

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 – Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Vedoucí katedry: doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

Diplomová práce

Porovnání koncentrace tuhých znečišťujících látek uvnitř stáje
v rozdílných technologiích velkochovů drůbeže

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Ivo Celjak CSc.

Autor diplomové práce:

Bc. Jan Šonka

České Budějovice, 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Jan ŠONKA**
Osobní číslo: **Z17111**
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**
Název tématu: **Porovnání koncentrace tuhých znečišťujících látek uvnitř stáje v rozdílných technologiích velkochovů drůbeže**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky**

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

Cíl práce:

Cílem práce je provést měření koncentrace prachových částic PM_{10} emitovaných drůbeží ve vybraných objektech chovu drůbeže s rozdílnou technologií ustájení.

Metodický postup:

1. Studium literatury, týkající se řešené problematiky (měření koncentrace prachu, naměřené hodnoty, způsoby měření).
2. Studium literatury, týkající se provozně technologických požadavků na chovy drůbeže.
3. Výběr vhodných objektů a dohovor na realizaci měření (dohovor na režimu a umožnění vstupu do objektu).
4. Studium zásad a postupu provádění měření hodnot koncentrace prachových částic PM_{10} podle metodiky a jejich aplikace ve vybraných objektech.
5. Realizace měření koncentrace prachových částic a doprovodných veličin.
6. Zpracování naměřených hodnot a vypracování práce v souladu se zásadami tvorby technických a obdobných dokumentů.

Rozsah grafických prací: **obrázky, fotografie, grafy dle potřeby**

Rozsah pracovní zprávy: **60 - 80 stran**

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

BROUČEK, J.: Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika. JU, ZF, 2011, 115 s. (dostupná v KJU);
CELJAK, I., BARTOŠ, P., DOLAN, A., ŠÍSTKOVÁ, M., DOLEJŠ, J.: Certifikovaná metodika "Emise prachových částic v chovech drůbeže", 2016, ZF, JČU České Budějovice; **EUROPEAN COMISION, JOIN RESEARCH CENTRE:** Integrovaná prevence a omezování znečištění (IPPC). Referenční dokument BAT (BREF). Intenzivní chov drůbeže a prasat. Překlad originálu 2. návrhu z července 2001. Praha, 2001, dostupné z: www.ippc.cz/obsah/viewtopic.php?t=39; **JELÍNEK, A., et al.:** Výzkumný projekt MZe QH 72134 "Výzkum základních environmentálních aspektů v chovech hospodářských zvířat z hlediska skleníkových plynů, pachu, prachu a hluku, podporujících welfare zvířat a tvorba BAT" (2007-2011); **JELÍNEK, A., ŠÍSTKOVÁ, M., MAŠÁTOVÁ, R.:** Ochrana životního prostředí - vzduch. ZERA Náměšť nad Oslavou, 2012, ISBN 978-80-86884-59-2, 172 s.; **LEDVINKA, Z.:** Vybrané kapitoly z chovu drůbeže. ČZU Praha, 2009, 86 s. (dostupná v KJU); **PROMBERGEROVÁ, I.:** Drůbež na vašem dvoře. Brázda, 2012, 159 s. (dostupná v KJU); **RADON K., et al.:** Air contaminants in different European farming environments. Annals of agricultural and Environmental Medicíně, 2002/9, S 41-48; **VÁCLAVOVSKÝ, J.:** Chov drůbeže. JU, ZF, 2000, skriptá, 150 s. (dostupná v KJU); **VÝMOLA, J.:** Drůbež na farmách a v drobném chovu. APROS Praha, 1995, 192 s. (dostupná v KJU);
Legislativa: Zákon č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů; Vyhláška č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ve znění Vyhlášky č. 425/2005 Sb., č. 464/2009 Sb., č. 78/2012 Sb. a č. 22/2013 Sb.;

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**

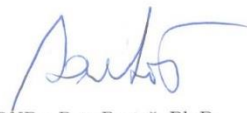
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: **18. ledna 2018**

Termín odevzdání diplomové práce: **15. dubna 2019**


prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.
děkan


JHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentůvé 1008, 370 05 České Budějovice


doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.
vedoucí katedry

V Českých Budějovicích dne 1. března 2018

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Dále souhlasím také s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé diplomové práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

Podpis

Poděkování

Mé poděkování patří panu Ing. Ivu Celjakovi Csc. za odborné vedení, trpělivost, cenné rady a ochotu, kterou mi při zpracování diplomové práce věnoval.

Dále bych chtěl poděkovat mému otci Jiřímu Šonkovi za umožnění měření na Farmě u lesa a.s., dále panu Ing. Petru Pokornému a panu Miroslavu Mecovi za umožnění měření na farmě Alas a.s. v Hartmanicích.

Abstrakt

Intenzivní chovy drůbeže uvolňují kontaminované plyny, zápachy, mikroorganismy a velké koncentrace prachových částic. Prachové částice negativně působí na zdravotní stav člověka a chovaných zvířat. Velké zdravotní riziko představují prachové částice o průměru menším nebo rovným 4 μm , které mohou putovat až do oblasti výměny plynu v lidském respiračním systému.

Cílem diplomové práce bylo změření hodnot prachových částic PM_{10} v intenzivních chovech drůbeže v závislosti na stáří kuřat. Dalším cílem bylo výsledné hodnoty porovnat mezi jednotlivými farmami a porovnat je s hodnotami, které jsou uvedeny v tabulce 5.15 na 157 stránce dokumentu Final TWG meeting for review of the IRPP (*Integrated Pollution Prevention and Control – Integrovaná prevence a omezování znečištění*) BREF (*Reference Document on Best Available Techniques – Referenční dokument o nejlepších dostupných technikách*). Měření probíhalo na farmě Alas a.s. v Hartmanicích a na farmě Farma u lesa a.s. v Sudoměřicích u Bechyně.

Klíčová slova: Prachové částice; PM_{10} ; kvalita ovzduší; drůbeží farma, BAT, BREF

Abstract

Intensive poultry farming releases contaminated gases, odors, microorganisms and large concentrations of dust particles. Dust particles have a negative effect on the health of humans and animals. Dangerous particles with a diameter of less than or equal to 4 μm , which can travel to the gas exchange area of the human respiratory system, pose a great health risk.

The aim of this thesis is to measure PM_{10} dust particles in intensive poultry farms depending on the age of the chickens. Another goal is to compare the results between farms and compare them with the values shown in Table 5.15 on page 157 of document Final TWG meeting for review of the IRPP (*Integrated Pollution Prevention and Control*) BREF (*Reference Document on Best Available Techniques*). The measurements were carried out at the farm Alas a.s. in Hartmanice and at the farm Farma u lesa a.s. in Sudoměřice u Bechyně.

Keywords: Dust particles; PM_{10} ; air quality; poultry farm, BAT, BREF

Obsah

1.	Úvod.....	10
2.	Literární přehled.....	11
2.1	Životní prostředí.....	11
2.1.1	Stav životního prostředí v ČR.....	11
2.2	Ovzduší	12
2.3	Kvalita ovzduší.....	12
2.4	Znečištění ovzduší.....	13
2.5	Zdroje znečištění ovzduší.....	13
2.6	Látky znečišťující ovzduší	14
2.6.1	Oxidy dusíku	14
2.6.2	Oxid siřičitý.....	14
2.6.3	Oxid uhelnatý	15
2.6.4	Přízemní ozon.....	15
2.6.5	Amoniak NH ₃	16
2.6.6	Polétavý prach.....	16
2.7	Drůbež.....	22
2.7.1	Masná užitkovost	22
2.7.2	Plemena drůbeže s masnou užitkovostí.....	23
2.7.3	Brojlerové hybridní kombinace.....	24
2.7.4	Spotřeba a produkce drůbežního masa.....	25
2.7.5	Welfare v chovech drůbeže.....	26
2.7.6	Chov brojlerové drůbeže	27
2.8	Stájové prostředí v chovech drůbeže.....	27
2.8.1	Teplota vzduchu	28
2.8.2	Vlhkost vzduchu	29

2.8.3	Proudění vzduchu.....	30
2.8.4	Složení stájového vzduchu.....	30
2.8.5	Světlo	31
2.9	Konstrukce a technologie ustájení	33
2.9.1	Technologie krmení	34
2.9.2	Technologie napájení	35
2.9.3	Technologie ventilace	37
2.9.4	Technologie vytápění.....	39
2.10	Podestýlka	40
2.11	BAT technologie	42
3.	Cíl práce	44
4.	Metodika	45
4.1	Měření prašnosti v chovu drůbeže	45
4.1.1	Obecné zásady při měření	45
4.1.2	Klimatické podmínky pro měření	46
4.1.3	Pomůcky potřebné k měření.....	46
4.1.4	Postup měření.....	46
4.2	Popis přístroje DUST TRAK II 8530	47
4.3	Popis přístroje Voltcraft Vc 4 IN 1	49
4.4	Popis přístroje Testo 445.....	50
4.5	Vzorce pro výpočet sledovaných hodnot	51
4.6	Charakteristika měřicího místa Farma u lesa a.s.....	52
4.6.1	Technologické řešení výkrmových hal	53
4.6.2	Podestýlka	55
4.6.3	Veterinární zásady.....	55
4.6.4	Veterinární asanace	55

4.7	Charakteristika měřicího místa Alas a.s. v Hartmanicích	56
4.7.1	Technologické řešení výkrmových hal	57
4.7.2	Podestýlka	59
4.7.3	Veterinární zásady.....	60
4.7.4	Veterinární asanace	60
5.	Vlastní práce.....	61
5.1	Měření	61
5.2	Výsledky měření	66
5.2.1	První měření Farmě u lesa a.s.	66
5.2.2	Druhé měření na Farmě u lesa a.s.	67
5.2.3	Třetí měření na Farmě u lesa a.s.	69
5.2.4	Vyhodnocení výsledků všech měření na Farmě u lesa a.s.	70
5.2.5	První měření na farmě Alas a.s.	71
5.2.6	Druhé měření na farmě Alas a.s.	72
5.2.7	Třetí měření Alas a.s.	74
5.2.8	Vyhodnocení výsledků všech měření na farmě Alas a.s.....	75
5.2.9	Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy	76
6.	Diskuse.....	77
7.	Závěr	79
8.	Seznam použité literatury.....	80
9.	Seznam obrázků	86
10.	Seznam tabulek	87

1. Úvod

Zemědělství při své činnosti bohužel produkuje celou řadu škodlivých a znečišťujících látek, které mají negativní vliv na kvalitu životního prostředí, zejména pak na ovzduší. Škodlivé látky vznikají zejména při spalování spalovacích motorů zemědělských strojů, používáním různých chemických přípravků pro ochranu a hnojení rostlin. Dalším producentem škodlivých látek v zemědělství je samotná živočišná výroba, především stájové velkochovy, které uvolňují do ovzduší kontaminované plyny, zápachy, mikroorganismy a v neposlední řadě vysoké koncentrace prachu. Jedním z hlavních producentů škodlivin jsou intenzivní chovy drůbeže.

