na řízení o

- a) vypracování obecně závazných pravidel uvedených v článku 6 týkajících se povolení pro zařízení spadající do oblasti působnosti této kapitoly;
- b) udělení povolení pro nové zařízení spadající do oblasti působnosti této kapitoly;
- c) udělení aktualizovaného povolení v souladu s čl. 70c odst. 4 pro jakoukoli podstatnou změnu stávajícího zařízení, které spadá do oblasti působnosti této kapitoly.

2. Příslušný orgán zpřístupní veřejnosti, a to i systematicky prostřednictvím internetu, bezplatně a bez omezení přístupu na registrované uživatele, následující dokumenty a informace:

- a) povolení;
- b) výsledky konzultací konaných v souladu s odstavcem 1;
- c) obecně závazná pravidla uvedená v článku 6 použitelná na zařízení spadající do oblasti působnosti této kapitoly;
- d) zprávy o inspekcích zařízení spadajících do oblasti působnosti této kapitoly.

Článek 70h

Přístup k právní ochraně

1. Členské státy zajistí, aby v souladu s příslušným vnitrostátním právním řádem měly osoby z řad dotčené veřejnosti možnost dosáhnout přezkumu soudem nebo jiným nezávislým a nestranným orgánem zřízeným ze zákona, a mohly tak napadat hmotnou nebo procesní zákonnost jakýchkoli rozhodnutí, jednání nebo opomenutí podléhajících této kapitole, pokud je splněna jedna z těchto podmínek:

- a) mají dostatečný zájem;
- b) namítají porušení práva v případech, kdy to správní právo procesní členského státu požaduje jako předběžnou podmínku.

Aktivní legitimace v přezkumném řízení nesmí být podmíněna úlohou, kterou dotčený člen veřejnosti sehrál ve fázi účasti na rozhodovacím procesu podle této směrnice.

Přezkum musí být spravedlivý, nestranný, včasný, nesmí být nepřiměřeně nákladný a musí poskytovat přiměřené a účinné mechanismy nápravy, případně včetně předběžných opatření.

2. Členské státy stanoví, v jaké fázi mohou být rozhodnutí, jednání nebo opomenutí napadena.

Článek 70i

Provozní pravidla

1. Komise stanoví provozní pravidla obsahující požadavky v souladu s používáním nejlepších dostupných technik pro činnosti uvedené v příloze Ia, která zahrnují:

- a) mezní hodnoty emisí;
- b) požadavky na monitorování;
- c) postupy v oblasti rozmetání na pozemcích;
- d) postupy v oblasti prevence a zmírňování znečištění;
- e) mezní hodnoty environmentální výkonnosti;
- f) jiná opatření v souladu s přílohou III.

Provozní pravidla zohledňují mimo jiné povahu, typ, velikost a hustotu těchto zařízení a specifika systémů chovu skotu na pastvinách, kde jsou zvířata chována ve vnitřních zařízeních pouze sezónně.

2. Komise do *[Úřad pro publikace – vložte datum = první den měsíce následujícího po uplynutí 24 měsíců ode dne vstupu této směrnice v platnost]* přijme akt v přenesené pravomoci v souladu s článkem 76 za účelem doplnění této směrnice stanovením provozních pravidel uvedených v odstavci 1.

3. Členské státy zajistí, aby všechny podmínky povolení pro dotčená zařízení byly v souladu s provozními pravidly uvedenými v odstavci 1 do 42 měsíců od vstupu v platnost aktu v přenesené pravomoci, kterým se tato pravidla stanoví.

1.5 Porovnání změn se současným stavem z pohledu chovatelů hospodářských zvířat

V této kapitole budou uvedeny hlavní návrhy změn, které jsou zveřejněny ve směrnici IED. Nejdůležitější změna je podle přílohy I návrhu směrnice IED zrušení bodu 6.6 – Intenzivní chov drůbeže nebo prasat s prostorem pro více než 40 000 kusů drůbeže, s prostorem pro více než 2 000 prasat na porážku (nad 30 kg) nebo 750 prasnic. Ten je nahrazen kapitolou VIa – Zvláštní ustanovení pro chov drůbeže, prasat a skotu (články 70a–70i.) V příloze II návrhu směrnice IED je definována příloha Ia Činnosti podle článku 70a:

- a) Chov skotu, prasat nebo drůbeže v zařízeních o 150 nebo více DJ.
- b) Chov jakékoli směsice těchto zvířat: skotu, prasat nebo drůbeže, v zařízeních o velikosti nejméně 150 DJ.

To znamená, že došlo ke snížení prahové hodnoty pro chovy, které spadají do působnosti směrnice IED a její rozšíření o chovy skotu. Tato prahová hodnota je stanovena na 150 DJ. V návrhu směrnice IED je uvedeno, že DJ odpovídá pastvě jedné dospělé dojnice produkující 3 000 kg mléka ročně bez dalších koncentrovaných krmiv, která se používá k vyjádření velikosti zemědělských podniků s chovem různých kategorií zvířat pomocí přepočítacích koeficientů s odkazem na skutečnou produkci v kalendářním roce, uvedená v příloze II prováděcího nařízení Komise (EU) č. 808/2014 (Dobytčí jednotka, 2022).

V tabulce 1.1 je uvedeno srovnání aktuálních a navrhovaných prahových hodnot pro zájmové kategorie hospodářských zvířat.

Tabulka 1.1: Srovnání aktuální a navrhované prahové hodnoty podle návrhu směrnice IED

Kategorie hospodářských zvířat	Aktuální prahová hodnota (ks)	Navrhovaná prahová hodnota (ks)
Drůbež	40 000	10 700 ⁽¹⁾ 5 000 ⁽²⁾
Prasata na porážku (nad 30 kg)	2 000	500
Prasnice	750	300
Skot (dojnice)	0	150

(1) nosnice

(2) jiná drůbež

V příloze II návrhu směrnice IED je definována příloha Ia Činnosti podle článku 70a, kde se prahová hodnota aplikuje i na směsné chovy. To je dále rozvinuto v článku 70b definicí: „Nacházejí-li se dvě nebo více zařízení *blízko sebe* a mají-li stejného

provozovatele, případně jsou-li zařízení pod kontrolou provozovatelů, kteří jsou v hospodářském nebo právním vztahu, považují se dotčená zařízení pro účely výpočtu prahové hodnoty kapacity uvedené v článku 70a za jeden celek“. V návrhu směrnice IED není blíže specifikována jak velká by měla být tato zamýšlená vzdálenost. Uvedená formulace do jisté míry omezuje možnosti účelového dělení hospodářství na menší celky.

V článku 70c je stanovena minimální struktura požadavků na žádost o povolení: popis zařízení, druh zvířat, kapacita, zdroje emisí, charakter a množství předpokládaných emisí do jednotlivých složek prostředí. V návrhu článku 4 a průvodních dokumentech Evropské komise je uvedeno, že pro chovy hospodářských zvířat bude zavedený zjednodušený povolovací režim. Jeho detaily, ale nejsou aktuálně dostupné a předpokládá se jeho zveřejnění v prováděcích předpisech Evropské komise.

Podle článku 70d odstavce 1 musí provozovatel provádět monitorování emisí v souladu s provozními pravidly a archivovat je nejméně 6 let. V odstavci 3 je uvedena povinnost, aby veškeré rozmetávání odpadu, vedlejších produktů živočišného původu nebo jiných zbytků vznikajících v daném zařízení na pozemcích probíhalo v souladu s BAT uvedenými v provozních pravidlech.

Článek 70g navrhuje větší informovanost a účast dotčené veřejnosti na řízení o vypracování obecně závazných podmínek pro povolení, udělení povolení pro nové zařízení, udělení aktualizovaného povolení pro podstatnou změnu stávajícího zařízení. Pro veřejnost budou dostupna povolení, výsledky konzultací spojených s procesy řízení, obecně závazná pravidla pro zařízení a zprávy o inspekci v zařízeních. S tím jsou spojena specifika v Článku 79a Náhrada, kde jsou uvedeny možnosti získání náhrady při škodě na lidském zdraví od fyzických, právnických či státních orgánů při porušení vnitrostátních opatření daných uvedenou směrnicí IED.

Podle článku 70i se budou chovatelé řídit provozními pravidly stanovenými Evropskou komisí, která po jejich schválení budou zahrnovat mezní hodnoty emisí, požadavky na monitorování, postupy v oblasti rozmetání na pozemcích, postupy v oblasti prevence a zmírňování znečištění, mezní hodnoty environmentální výkonnosti, jiná opatření v souladu s přílohou III – Zásady, které je třeba dodržet při udělování výjimky podle článku 15 odstavce 4.

1.6 Diskuse

Podle interního přehledu Ministerstva Zemědělství ČR spadá do působnosti zákona č. 76/2002 Sb., který se řídí aktuální směrnicí IED 111 zařízení pro výkrm prasat, 59 zařízení pro chov prasnic a selat a 230 chovů drůbeže, což je dohromady 400 intenzivních chovů hospodářských zvířat. Platností nové směrnice IED s prahovou

kapacitou 150 DJ včetně chovů skotu by se tento počet zvýšil přibližně na 2 816 zařízení (viz tabulka 1.2), což je výrazný nárůst o cca 700 %.

Tabulka 1.2: Počet podniků překračující prahovou hranici 150 DJ

Kraj	Velikost Podniku (DJ)										Celkem
	150	200	300	400	500	600	700	800	900	více	
	až 200	až 300	až 400	až 500	až 600	až 700	až 800	až 900	až 1000	než 1000	
Hl. m. Praha	-	-	-	-		1	-	-	-	-	1
Jihočeský	116	129	70	54	43	19	11	9	3	11	465
Jihomoravský	22	35	23	15	16	7	10	7	1	27	163
Karlovarský	33	33	19	8	6	1	2	2	1	2	107
Královéhradecký	49	56	33	27	10	14	14	6	3	10	222
Liberecký	27	21	14	5	6	5	3	3	-	3	87
Moravskoslezský	40	40	19	18	6	8	8	6	5	9	159
Olomoucký	29	33	42	16	14	13	10	12	3	10	182
Pardubický	41	57	36	15	20	9	10	12	3	24	227
Plzeňský	79	69	42	28	27	16	11	7	8	19	306
Středočeský	45	83	41	30	24	21	16	11	2	32	305
Ústecký	24	27	17	12	3	-	3	2	1	9	98
Vysočina	58	78	43	42	31	40	24	15	10	36	377
Zlínský	26	32	11	10	11	4	6	2	4	11	117
Celkem	589	693	410	280	217	158	128	94	44	203	2816

V příloze II návrhu směrnice IED je definována příloha Ia Činnosti podle článku 70a „Chov jakékolí směsice těchto zvířat: skotu, prasat nebo drůbeže, v zařízeních o velikosti nejméně 150 DJ“. To je dále rozvinuto v článku 70b: „Nacházejí-li se dvě nebo více

zařízení *blízko sebe* a mají-li stejného provozovatele, případně jsou-li zařízení pod kontrolou provozovatelů, kteří jsou v hospodářském nebo právním vztahu, považují se dotčená zařízení pro účely výpočtu prahové hodnoty kapacity uvedené v článku 70a za jeden celek“. Jelikož není tato vzdálenost mezi zařízeními aktuálně nijak definovaná, a to ani definice hospodářský vztah, může nastat situace, kdy se působnost směrnice IED rozšíří ještě na více chovů a zařízení než je uvedeno v tabulce 1.2.

Z výše uvedených informací je patrné, že zvýšení technologických a také administrativních úkonů nebude mít dopad jen na chovate hospodářských zvířat, ale také příslušné orgány státní správy. S tím je spojena zatím neidentifikovaná forma zjednodušeného povolovacího režimu, který by měl reagovat na tuto problematiku.

Zdroje

Dobytčí jednotka (2022). *Definice dobytčí jednotky podle eurostat*. Dostupné na:

[https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Livestock unit \(LSU\)](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Glossary:Livestock_unit_(LSU))

E-PRTR (2022). *Evropský registr úniků a přenosů znečišťujících látek*. Dostupné na:

[https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/eper/legislation.htm#:~:text=is%20E%2DPRTR%3F-,The%20European%20Pollutant%20Release%20and%20Transfer%20Register%20\(E%2DPRTR\),in%20Iceland%2C%20Liechtenstein%20and%20Norway.](https://ec.europa.eu/environment/industry/stationary/eper/legislation.htm#:~:text=is%20E%2DPRTR%3F-,The%20European%20Pollutant%20Release%20and%20Transfer%20Register%20(E%2DPRTR),in%20Iceland%2C%20Liechtenstein%20and%20Norway.)

Evropská komise (2022). *Otázky a odpovědi týkající se revidovaných pravidel EU pro průmyslové emise*. Dostupné na:

https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/cs/qanda_22_2239

MPO (2022). *Aktuality IPPC*. Dostupné na: <https://www.mpo.cz/cz/prumysl/ippc-integrovana-prevence-a-omezovani-znecisteni/aktuality/navrh-revize-smernice-o-prumyslovych-emisich-ied-a-narizeni-o-evropskem-registru-uniku-a-prenosu-znecistujicich-latek-e-prtr--267067/>

Návrh směrnice IED (2022). Dostupné na: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52022PC0156R%2802%29&qid=1651130627889>

Průmyslové emise (2022). *Nová pravidla pro průmyslové emise povedou velký evropský průmysl k naplnění ambice nulového znečištění do roku 2050*. Dostupné na:

<https://data.europa.eu/doi/10.2779/76407>

2 Rešerše přístupů k měření emisí NH_3 a CH_4 v intenzivních chovech skotu

Druhá kapitola předchází vlastnímu experimentálnímu měření emisí NH_3 a CH_4 v intenzivních chovech skotu. V podmínkách České republiky se intenzivní chov skotu uskutečňuje zpravidla v halách s přirozenou výměnou vzduchu bez definovaných výstupů ventilace, proto nejde aplikovat metodika stanovení emisí měřením, která se využívá například v intenzivních chovech prasat a drůbeže (obvykle mechanicky větrané budovy).

Na základě poznatků dostupných vědeckovýzkumných prací je zřejmé, že pro tuto problematiku není stanovená referenční metodika a jejich autoři si volí různé přístupy. Z výše uvedených důvodů řešitelé vypracovali rešerši přístupů pro stanovení emisí NH_3 a CH_4 v intenzivních chovech skotu a navrhli obecnou metodiku řešení pro následující experimentální měření.

2.1 Stanovení emisí v chovech skotu

Obecně se výsledné emise stanovují na základě naměřeného rozdílu mezi vnější a vnitřní koncentrací sledovaného plynu a výkonem ventilace. U přirozeně větraných hal je absence definovaných vstupů a výstupů vzdušiny, proto se musí použít ke stanovení výměny vzduchu jiné přístupy. Podle Vera (2018) ji lze odhadnout pomocí bilanční metody stopovacích plynů. K tomu se ve stáji využívá uměle emitovaných stopovacích plynů (například SF_6 , ^{85}Kr , SF_6CF_3) nebo zvířaty metabolicky produkováného stopovacího plynu (CO_2). Z výsledků studií Edourad (2016), Ogink (2013) a Tedeschi (2022) je patrné, že využití bilance metabolicky uvolněného CO_2 jako stopovacího plynu pro stanovení výkonu výměny vzduchu (větrání) je uživatelsky jednodušší z důvodu absence dalších přístrojů a zařízení pro umělou emitaci umělého plynu a jeho následné detekce ve stáji. Z výsledků je také patrné, že obě metody nevykazují značné rozdíly ve stanovených výsledcích. Z výše uvedeného důvodu se autoři budou zabývat problematikou stanovení emisí NH_3 a CH_4 pomocí bilance metabolicky uvolněného CO_2 jako stopovacího plynu.

2.2 Postup vzorkování na farmě

V dostupných studiích se pro měření koncentrací NH_3 , CH_4 a CO_2 využívá zejména přístroj INNOVA od společnosti LumaSense Technologies A/S (Bjerg 2011; Wu 2016; Schmithausen 2018; Saha 2013; Ngwabie 2011; Češpiva 2016). Hempel (2020) a Janke (2022) využívali přístroj Gasmeter CX4000 od společnosti Gasmeter Technologies Ins. Velká variabilita byla zjištěna při umisťování vzorkovacích trubic k odběru vzorku vzduchu pro měření koncentrace uvedených plynů. Může to být způsobeno rozdílnými konstrukcemi chovných hal, převládajícím prouděním vzduchu v hale, odlišnými zkušenostmi autorů při měření emisí, aktuálními klimatickými podmínkami, či zaměřením experimentu na různou

problematiku (monitoring emisí v okolí dojníc, sběr dat pro tvorbu matematického modelu, ověřování BAT atd.).

V dokumentu Vera (2018) je uveden předpoklad, že místa pro odběr vzorků se budou odlišovat v závislosti na konstrukci budovy. Dále se doporučuje při umísťování vzorkovacích trubic ve stáji dodržovat vzdálenost minimálně 2 m od bočních stěn či vjezdu a vybírat místa ve výšce minimálně 3 m, aby se minimalizoval vliv zvířat. Ve venkovním prostředí je doporučeno umísťovat vzorkovací trubice minimálně 5 m od stěny haly a vybrat místo, které nebude ovlivněno emisemi z dalších stájí, či z uskladněného hnoje.

Hempel (2020) ve svých experimentech využila pro vzorkování ve stáji šest odběrových míst ve vzdálenosti 4–8 m od stěny, pět z nich ve výšce 3,2 m a jedno uprostřed stáje pod větracím hřebenem. Pro vnější prostředí využila čtyři vzorkovací místa ve vzdálenost 4–8 m od stěny haly ve výšce 3,2 m. V menší hale využila pro vnitřní prostředí 3 vzorkovací místa umístěné 3 m od zdi ve výšce 2,7 m a 3 vzorkovací místa pro vnější prostředí umístěné 6 m od zdi ve výšce 3–5 m. Všechny vzorkovací trubice sloužili střídavě pro měření koncentrace CH₄ a CO₂.

Bjerg (2011) ve své studii využil pro monitoring venkovního prostředí jednu vzorkovací trubici a pět jich umístil uvnitř chovné haly, z toho dvě u jedné strany haly 0,25 m od stěny ve výšce 3 m a vzdálenosti mezi sebou 20 m a další dvě čidla naproti nim na druhé straně haly. Poslední čidlo umístil uprostřed stáje 1 m pod větracím hřebenem. Monitoroval koncentrace NH₃, CH₄ a CO₂.

Edouard (2016) monitoroval venkovního prostředí z každé strany stáje dvěma vzorkovacími trubicemi ve výšce 3 m, pět vzorkovacích trubic umístil ve výšce 3 m středovou osou stáje po 10 m a dalších pět vzorkovacích trubic umístil na stejných místech ve výšce 10 m (1 m pod hřebenem).

Saha (2013) k vzorkování vnitřního prostředí využil osm vzorkovacích trubic umístěných ve výšce 2,9 m nad každou chovnou sekci a čtyři pro měření venkovního prostředí. Ty byly umístěny ve stejné výšce, ale v různých vzdálenostech od budovy.

Ngwabie (2009) pro monitorování venkovních podmínek zvolil dvě vzorkovací trubice ve výšce 2 m nad zemí a uvnitř jich umístil devět ve výšce 3 m nad zemí rovnoměrně umístěné přes celou délku haly. Ve své další studii Ngwabie (2011) využil obdobný přístup, jen s využitím pěti vnitřních vzorkovacích trubic.