Drůbeží haly jsou známy tím, že vytvářejí nadměrnou koncentraci prachu, který pochází z podestýlkových materiálů, izolací ze skleněných vláken, krmiva, sušených fekálních materiálů a částec peří. Prach může obsahovat mikroorganismy, včetně endotoxinů, hub a bakterií, které mohou při inhalaci ovlivňovat zdravotní stav živých organismů. Prach, který obsahuje živé organismy, se označuje jako bioaerosol a jeho velikost částic může být v rozmezí od 0,5 do 100 μm . Dýchací prach, který má aerodynamický průměr menší než nebo rovný 4 μm , může cestovat a být uložen v oblasti výměny plynu v lidském respiračním systému. To je obzvláště znepokojující kvůli většímu zdravotnímu riziku, které představuje.

Diplomová práce se zaměřuje na vyhodnocení měření koncentrace emisí tuhých znečišťujících látek ve výkrmech brojlerových kuřat a následné porovnání hodnot mezi jednotlivými provozy a porovnání s dokumentem Final TWG meeting for review of the IRPP BREF. V první části je zpracovaná problematika životního prostředí, prašnosti, chovu drůbeže, welfare drůbeže a teorie měření koncentrace prachových částic. V druhé části práce je zpracované vlastní měření frakce prachových částic PM_{10} , které bylo provedeno ve vnitřním stájovém prostředí výkrmu brojlerů. Pro porovnání byli vybrány dvě různé farmy, které se liší instalovanými technologiemi, konstrukčním řešením a zejména materiálem používaným k podestýlce (pšeničná sláma x rašelina). Na každé farmě byla provedena tři měření pro zjištění hodnot koncentrace prachových částic v závislosti na stáří kuřat. V závěrečné diskusi jsou výsledky porovnány s ostatními podobnými studiemi.

2. Literární přehled

2.1 Životní prostředí

Kvalita životního prostředí zásadně ovlivňuje zdraví veškerých živých organismů, a především i člověka samotného. Podle údajů Světové zdravotnické organizace způsobí znečištěné životní prostředí až 19 % onemocnění jenom v Evropském regionu. V důsledku znečištění ovzduší polévatým prachem zemře v Evropě až 280 tisíc lidí. Bývají to v zásadě respirační, metabolická a kardiovaskulární onemocnění, reprodukční a vývojové poruchy, dokonce i nádorová onemocnění (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi> „staženo dne: 29.1. 2019“).

Životní prostředí obsahuje souhrn rozmanitých podmínek v určitém prostředí, které umožňují (přímo i nepřímo) život rozmanitým organismům, dále podporují jejich umělý a přirozený vývoj. Důležitými složkami životního prostředí jsou horniny, voda, ovzduší, a dále také rozmanité druhy energie (jako je teplo, světlo), a jednou nejdůležitější složkou jsou ekosystémy.

Živé organismy se navzájem ovlivňují, vyvíjejí se, a zanikají v určitém prostoru a čase. Živé organismy se často musí přizpůsobit změnám v životním prostředí, aby si dokázali uchovat podmínky a prostor, který potřebují k životu. Ve prospěch vlastního přežití si některé živé organismy přetvářejí životní prostředí a cíleně působí na ostatní živé organismy, které často i ovlivňují. Toto působení se nazývá invaze nepůvodních živých organismů (např. ploštice, klíšťata, krajty), (CELJAK, 2014).

2.1.1 Stav životního prostředí v ČR

Životní prostředí v ČR v posledních letech významně ovlivňuje projevy změny klimatu, hlavně čtenějším výskytem sucha, přívalovými srážkami a dalšími hydrometeorologickými jevy, jako jsou např. povodně nebo silný vítr. Obzvláště suchem jsou ovlivňovány hospodářské odvětví, zejména zemědělství, průmysl, energetika a také vodní hospodářství. Sucho má zásadní vliv na stabilitu a funkci ekosystémů, čímž dochází ke změnám ekosystémových služeb (např. snižování schopnosti krajiny zadržovat vodu atd.).

Kvalita ovzduší zůstává velmi neuspokojená, i přesto že v roce 2017 kleslo množství emisí znečišťujících látek unikající do ovzduší, oproti ostatním rokům. V osídlených oblastech ji ovlivňuje hlavně silniční doprava a lokální vytápění domácností, kde se prozatím neprojevil efekt podpory tzv. kotlíkových dotací. Horší kvalita ovzduší se nachází i v průmyslových regionech.

V posledním období díky ekonomického růstu ČR dlouhodobě neklesá produkce odpadů. Díky podpoře několika typů nástrojů, se pomalu mění struktura nakládání s odpady, a to především s obalovými odpady, u kterých se zvyšuje míra materiálového využití (ČERMÁKOVÁ a kol., 2017).

2.2 Ovzduší

Ovzduší na Zemi se skládá z kyslíku, dusíku a ostatních plynů. Největší množství zaobírá dusík, cca 78 % z celého objemu. Kyslíku je cca 21 % a 1 % je ostatních plynů. Mezi ono 1 % patří oxid uhličitý, argon, a stopová množství vzácných plynů, vodíku a dalších látek, z kterých malé procento řadíme mezi znečišťující látky ovzduší.

Složení atmosféry je skoro stabilní do výšky 95-100 km, to se ovšem týká jen látek, jako jsou dusík, kyslík a vzácné plyny, tvorba ostatních látek závisí na fyzikálních podmínkách, hlavně na teplotě a proudění vzduchu a na momentální produkci znečišťujících zdrojů (http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=zneclistujici_latky „staženo dne: 29.1. 2019“).

2.3 Kvalita ovzduší

Základní právní normou pro hodnocení a řízení kvality ovzduší je zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší, ve znění pozdějších předpisů. Případné podrobnosti dále upravuje prováděcí vyhláška.

Kvalita ovzduší znázorňuje úroveň znečištění vnějšího ovzduší, která má dopad na lidské zdraví, celé ekosystémy, vegetaci i materiály. Úroveň znečištění ovzduší je zapříčiněna vypouštěním škodlivých látek z mnoha zdrojů v důsledku lidské činnosti (např. průmyslová výroba, spalování fosilních paliv a s tím spojená automobilová doprava atd.), (https://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi „staženo dne: 29.1. 2019“).

2.4 Znečištění ovzduší

Podle zákona 201/2012 Sb. je za znečišťování ovzduší odpovědná jakákoliv látka, která je vnesená do ovzduší, nebo v něm druhotně vzniká. Tato látka může mít po chemické nebo fyzikální přeměně škodlivý vliv na zdraví a celkově i na život lidí a zvířat, škodlivě působí na životní prostředí, klimatický systém, nebo dokonce i na hmotný majetek.

Projevů škodlivého vlivu znečišťujících látek může být několik. Většinou se projevuje škodami na lidském zdraví, nepříznivými změnami přirozeného ovzduší, poškozováním prostředí, obtěžováním okolí a zhoršením pohody prostředí (např. prachem, pachem, snížením viditelnosti), (JELÍNEK a kol., 2011).

Pokud se už znečišťující látky nacházejí v ovzduší, dochází k jejich dalšímu šíření vzduchem, vodou, živými organismy a také potravou. Cesty jejich šíření jsou velmi odlišné, závisí hlavně na zdroji emise, ale také i na povaze znečišťující látky.

Šíření látek do ovzduší je ovlivněno několika faktory, a to charakteristikou zdroje, meteorologickými podmínkami, výškou, kde k šíření dochází atd., (PROVAZNÍK a LENER, 1998).

2.5 Zdroje znečištění ovzduší

Zemské ovzduší ovlivňují různé druhy lidských činností. Za snižování kvality ovzduší mohou nejen cizí látky, které unikají do atmosféry v důsledku lidské činnosti, ale také látky, které se běžně v přírodě nachází, avšak v koncentracích a v množstvích, které nejsou považovány za přirozené. To znamená, že se přirozeně v ojedinělých případech vyskytují na specifické lokalitě (např. sopečné erupce, výron aerosolů, plynů, nebo prашné bouře atd.), (BRANIŠ, 2009).

Do ovzduší se znečišťující látky dostávají různými typy emisních zdrojů. Tyto zdroje se podle původu rozdělují na přirozené a antropogenní (KURFÜRST, 1982).

Přirozené zdroje jsou opsány jako působení přírodního charakteru, které neovlivnil člověk svou činností (např. vulkanická činnost, bakteriální činnost atd.). Dalšími znečišťujícími látkami přírodního charakteru jsou půdní a prachové částice, jemné krystalky mořských solí, částice sopečného popela, organické složky apod., (HŮNOVÁ A JANOUŠKOVÁ, 2004).

Antropogenní zdroje jsou chápány jako zdroje aerosolů antropogenního původu, které se tvoří přímo i nepřímo v důsledku lidské činnosti. Jsou to činnosti spojené s důlní a průmyslovou aktivitou, dalším zdrojem je zemědělství, doprava, výroba elektrické energie, likvidace odpadů a vytápění budov. Díky specifickým emisním tokům se antropogenní emise projevují více než emise z přírodních zdrojů. Následkem toho jsou v oblastech, které se vyznačují lidskou činností, daleko vyšší koncentrace emisí (BEDNÁŘ, 1989).

2.6 Látky znečišťující ovzduší

2.6.1 Oxidy dusíku

Oxid dusnatý a dusičitý mají jeden z nejškodlivějších vlivů na životní prostředí. Tyto dva oxidy se mnohdy společně nazývají suma oxidů dusíku, kdy je jejich vzorec NO_x . Pro ochranu zdraví je stanovený limit pro NO_2 , pro ochranu vegetace a ekosystému je stanovený limit NO_x (POLÁŠKOVÁ a kol., 2011).

Emise NO_x vznikají z antropogenních spalovacích procesů, kdy se NO tvoří z reakcí mezi kyslíkem a dusíkem ve spalovaném vzduchu a zčásti i oxidací dusíku ze spalování fosilních paliv. Mezi hlavní antropogenní zdroje se řadí silniční doprava, významný podíl má taky letecká a vodní doprava. Dále pak spalovací činnost stacionárních zdrojů. Produkce NO_x se pohybuje okolo 100 miliónům tun za rok (KALÁČ a kol., 2010).