2.3 Vyhodnocení naměřených hodnot

Obecný postup výpočtu emisí NH₃ a CH₄ z chovů skotu z přirozeně větraných stájí vychází z protokolu Vera (2018) a studie GIGR (2002). Základní rovnice pro výpočet je:

$$E = V \times (C_{vnější} - C_{vnitřní}), \quad (2.1)$$

kde E je průtok emisí v ($\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$), V je objemový průtok vzduchu ve stáji v ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), $C_{\text{vnější}}$ je koncentrace sledovaného plynu mimo stáj v ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$), $C_{\text{vnitřní}}$ je vnitřní koncentrace sledovaného plynu v ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$). Objemový průtok vzduchu ve stáji V se vypočítá pomocí bilanční metody produkce CO_2 :

$$V = \frac{N \times PCO_{2t}}{(CO_{2\text{vnější}} - CO_{2\text{vnitřní}}) \times 10^{-6}}, \quad (2.2)$$

kde $CO_{2\text{vnější}}$ je koncentrace CO_2 v (ppm) mimo stáj, $CO_{2\text{vnitřní}}$ je vnitřní koncentrace CO_2 v (ppm), N je počet zvířat v (ks) a PCO_{2t} je metabolická produkce CO_2 vyprodukovaná zvířaty korigovaná na vnitřní teplotu v ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{P}^{-1}$). PCO_{2t} je stanovena podle CIGR (2002) a vztažena na jednotku produkce tepla (P) z hospodářských zvířat. Jednotka produkce tepla vyprodukovaná zvířaty při teplotě 20°C je $1\,000\text{ W}$.

Například pro dojnou krávu v chovu s pevnou podlahou je definována hodnota produkce CO_2 (PCO_2) $0,185\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{P}^{-1}$ a $0,200\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{P}^{-1}$ pro chovy s hlubokou jímkou, protože je zohledněna produkce CO_2 z uskladnění kejdy. Jelikož se ve většině případů teplota ve stáji liší od uvedených 20°C , musí se provést korekce na aktuální teplotu:

$$PCO_{2t} = PCO_2 \times (1 + 0,004 \times (20 - T_{\text{vnitřní}})), \quad (2.3)$$

kde $T_{\text{vnitřní}}$ je vnitřní teplota ve stáji v ($^\circ\text{C}$). Tento přístup použili autoři Bjerg (2011) a Ngwabie (2009).

Detailnějším zkoumáním problematiky metabolické produkce CO_2 zvířaty vztažené na jednotku produkce tepla uvedl CIGR (2008) postupy pro zpřesnění výpočtu. Protože je produkce CO_2 závislá na mnoha faktorech uvedených ve studii, byly stanoveny rovnice pro různé kategorie dojných krav:

$$PCO_{2\text{ dojnice}} = \frac{PCO_2 \times (5,6 \times m^{0,75} + 22 \times Y_1 + 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.4)$$

$$PCO_{2\text{ suchostojná dojnice}} = \frac{PCO_2 \times (5,6 \times m^{0,75} + 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.5)$$

$$PCO_{2\text{ jalovice}} = \frac{PCO_2 \times (7,64 \times m^{0,69} + Y_2 \times (\frac{23}{M} - 1) \times (\frac{57,27 + 0,302 \times m}{1 - 0,171 \times Y_2}) \times 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.6)$$

kde m je hmotnost zvířete v (kg), Y_1 je denní produkce mléka v ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$), p je počet dní březosti v (d), M je příjem energie v krmivu v ($\text{MJ} \cdot \text{kg sušiny}^{-1}$), Y_2 je denní přírůstek ($\text{kg} \cdot \text{d}^{-1}$). Vzorec pro celkovou produkci metabolického CO_2 , který bude reprezentovat různé kategorie dojných krav ve stáji $PCO_{2\text{ celkem}}$ v ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1} \cdot \text{P}^{-1}$) je:

$$PCO_{2\text{ celkem}} = PCO_{2\text{ dojnice}} \times N_d + PCO_{2\text{ suchostojná dojnice}} \times N_{sd} + PCO_{2\text{ jalovice}} \times N_j, \quad (2.7)$$

kde N_d je počet dojníc v (ks), N_{sd} je počet suchostojných dojníc v (ks), N_j je počet jalovic v (ks). Vzorec pro korekci na teplotu ve stáji bude pro PCO_{2tc} v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$) je:

$$PCO_{2tc} = PCO_{2\text{ celkem}} \times (1 + 0,004 \times (20 - T_{vnitřní})). \quad (2.8)$$

Vzorec pro výpočet V se upraví na:

$$V = \frac{PCO_{2tc}}{(CO_{2vnější} - CO_{2vnitřní}) \times 10^{-6}}. \quad (2.9)$$

Tento postup ve svých studiích zvolili Hempel (2020), Wu (2016), Janke (2022) a Edouard (2016). Jiní autoři při stanovení $PCO_{2\text{ dojnice}}$ ze vzorce (2.4) vynechali faktor p – počet dní březosti (Schmithausen 2018; Wang 2016; Saha 2013; Ngwabie 2011).

Další možností zpřesnění výpočtu produkce metabolického CO_2 je podle Pedersen (2008) zohlednění relativní aktivity zvířat (A) podle vzorce:

$$A = 1 - a \times \sin[(2 \times \pi/24) \times (h + 6 - h_{min})], \quad (2.10)$$

kde a a h_{min} je veličina, jejíž hodnota pro různé kategorie zvířat je uvedena v CIGR (2008). Tímto postupem se rozšíří vzorec č. 2.2 o veličinu A :

$$V = \frac{N \times PCO_{2t} \times A}{(CO_{2vnější} - CO_{2vnitřní}) \times 10^{-6}}. \quad (2.11)$$

Uvedený výpočet používá Ngwabie (2011). Janke (2020) a Wang (2016) ve své studii využívá kombinaci výše uvedených zpřesňujících výpočtů od CIGR (2008):

$$V = \frac{PCO_{2tc} \times A}{(CO_{2vnější} - CO_{2vnitřní}) \times 10^{-6}}, \quad (2.12)$$

Češpiva (2016) použil pro stanovení průtoku vzdušiny V ($m^3 \cdot s^{-1}$) ve stáji s přirozeným větráním vztah:

$$V = \frac{n \times Q}{C_M - C_{EXT}}. \quad (2.13)$$

kde n je počet chovaných zvířat (ks), Q je produkce CO_2 od jednoho zvířete v ($mg \cdot s^{-1}$), C_M je koncentrace CO_2 uvnitř objektu v ($mg \cdot m^{-3}$), C_{EXT} je koncentrace CO_2 vně objektu v ($mg \cdot m^{-3}$). Hodnoty Q jsou dle Češpiva (2016) uvedeny v Praktické příručce 11/1996 – požadavky na stavby a zařízení pro hospodářská zvířata, MZe ČR.

Všichni autoři stanovili délku monitorování chovné stáje na 24 h. Ve většině prací byly pro výpočet celkových emisí stanoveny hodinové průměry, kromě Češpiva (2016), který stanovil půlhodinové průměry. Hempel (2020) a Ngwabie (2009) stanovil vnitřní koncentraci ve stáji jako průměr hodnot ze všech vzorkovacích trubic. Vnější koncentraci

stanovili ze vzorkovacího místa, kde byla stanovena nejnižší hodnota. Saha (2013) a Wu (2012) stanovili vnitřní i vnější koncentraci průměrem ze všech odběrových míst.

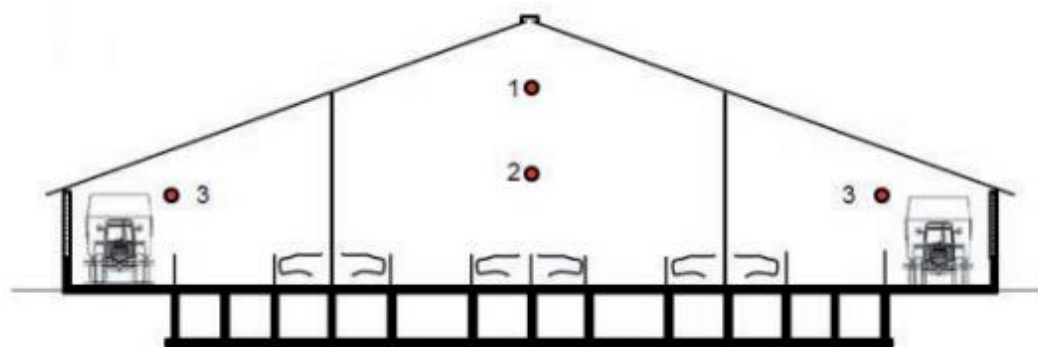
2.4 Návrh metodiky

Navrhovaná metodika vychází z výše uvedené rešerše vědeckovýzkumných prací od autorů, kteří se zabývají řešenou problematikou, zkušeností řešitelů a konzultacemi s odborníky z praxe. Většina poznatků je zpracována na základě dokumentu VERA (2018), CIGR (2002), CIGR (2008) a metodiky řešitelů pro chovy drůbeže a prasat Kříž (2021). Primárními požadavky na metodiku byl bodový odběr vzorků, možnost využití přístrojového vybavení BAT centra JU, uživatelsky dostupné rozmístění vzorkovacích sond, opakovatelnost a aplikace na různá konstrukční a technologické provedení chovných hal. Ze zkušeností s intenzivními chovy skotu je patrná variabilita konstrukčních a technologických řešení chovných stájí, proto navržená metodika bude mít obecný a doporučující charakter a v praxi nebude vždy možné provést měření podle níže stanovených doporučení.

2.5 Plánování monitoringu emisí a postup vzorkování na farmě

Při monitorování NH_3 a CH_4 z chovů skotu je optimální provést šest monitorovacích dní (24 hodin) rozdělených rovnoměrně během celého roku, tzn. provádět měření jednou za dva měsíce, tak, aby byly zohledněny mimo jiné i klimatické podmínky v České republice.

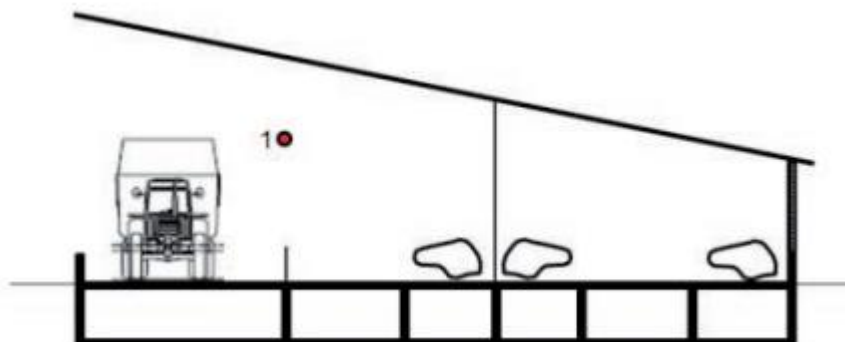
V České republice je intenzivní chov skotu prováděn většinou v halách s přirozenou výměnou vzduchu, proto tomu musí být uzpůsobená strategie vzorkování. Emise se stanoví metodou výpočtu poměru bilance CO_2 . Proto je třeba kromě cílových plynů (NH_3 , CH_4) monitorovat i koncentrace CO_2 . Při odběru vzorků ve vnitřním prostředí u symetrické stavební konstrukce (obrázek 2.1) se upřednostňuje umístění měřících bodů uprostřed haly (body 1 a 2). Pokud se umísťují v blízkosti bočních stěn, doporučuje se od nich minimální vzdálenost 2 m. Umístění bodů je v případě předpokládaného příčného proudu vzduchu na středu stáje ve výšce minimálně 3 m (poloha bodu 2).



Obrázek 2.1: Schéma umístění vzorkovacích trubic u symetrické stáje (Vera 2018)

Pokud se předpokládá zvýšené proudění vzduchu přes hřeben, doporučuje se umístit měřící body minimálně 2 m pod hřeben střechy (poloha bodu 1).

U otevřeného provedení hal se doporučuje umístění blíže k otevřené přední stěně podle obrázku 2.2, bod 1.



Obrázek 2.2: Schéma umístění vzorkovacích trubic u otevřeného provedení stáje (Vera 2018)

Počet měřících senzorů pro monitoring závisí na možnostech měřícího přístroje a technického provedení stáje, ale vhodné je využít jednu vzorkovací trubici na 10 m délky stáje. Místo monitoringu vstupujícího vzduchu do stáje se doporučuje zvolit minimálně 5 m od haly. Pro stanovení převládajícího proudění ve stáji lze také využít přístrojů na vyvíjení kouře či termický anemometr. Během měření je také důležité monitorovat vnitřní teplotu vzduchu.

2.6 Vyhodnocení naměřených hodnot

Vyhodnocení naměřených hodnot lze stanovit na základě níže uvedených vzorců. Data z 24 h monitorování hodnot se rozdělí do půlhodinových průměrů a z nich se stanoví měrná výrobní emise například v ($\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$) pro daný sledovaný plyn. Tento postup se řešitelům osvědčil a jeho přednosti publikovali ve studii Kříž (2021). Data získaná z různých vzorkovacích míst pro určitý plyn budou průměrována v daném půlhodinovém intervalu.

Základní rovnice pro výpočet emisního toku E v ($\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$) je:

$$E = V \times (C_{\text{vnější}} - C_{\text{vnitřní}}), \quad (2.1)$$

kde V je objemový průtok vzduchu ve stáji v ($\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), $C_{\text{vnější}}$ je koncentrace sledovaného plynu mimo stáj v ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$), $C_{\text{vnitřní}}$ je vnitřní koncentrace sledovaného plynu v ($\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$). Objemový průtok V se vypočte z rovnice:

$$V = \frac{PCO_2tc}{(CO_{2\text{vnější}} - CO_{2\text{vnitřní}}) \times 10^{-6}}, \quad (2.9)$$

kde $CO_{2\text{vnější}}$ je koncentrace CO_2 v (ppm) mimo stáj, $CO_{2\text{vnitřní}}$ je vnitřní koncentrace CO_2 v (ppm), PCO_{2tc} je metabolická produkce CO_2 vyprodukovaná zvířaty korigovaná na vnitřní teplotu v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$). Ta se vypočte ze vztahu:

$$PCO_{2tc} = PCO_{2\text{celkem}} \times (1 + 0,004 \times (20 - T_{\text{vnitřní}})), \quad (2.8)$$

kde je $T_{\text{vnitřní}}$ je vnitřní teplota ve stáji v ($^{\circ}C$), $PCO_{2\text{celkem}}$ je produkce metabolického CO_2 , která bude reprezentovat různé kategorie dojných krav ve stáji v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$) a vypočte se z níže uvedených vztahů:

$$PCO_{2\text{celkem}} = PCO_{2\text{dojnice}} \times N_d + PCO_{2\text{suchostojná dojnice}} \times N_{sd} + PCO_{2\text{jalovice}} \times N_j, \quad (2.7)$$

$$PCO_{2\text{dojnice}} = \frac{PCO_2 \times (5,6 \times m^{0,75} + 22 \times Y_1 + 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.4)$$

$$PCO_{2\text{suchostojná dojnice}} = \frac{PCO_2 \times (5,6 \times m^{0,75} + 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.5)$$

$$PCO_{2\text{jalovice}} = \frac{PCO_2 \times (7,64 \times m^{0,69} + Y_2 \times (\frac{23}{M} - 1) \times (\frac{57,27 + 0,302 \times m}{1 - 0,171 \times Y_2}) \times 1,6 \times 10^{-5} \times p^3)}{1\,000}, \quad (2.6)$$

kde $PCO_{2\text{dojnice}}$ je produkce CO_2 dojníc v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$), N_d je počet dojnic v (ks), $PCO_{2\text{suchostojná dojnice}}$ je produkce CO_2 suchostojnou dojníc v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$), N_{sd} je počet suchostojných dojnic v (ks), $PCO_{2\text{jalovice}}$ je produkce CO_2 jalovic v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$), N_j je počet jalovic v (ks), m je hmotnost zvířete v (kg), Y_1 je denní produkce mléka v ($kg \cdot d^{-1}$), p je počet dní březosti v (d), M je příjem energie v krmivu v ($MJ \cdot kg \text{ sušiny}^{-1}$), Y_2 je denní přírůstek ($kg \cdot d^{-1}$), PCO_2 je obecné stanovení produkce CO_2 v ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$) vycházející z Pedersen (2008), který uvádí hodnotu pro dojnici ustájenou v hale s plnou podlahou 0,185 ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$) a 0,200 ($m^3 \cdot h^{-1} \cdot P^{-1}$) pro chovy s hlubokou jímkou.

Z rovnice 2.1 lze stanovit měrnou výrobní emisi v požadovaných jednotkách, např. ($kg \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$) či ($kg \cdot DJ^{-1} \cdot rok^{-1}$).

Zdroje

Bjerg (2011). *Methane emission from naturally ventilated livestock buildings can be determined from gas concentration measurements.*

CIGR (2002). *Climatization of Animal Houses. Forth report of working group. Danish Institute of Agricultural Sciences, Research Centre Bygholm.*

CIGR (2008). *Carbon dioxide production in Animal houses.* Dostupné na: <http://www.cigrjournal.org/index.php/Ejournal/article/view/1205/1132>

Češpiva (2016). *Optimalizace parametrů mikroklimatu stájí pro chov dojnic při současné redukci energetické náročnosti vybraných technologických systémů.*

- Edouard (2016). *Comparison of CO₂ and SF₆ based tracer gas methods for the estimation of ventilation rates in a naturally ventilated dairy barn.*
- Hempel (2020). *Methane Emission Characteristics of Naturally Ventilated Cattle Buildings.*
- Janke (2020). *Calculation of ventilation rates and ammonia emissions: Comparison of sampling strategies for a naturally ventilated dairy barn.*
- Janke (2022). *Verification Analysis of Volume Flow Measured by a Direct Method and by Two Indirect CO₂ Balance Methods.*
- Kriz, P. a kol. (2021). *Methodology for Measurement of Ammonia Emissions from Intensive Pig Farming.*
- Ngwabie (2009). *Multi-location measurements of greenhouse gases and emission rates of methane and ammonia from a naturally-ventilated barn for dairy cows.*
- Ngwabie, N.M. a kol. (2011). *Effects of animal activity and air temperature on methane and ammonia emissions from a naturally ventilated building for dairy cows.*
- Ogink, N.W.M. a kol. (2013). *Methods for measuring gas emissions from naturally ventilated livestock buildings: Developments over the last decade and perspectives for improvement.*
- Saha (2013). *The effect of external wind speed and direction on sampling point concentrations, air change rate and emissions from a naturally ventilated dairy building.*
- Schmithausen A.J. a kol. (2018). *Quantification of Methane and Ammonia Emissions in a Naturally Ventilated Barn by Using Defined Criteria to Calculate Emission Rates.*
- Tedeschi (2022). *Quantification of methane emitted by ruminants: a review of methods.*
- Vera (2018). *Vera test protocol for livestock housing and management system.*
Dostupné na: https://www.vera-verification.eu/app/uploads/sites/9/2019/05/VERA_Testprotocol_Housing_v3_2018.pdf
- Wang (2016). *Indirect method versus direct method for measuring ventilation rates in naturally ventilated dairy houses.*
- Wu (2012). *Ammonia and methane emissions from two naturally ventilated dairy cattle buildings and the influence of climatic factors on ammonia emissions.*
- Wu (2016). *Measurement Methods to Assess Methane Production of Individual Dairy Cows in a Barn.*

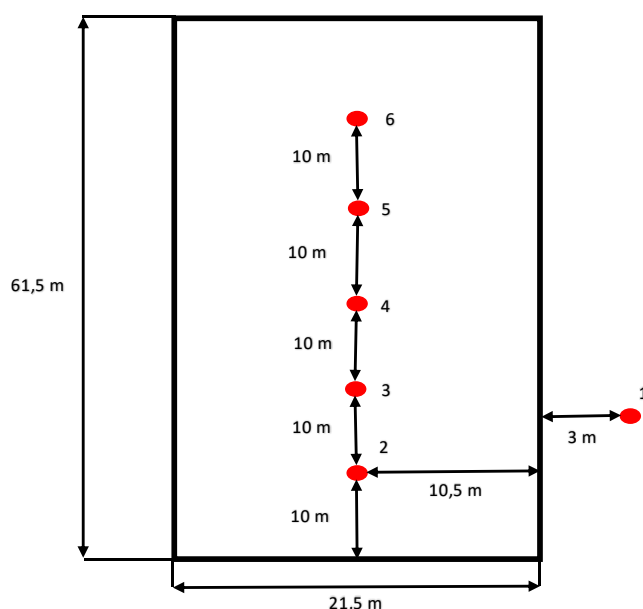
3 Experimentální měření

3.1 Objekt 1

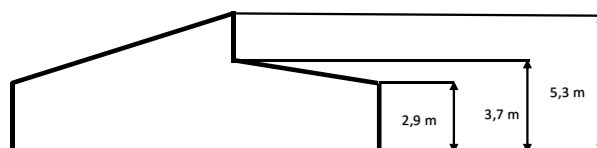
Charakteristika zařízení

Hala pro chov dojníc se nachází v Jihočeském kraji. Je to starší hala s cihlovými zdmi, přední a zadní čelo lze zakrýt stahovací roletou, po delších stranách jsou malá čtvercová okna pro větrání. V hale jsou umístěné ventilátory, v době měření byly vypnuté. Hala je rozdělena na čtyři chovné sekce s pevnou podlahou, která je podestlána drčenou slámou. Podestýlka se odklízí pomocí mobilních dopravních prostředků. Dojnice jsou dvakrát denně přeháněny na stacionární dojírnu.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito šest vzorkovacích sond, čísla 2 až 6, umístěných ve výšce 3,3 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2,5 m.



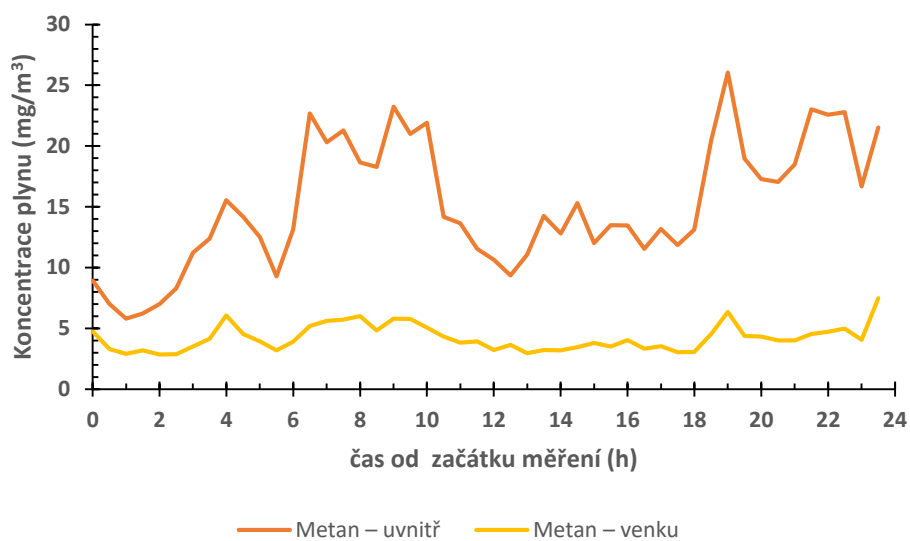
Obrázek 3.1: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



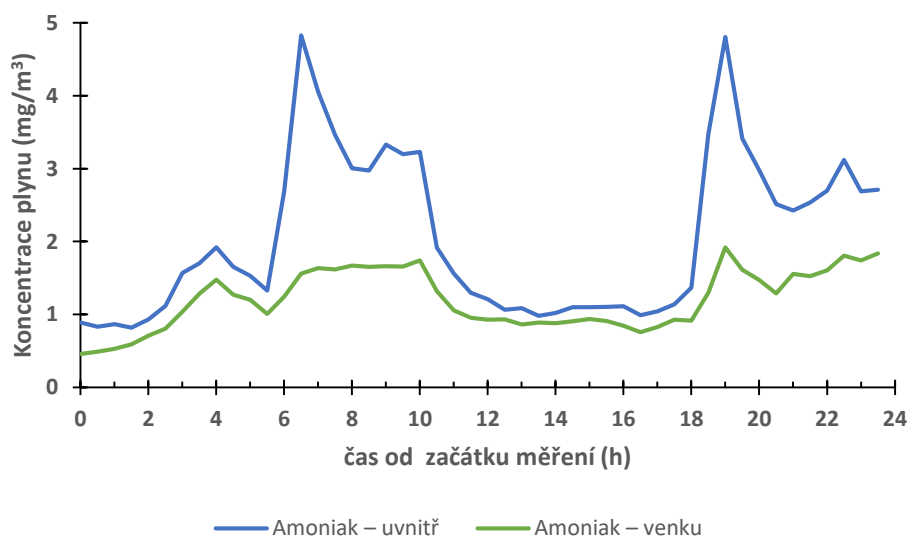
Obrázek 3.2: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat:	dojnice
Počet kusů:	107 ks
Začátek měření:	08:53
Průměrná vnitřní teplota:	11 °C
Emise amoniaku:	$4,8 \pm 0,4 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
Emise metanu:	$62 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.3: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.4: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: dojnice

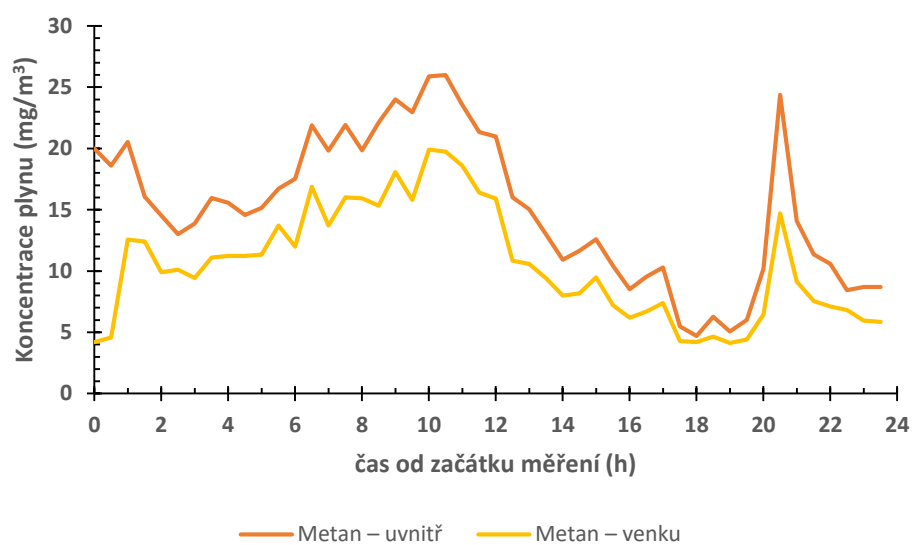
Počet kusů: 107 ks

Začátek měření: 07:41

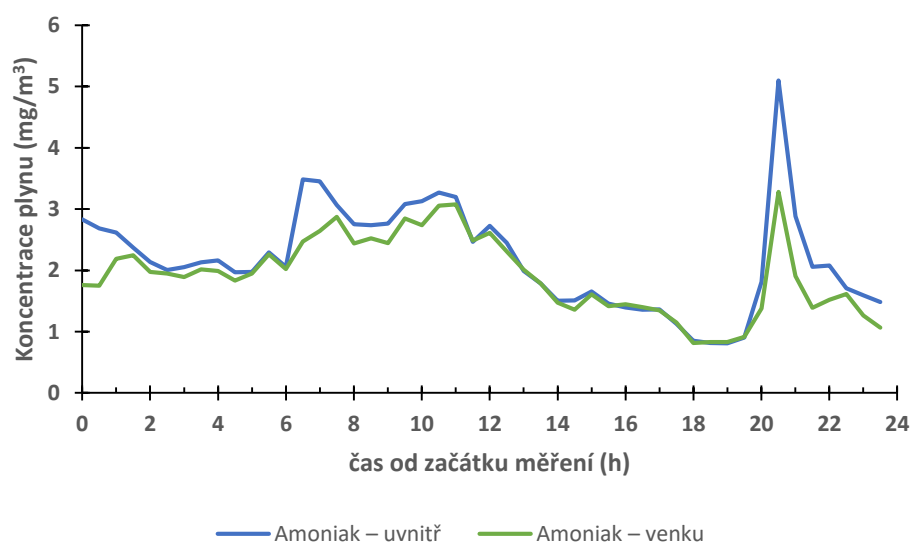
Průměrná vnitřní teplota: 12 °C

Emise amoniaku: $4,2 \pm 0,6 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $64 \pm 2 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.5: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



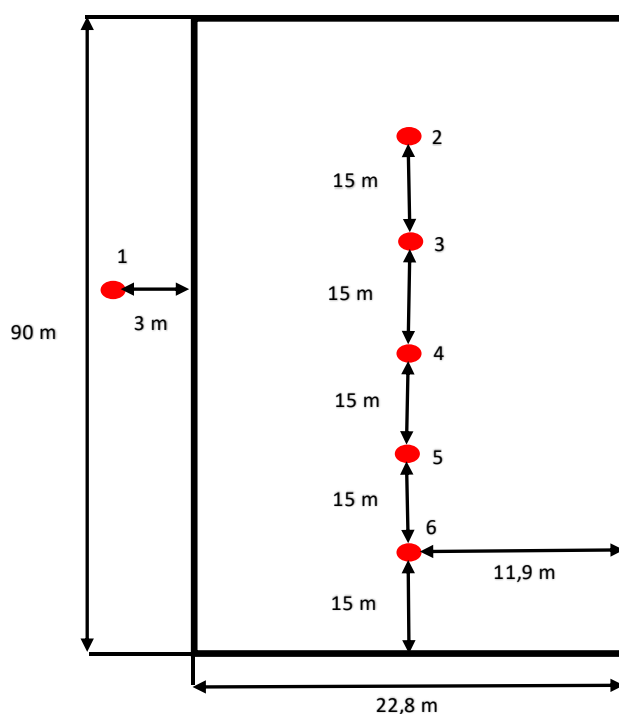
Obrázek 3.6: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

3.2 Objekt 2

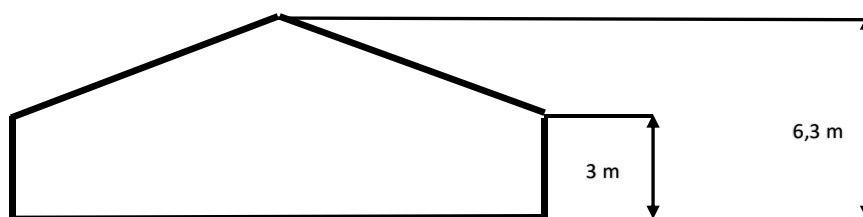
Charakteristika zařízení

Hala pro chov dojníc se nachází v Jihočeském kraji. Je to novější hala z železobetonové konstrukce, přední a zadní čelo a boční strany lze zakrýt stahovací roletou. V hale jsou umístěné ventilátory, v době měření byly vypnuté. Ve štítu střechy je hřebenová větrací štěrbina. Hala je rozdělena na čtyři chovné sekce s pevnou podlahou, která je podestlána slaměnou podestýlkou. Podestýlka se odklízí pomocí mobilních dopravních prostředků. Dojnice jsou dvakrát denně přeháněny na kruhovou dojírnu.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito šest vzorkovacích sond, čísla 2 až 6, umístěných ve výšce 3,6 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2,5 m.



Obrázek 3.7: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



Obrázek 3.8: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat: dojnice

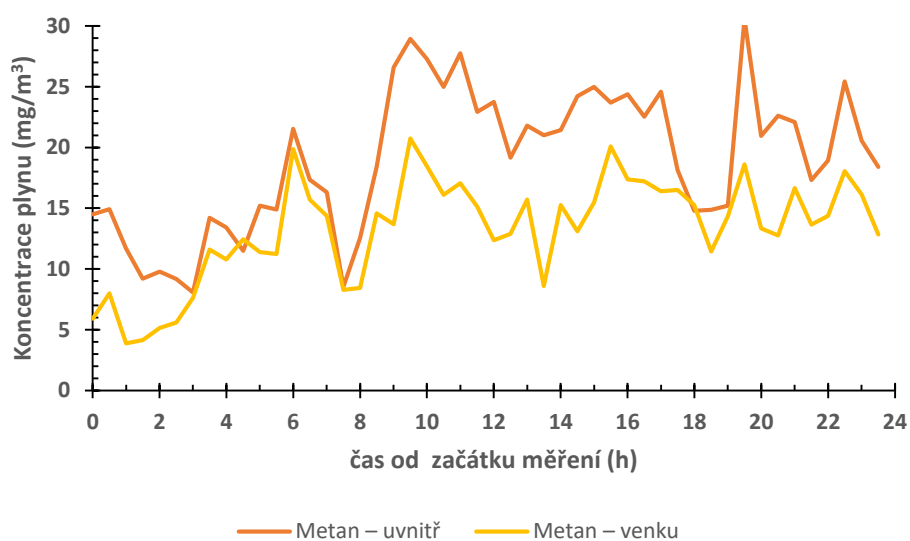
Počet kusů: 160 ks

Začátek měření: 09:41

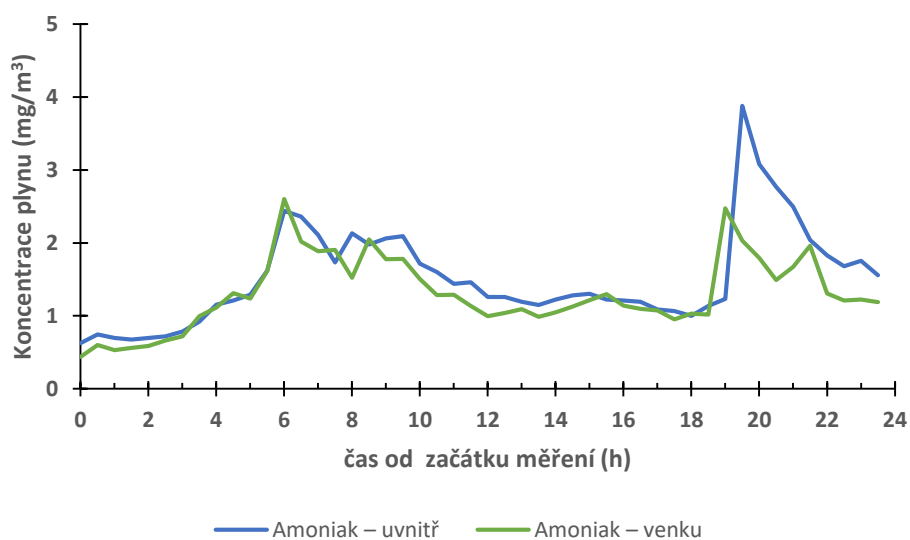
Průměrná vnitřní teplota: 15 °C

Emise amoniaku: $3,4 \pm 1,4 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $104 \pm 10 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.9: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.10: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: dojnice

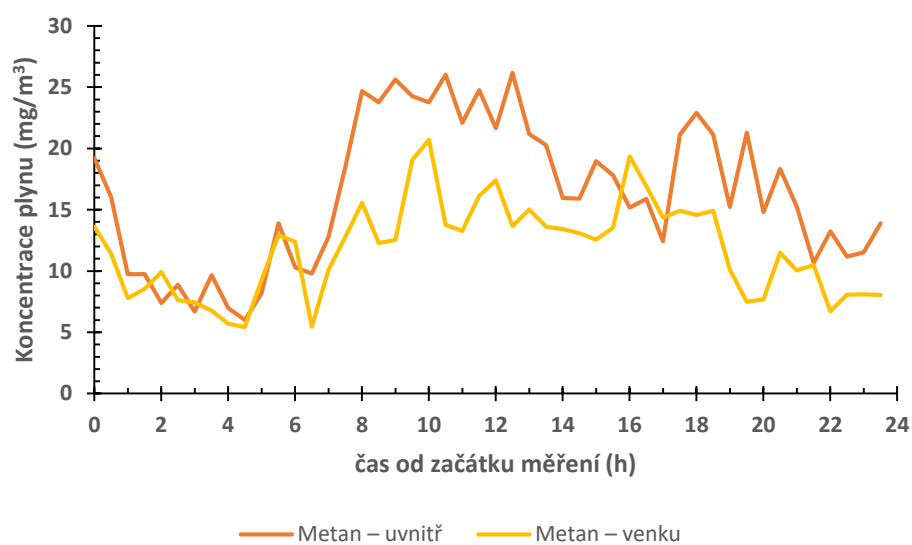
Počet kusů: 160 ks

Začátek měření: 09:40

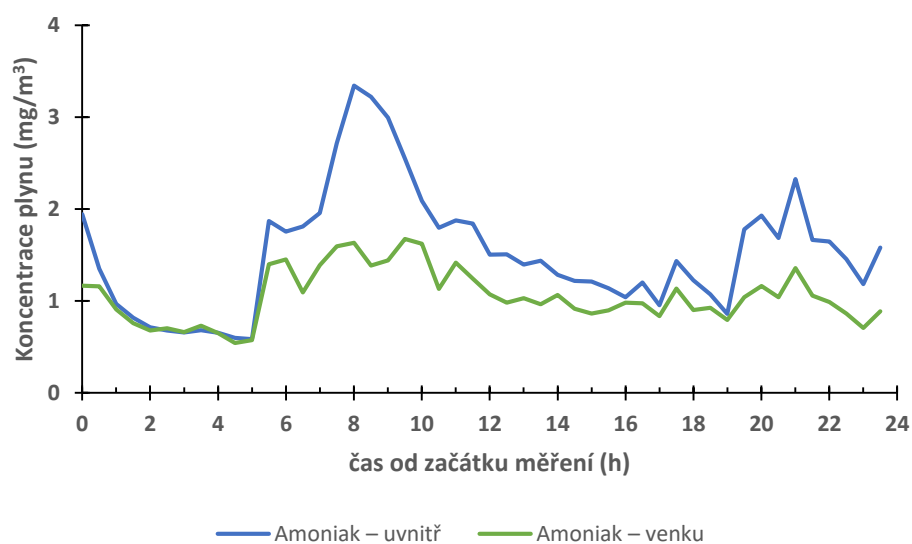
Průměrná vnitřní teplota: 12 °C

Emise amoniaku: $9,7 \pm 1,8 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $122 \pm 13 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.11: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



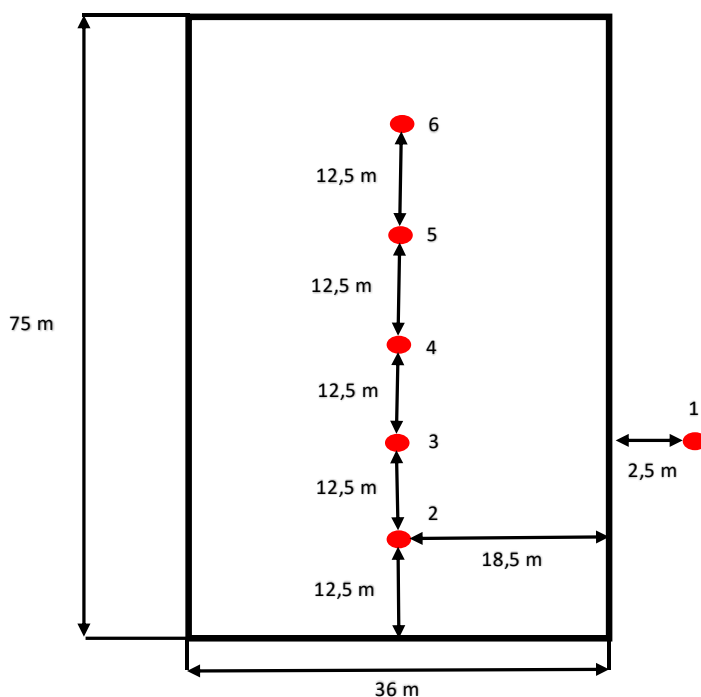
Obrázek 3.12: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

3.3 Objekt 3

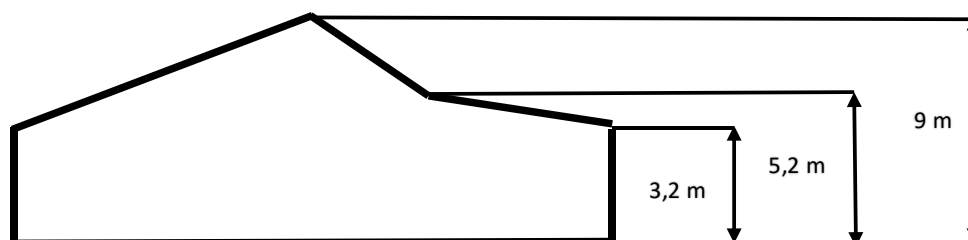
Charakteristika zařízení

Hala pro chov dojníc se nachází v Jihočeském kraji. Je to starší hala z cihlové konstrukce a bočními dřevo-kovovými přístavky. V hale jsou umístěné ventilátory, v době měření byly vypnuté. Ve štítu střechy je hřebenová větrací štěrbin. Hala je rozdělena na tři chovné sekce s pevnou podlahou, která je podestlána kejlovým separátem. Podestýlka se odklízí pomocí mobilních dopravních prostředků. Dojnice jsou dvakrát denně přeháněny na stacionární dojírnu.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito šest vzorkovacích sond, čísla 2 až 6, umístěných ve výšce 5 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2,5 m.