Vysoká koncentrace NO_x obvykle způsobuje respirační potíže. Oxidy dusíku dráždí dýchací cesty, mohou mít mnohostranné a problematické účinky, které ovlivňují procesy za účasti endogenního NO , který je přenašečem signálu vyvolávajícího relaxaci cévních stěn (POLÁŠKOVÁ a kol., 2011).

2.6.2 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý je po aerosolových částicích, druhou nejrozšířenější látkou, která znečišťuje zemské ovzduší. V přírodě se vytváří pouze při vulkanické činnosti, tato činnost zahrnuje zhruba 2 % z veškeré produkce oxidu siřičitého. Dál se do ovzduší dostává spalováním fosilních paliv obsahující síru. Jsou to zejména uhelná paliva, malé procento je obsažené v ropných produktech (MOLDAN, 1997).

Oxid siřičitý je v atmosféře oxidován kyselinu sírovou a sírany, které spolu vytvářejí aerosol ve formě kapiček, může být i ve formě pevných částic s různým rozsahem velikostí. Produkty z SO₂ jsou z atmosféry likvidovány suchou a mokrou depozicí na zemský povrch, vegetaci a vodní plochy. Oxid siřičitý se velmi dobře rozpouští ve vodě, proto jeho oxidace probíhá i v kapičkách precipitované vody, kterou zlehčuje katalýza různými 26 kovovými kationty (PŘIBIL, 2009).

2.6.3 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý (CO) je nezapáchající plyn, který je bez chuti, lehčí než vzduch a není dráždivý. CO je tvořen nedokonalým spalováním jakéhokoliv paliva. Normální koncentrace ve vzduchu je okolo 50-230 µg. m⁻³. Tuto koncentraci přesahují místa s hustou dopravou. V interiérech se může jeho koncentrace zvyšovat, pokud není zajištěno dostatečné odvětrávání prostoru (místa, kde jsou sporáky, kamna, karmy apod.). Do organismu se dostává hlavně vdechováním, působí na chod srdce a cévní a nervový systém. Při vyšších koncentracích negativně působí na zrak, u člověka dochází k silným bolestem hlavy a zmatečnému chování. Naopak při nižších koncentracích dochází k srdečním problémům nebo bolesti prsou (<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/cely-clanek-1> „staženo dne: 31.1. 2019“).

2.6.4 Přízemní ozon

Přízemní ozon je škodlivá látka, která negativně působí na zemědělské plodiny, lesní ekosystémy, některé materiály a zejména i na lidské zdraví. Z důvodu absence vlastního emisního zdroje, se přízemní ozon považuje za sekundární znečišťující látku.

Ozon vzniká za působení slunečního záření pomocí fotolýzy NO₂ a další reakcí atomu a molekuly kyslíku.

Vysoké koncentrace ozonu (okolo 200 mg.m⁻³) nepříznivě působí na zdraví lidí i zvířat. Při takto vysokých koncentracích dochází k podráždění očí, nosu i hrdla. Tyto potíže mohou přejít do akutního podráždění spojivek, kašlu, malátnosti, pocitu tlaku na hrudi, nebo bolesti hlavy ([http://cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPE/BFL8NIS5](http://cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPE/BFL8NIS5) „staženo dne: 31.1. 2019“).

Ozon nejvíce škodí vegetaci, jelikož zabraňuje fotosyntéze, tím pádem i růstu rostlin, u kterých může docházet k předčasnému úhynu.

Zásadní vliv na tvorbu přízemního ozonu má doprava. Vyskytuje se zejména ve velkých městech s hustou dopravou v letních měsících. Přízemní ozon tvoří směsici uhlovodíků, oxidů dusíku a oxidů uhlíku (http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=prizemni_ozon_a_fotochemicky_smog&site=doprava „staženo dne: 31. 1. 2019“).

2.6.5 Amoniak NH₃

Amoniak neboli čpavek je za normálních podmínek bezbarvý plyn s čpícím štiplavým zápachem. Společně s oxidy dusíku a oxidem siřičitým patří mezi hlavní původce acidifikace a eutrofizace. Roční hodnota emise se v České republice pohybuje okolo 70-80 tisíc tun. Hlavním producentem amoniaku jsou chovy drůbeže a skotu. Výborně se rozpouští ve vodě a za zvýšeného tlaku může být skladován. Je velmi korozivní vůči slitinám mědi a všem možným kovům.

Amoniak vzniká zejména rozkladem kyseliny močové a močoviny v exkrementech zvířat. Tento rozkladný proces probíhá díky enzymu ureáza, kterou vytvářejí fekální mikroorganismy.

Ve stájovém prostředí je ideální koncentrace amoniaku v rozmezí od 0,0001 do 0,003 %, přičemž vyšší množství se nachází v chovech drůbeže a prasat. Nejvyšší možná koncentrace je 0,0026 % (MAREČEK a kol., 1999).

2.6.6 Polétavý prach

Polétavý prach (prachové částice) se vyskytuje v jakýmkoliv prostředí na Zemi. Lze si ho představit jako soubor hmotných částic velmi malých velikostí, libovolného objemu, délky i šířky, tvaru, plochy, chemického složení, struktury i hustoty. Tvorba polétavého prachu může být z několika činností, u kterých dochází ke spalování, drcení, broušení, odlupování atd.

Podle působení na lidský organismus se polétavý prach dělí na toxický prach, a prach bez toxického účinku. Z hlediska původu vzniku je znečištění způsobováno částicemi pevných materiálů, dýmem vznikajícím oxidací anorganických látek a kouřem ze spalování organických hmot.

Při měření prachových částic se využívá vyjádření v početní nebo hmotnostní koncentraci. Spalováním organických látek se uvolňuje kouř s částicemi o velikosti 0,01 – 0,5 μm . Při svařování, nebo ostatních oxidačních procesech vzniká dým s částicemi velikými od 0,1 – 1 μm .

Zdroje prachových částic v ovzduší jsou buď přírodního původu, nebo umělého původu, kdy pak tvoří kombinované zdroje znečištění ovzduší (GÁLIK a kol., 2015).

Mezi největší zdroje polétavého prachu, lze zařadit veškeré spalovací procesy, jež jsou součástí technologických procesů při výrobě tepelné energie, elektrické energie, při osobní, letecké a lodní dopravě, při činnosti manipulačních zařízení, při pohonu speciálních strojů ve všech oblastech výroby a služeb atd. Dalším zdrojem jsou staveniště, skládky stavebních surovin, zdemolované stavby, nezpevněné polní cesty, kde dochází k větrnému odnosu do okolních míst.

Zdroje polétavého prachu lze rozdělit na stacionární a mobilní zdroje. Mezi stacionární zdroje lze zařadit prach, který se nijak v prostoru nepohybuje a je v konstantní poloze, kdy se jeho souřadnice nemění. Naopak u mobilních zdrojů se jeho poloha neustále mění (CELJAK, 2014).

Pohyb prachových částic je způsoben např. prouděním vzduchu, unášením vodou po zemském povrchu nebo ve spodních vodách, působením gravitace, rozmanitými silami v přírodě, nebo lidskou činností (GÁLIK a kol., 2015).

Z hlediska morfologie lze polétavý prach chápat jako obrazec tvořený veškerými body, které tvoří vnější povrch. Morfologie je důležitá pro hodnocení prachu, v závislosti jeho působení na zdravotní stav živých organismů (CELJAK, ŠÍSTKOVÁ, 2016).

Ve stájevém prostředí jsou prachové částice hlavně organického, živočišného a rostlinného původu. Jejich biologická agresivita je způsobena dráždicím účinkem na sliznice dýchacích cest, avšak častokrát poškozují i jiné tkáně (např. spojivky, kůži). Podle velikosti částic lze usuzovat hloubku průniku do dýchacích cest, nebo podle chemického složení na dráždivý efekt napadených tkání (KIC, BROŽ, 1995).

2.6.6.1 Zdroje polétavého prachu v chovech drůbeže

V chovech drůbeže se polétavý prach tvoří zejména ze suchých krmných směsí. Procentuální množství uvolněného prachu se odhaduje na 0,1 % z celkového množství krmiv. K tvorbě prachu dochází při manipulaci s krmnou směsí, hlavně při sypání směsi do zásobníku krmiv, a to především v případě, kdy nejsou výsypkové hlavice opatřeny filtry prachu. Z toho cca polovina množství se usazuje ve stájovém prostoru vlivem vlhkosti. Tento prach pak odchází se smetky a exkrementy formou trusu nebo podestýlky při vyklizení. Zbývající prach uniká formou úletu ven ze stájového prostředí do okolního ovzduší.

Produkce polétavého prachu ve stájovém prostředí záleží na chovné a krmné technologii, na druhu krmných směsí, druhu podestýlky, na stáří a kategorii chovaných zvířat a na hygienické úrovni chovu. Průměrná hodnota koncentrace prachových částic v emitovaném vzduchu ze stájových objektů se pohybuje okolo od 0,5 až 20 mg. m⁻³. Prachové částice o větších rozměrech se často stávají nosičem pachových látek a mikroorganismů, které po opuštění stájových objektů rychle klesají na zemský povrch (MINKS a kol., 1998).

Jak uvádí CELJAK a kol. (2016), šíření polétavého prachu závisí na venkovních klimatických podmínkách. Mezní hranice šíření prachu ze stájových objektů za normálních klimatických podmínek je 200 m. Při silném větru se částičky prachu mohou šířit až do vzdálenosti mnoha kilometrů. V okolí stájových objektů se činností ventilačního zařízení utváří depozitum prachových částic všech možných velikostí: částice do 1 μm, prach o velikosti od 1 do 10 μm, hrubý prach od 10 μm. K uvolňování polétavého prachu do ovzduší přispívá vysoká teplota, nižší vlhkost a atmosférický tlak vzduchu a nižší rychlost proudění vzduchu.

2.6.6.2 Sedimentace polétavého prachu

K sedimentaci polétavého prachu je důležitá jeho velikost, elektrický náboj a triboelektrický náboj. Krom těchto faktorů je důležité teplotně vlhkostní mikroklima, tlak vzduchu a iontové mikroklima. Jedním z největších zdrojů prachových částic jsou krmné směsi, odpadlé částice z kůže zvířat, částičky výkalů a krystalky moče. Tvorba takovýchto prachových částic nemá konstantní průběh, kdy kolísá odlišnými ročními

obdobími. Největší tvorba je dosahována v letních měsících, nižší je pak v jarních a podzimních měsících, a úplně nejnižší v měsících zimních.