Obrázek 3.13: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



Obrázek 3.14: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat: dojnice

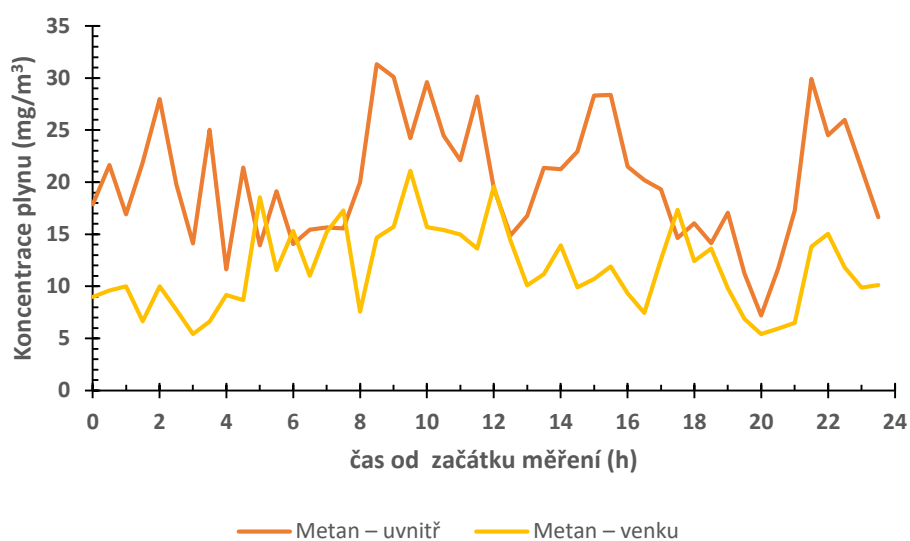
Počet kusů: 170 ks

Začátek měření: 09:27

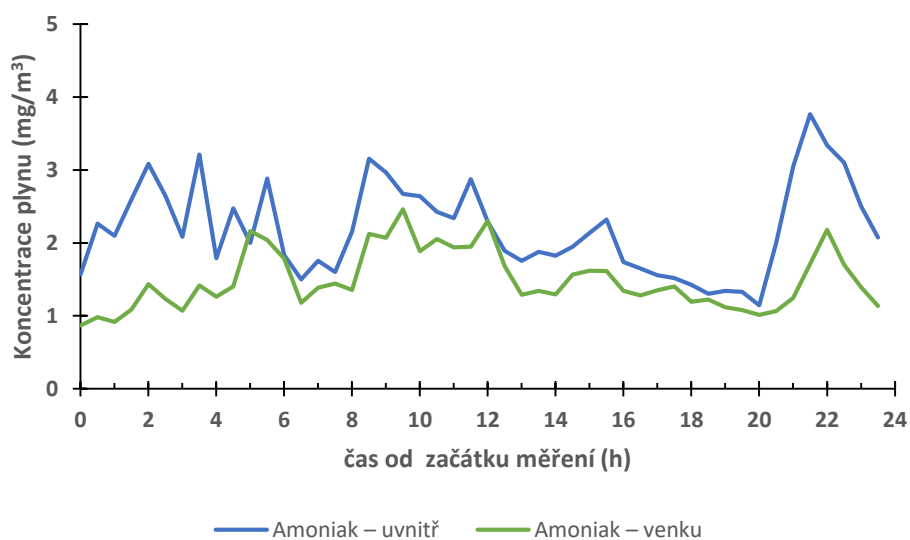
Průměrná vnitřní teplota: 15 °C

Emise amoniaku: $6,4 \pm 0,7 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $84 \pm 5 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.15: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.16: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: dojnice

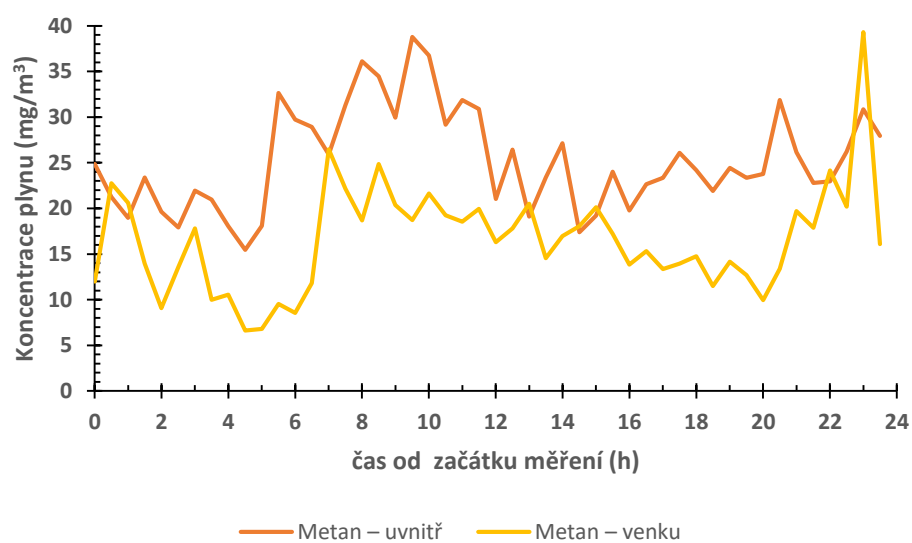
Počet kusů: 170 ks

Začátek měření: 09:13

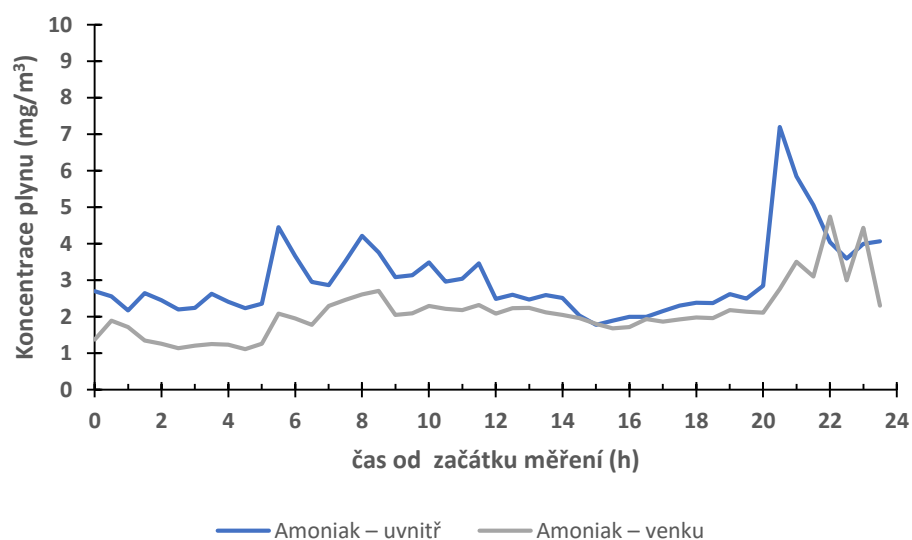
Průměrná vnitřní teplota: 16 °C

Emise amoniaku: $6,8 \pm 2,7 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $55 \pm 17 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.17: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.18: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 3

Kategorie zvířat: dojnice

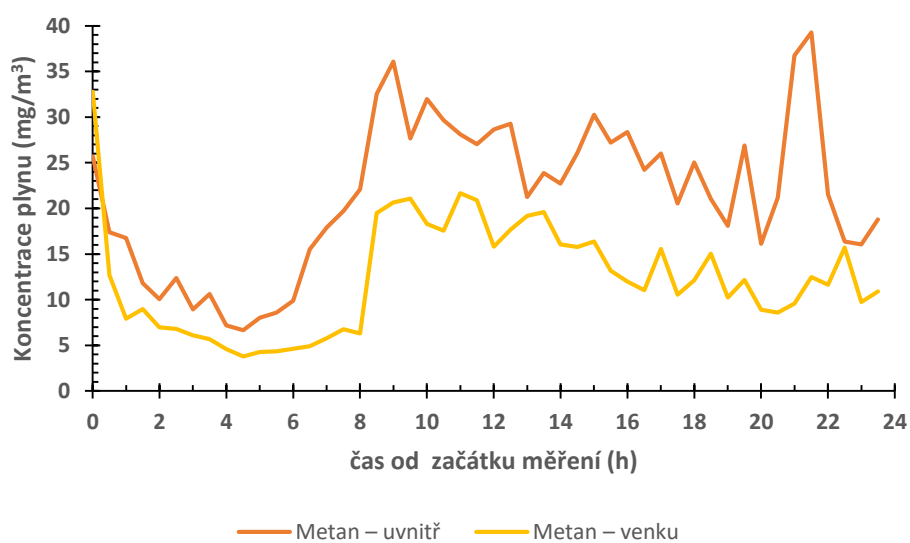
Počet kusů: 170 ks

Začátek měření: 09:40

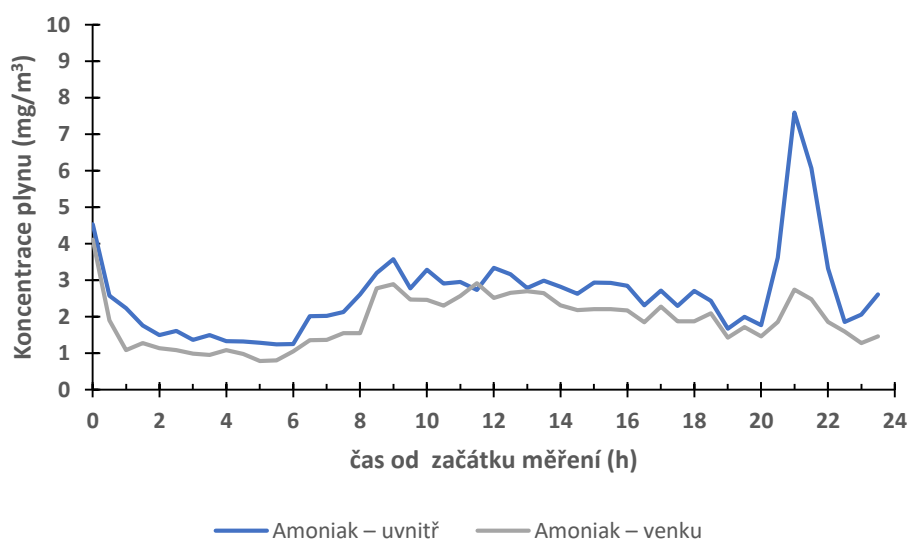
Průměrná vnitřní teplota: 18 °C

Emise amoniaku: $6,5 \pm 0,6 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $78 \pm 3 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.19: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

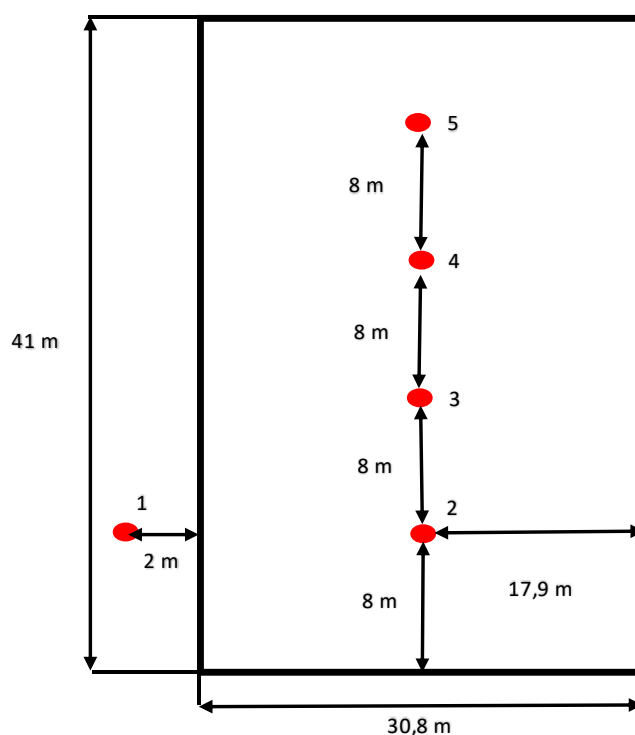


Obrázek 3.20: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

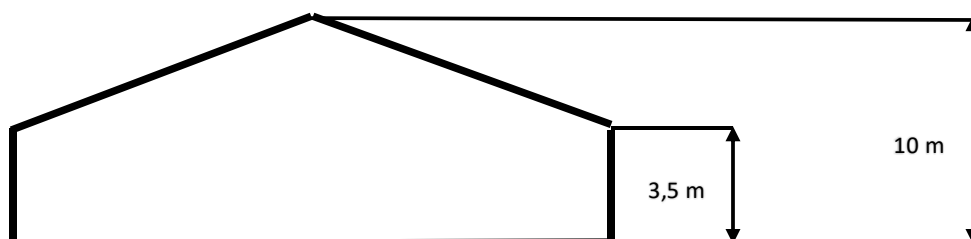
3.4 Objekt 4

Hala pro chov dojníc se nachází v Jihočeském kraji. Je to novější hala z železobetonové konstrukce, přední a zadní čelo a boční strany lze zakrýt stahovací roletou. V hale jsou umístěné ventilátory, v době měření byly vypnuté. Ve štítu střechy je hřebenová větrací štěrbin. Hala je rozdělena na dvě chovné sekce, s pevnou podlahou, která není podestlána. Exkrementy se odklízí pomocí mechanické šípové lopaty v přednastavených intervalech. V každé sekci je umístěn jeden dojící robot, který dojnice volně navštěvují.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito pět vzorkovacích sond, čísla 2 až 5, umístěných ve výšce 3,9 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2 m.



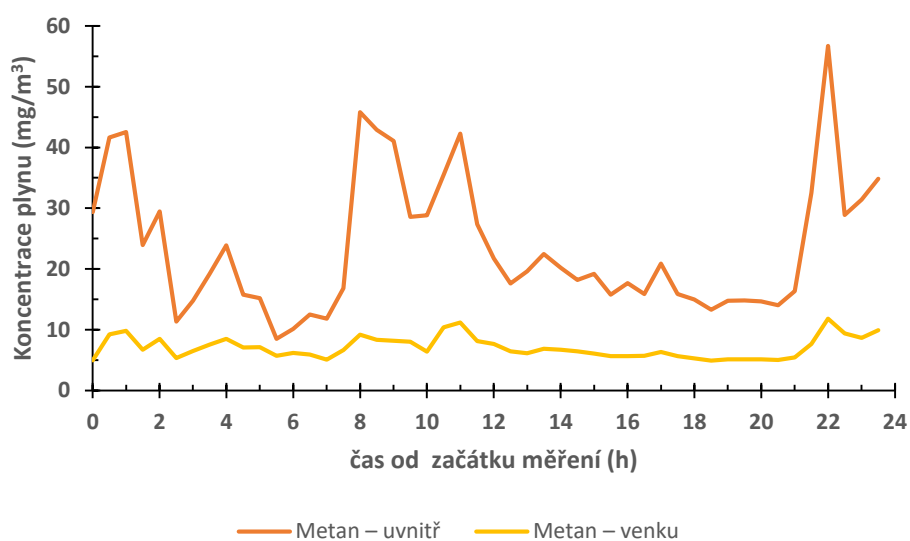
Obrázek 3.21: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



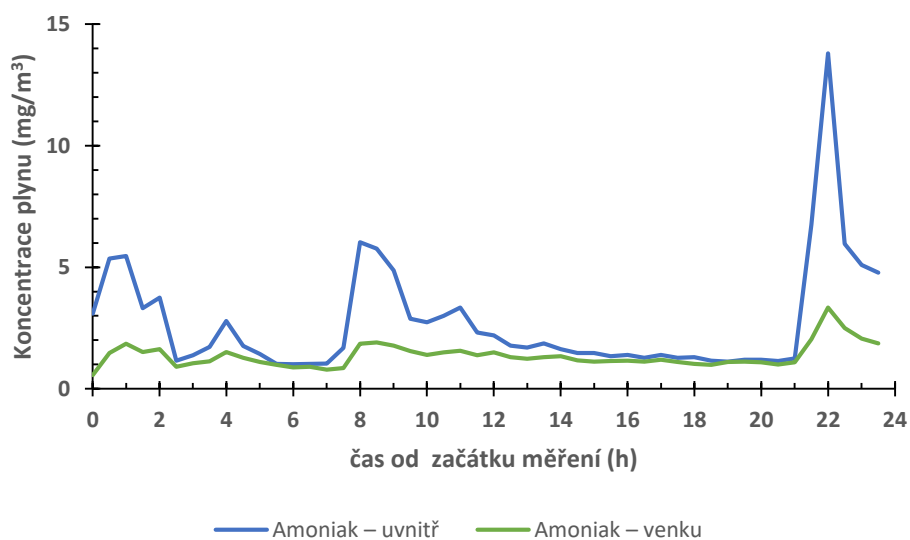
Obrázek 3.22: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat:	dojnice
Počet kusů:	130 ks
Začátek měření:	08:05
Průměrná vnitřní teplota:	14 °C
Emise amoniaku:	$5,5 \pm 0,6 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
Emise metanu:	$80 \pm 2 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.23: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.24: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: dojnice

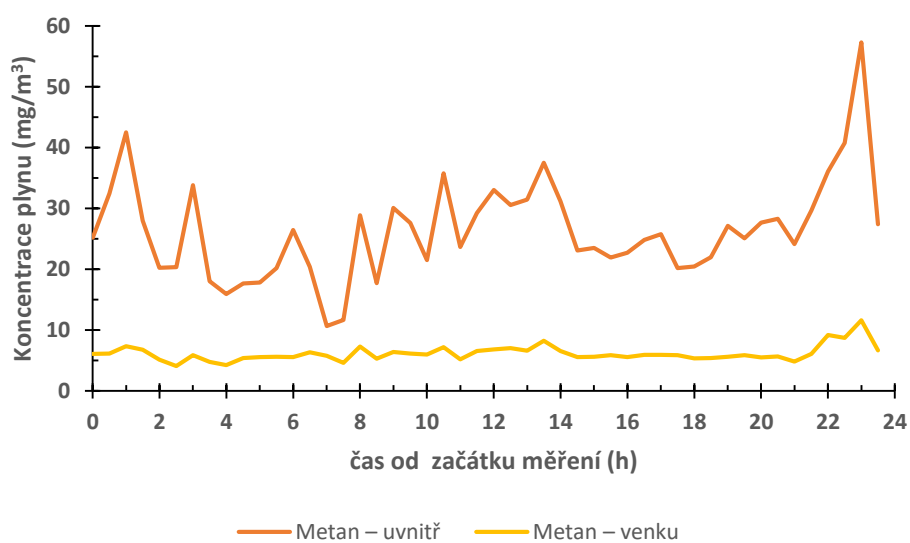
Počet kusů: 130 ks

Začátek měření: 08:21

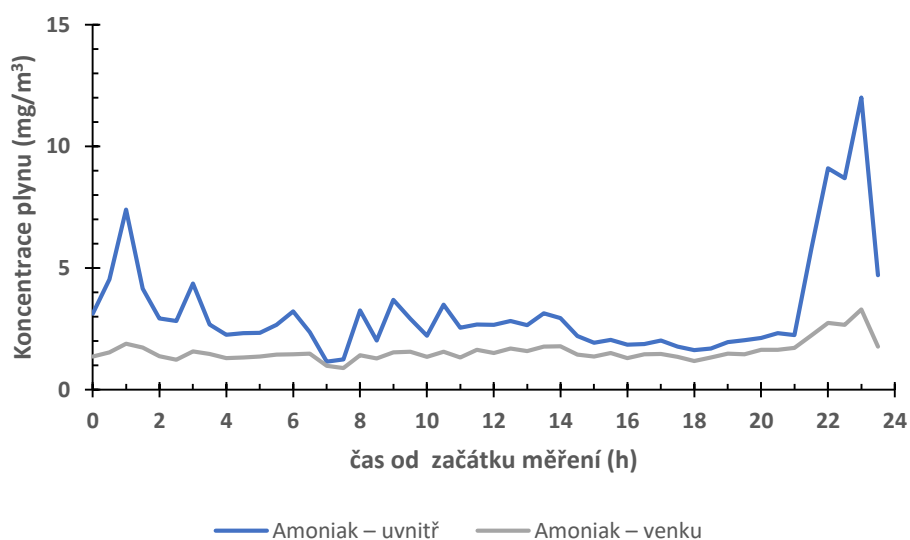
Průměrná vnitřní teplota: 14 °C

Emise amoniaku: $6,4 \pm 0,5 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $78 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.25: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

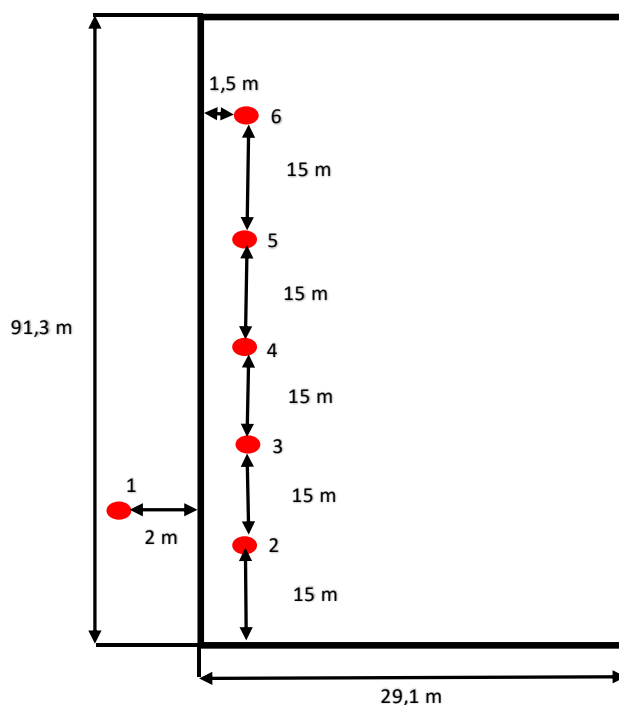


Obrázek 3.26: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

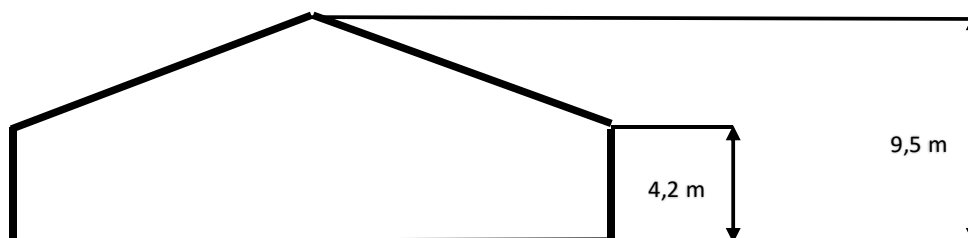
3.5 Objekt 5

Hala pro chov dojníc se nachází v Jihočeském kraji. Je to nová hala z železobetonové konstrukce, přední a zadní čelo a boční strany lze zakrýt stahovací roletou. V hale jsou umístěné ventilátory, v době měření byly vypnuté. Ve štítu střechy je hřebenová větrací štěrbina. Hala je rozdělena na dvě chovné sekce, s pevnou podlahou, která není podestlána. Exkrementy se odklízí pomocí mechanické šípové lopaty v přednastavených intervalech. V každé sekci jsou umístěny dva dojící roboty, které dojnice volně navštěvují.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito šest vzorkovacích sond, čísla 2 až 6, umístěných ve výšce 4,5 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2,5 m.



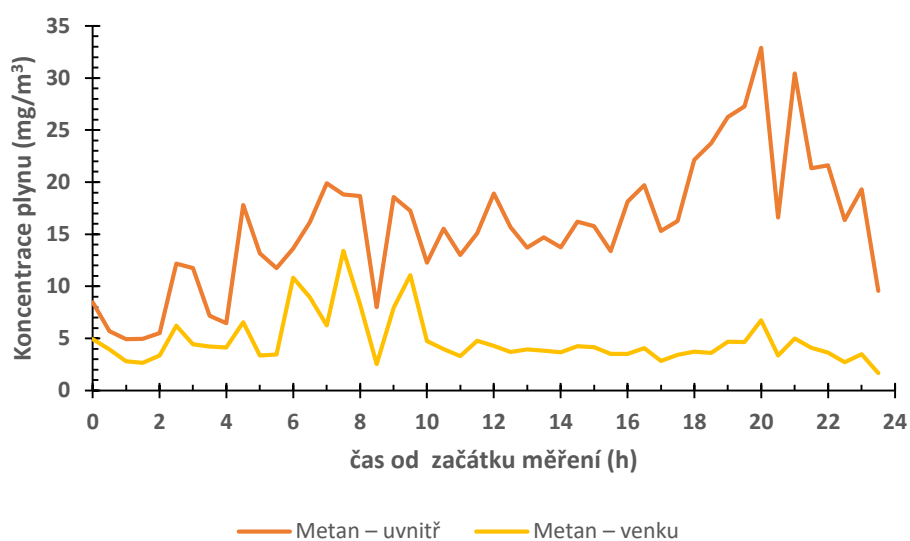
Obrázek 3.27: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



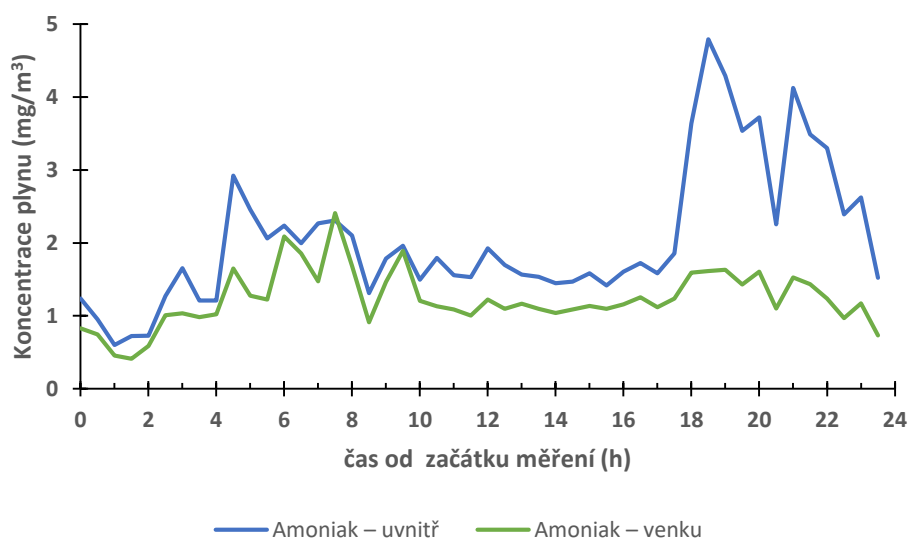
Obrázek 3.28: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat:	dojnice
Počet kusů:	212 ks
Začátek měření:	10:39
Průměrná vnitřní teplota:	10 °C
Emise amoniaku:	$5,8 \pm 0,4 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
Emise metanu:	$78 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.29: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.30: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: dojnice

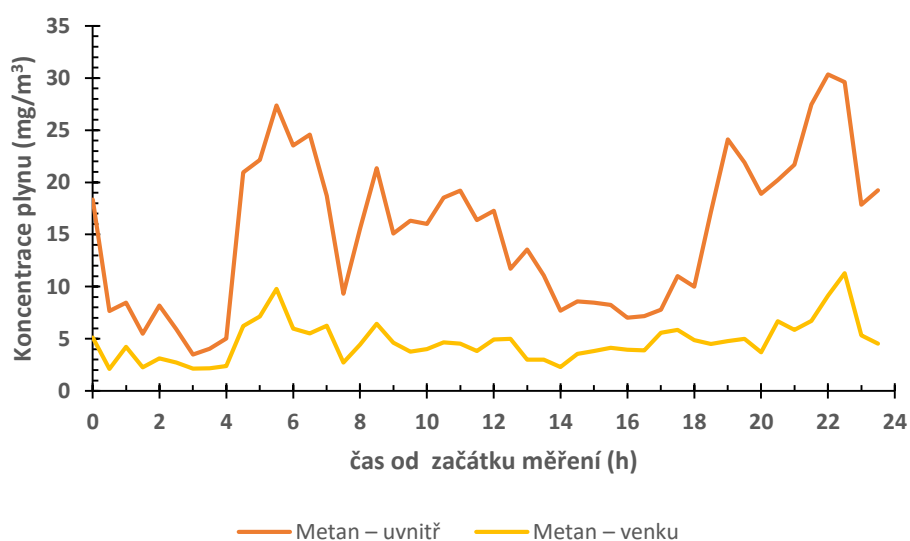
Počet kusů: 212 ks

Začátek měření: 10:25

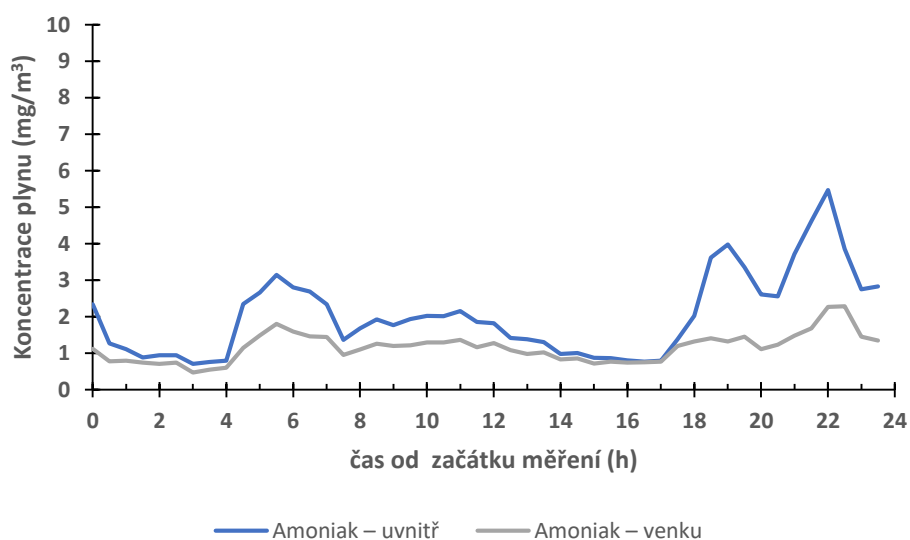
Průměrná vnitřní teplota: 11 °C

Emise amoniaku: $6,1 \pm 0,1 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $78 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.31: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.32: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 3

Kategorie zvířat: dojnice

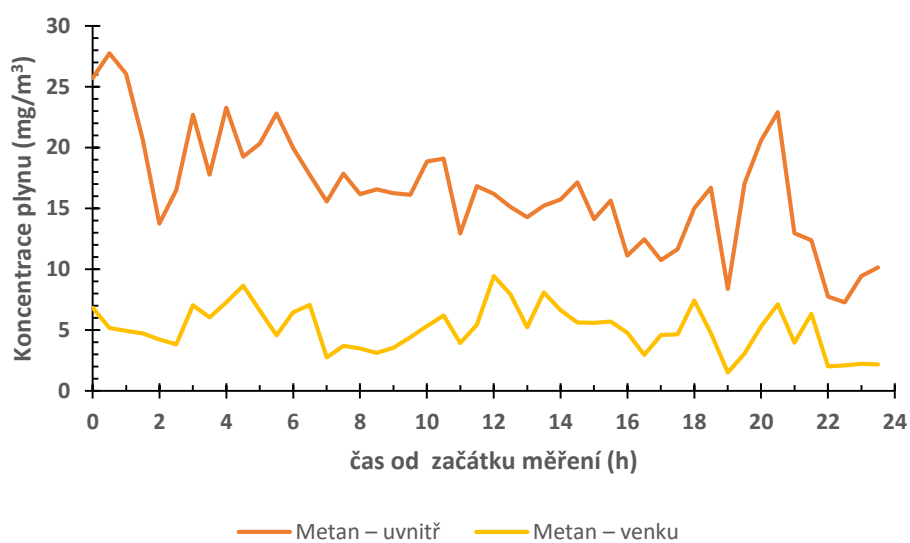
Počet kusů: 212 ks

Začátek měření: 10:28

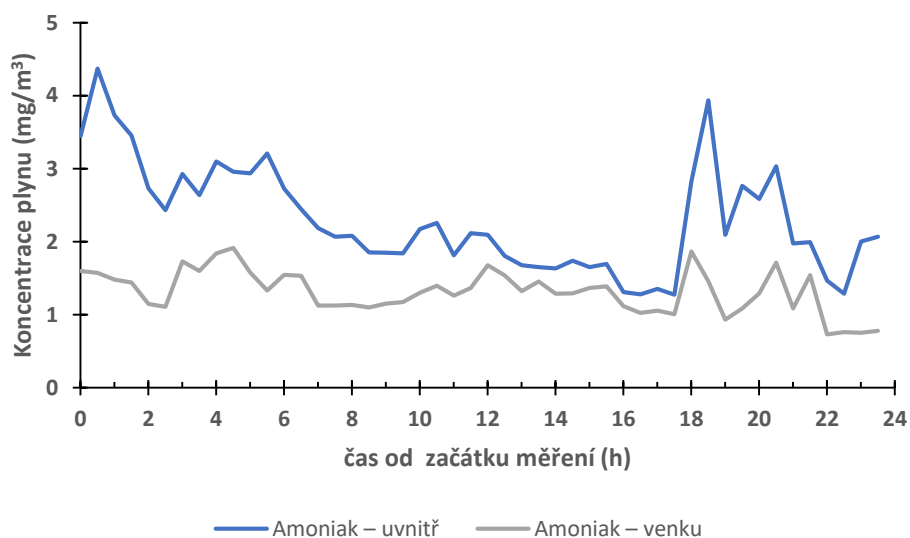
Průměrná vnitřní teplota: 10 °C

Emise amoniaku: $7,0 \pm 0,4 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $78 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.33: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.34: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 4

Kategorie zvířat: dojnice

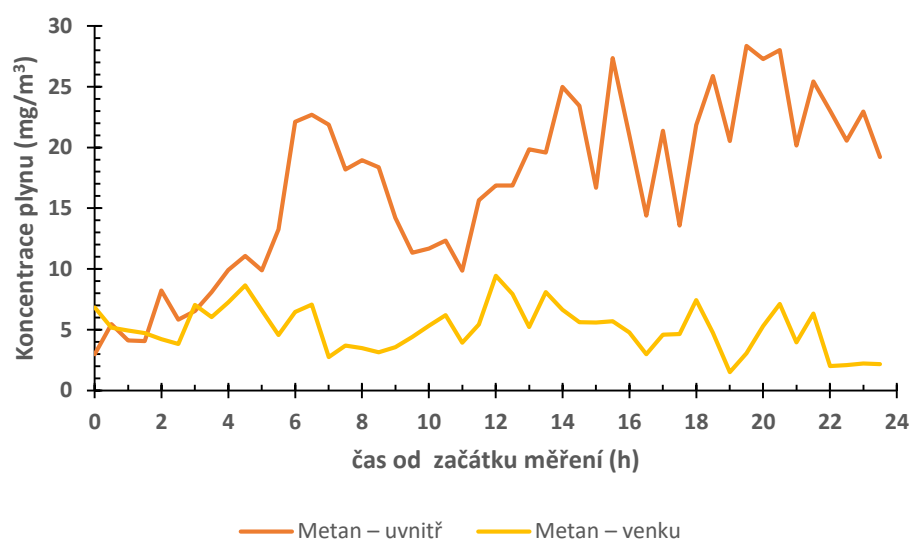
Počet kusů: 212 ks

Začátek měření: 10:05

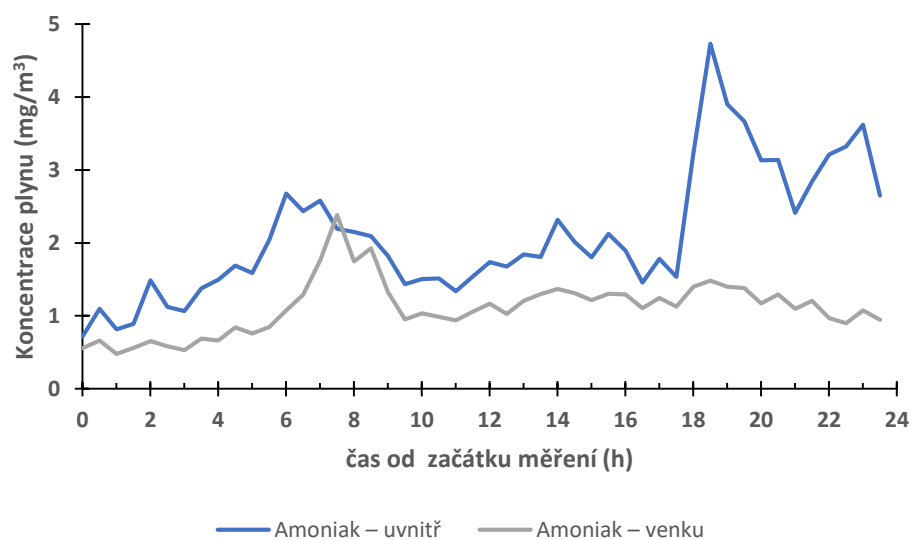
Průměrná vnitřní teplota: 8 °C

Emise amoniaku: $6,6 \pm 0,4 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $80 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.35: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.36: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 5