Nejoptimálnějším způsobem pro snížení uvolňování prachových částic je ionizace vzduchu, kdy je možné touto metodou snížit prašnost o 70-90 % v uzavřeném prostoru (<http://www.cbks.cz/sbornik05b/DolejsNemeckovaToufarKnizek3.pdf> „staženo dne: 10. 2. 2019“)

2.6.6.3 Působení polétavého prachu na lidský organismus

Při negativním působením polétavého prachu na lidské zdraví se rozlišují zejména dvě kategorie zdravotních potíží: chronické a akutní. Škála zdravotních potíží se pohybuje od pouze mírných dýchacích potíží až po smrt. Prach v ovzduší vyvolává akutní příznaky pálení a podráždění očí, pálení v hrdle, nebo i dokonce může docházet k hospitalizaci, z důvodu akutních dýchacích potíží (PROVAZNÍK a LENER, 1997).

Částice prachu o velikosti od 10 až 100 μm se zachycují v horních dýchacích cestách, menší částice než 10 μm se dostávají do dolních částí dýchacích cest, a proto se nazývají částicemi hrudními. Tyto částice jsou odstraňovány pomocí řasinkových epitelů, kdy jsou pohlcovány bílými krvinkami a jsou ukládány v mízní tkáni a v mezibuněčných prostorech. Pokud se člověk pravidelně pohybuje v prašném prostředí, tak má tmavé mízní uzliny v plicích, které jsou plné nashromážděných prachových částic. Částice o menší velikosti ($>2,5 \mu\text{m}$) se v mnoha případech dostávají až do plicních sklípků, a proto se často nazývají respirabilními částicemi. Částice nejmenších velikostí ($>1 \mu\text{m}$) jsou z větší části zpět vydechovány ven z organismu, díky specifické hmotnosti částic a rychlosti proudění vzduchu v jednotlivých segmentech dýchacího ústrojí. Působení částic závisí na jejich složení, na rozpustnosti v tělních tekutinách a jejich biologické aktivitě (KAZMAROVÁ, 1998).

Prachové částice působí přímo i nepřímo na lidský organismus. Přímo působí na povrch těla, kdy chemicky nečinné částice poškozují, dráždí a vysušují kůži, vytvářejí záněty a ucpávají kožní póry. Chemicky činné částice mohou způsobit poleptání, dokonce i popálení kůže. Tyto částice také dráždí sliznice a mohou způsobovat záněty očních spojivek. Prachové částice zásadně působí na dýchací soustavu, kdy dochází k zánětům nosní sliznice a průdušek. Prach také může pronikat do alveolů a lymfatických cest, kdy dochází k tzv. „zaprášení plic“ (KURSA a kol., 1998).

2.6.6.4 Působení poléťavého prachu na organismus zvířat

Jak uvádí Holt a kol., (1999), ve stájovém prostředí se poléťavý prach stává indikátorem kontaminace prostředí stáje. Tvorba prachu je závislá, jak už bylo uvedeno, na druhu podestýlky, krmiva a stájovém mikroklimatu. Použitím slámy nebo sena jako podestýlky, se zvířata daleko více vystavují prachu a endotoxinům než u ostatních druhů podestýlky.

Zejména toxický je prach, který obsahuje metabolity roztočů žijících na zbytcích srsti, peří nebo kůže. Biologická agresivita prachu je způsobena dráždicím účinkem na sliznice dýchacích cest. Ovšem dochází také k negativnímu působení na jiné tkáně (např. spojivky, kůže atd.), kdy ale záleží na velikosti částic. Prach ve stájovém prostředí působí i nepřímým, a to snižováním vlhkosti vzduchu, snižováním intenzity slunečního záření, nebo osvětlení stáje (KORÁL, 2009).

2.6.6.5 Opatření ke snižování prašnosti ve stájích

Ke snižování tvorby poléťavého prachu ve stáji může být použito několika opatření: např. použitím ideálních technologií dávkování krmiva, vhodného krmiva jako takového, vhodnou technologií vyklízení hnoje a zejména hygienou celého chovu (KARANDUŠOVSKÁ a kol., 2009).

Podle MINKS a kol. (1998), se může snížení prašnosti dosáhnout pomocí aditiv přidávaných do krmných směsí (např. přidáváním sulfonamidu Trimediazine BMP se zásadně snížila prašnost krmných směsí, a dokonce i tvorba prachu ve stájovém objektu).

Dalšími opatřeními jsou: omezování míchání krmiv v chovném objektu, podávání krmiva ve vlhké až kašovitě formě, omezení používání silně prašných materiálů ke stlaní, zamezení činnosti, kdy dochází k víření usazeného prachu na konstrukcích stáje, používání dopravních technologií krmiva, u kterých nedochází k uvolňování prachu, zamezení zviřování prachu v důsledku špatně instalovaných a používaných větracích zařízení, pravidelné odstraňování prachu ze stájových zařízení (např. omýváním), včasné vyklízení podestýlky, čištění zvířat mimo chovný prostor, optimalizování ventilačního zařízení, udržováním vyšší relativní vlhkosti ve stáji (GÁLIK, 2015).

2.6.6.6 Technologie snižování prašnosti

Jednou z technologií používané ke snížení tvorby prachových částic ve stájovém prostředí je technologie tzv. „rosení“ vody. Při použití této technologie dochází k ochlazení vzduchu pomocí vodní mlhy. Dalším účinkem vodní mlhy je regulace vlhkosti ve stájovém objektu a snižování prašnosti. Toto zařízení využívá vysokotlakých rozvodů, které jsou nataženy po obvodu celé stáje. Z těchto rozvodů po celé délce vyúsťují vysokotlaké trysky, které vytvářejí rosení celého stájového prostoru (<https://www.fwi.co.uk/livestock/poultry/chickens/misting-system-helps-combat-heat-stress-in-chickens> „staženo dne: 14. 2. 2019“)

Dalším způsobem snižování prašnosti je sprejování podestýlky. Funguje na stejném principu jako rosení. Ovšem zde se místo vody využívá rostlinného oleje. Tato technologie se používá zejména ve výkrmech brojlerů. Nevýhodou toho řešení je, že dochází ke zvýšenému zápachu dosaženým mikrobiologickým rozkladem (CELJAK a kol., 2016).

Ke snížení prašnosti u výkrmu brojlerových kuřat lze použít chemické pračky. Chemická pračka zachycuje veškerý odvětrávaný vzduch, než opustí výkrmovou halu. Poté vzduch projde čistící jednotkou pračky. Jako čistící médium je použita kyselina (sírová, chlorovodíková), která se vstříkuje do prostoru nasávaného vzduchu, kde pak dochází ke kontaktu kyseliny s odvětrávaným vzduchem. Kyselina na sebe poutá amoniak a prach, poté opouští zařízení čistý vzduch (JELÍNEK a kol. 2011).

Dalším řešením je proces ionizace vzduchu ve stáji. Ionizace plyných prvků vzduchu neustále probíhá v atmosféře. Ionizace probíhá při dodání externí energie (ultrafialové záření, elektrická energie, tepelná a hydrodynamická energie). Tyto energie musí být schopny uvolnit elektron z neutrální molekuly plynu, a zároveň musí přemoci elektrostatickou přitažlivost mezi elektronem a jádrem. Ionizační proces se rozděluje do 3 fází, kdy je první fáze fyzikální, následuje jí fáze fyzikálně – chemická, a 3. fází je fáze chemická. Vytvořené ionty jsou nestabilní, kdy působením okolního prostředí podléhají řadě změn. Dochází zejména ke změně jejich pohyblivosti, velikosti, popřípadě i k rekombinačnímu zániku. Vzdušné ionty o malé hmotnosti reagují v prostředí s ostatními molekulami, kdy tvoří mnohem větší iontové útvary, anebo se usazují na prachových částicích, díky čemuž pak ztrácejí svou rychlost, více podléhají gravitaci a následně sedimentují (DOLEJŠ, 2011).

2.7 Drůbež

Drůbež lze chápat jako veškeré domácí ptactvo určené k výživě člověka. Maso drůbeže obsahuje minerální látky, tuk, mnoho bílkovin, malé množství vitamínů a vodu. Maso je chuťově jemnější, křehčí, a je lehce stravitelné, jelikož obsahuje malé množství tuku a je určeno k dietnímu stravování. Zejména krmení a stáří ovlivňuje chuť, kvalitu a barvu masa (<http://papu.ssss.cz/w/kp/p/pv/1/drubez.htm> „staženo dne: 19. 2. 2019“)

Drůbež se rozděluje na drůbež hrabavou (brojlerové kuře, slepice, kohout, kapoun, perlička, krocán, krůta, pulard), drůbež vodní (kachna, husa), drůbež létavou (holub, holoubata).

Maso drůbeže je buď bělomasé (kur domácí, krocán), nebo červenomasé (kachna, husa, holub, perlička). Specifickou barvu masa způsobuje podíl krve a barviv (maso z prsou je světlejší než ze stehen). Například maso krocana nebo krůty je jinak zbarvené na prsou (světlé), než na nohou (tmavé) (<https://www.svobodny-svet.cz/147/drubez.html> „staženo dne: 19. 2. 2019“)

2.7.1 Masná užitkovost

Jak uvádí ŠONKA (1997), drůbeží maso se řadí mezi masa rybí, kvůli velmi nízkému obsahu tuků, tudíž jsou lehce stravitelná a dietní. "

Od věku kuřat, pohlaví, typu drůbeže a použitého krmení se odvíjí obsah tuku masa, který se pohybuje v rozmezí 5–7 %. V drůbežím tuku se nachází vysoký podíl nenasycených mastných kyselin (kyselina liniová). Tuk obsahuje okolo 1 – 1,2 % minerálních látek (K, P, Na), (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Pro lidskou výživu je určena (příčně pruhovaná) svalovina z hrudi, lýtek a stehen. Dále je možné ke konzumaci použít kůži a droby (svalnatý žaludek, játra, krk, srdce). Po tepelné úpravě je maso z prsou (z oblasti hrudi a křídel) z větší části bílé. Bílá svalovina je oproti svalovině červené tlustší a obsahuje větší procento bílkovin a glykogenu. Významnou vlastností bílé svaloviny je anaerobní mechanismus a rychlé kontrakce (SIMEONOVÁ, 2019).

Spotřebitel drůbežího masa preferuje jeho významné senzorycké vlastnosti a dietní složku. Ve velké míře ho ovlivňuje obsah tuků, nutričních hodnot, sodíku, zbytek škodlivých látek, kontaminantů a obsah aditiv (STEINHAUSER, 1995).