Kategorie zvířat: dojnice

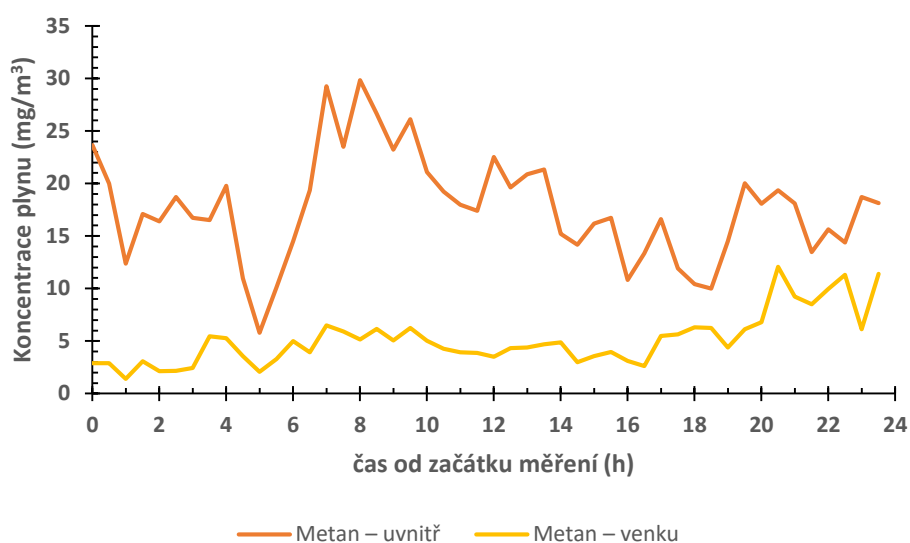
Počet kusů: 212 ks

Začátek měření: 09:35

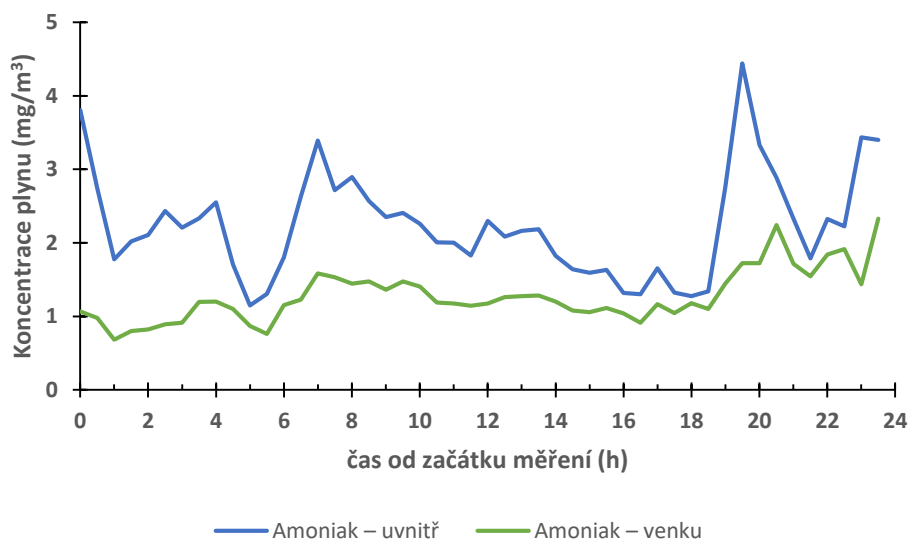
Průměrná vnitřní teplota: 8 °C

Emise amoniaku: $6,5 \pm 0,4 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $79 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.37: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

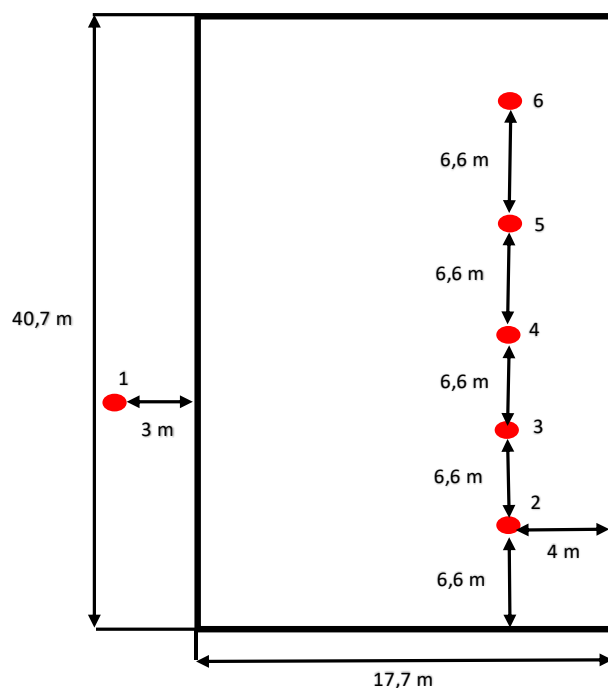


Obrázek 3.38: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

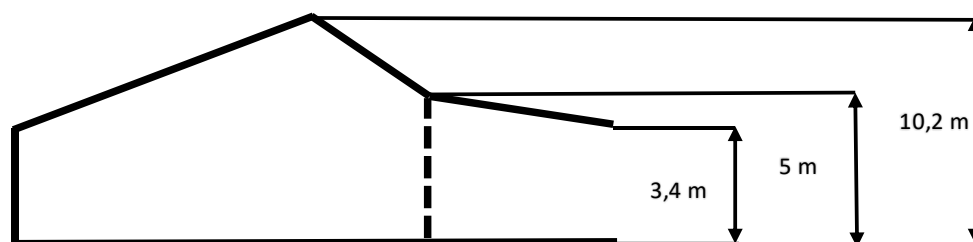
3.6 Objekt 6

Hala pro výkrm býků (6–12 měsíců) se nachází v Jihočeském kraji. Je to starší hala z železobetonové konstrukce. Hala je rozdělena na pět chovných sekcí s pevnou podlahou, která je podestlána hlubokou slaměnou podestýlkou, která se 1 x za 14 dní pomocí mobilního dopravního prostředku vystýlá.

Pro měření koncentrace plynů ve vnitřním prostředí stáje bylo využito šest vzorkovacích sond, čísla 2 až 6, umístěných ve výšce 3,4 m, jedna byla využita pro měření koncentrace plynů ve vnějším prostředí (sonda 1) a byla umístěna ve výšce 2 m.



Obrázek 3.39: Půdorys chovné haly s rozmístěním odběrových sond



Obrázek 3.40: Nárys chovné haly

Měření č. 1

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

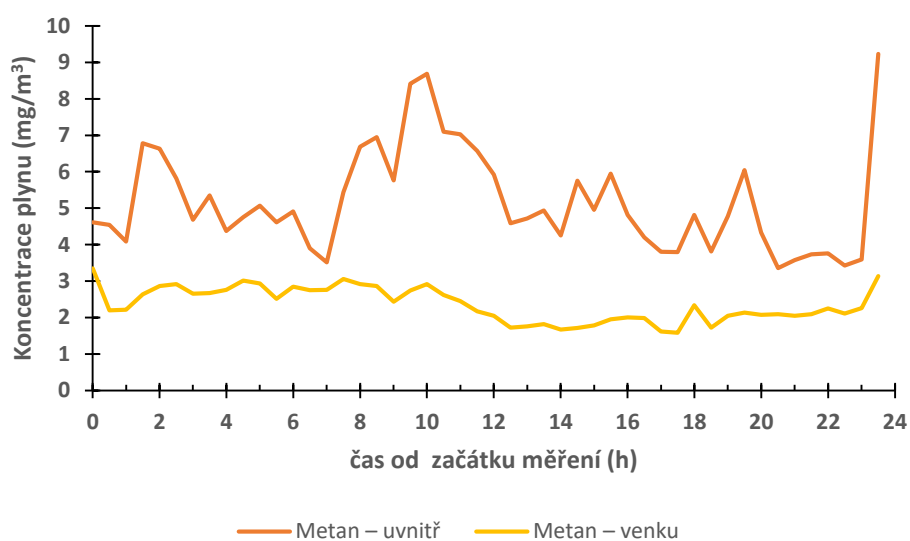
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 09:21

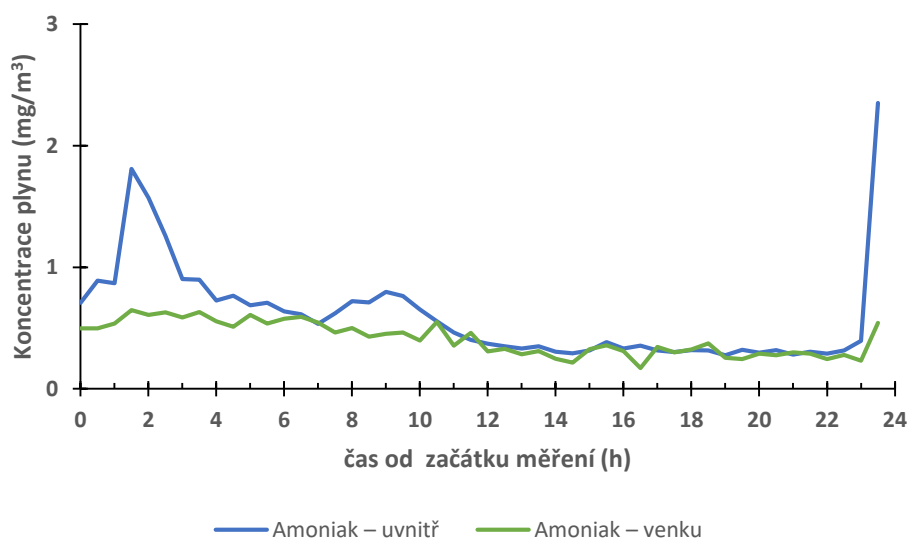
Průměrná vnitřní teplota: 14 °C

Emise amoniaku: $1,9 \pm 0,3 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $26 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.41: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.42: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 2

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

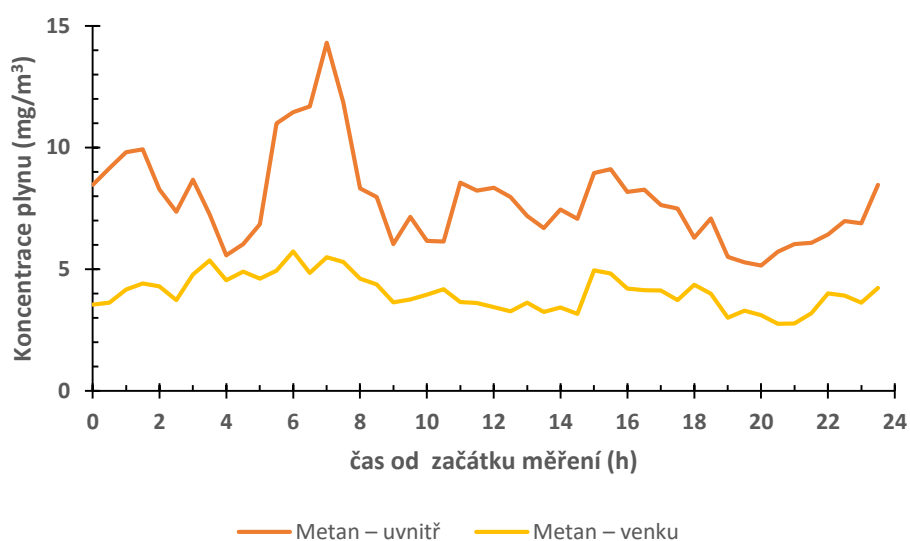
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 09:15

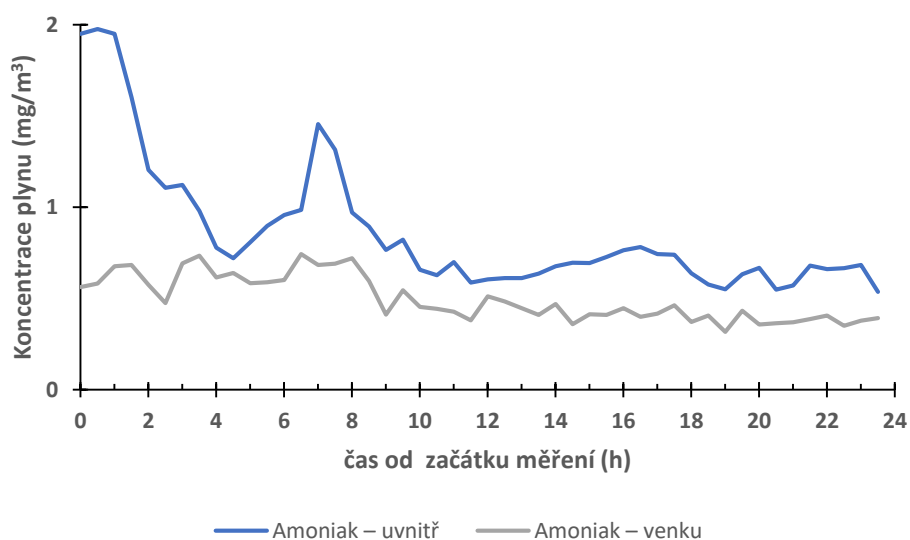
Průměrná vnitřní teplota: 14 °C

Emise amoniaku: $3,3 \pm 0,3 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $30 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



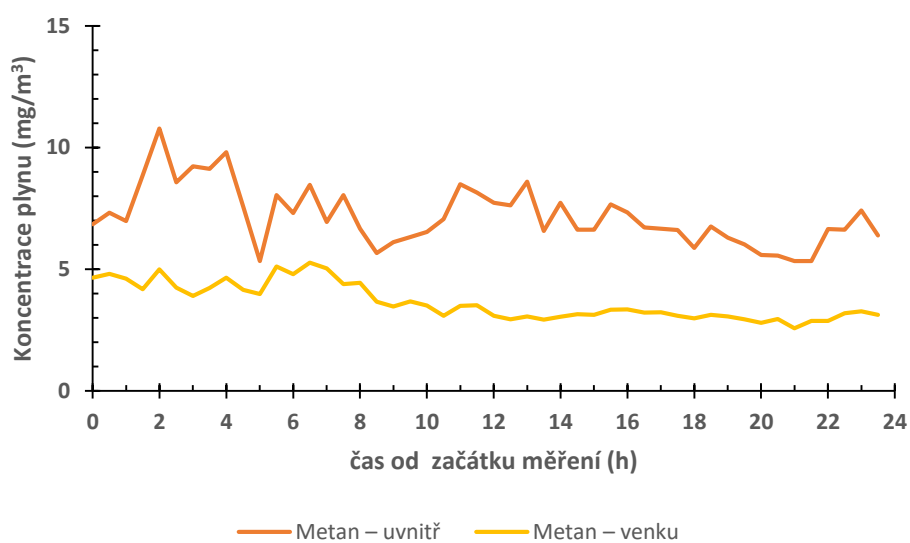
Obrázek 3.43: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



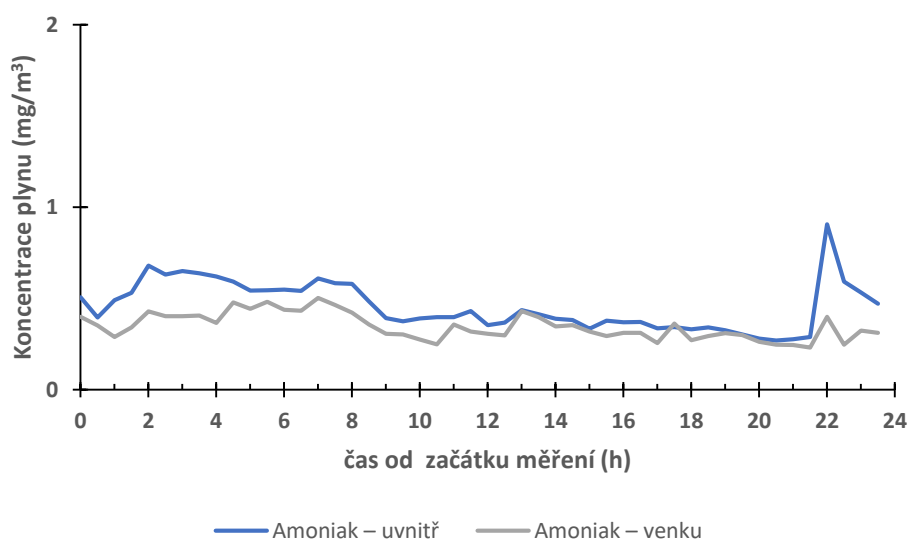
Obrázek 3.44: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 3

Kategorie zvířat:	býci (6–12 měsíců)
Počet kusů:	57 ks
Začátek měření:	09:32
Průměrná vnitřní teplota:	13 °C
Emise amoniaku:	$1,0 \pm 0,1 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
Emise metanu:	$27 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.45: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.46: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 4

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

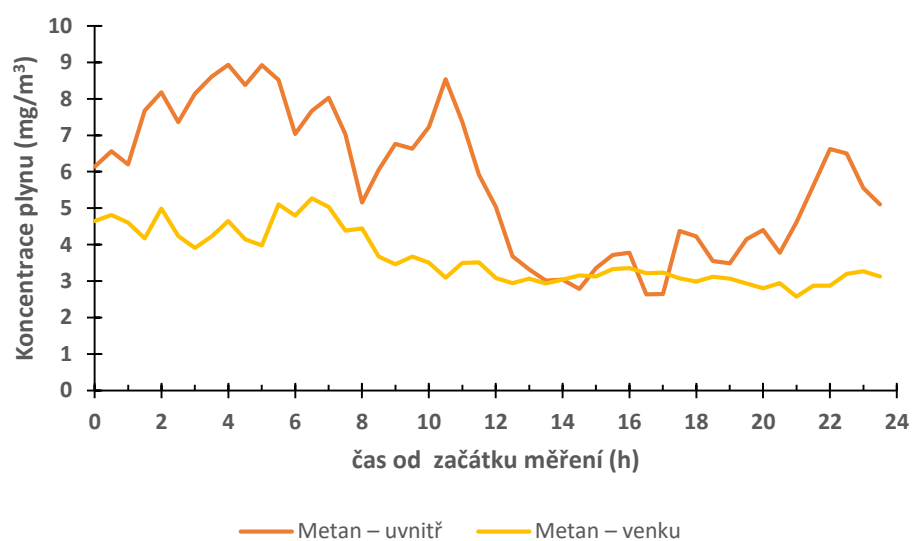
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 08:57

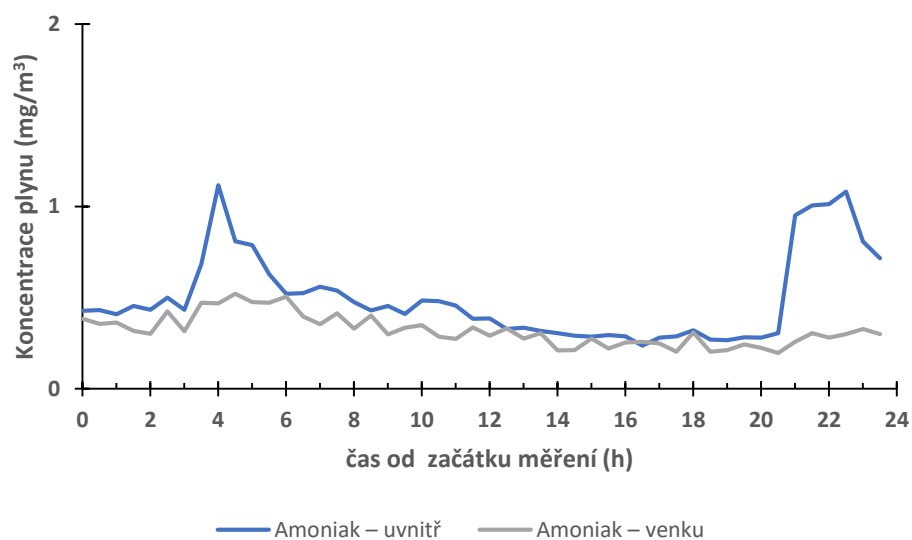
Průměrná vnitřní teplota: 12 °C

Emise amoniaku: $1,6 \pm 0,2 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $29 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.47: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.48: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 5

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

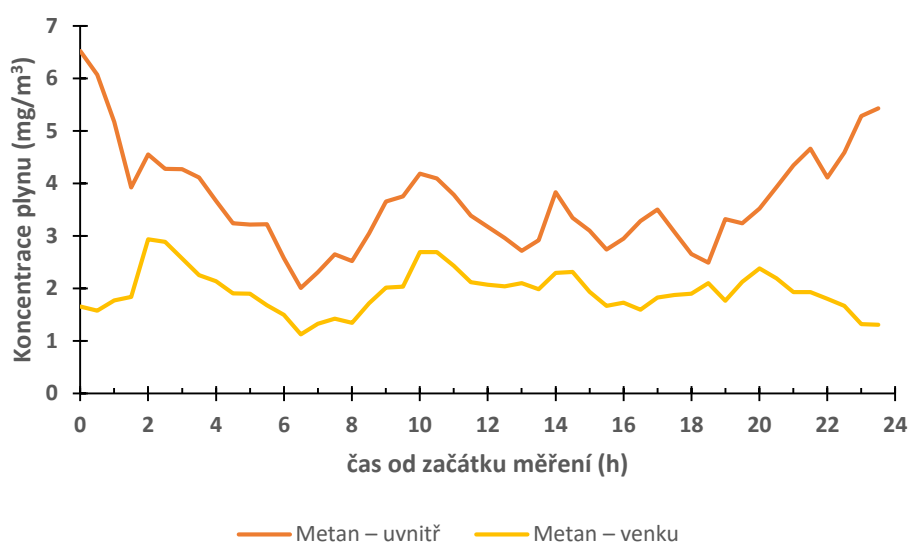
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 07:43

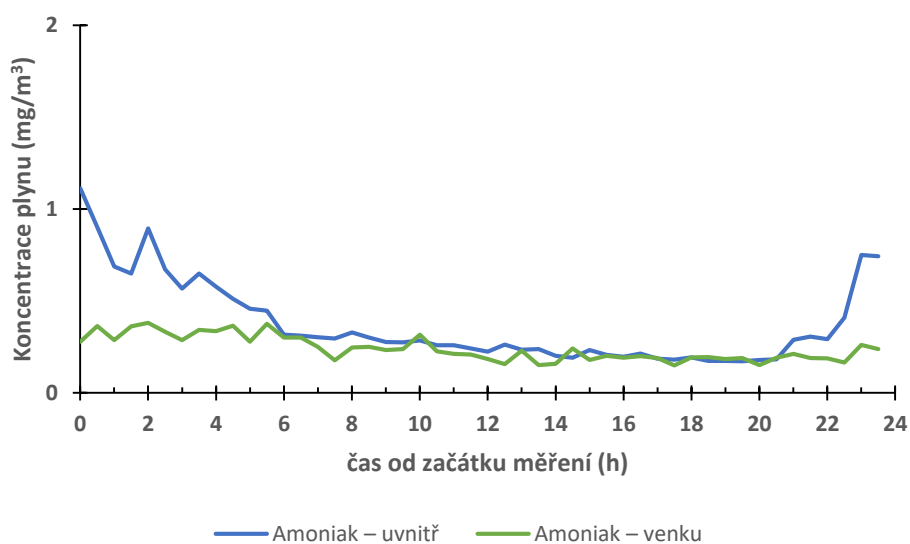
Průměrná vnitřní teplota: 10 °C

Emise amoniaku: $2,1 \pm 0,3 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $31 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.49: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.50: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 6

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

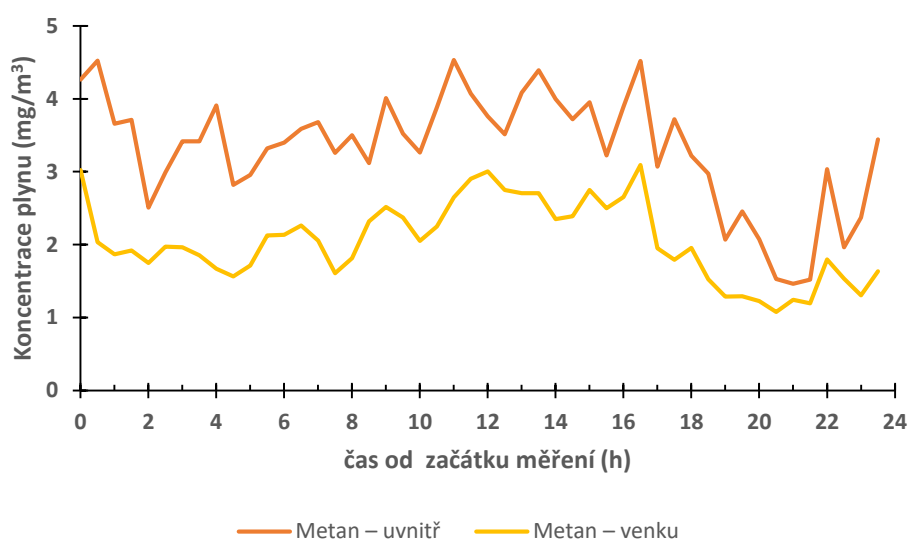
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 08:04

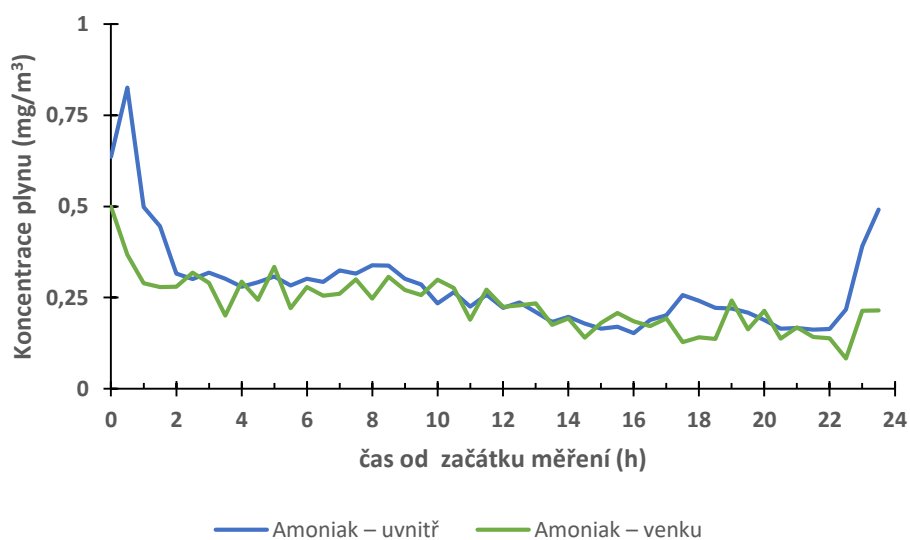
Průměrná vnitřní teplota: 9 °C

Emise amoniaku: $0,9 \pm 0,1 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $24 \pm 1 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



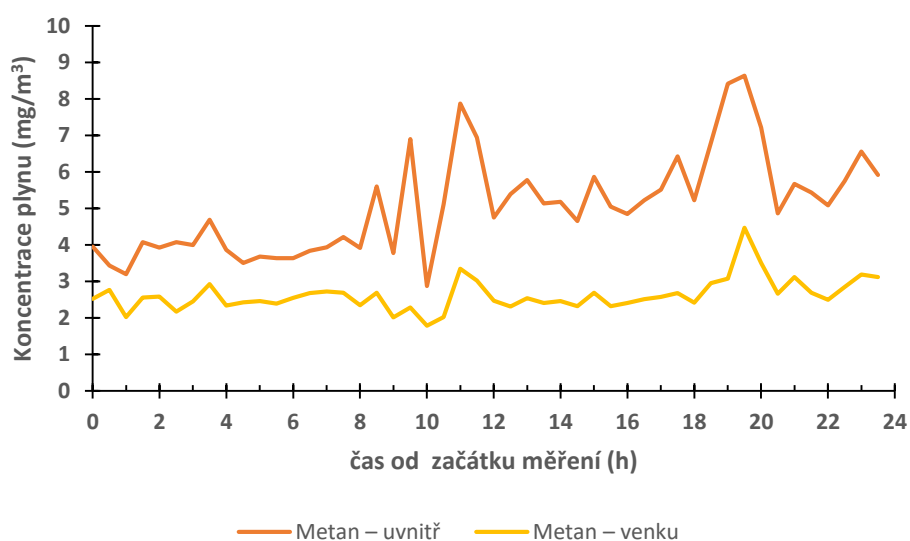
Obrázek 3.51: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



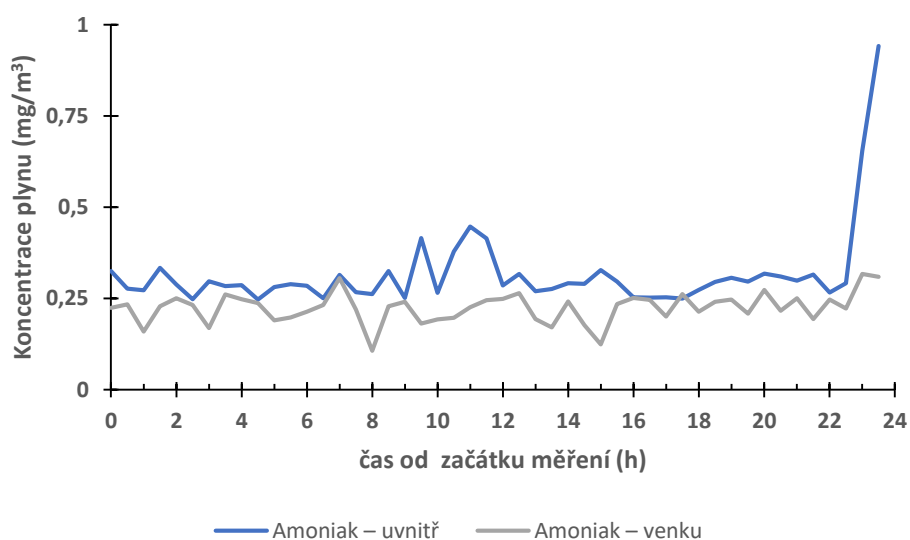
Obrázek 3.52: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 7

Kategorie zvířat:	býci (6–12 měsíců)
Počet kusů:	57 ks
Začátek měření:	08:15
Průměrná vnitřní teplota:	10°C
Emise amoniaku:	$0,9 \pm 0,1 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$
Emise metanu:	$22 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.53: Koncentrace CH_4 v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.54: Koncentrace NH_3 v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 8

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

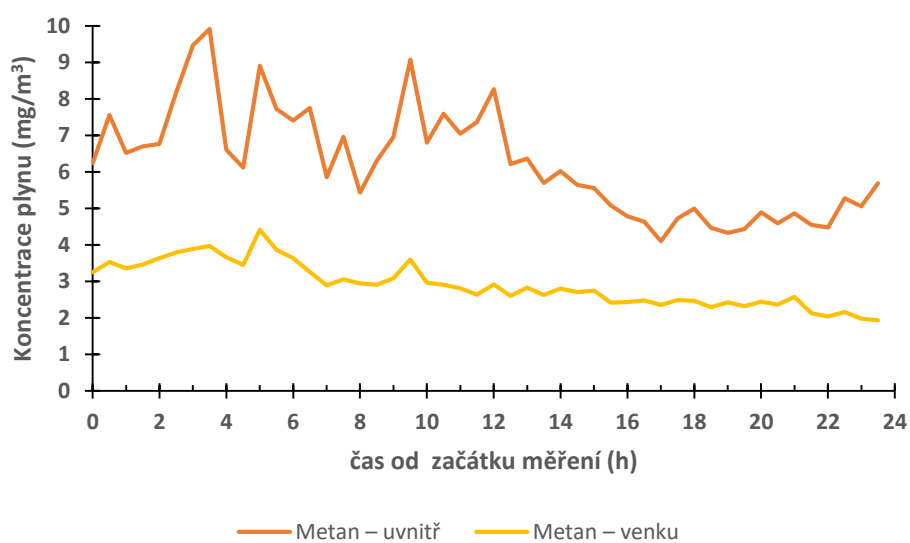
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 08:13

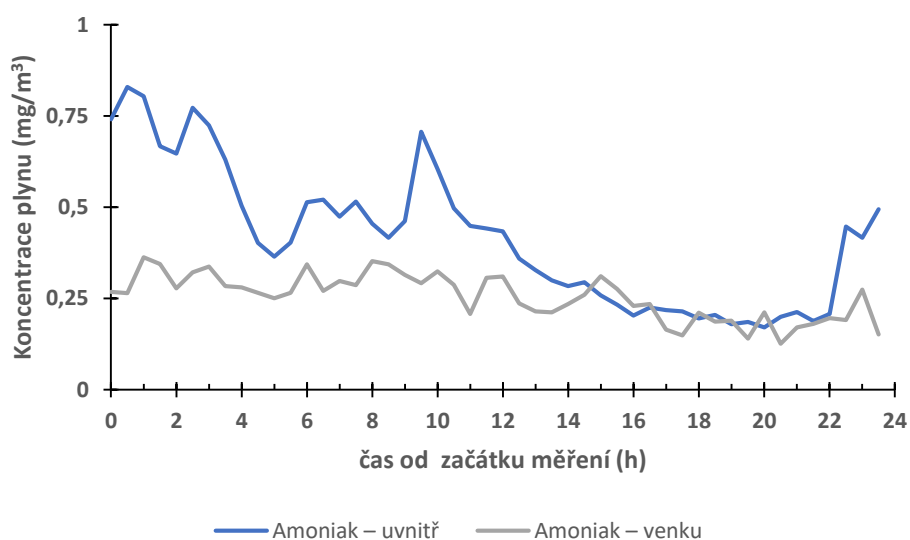
Průměrná vnitřní teplota: 1 2 °C

Emise amoniaku: $1,0 \pm 0,1 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $22 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.55: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.56: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

Měření č. 9

Kategorie zvířat: býci (6–12 měsíců)

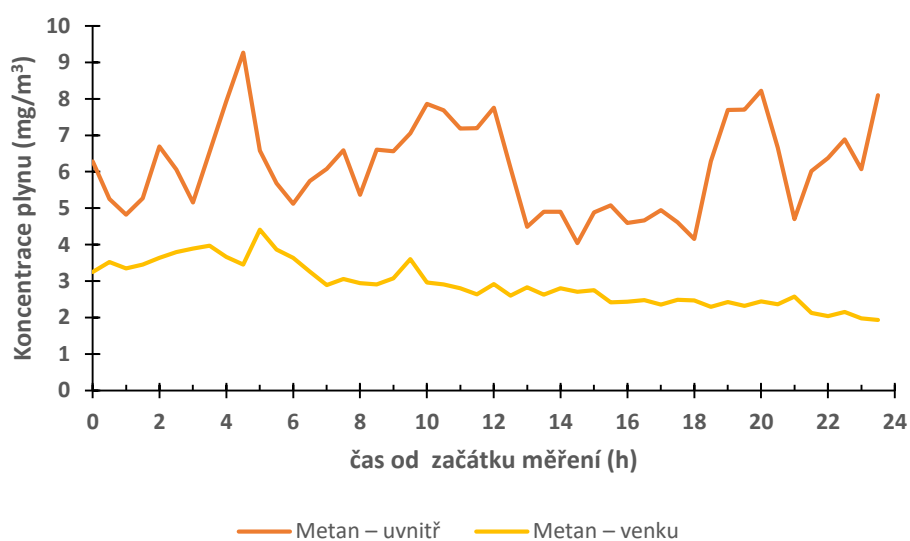
Počet kusů: 57 ks

Začátek měření: 08:06

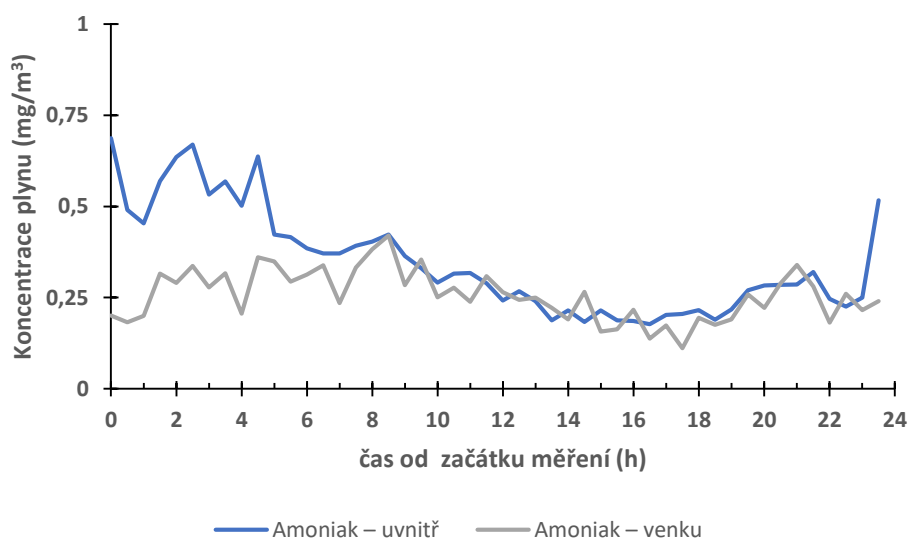
Průměrná vnitřní teplota: 13 °C

Emise amoniaku: $0,8 \pm 0,1 \text{ NH}_3 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$

Emise metanu: $25 \pm 0 \text{ kg CH}_4 \cdot \text{rok}^{-1} \cdot \text{ks}^{-1}$



Obrázek 3.57: Koncentrace CH₄ v průběhu měření (půlhodinové průměry)



Obrázek 3.58: Koncentrace NH₃ v průběhu měření (půlhodinové průměry)

4 Vyhodnocené výsledky a diskuse

Jedním z výstupů funkčního úkolu je porovnání výsledků experimentálních měření NH_3 a CH_4 v chovech skotu s faktorovým výpočtem. V tabulce 4.1 jsou uvedeny emisní faktory pro emise NH_3 z chovů skotu uvedené v příloze č. 1. Metodického pokynu odboru ochrany ovzduší (2012). Pro porovnání experimentálních měření jsou důležité emisní faktory, které reprezentují produkci NH_3 ze stáje. Jejich hodnota je $10 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro dojnice a $6 \text{ kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ pro ostatní kategorie skotu.