2.7.2 Plemena drůbeže s masnou užitkovostí

Pro masnou užitkovost se používají plemena, která jsou schopné dosahovat maximálních přírůstků v nejkratší možné době, to znamená v prvních 30-40 dnech jejich života. Tuto schopnost má plemeno kornyš, avšak jej nelze použít jako mateřské plemeno k hybridizaci, kvůli nízké reprodukční schopnosti. Chová se tedy jako otcovské plemeno v několika variantách. Nejpoužívanější je varianta se žlutými běháky, žlutou kůží, s listovým hřebenem a s dominantně bílou barvou peří. Ostatní varianty jsou většinou s bílými běháky a bílou kůží, s ořechovým hřebenem a červeným peřím.

Jako mateřské plemeno se používá plymoutka (viz obrázek 1), která má na rozdíl od kornýše výborné reprodukční vlastnosti. Ojedinele se používá také hempšírka červená (VÝMOLA a kol., 1995).

Potomci kornýšky a plymoutky se nazývají brojleři. Jsou to rychle rostoucí hybridi, nevyžadující velké prostory, jelikož nepotřebují volný pohyb. Mohou však mít z důvodu malého pohybu řadu zdravotních problémů jako jsou otlaky na prsou, na nohou a voda na bříše tzv. „ascites“. Tyto problémy se řadí mezi největší problémy při intenzivním výkrmu brojlerů (DROWNS, 2012).



Obrázek 1 – Plemeno plymoutka koroptví, zdroj: <https://www.ireceptar.cz/zvirata/hospodarska-zvirata/plymutka-drubez-se-znamenitou-uzitkovosti/> „staženo dne: 20. 2. 2019“

2.7.3 Brojlerové hybridní kombinace

Jak uvádí SALÁKOVÁ (2014), v intenzivních chovech drůbeže se používají hybridní kombinace, což jsou vyšlechtění výkonní hybridi z plemen, které mají výborné užitkové vlastnosti. Ve šlechtění hybridů se používá liniová plemenitba a meziliniové křížení. V ČR se chovají především hybridní kombinace ROSS 308, COBB 500 a HUBBARD.

2.7.3.1 ROSS 308

Nejpoužívanější hybrid je ROSS 308 od firmy Aviagen Broiler Breeders, která dodává rodičovská a prarodičovská hejna jako jednodenní kuřata do více než 100 zemí po celém světě. Tyto hejna dodává pod značkou Rowan Range, kuřata jsou různě zbarvená podle výběru kohoutů a jsou dostupná jen v Evropě (<http://eu.aviagen.com/language-mini-site/show/cz> „staženo dne: 20. 2. 2019“).

Brojler je schopný na konci výkrmu dosahovat konverze od 1,6 až 1,8 kg (spotřeba krmiva na 1 kg přírůstku živé hmotnosti). Kohouti mají na konci výkrmu živou hmotnost okolo 2,4 kg, slepičky 2,1 kg. Doba výkrmu se pohybuje od 33-36 dnů.

Dalším hybridem od této firmy je ROSS 508, který je vyšlechtěn pro výkrm do vyšších hmotností. Doba výkrmu je až 42 dní, kdy se pohybuje živá hmotnost kohoutů okolo 2,6 kg, slepičky 2,3 kg. Konverze krmiva je oko 1,7 kg krmiva. Při delší době výkrmu (70 dní) se pohybuje živá hmotnost kohoutů okolo 5 kg, slepičky 3,7 kg při konverzi 2,2 kg (SALÁKOVÁ, 2014).

2.7.3.2 COBB 500

Tento brojler je vyšlechtěn firmou Cobb – Vantress. Tato firma nabízí masný hybridy COBB 500, COBB 700, COBB AVIAN 48 a COBB SASSO. Jedná se o jednu z nejstarších drůbežářských společností. Byla založena ve spojených státech v roce 1916. Firma spolupracuje se šlechtitelskou firmou SASSO, která sídlí ve francii a specializuje se na kuřata, která jsou specifická pomalým růstem.

COBB 500 má vysoký potenciál, díky kterému zajišťuje maximální hmotnostní přírůstky při velmi nízké konverzi krmiva. Jeho specifická vlastnost je schopnost dosahovat vyšších přírůstků ke konci výkrmového turnusu (SKALKA, 2004).

Kohouti na konci výkrmu (33-36 dní) dosahují hmotnosti okolo 2,6 kg, slepičky 2,2 kg, konverze krmiva se pohybuje v rozmezí od 1,60 až 1,80 kg (SALÁKOVÁ, 2014).

2.7.3.3 HUBBARD

Rodinná firma Hubbard existuje na trhu přes 90 let. Zakladatelé firmy Ira a Oliver Hubbardovi začali podnikat s malým hejnem kuřat už v roce 1921. Od té doby vyrostla v jednu z hlavních společností v drůbežnickém odvětví. Jejich produkty pokrývají veškeré požadavky všech možných typů trhu s brojlery. Společnost Hubbard se snaží pokrýt všechny potřeby zákazníků používání nejnovějších technologií a mezinárodních zkušeností.

Firma Hubbard se v roce 1997 spojila s francouzskou drůbežářskou společností ISA, kdy vznikla dceřiná firma Hubbard – ISA, SAS. Dále tato firma vlastní výzkumné středisko ve Francii a ve Spojených státech amerických, kde mají vlastní chovy a zkušební zařízení. Firma Hubbard se specializuje na chov čistých linií a na vyvíjení kuřat pro rozmanité podmínky životního prostředí (<https://www.hubbardbreeders.com/about-us/welcome-to-hubbard/> „staženo dne: 20. 2. 2019“).

Kuřata Hubbard se od ostatních hybridů liší dobou výkrmu, jsou známá jako pomalu rostoucí brojleři (tzv. farmářská kuřata). Zatímco ROSS 308 a COOB 500 se vykrmují 34–35 dní, brojlerová kuřata Hubbard se vykrmují 49 dnů. Dosahují hmotnosti okolo 2,1-2,2 kg při konverzi krmiva 2,1 kg. Oproti ostatním mají nižší růstovou schopnost, která je důležitá pro dosažení vyšší kvality masa. Další odlišností je jejich geneticky žluté zbarvení kůže (<https://naschov.cz/farmarska-kurata-jako-doplnek/> „staženo dne: 20. 2. 2019“).

2.7.4 Spotřeba a produkce drůbežního masa

V roce 2017 činila roční celková spotřeba masa (všech druhů) 80,3 kg na osobu. Z toho spotřeba drůbežního masa činila 27,3 kg na osobu, což byla vůbec nejvyšší hodnota od počátku sledování Českého statistického úřadu (<https://www.czso.cz/csu/czso/drubezihomasa-se-snedlo-nejvice-v-historii> „staženo dne: 20. 2. 2019“).

Podle SKŘIVAN (2000), má maso brojlerových kuřat vysoký podíl na celkové produkci drůbežního masa (okolo 85-88 %). Produkce masa se v poslední době neustále zvyšuje.

V roce 2018 činila produkce drůbežího masa 164 261 tun, o 3,4 % více oproti roku 2017. V tomto období se nejvíce drůbežího masa dovezlo z Polska (117 146 tun), což je o 8,1 % více než v roce 2017. Navýšil se i dovoz z Maďarska. Naopak vyvezlo se 22 523 tun zejména na Slovensko, část do Německa a Rakouska (<https://www.czso.cz/csu/czso/cri/zemedelstvi-4-ctvrtleti-a-rok-2018> „staženo dne: 20. 2. 2019“).

Produkce drůbežího masa se od roku 2004 rapidně snižuje, kdy byl dovoz 72 400 tun živé hmotnosti a domácí produkce byla 310 tis. t živé hmotnosti. V roce 2014 se zvýšil dovoz na dvojnásobnou hranici, tudíž se dá předpokládat další snižování produkce drůbežího masa. Vysoký podíl na snižování produkce v ČR má dovoz laciného drůbežího masa (jelikož v zahraničních zemích je dotovaný export) a nízké výkupní ceny masa, což je způsobeno vysokou konkurencí dovážených levnějších zemědělských komodit (ROUBALOVÁ, 2014).

2.7.5 Welfare v chovech drůbeže

Obecně lze welfare zvířat definovat jako optimální stav všech materiálních a nemateriálních podmínek, jež jsou předpokladem pro zdraví organismu, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Přitom se nejedná pouze o splnění hlavních podmínek zdraví a života zvířat, ale i o ochranu před psychickým a fyzickým týráním a strádáním ze strany chovatele.

V roce 1956 byla ve Velké Británii stanovena základní charakteristika welfare. Charakteristiku stanovila komise pro ochranu práv zvířat definováním pěti svobod zvířat: zvířata nesmí být hladová žíznivá ani podvyživená; zvířata musí mít takové prostředí, kde jsou chráněné před vnějšími vlivy; nesmí trpět žádnou chorobou, bolestí, nebo poraněním; musí mít dostatečný prostor pro své normální chování; nesmí se vystavovat stresu nebo jakkoliv trpět.

Jedním z hlavních faktorů welfare je chovatel, zejména jeho vztah ke zvířatům, etická citlivost, reakce na chybné podmínky chovu, schopnost vyvozovat behaviorální projevy a jeho šetrnost zacházení se zvířaty.

Kvalita chovu se řadí mezi další faktory welfare. Důležitá je úroveň a pravidelnost napájení, spolehlivost technologických zařízení a stálost, velikost skupin zvířat.

Welfare požaduje pro chovaná zvířata určitou spokojenost, pohodu a v neposlední řadě komfort (GÁLIK, 2015).

2.7.6 Chov brojlerové drůbeže

Chov brojlerové drůbeže se řadí mezi základní chovy hospodářských zvířat. Jeho úkolem je produkce kvalitních masných produktů, které jsou důležité pro zdravou výživu (LEDVINKA, 2011).

V chovech drůbeže se neustále zvyšují nároky na welfare kuřat, rychlost růstu, kvalitu zpracovávané suroviny, tudíž je to odvětví, kde se využívají moderní technická zařízení pro intenzivní produkci kuřat. Tyto zařízení musí zajišťovat neustálou kontrolu a řízení vnitřního mikroklimatu stáje. Dalším prvkem je světelný režim, který s ostatními zařízeními snižuje náklady a utváří ideální podmínky pro růst brojlerů. Při výstavbě nových stájí se uplatňují nové metody a poznatky z oblasti ochrany zdraví, prevence, fyziologie, etologie a výživy zvířat (SKŘIVAN a kol., 2000)

Chov brojlerových kuřat se vyznačuje rychlou a vysoce efektivní přeměnou rostlinné hmoty na odpovídající živočišnou hmotu. Obsahuje vysoké procento lehce stravitelných bílkovin, minerálních látek a vitamínů. Naopak obsahuje nízkou energetickou hodnotu (MATOUŠEK, 1993).

2.8 Stájové prostředí v chovech drůbeže

K zhoršování kvality stájového vzduchu dochází v důsledku biologických pochodů ustájených zvířat, jako je rozklad výkalů, moči, krmiv a dalších organických hmot. Při vysokých letních teplotách se stájový vzduch nadměrně ohřívá, kdy se v něm pak hromadí škodlivé plyny a odpařená vodní pára. V zimním období se kladou vysoké nároky na vytápěcí systém, jelikož do výkrmové haly vniká studený vzduch větracími otvory, který negativně ovlivňuje vnitřní prostředí. Stájový vzduch se také znečišťuje prachem, manipulací s prašnými suchými materiály sloužící k podestýlce (sláma, hobliny, rašelina).

Stájové prostředí lze definovat jako stav vzdušného prostředí ve stáji, který je charakterizovaný souborem chemických, fyzikálních a biologických složek. Dalším významným faktorem je hlučnost prostředí, která vzniká buď uvnitř, nebo v blízkém okolí stáje. Dalším významným faktorem je osvětlení stáje (KIC a BROŽ, 1995).

Optimální klimatické podmínky ve stájovém prostředí zajišťují ziskovost farmy. Jedním z nejdůležitějších faktorů je mikroklima, které ovlivňuje výsledky chovu drůbeže. Optimální mikroklima zajišťují ventilační, tepelné zařízení a zařízení

pro zajištění optimální vlhkosti. Tyto zařízení může farmář jednoduše ovládat pomocí řídicích systémů.

Řídicí systém je důležitý z několika důvodů, například pro kontrolu teplotního zatížení objektu, teploty v zóně zvířat, relativní vlhkosti, zásoby kyslíku, zjištění potřeby kyslíku, odstranění škodlivých plynů z objektu a udržení kvality vzduchu během výkrmového cyklu.

Kvalitní systém řízení stájového prostředí s kombinací kvalitního vedení chovu má zásadní vliv na produkci zdravých zvířat. Chovatel si tak může dovolit zvýšit genetický potenciál hejna.

Pravidelná výměna vzduchu snižuje nadměrnou vlhkost ve stáji a zvyšuje obsah kyslíku. Hodnota proudění vzduchu by neměla přesahovat $0,25 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. Záleží na konkrétní stáji a druhu chovaných zvířat (<https://naschov.cz/zamereno-na-are-drubeze/> „staženo dne: 26. 2. 2019“)

2.8.1 Teplota vzduchu

Stájová teplota je základním faktorem ve stájovém prostředí a je ji možné chápat jako výsledek tepelné bilance stájového prostoru. Tepelná bilance je součet tepla vyprodukovaného ve stáji a tepelné ztráty. Tepelná bilance pak může být jednak kladná (tepelné zisky), ale i záporná (převládají tepelné ztráty). Na těchto faktorech je závislá provozní teplota ve stáji (KIC a BROŽ, 1995).

Stájová teplota je důležitá pro správný vývin brojlerových kuřat. Výkrmové stáje, kde se budou naskladňovat jednodenní kuřata, musí být vyhřáté a vnitřní teplota musí být rovnoměrně rozložena.

Tělesná teplota vylíhnutých kuřat se pohybuje okolo $38\text{-}39 \text{ }^\circ\text{C}$, což je o $2 \text{ }^\circ\text{C}$ menší teplota než u dospělých kusů. Kolem desátého dne věku dochází k ustálení teploty kuřat a odpovídá teplotě dospělých kusů ($41,7 \text{ }^\circ\text{C}$). Termoregulace se vyvíjí až do čtvrtého týdne stáří (TŮMOVÁ, 1994).

Pokud teplota kuřat začne klesat pod tzv. letální teplotu, začnou kuřata nadměrně hynout. Dolní hranice letální teploty se u vylíhnutých kuřat pohybuje v rozmezí $15\text{-}16 \text{ }^\circ\text{C}$, u kuřat starších 10 dnů $18,7\text{-}20,1 \text{ }^\circ\text{C}$, u dvoutýdenních kuřat $18,9\text{-}20,4 \text{ }^\circ\text{C}$ a u starších $23,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Na kuřata nepříznivě působí jak nízká, tak vysoká teplota. Při nízkých teplotách začínají kuřata zvyšovat spotřebu krmiva, více produkují teplo a kyslík, ukládají více tuku v podkoží, zvyšují se metabolické procesy v organismu a zlepšují kvalitu opeření, což zvyšuje nároky na oškubání kuřete.

Vysoká teplota např. 39,4 °C při vlhkosti 50-60 % způsobuje kuřatům totální úhyn do 24 hodin. Dále kuřata hynou v okamžiku, kdy se teplota dostane za horní hranici letální teploty. Horní hranice letální teploty je u vylíhnutých kuřat 46,6 °C, u dospělé drůbeže 45-46,8 °C (TULÁČEK, 2002).

2.8.2 Vlhkost vzduchu

V první polovině výkrmu se vlhkost pohybuje okolo 70-75 %, tuto hodnotu by neměla přesahovat. U kuřat starších 3 týdnů lze vlhkost snižovat na 65 %, u starších 4 týdnů by měla být vlhkost v rozmezí 56-70 %. Vlhkost nesmí překročit hranici 75 % a klesnout pod 50 %.

Vlhkost vzduchu se vždy posuzuje ve vztahu k teplotě. V první polovině výkrmu se brojlerům při nízké vlhkosti vysušují sliznice, rozvíjejí se infekční choroby, většinou se snižuje jejich růstová schopnost a dochází ke zvýšení prašnosti. Při poklesu vlhkosti pod 30 % kuřata zvyšují svou vnímavost vůči infekčním onemocněním, jelikož mikroorganismy snadněji přežívají v suchém vzduchu (SKŘIVAN a kol., 2000).

Jak uvádí HAVLÍN (1983), nízká vlhkost ovlivňuje tvorbu prachu ve stájovém prostředí. Prach se při nízké vlhkosti uvolňuje z podestýlky a krmiva. Vysoká vlhkost ve stájovém prostředí způsobuje zvlhnutí podestýlky.

Následně dochází k vyššímu uvolňování čpavku. Vysoká koncentrace čpavku dráždí sliznice dýchacích cest, což způsobuje onemocnění rýmou. Vysoká vlhkost také způsobuje tvorbu plísní.

Optimální vlhkost stájového prostředí se pohybuje v rozmezí 50-70 % (PROMBERGOVÁ, 2012).

2.8.3 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu nemá takový vliv na drůbež, jako například na savce. Drůbež ho tolik nevnímá díky celistvému pokrytí těla perím a malému zvlhčování pokožky. Proudění vzduchu může drůbeži způsobovat problémy při nízkých teplotách, kdy způsobuje podchlazení organismu a následně i stres. Proudění vzduchu by se mělo při nižších teplotách snižovat na dolní přístupnou hranici.

Vysoké proudění vzduchu působí pozitivně při vysokých teplotách, kdy je nutné kuřata ochladit. Vysoké proudění urychluje výdej tepla z organismu a zamezuje jeho přehřátí. V letních obdobích se proudění vzduchu může pohybovat okolo $1,5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. U takto vysokého proudění dochází k zvyšování mikrobiálního znečištění vzduchu a k zvyšování prašnosti (MICHÁLEK a kol., 1995).

Optimální rychlost proudění vzduchu se doporučuje u kuřat mladších 4 týdnů od $0,1$ do $0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$. U starších kuřat se doporučuje rychlost proudění od $0,1$ do $0,3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Jak uvádí VÝMOLA a kol. (1995), proudění vzduchu je ovlivněno konstrukčním řešením stájových objektů pro drůbež, hlavně umístěním ventilačních zařízení a větracích otvorů.

2.8.4 Složení stájového vzduchu

Mezi hlavní kontaminující látky vzduchu stájového prostředí se řadí oxid uhličitý, amoniak (čpavek), oxid uhelnatý, sirovodík, prach a vodní páry. Pokud se tyto látky vyskytují ve velkém množství, dochází u brojlerových kuřat k poškození dýchacího ústrojí a snižují užitek a účinnost dýchání. Vysoká koncentrace kontaminujících látek v kombinaci s vysokou vlhkostí vzduchu vyvolávají např. chronickou nemoc dýchacího ústrojí nebo edémovou chorobu. Dále ovlivňuje kvalitu podestýlky a regulaci teploty (BOĎO, GÁLIK, MIHINA, 2013).

2.8.4.1 Oxid uhličitý CO_2

Oxid uhličitý se řadí mezi stálé složky stájového vzduchu. CO_2 disponuje větší hustotou než vzduch a tvoří se na základě oxidačních procesů látek obsahující uhlík a dýcháním. Oxidační procesy lze chápat jako rozklad nebo kvašení různých organických látek jako je stelivo, krmivo a výkaly. Při normálních podmínkách se v klidu hromadí v nízko položených místech (podroštové prostory, jímky, kaliště).

Optimální koncentrace oxidu uhličitého se pohybuje v rozmezí od 0,25 do 0,5 %. Vysoké koncentrace (nad 1 %) způsobují u drůbeže k zrychlenému dechu, mění se pH krve, zvyšuje se spotřeba vody a snižuje se spotřeba krmiva. Všechny tyto negativní následky vedou ke snížení užitkovosti (KIC, BROŽ, 1995).

2.8.4.2 Amoniak NH₃

Tvorba amoniaku je závislá na několika faktorech, jako je vlhkost podestýlky, teplota prostředí a hustota osazení. Vzniká především při rozkladu proteinu v trusu a podestýlce. Při nízkých teplotách a vyšší vlhkosti podestýlky se jeho tvorba snižuje, naopak při vyšších teplotách a při vlhčí podestýlce se jeho tvorba zvyšuje. Amoniak škodlivě působí na oxidační pochody v organismu, zrychluje dýchání, dráždí sliznice a oči, zvyšuje pH krve a je vstřebáván v plicích (BOĎO, GÁLIK, MIHINA, 2013).

2.8.4.3 Sirovodík H₂S

Spolu s jinými plyny vzniká ve střevech zvířat v důsledku bohatých krmných směsí na bílkoviny. Jeho tvorba je závislá na anaerobním rozkladu bílkovin. Dále vzniká v močůvkových jímkách, ve skladech tekutých výkalů nebo v podroštových prostorech. Sirovodík je už při malých koncentracích patrný čichem, jelikož zapáchá jako zkažená vejce.