Tabulka 4.1: Emisní faktory pro emise NH_3 z chovů skotu

Kategorie zvířat	Emisní faktor ($\text{kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)				
	Stáj	Hnůj, podestýlka	Kejda, trus	Zapravení do půdy	Pastva
Dojnice	10,0	2,5	2,5	12,0	2,4
Telata, býci, jalovice, krávy BTPM*	6,0	1,7	2,5	6,0	1,8

* bez tržní produkce mléka

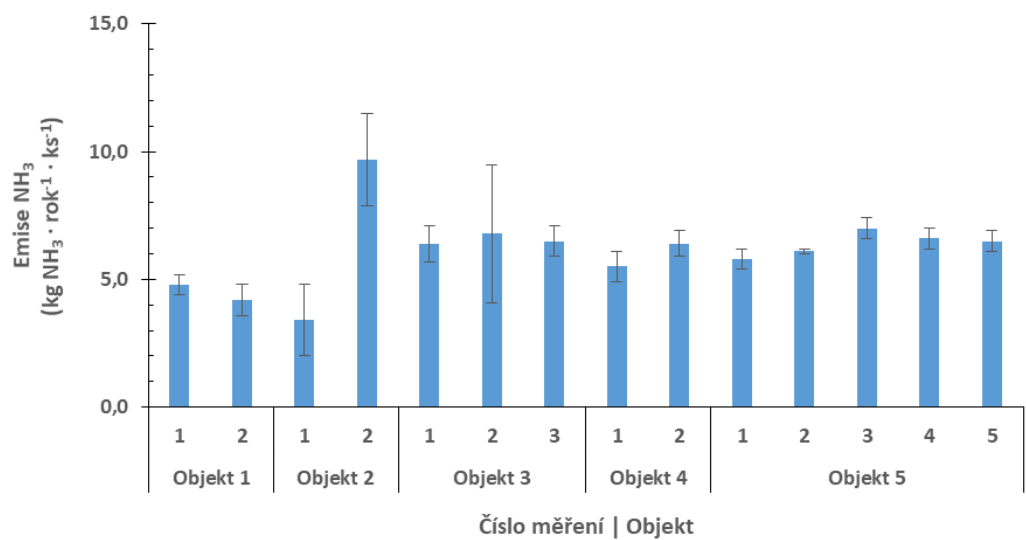
V tabulce 4.2 resp. 4.3 a na obrázcích 4.1, resp. 4.2 jsou uvedeny výsledné roční emise NH_3 z chovu dojníc a výkrmu býků stáří 6–12 měsíců.

Tabulka 4.2: Naměřené hodnoty emisí NH_3 v porovnání s emisním faktorem pro dojnice

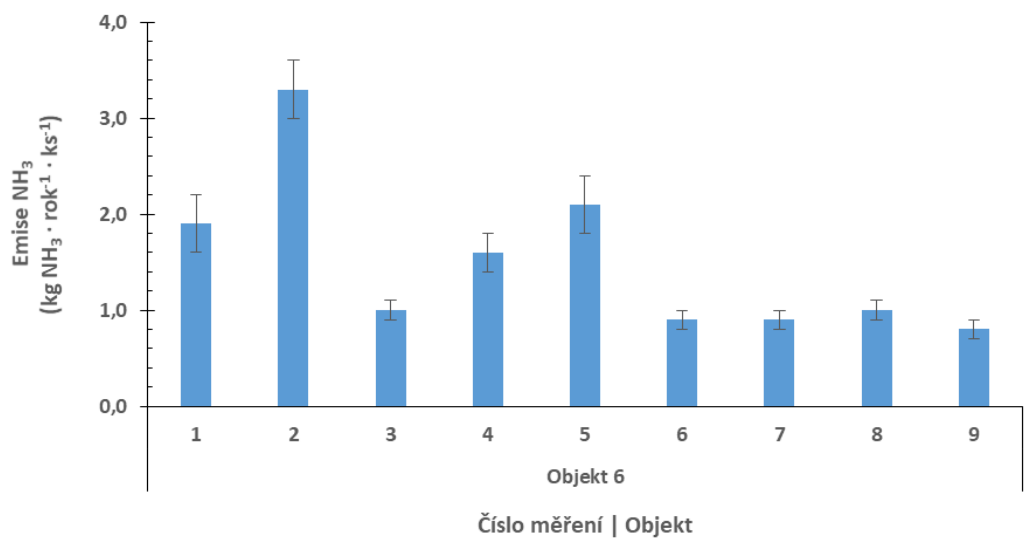
Objekt	Číslo měření	Naměřená emise ($\text{kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)	Emisní faktor ($\text{kg NH}_3 \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$)
Objekt 1	1	$4,8 \pm 0,4$	10
	2	$4,2 \pm 0,6$	
Objekt 2	1	$3,4 \pm 1,4$	
	2	$9,7 \pm 1,8$	
Objekt 3	1	$6,4 \pm 0,7$	
	2	$6,8 \pm 2,7$	
	3	$6,5 \pm 0,6$	
Objekt 4	1	$5,5 \pm 0,6$	
	2	$6,4 \pm 0,5$	
Objekt 5	1	$5,8 \pm 0,4$	
	2	$6,1 \pm 0,1$	
	3	$7,0 \pm 0,4$	
	4	$6,6 \pm 0,4$	
	5	$6,5 \pm 0,4$	

Tabulka 4.3: Naměřené hodnoty emisí NH3 v porovnání s emisním faktorem pro býky 6–12 měsíců

Objekt	Číslo měření	Naměřená emise (kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)	Emisní faktor (kg NH ₃ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)
Objekt 6	1	1,9 ± 0,3	6
	2	3,3 ± 0,3	
	3	1,0 ± 0,1	
	4	1,6 ± 0,2	
	5	2,1 ± 0,3	
	6	0,9 ± 0,1	
	7	0,9 ± 0,1	
	8	1,0 ± 0,1	
	9	0,8 ± 0,1	



Obrázek 4.2: Výsledné emise NH₃ z chovů dojnic



Obrázek 4.1: Výsledné emise NH₃ z výkrmu býků stáří 6–12 měsíců

Emise CH₄ vznikají v chovech skotu zejména enterickou fermentací přijímané potravy, při níž jsou sacharidy rozkládány mikroorganismy. Množství takto uvolňovaného CH₄ závisí na stáří a hmotnosti zvířete, kvalitě a množství zkonsumovaného krmiva, užitkovosti a aktivitě zvířat, ustájení, apod. Dále vzniká rozkladem (anarobními procesy) exkrementů (chlévká mrva). Pro výpočet emisí CH₄ se využívá emisní faktor, který se stanoví podle metodiky Tier 2 uvedené v IPPC Guidelines (2006). Metoda Tier 2 byla upravena o národní specifické údaje, které jsou uvedeny v Invertizaci emisí skleníkových plynů v České Republice ČHMÚ (1999). Emisní faktor (EF) v kg CH₄ · ks⁻¹ · rok⁻¹ se vypočte ze vzorce:

$$EF = \frac{GE \times Y_m \times 365}{55,56}, \quad (3.1)$$

kde *GE* (gross energy intake) je hrubý energetický příjem v (MJ · ks⁻¹ · den⁻¹), *Y_m* je faktor konverze CH₄, který se pro skot udává 0,065. Konstanta 55,56 (MJ · kg CH₄⁻¹) je energetický obsah CH₄ v krmivu. Uvedený výpočet se využívá pro stanovené kategorie skotu:

- telata mladší 6 měsíců,
- mladý skot ve věku 6–12 měsíců (mladí býci a jalovice),
- býci 1–2 roky,
- býci starší než 2 roky,
- jalovice ve věku 1–2 roky,
- jalovice starší než 2 roky,
- krávy (dojnice/bez tržní produkce mléka).

Národní specifické údaje byly postupně upravovány na základě studií Kolář a kol. (2004), Hons a Mudřík (2003), Mudřík a Havránek (2006), Kvapilík (2017) a výstupů odborníků z České Zemědělské Univerzity v Praze z let 2006–2011. Jedná se zejména o výpočet *GE* (hrubý energetický příjem) z národních zootechnických vstupů (hmotnost, přírůstek, produkce mléka, jeho kvalita, ustájení, aktivita zvířat atd.). V tabulce 4.4 jsou uvedeny emisní faktory pro emise CH₄ z chovů skotu, které byly uvedeny v National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic z roku 2022.

Tabulka 4.4: Emisní faktory pro emise CH₄ z enterické fermentace z chovů skotu

Kategorie zvířat	EF (kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)
Dojnice	159,45
Kráva BTPM*	94,78
Jalovice starší než 2 roky	51,92
Býci starší než 2 roky	72,53
Jalovice 1–2 roky	78,61
Býk 1–2 roky	81,32
Jalovice 6–12 měsíců	47,22
Býk 6–12 měsíců	57,63
Telata mladší 6 měsíců	5,52–5,57

*bez tržní produkce mléka

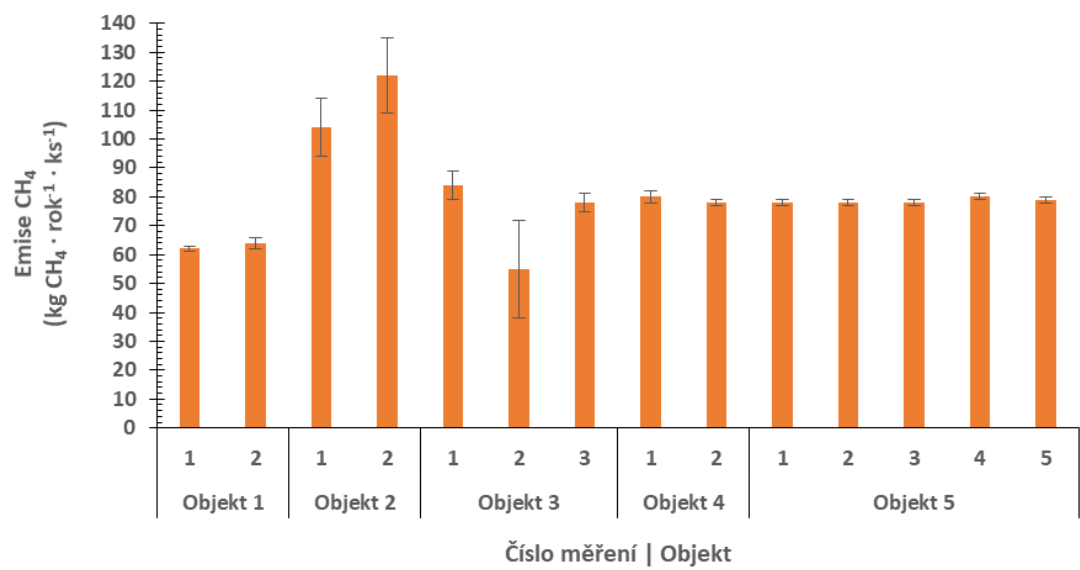
V tabulce 4.5, resp. 4.6 a na obrázku 4.3, resp. 4.4 jsou uvedeny výsledné roční emise CH₄ z chovu dojnic a výkrmu býků stáří 6–12 měsíců.

Tabulka 4.5: Naměřené hodnoty emisí CH₄ v porovnání s emisním faktorem pro dojnice

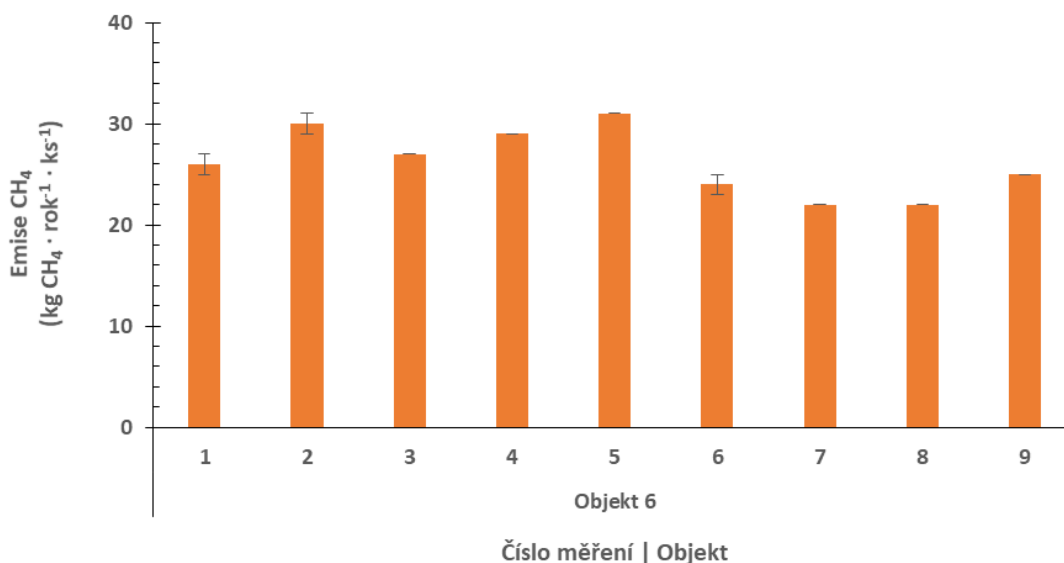
Objekt	Číslo měření	Stanovená emise (kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)	Emisní faktor (kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)
Objekt 1	1	62 ± 1	159,45
	2	64 ± 2	
Objekt 2	1	104 ± 10	
	2	122 ± 13	
Objekt 3	1	84 ± 5	
	2	55 ± 17	
	3	78 ± 3	
Objekt 4	1	80 ± 2	
	2	78 ± 1	
Objekt 5	1	78 ± 1	
	2	78 ± 1	
	3	78 ± 1	
	4	80 ± 1	
	5	79 ± 1	

Tabulka 4.6: Naměřené hodnoty emisí CH₄ v porovnání s emisním faktorem pro býky 6–12 měsíců

Objekt	Číslo měření	Stanovená emise (kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)	Emisní faktor (kg CH ₄ · ks ⁻¹ · rok ⁻¹)
Objekt 6	1	26 ± 1	57,63
	2	30 ± 1	
	3	27 ± 0	
	4	29 ± 0	
	5	31 ± 0	
	6	24 ± 1	
	7	22 ± 0	
	8	22 ± 0	
	9	25 ± 0	



Obrázek 4.3: Výsledné emise CH₄ z chovů dojnic



Obrázek 4.4: Výsledné emise CH₄ z výkrmu býků stáří 6–12 měsíců

Z experimentálních měření je patrné, že autoři se pokaždé neřídili obecnou metodikou při umísťování vzorkovacích senzorů pro měření koncentrace sledovaných plynů. Bylo to dáno především z důvodu rozdílného konstrukčního provedení a umístění jednotlivých chovných hal.

Zdroje

ČHMÚ (1999). *Invertizace emisí skleníkových plynů v České Republice v roce 1999*.

Dostupné na:

<https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/NIR/zpravagh99.pdf>

Hons a Mudřík (2003). *Czech country-specific data for estimation of methane emissions from enteric fermentation of cattle*. AGROBIO report for CHMI, Prague.

IPPC Guidelines (2006). *IPPC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*.

Dostupné na: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/pdf/4_Volume4/V4_10_Ch10_Livestock.pdf

Kolář a kol. (2004). *Recalculation of emission series of methane from enteric fermentation of cattle*. Report of CHMI, Prague.

Kvapilík J. (2017). *Annual report – Yearbook of cattle breeding in the Czech Republic in 2017*. Praha.

Metodický pokyn MŽP (2012) Ministerstva životního prostředí odboru ochrany ovzduší k zařazování chovů hospodářských zvířat podle zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, k výpočtu emisí znečišťujících látek z těchto stacionárních zdrojů a k seznamu technologií snižujících emise z těchto stacionárních zdrojů. Dostupné na:

[https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zemedelstvi/\\$FILE/000-MP_chovy-20190708.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zemedelstvi/$FILE/000-MP_chovy-20190708.pdf)

Mudřík a Havránek (2006). *Czech country-specific data for estimation of methane emissions from enteric fermentation of cattle- updated data.*

NIR (2022). *National Greenhouse Gas Inventory Report of the Czech Republic z roku 2022.* Dostupné na: https://www.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/oez/nis/NIR/CZE_NIR-2022_2020_UNFCCC_complete_ISBN.pdf

Závěr

V roce 2022 bylo realizováno celkem 23 měření emisí NH_3 a CH_4 v chovech skotu (14x dojnice, 9x býci 6–12 měsíců). Na základě naměřených hodnot byly vypočteny výrobní měrné emise v $\text{kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$, které byly porovnány se stanovenými emisními faktory. Ze souhrnných tabulek a grafů vyplývá, že naměřené roční emise nepřesahují stanovené emisní limity. To může být způsobeno počtem a rozložením provedených měření.

Dle obecných metodik se doporučuje provést v jednom chovu během roku šest monitorování (jednou za dva měsíce), aby byl eliminován vliv klimatických a mikroklimatických podmínek ve stáji. Funkční úkol byl směřován do přechodného období mezi létem a zimou. Dalším aspektem při měření koncentrací NH_3 v chovech s přirozenou ventilací je zatížení blízkého okolí chovu zvýšenou koncentrací NH_3 v jeho imisním pozadí. To je zřejmé zejména v provozech, kde je více hal vedle sebe, ve stlaných provozech s umístěním hnojišť v blízkosti chovných hal, či používáním nezakrytých kejdomých jímek. Pokud by byla stanovována jednotná metodika pro měření emisí z chovu skotu, je stanovení koncentrace plynu ve vnějším prostředí slabým článkem, na který bude potřeba se zaměřit. Alternativně se nabízí například varianta, kdy bude použita hodnota koncentrace plynu velmi daleko od chovu skotu, která bude využívána pro všechna měření jako hodnota referenční. I tento postup má řadu úskalí, zároveň existuje potenciální riziko zvýšení vypočtených hodnot měrné emise.

Rozdíly jsou obecně i mezi jednotlivými měřeními. Je to dáno zejména tím, že řešitelé prováděli měření v chovech s rozdílnými technologiemi, aby udělali porovnání širšího spektra chovných podmínek. Při měření emisí v chovu býků byl například využíván ionizátor vzduchu, který je zaváděn jako technologie snižující emise NH_3 .

Na základě hodnot stanovených experimentálním měřením podle metodik publikovaných v odborných časopisech (a při respektování slabých stránek těchto metodik v průběhu měření) nebylo ve sledovaných chovech pozorováno překročení emisního faktoru stanoveného pro příslušnou kategorii hospodářských zvířat.