Vysoké koncentrace sirovodíku dráždí oči a dýchací cesty a vyskytují se v nehygienických podmínkách chovného objektu. V koncentraci okolo 0,2 mg. l⁻¹ často zapříčiní celkovou otravu organismu, a proto se řadí mezi nejedovatější plyny. Koncentrace sirovodíku nesmí překročit hodnotu 0,001 % (KIC a BROŽ, 1995).

2.8.5 Světlo

Světelný režim má zásadní vliv na růst a pohlavní dospívání brojlerů. Světelný režim je dán intenzitou, barvou světla a délkou světelného dne. Světlo nemá nijak zvláštní vliv na endokrinní systém kuřat, za to pozitivně přispívá k řízení lokomotorické aktivity a chování při příjmu krmiva. Světelný režim přispívá ke zvýšené aktivitě kuřat, tím i k vyššímu růstu a spotřebě krmiva (LEDVINKA a kol., 2011).

Jak uvádí HAVLÍN (1983), drobnochovatelům se doporučuje odchovávat kuřata na jaře, z důvodu působení přirozeného světla, tedy přirozeného světelného režimu. Delší den má pozitivní vliv na vývin a růst kuřat. Pokud se kuřata odchovávají v bezokenních halách, je třeba vytvářet přirozené prostředí pomocí řízených světelných režimů.

Dříve se při intenzivním chovu používal nepřetržitý světelný režim, zhruba 23 hodin světla. To vedlo k maximalizování příjmu krmiva a denního přírůstku. Tma se nastavovala jen na hodinu, nebo hodinu a půl, aby si kuřata na tmu zvykala pro případ výpadku elektrického proudu. Tento typ světelného režimu negativně působí na vývoj zraku u kuřat. Další nevýhodou je vysoká spotřeba elektrické energie.

Snížení délky světelného dne přispívá, zejména na začátku výkrmového procesu, k snížení poruch ve vývoji kostry a k snížení výskytu metabolických poruch. Dále přispívá ke snížení tvorby abdominálního tuku, mortality, zlepšuje se konverze krmiva. Pokud je světelný den kratší než 16 hodin, může způsobit abnormální snížení přírůstku a příjmu krmiva (http://eagri.cz/public/web/file/210254/Kurata_prirucka_2012.pdf „staženo dne: 28. 2. 2019“)

Na brojlerová kuřata působí i tma pozitivně. Pozitivně ovlivňuje zdraví, s tím spojenou produktivitu, hormonální profily, produkci tepla, rychlost metabolismu, fyziologii a chování. Vystavování kuřat nepřetržitému světlu může vést k podivným návykům napájení a krmení, kvůli nedostatečnému spánku. Dále se může zhoršit biologická užitkovost, a také dochází ke zhoršení životních podmínek kuřat (BROUČEK a kol., 2011).

U vylíhnutých kuřat, jak uvádí ZELENKA a ZEMAN (2006), je důležité, aby dobře viděli na krmivo. Svítí se tedy nepřetržitě 24 hodin a doporučuje se vysoká intenzita světla (okolo 20 luxů). Délka světelného dne se v závislosti se stářím kuřat postupně snižuje. Už ve věku 2 dnů se světelný den sníží na 23 hodin. U 7denních kuřat se snižuje intenzita osvětlení. Pokud 7denní kuřata váží v průměru 160 g, zkracuje se světelný den na 18 hodin. Díky tomu se zvyšuje produkce melatoninu, který má pozitivní vliv na imunitní systém, lépe se pak vyvíjí kostra, zvyšují se přírůstky a zlepšuje se konverze krmiva.

Důležité je, aby se světla zhasínala ve stejnou dobu, jelikož si kuřata vytvoří podmíněný reflex, kdy před touto dobou začínají přijímat více vody a krmiva. Týden před porážkou kuřat se doporučuje světelný režim obnovit na světelný den po dobu 24 hodin.

Výběr správného světelného režimu závisí na vykrmované hybridní kombinaci.

2.9 Konstrukce a technologie ustájení

Jak uvádí ŠONKA (1997), stáj pro výkrm brojlerové drůbeže musí být dobře zaizolovaná, kvůli tepelné náročnosti výkrmového procesu. K zajištění dobré omyvatelnosti musí být stěny i podlaha hladká, to je důležité i k vydezinfikování celého výkrmového prostoru. Dále by měla být výkrmová hala konstruována tak, aby byla chráněna proti vniknutí hmyzu a hlodavců.

Výkrm brojlerových kuřat se provádí ve stájích, které byly už od počátku vyprojektované a postavené přímo pro výkrm kuřat. Tyto stáje se vyskytují zejména ve specializovaných velkokapacitních farmách.

Dále se pro výkrm kuřat využívají haly, které sloužily pro chov jiných hospodářských zvířat, jako je např. skot nebo prasata. Tyto stavby musely být zrekonstruovány a nově vybaveny tak, aby se v nich mohl provádět plnohodnotný výkrm kuřat. Rekonstrukce a úprava těchto hal není příliš finančně nákladná.

Požadavky na stáje pro drůbež jsou odlišné než na stáje určené pro chov jiných hospodářských zvířat. Klade se větší důraz na tepelný režim, světelný režim a na odvětrávání celého prostoru.

Využitelný vnitřní prostor výkrmových hal je charakterizovaný vnitřní světlostou výškou, světlostou šířkou a délkovým modulem. U ocelových a železobetonových konstrukcí se světlostá výška musí pohybovat v rozmezí od 2,5 do 3,5 m, světlostá šířka od 8 do 24 m a délkový modul od 4,5 do 6 m. Širší stavby hůře udržují optimální mikroklima a obtížněji se zde instalují technologická zařízení. Optimální šířka výkrmových hal se pohybuje v rozmezí od 10 do 15 m, jelikož se zde nemusí využít vnitřních podpor, což je výhodné při strojovém vyskladňování kuřat a při odkluzu podestýlky.

Ve výkrmových halách se používají betonové podlahy a podlahy z tvrdolitého asfaltu. Podlahy musí zajišťovat dobrý odklíz podestýlky a měly by být snadno omyvatelné. U podlah se doporučuje mírný spád, kvůli snadnému odtoku kejdy, která vzniká při mytí hal. Dále se používají podlahy s trusnými jamkami a s trusnými kanály (ČERMÁK, 1998).

2.9.1 Technologie krmení

Provozy pro intenzivní výkrm kuřat musí být vybaveny zásobníky volně loženého krmiva. Tyto zásobníky slouží pro příjem a zásobu krmiva pro určité období. Mohou být vybaveny váhou pro neustálé kontrolování zásoby krmiva. Dopravu krmiva od dodavatelů zajišťují nákladní automobily vybavené pneumatickým zařízením. Nejčastěji se používají plechové zásobníky, jelikož jsou nenáročné na údržbu. Tyto zásobníky se dnes nahrazují laminátovými zásobníky, které jsou sice finančně náročnější, ale mají o dost delší životnost.

Zásobníky jsou v dolní části vybavené výpustí pro následnou dopravu krmiva do výkrmové haly. K dopravě krmiva se používá spirálovitý nebo šnekový dopravník, tyto dopravníky mohou být i v soustavě tak, aby zajišťovaly optimální přísun krmiva do krmítek. Dávku krmiva je možné zautomatizovat pomocí řídicích počítačů, anebo je doprava krmiva řízena pouze signálem z čidel, která jsou umístěna na konci krmných linek. Čidla spouští krmné linky v případě, kdy na konci linky není dostatek krmiva. Dalším vhodným řešením je doprava krmiva do krmítek pomocí spirálovitého dopravníku s možností dávkování přes automatické váhy (VÝMOLA a kol., 1995).

V intenzivních chovech drůbeže se používají dopravníková a zásobníková krmítka. Dopravníkové krmítko se skládá z krmného žlábků a z plochého krmného řetězu. Ve speciálně tvarovaném krmném žlábků se používá spirála, popřípadě lano nebo řetěz, na kterých jsou připevněny unášče krmiva. U zásobníkových krmítek se jedná o malé tubusové krmítko s různě hlubokým krmným žlábkem na obvodu misky. Krmítka mají kapacitu od 1,5 do 3 kg krmné směsi. Dalším řešením jsou misková krmítka (viz obrázek 2), která jsou upevněna přímo na dopravník krmiva. Dopravník je upevněn po 3 metrech na lankách, jež jsou napojena na tažné lano. Pomocí soustavy navijáků lze nastavovat výšku krmné linky, popřípadě ji zvednou až ke stropu, pro umožnění vjezdu manipulační techniky pro odklíz podestýlky. Nejčastěji se pro plnění krmítek používá spirálovitý dopravník (ANDRT, 2011).



Obrázek 2 – Miskové krmítko od firmy Big Dutchman, zdroj: <https://www.big-dutchman.cz/fileadmin/content/poultry/products/cz/Vykrm-drubeze-Augermatic-Big-Dutchman-cz.pdf> „staženo dne: 4. 3. 2019“

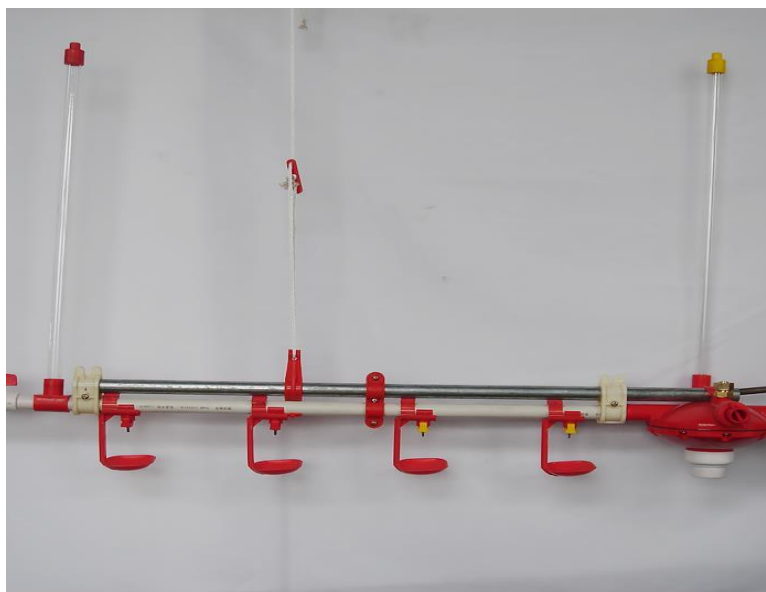
2.9.2 Technologie napájení

Jak uvádí BROUČEK a kol. (2011), tak se dříve v intenzivních chovech drůbeže používali kloboukové napáječky. Tyto napáječky byly většinou vybaveny hlubokými kruhovými žlábkami, díky kterým se snižoval rozstřík vody. Dále napáječky disponují automatickým doplňováním vody. Automatické doplňování pracuje na váhovém principu, kdy výšku hladiny lze nastavit pomocí seřizujícího ventilu. Tyto napáječky lze doplnit talířovými napáječkami, které se připojují hadičkami.

Dalším řešením automatického doplňování je ovládání pomocí pákového pružinového ventilu, nebo zapouzdřeným ventilem ve válcovém pouzdru v ose zavěšení napáječky. Napáječky se zavěšují na strop pomocí lan, anebo existuje ještě další způsob, kdy jsou zavěšené na pomocné konstrukci, která je výškově představitelná. Kloboukové napáječky mohou být i dvoužlábkové, u kterých se plní vodou pouze vnitřní žlábek, vnější žlábek slouží k zachycování rozstříknuté vody.

Kloboukové napáječky mohou být také ručně plněné. Tyto napáječky se skládají z klobouku a misky a mezi vnějšími obvody se nachází kruhový napájecí žlábek. Do žlábků vytéká voda otvory, jež jsou na úrovni nastavené vodní hladiny. Při zakrytí otvorů vtékající vodou se díky podtlaku v klobouku vytékání zastaví, poté se obnoví při snížení hladiny vody. Hlavním materiálem, z kterého jsou napáječky vyráběny, je smaltový plech anebo plastické hmoty (ANDRT, 2011).

Dalším typem napáječek jsou kapátkové napáječky (viz obrázek 3). Jde o nejpoužívanější typ napáječek v intenzivních chovech drůbeže. Skládají se z válcovitého dutého tělesa a jsou zašroubované, nebo jiným způsobem připevněné do rozvodného potrubí. Ve střední a v horní části jsou umístěné dvě šikmé plošky, které dosedávají v rozšířené části tyčinky. Tyčinka vyčnívá z tělesa v dolní části napáječky. Dále je také v horní části napáječky umístěno závaží (VÝMOLA, A KOL, 1995).



Obrázek 3 – Kapátkové napáječky od firmy Goldenest, zdroj: <http://cz.goldenestfarm.com/poultry-nipple-drinking-system/nipple-drinker/poultry-chicken-broiler-304ss-stainless-steel.html> „staženo dne: 5. 3. 2019“

Kuřata musí proto, aby se napila, zdvihnout tyčinku do určité výšky, kdy začne z napáječky vytékat voda. Množství tekoucí vody je závislé na výšce zdvíhu. K vytékání vody musí docházet i při bočním vychýlení tyčinky. To je důležité v prvních dnech výkrmu, jelikož kuřata nemají dostatečnou sílu na zdvihnutí tyčinky do požadované výšky. Napáječky jsou vyráběné z kovu, anebo jsou z kombinace kovu a plastu.

Pod tyčinkami se nachází mělké misky sloužící k zachycování odstříknuté vody. Dalším způsobem zachycování vody mohou být různě tvarované kalíšky s páčkou. Páčka samovolně, anebo stlačením zobákem zdvihá tyčinku kapátkové napáječky (VÝMOLA, A KOL, 1995).

2.9.3 Technologie ventilace

Ventilace vzduchu umožňuje dodržovat optimální hodnotu proudění vzduchu uvnitř výkrmové haly. Ventilace musí být nastavena tak, aby nedocházelo k průvanu. Ventilace vzduchu zajišťuje odvod nadměrné vlhkosti, škodlivých plynů a prachu. Další významným úkolem ventilace je odvod nadměrného tepla během horkých letních dnů. Ventilace je řízena počítačem, který zpracovává informace o vnitřní teplotě, vlhkosti, chemickém složení vzduchu a věku kuřat, kdy následně upravuje intenzitu větrání (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.9.3.1 Přírozená ventilace

Princip fungování přírozené ventilace je založen na rozdílu teploty a hmotnosti venkovního a vnitřního vzduchu. Tento způsob ventilace se používá u malokapacitních hal do šířky 5 metrů. Výkrmová hala je konstrukčně řešená tak, že okna nahrazují 120 cm vysoké otvory, které jsou umístěny průběžně v obou podélných stěnách. Otvory zakryté tepelně izolovanými průhlednými panely nebo závěsy, jsou otvírané a zavírané regulátorem na základě snímání teploty a vlhkosti vzduchu. Teplota a vlhkost jsou snímány na několika místech haly. Tento systém umožňuje minimalizovat rozdíly teplot v hale. Tento typ ventilace lze doplnit o výparníky, které jsou umístěny ve střední části haly a vyúsťují na hřebenu střechy.

Výkon ventilace v letních měsících klesá na minimum, tudíž je vhodné přírozenou ventilaci podpořit mísíci ventilátory, které se umísťují uvnitř haly a zvyšují intenzitu proudění vzduchu (VÝMOLA a kol., 1995).

2.9.3.2 Nucená ventilace

Nucená ventilace se využívá v takových výkrmových halách, kde je nutná větší výměna stájového vzduchu, kterou nelze dosáhnout přírozeným větráním stájového vzduchu. Nucená ventilace může být i v kombinaci s přírozenou ventilací. Přírozená ventilace se využívá v první polovině výkrmu, kdy jsou kuřata ještě malého vzrůstu a neprodukují velké množství tepla (KIC a BROŽ, 1995).

Výměnu vzduchu zajišťují ventilátory. Výhodou tohoto systému je možnost regulace vzduchu nezávisle na venkovních podmínkách a dle potřeb kuřat. Nucená ventilace je nejčastěji podtlaková, přetlaková a rovnotlaká.

Podtlaková ventilace je nejrozšířenějším způsobem výměny vzduchu ve výkrmu brojlerů. Výměnu vzduchu zajišťují ventilátory, které jsou umístěné v jedné nebo v obou podélných stěnách, anebo mohou být konstruovány jako stropní větrací šachty, které vyúsťují v podélné střední části na hřeben střechy. Umístění ventilátorů bývá velmi různé. Nejčastěji jsou umístěny v podélné stěně v různých rovinách.

Větrací otvory pro přívod vzduchu do haly se umísťují v různých výškách, např. mohou být umístěny u stropní části haly. Tyto větrací otvory se používají především v zimním období, kdy do haly vniká studený vzduch a pokud se dostane do styku s podestýlkou, může podestýlka zvlhnout, což negativně ovlivňuje zdravotní stav samotných kuřat. Dále se otvory umísťují při zemi, což je vhodné pro letní větrání. Dále se také umísťují ve střední části stěny (VÝMOLA a kol., 1995).

U podtlakové ventilace dochází k přebytku hmotnostního průtoku nuceného odváděného vzduchu oproti přiváděnému, díky tomu je v odvětrávaném prostoru nižší tlak, než je atmosférický (KIC a BROŽ, 1995).

Přetlaková ventilace je dalším způsobem odvětrávání vzduchu z výkrmového prostoru. Princip toho způsobu spočívá na přívodu vzduchu do haly ventilátory, které jsou schopny v hale vytvářet přetlak. Přetlak umožňuje odvod většího množství škodlivých plynů a páry otvory, které jsou umístěny u podlahy.

Tento způsob ventilace lze řešit několika způsoby. Jedním z nich je přívod vzduchu do haly několika ventilátory, které jsou umístěny ve stropních šachtách. Dalším způsobem je přívod vzduchu pomocí potrubí, které zaúsťuje do vzduchotechnické komory, nebo je přímo spojené s ventilátorem (VÝMOLA a kol., 1995).

Rovnotlaká ventilace funguje na principu shodného množství odváděného vzduchu a vzduchu přiváděného do haly. Tento způsob se používá zejména k odvětrání vzduchu u hal s velkým rozponem a u zařízení, které zpětně získávají teplo. K souběžnému chodu ventilátorů dochází zejména při dosažení kladné tepelné bilanci. Pokud to tak není, tak jsou ventilátory přivádějící vzduchu vypnuty a díky odsávacím ventilátorům vniká vzduch do haly komíny vypnutých ventilátorů.

Komíny pro ventilátory bývají často vybavené automaticky regulovatelnými klapkami, které zamezují samovolnému odvodu vzduchu a tím i snižují tepelné ztráty. Automatické ovládání klapek umožňuje kombinovat přirozenou ventilaci s nucenou, hlavně v zimním ročním období (VÝMOLA a kol., 1995).

2.9.4 Technologie vytápění

Vytápění výkrmového prostoru je důležité pro udržení optimálních mikroklimatických podmínek, hlavně teploty a vlhkosti vzduchu. Zejména v chladnějších ročních obdobích se kladou vysoké požadavky na technologie vytápění. Pro vytápění výkrmových hal se používají dva způsoby.

Prvním způsobem vytápění je pomocí rekuperačních výměníků tepla. Princip rekuperačních výměníků spočívá v ohřívání výměníku tepla pomocí znehodnoceného stájového vzduchu. Tento vzduch je nasávaný ventilátorem přes teplosměnné plochy, do kterých předává teplo a poté je odveden ven ze stáje. Přes opačnou stranu teplosměnných ploch je nasávaný venkovní vzduch druhým ventilátorem a přehřívá se. Poté putuje dovnitř stáje. Tento způsob je velice ekonomický, jelikož nevznikají velké tepelné ztráty větráním stájového vzduchu.

Dalším způsobem je teplovzdušné vytápění, které zajišťují teplovzdušné agregáty na kapalná nebo plynná paliva. Agregáty se umísťují uvnitř haly, kde ohřívají vzduch. Teplý vzduch je po hale rozveden potrubím. Velká část energie se spotřebovává na ohřátí nasávaného venkovního vzduchu. Množství nasávaného vzduchu je vyšší než potřeba větrání, která odvádí CO₂ nebo vodní páry z haly. Toto řešení vytápění není ekonomické z důvodu 20 % ztrát, které tvoří odpadní teplo unikající komínem.

Dalším typem teplovzdušného vytápění je vytápění pomocí jednoduchých agregátů na plynná paliva. Agregáty se také umísťují přímo ve výkrmovém prostoru. Hlavní částí agregátu je plynný hořák, dále ochranný kryt a automatický systém řízení. Plynný hořák produkuje velké množství spalin, které je nutné odvést buď zvýšenou ventilací anebo lze výkrmovou halu vybavit teplovzdušným agregátem s odvodem spalin (viz obrázek 4), kdy se spaliny CO₂ odvádí potrubím ven z haly (VÝMOLA, a kol., 1995).



Obrázek 4 – Teplovzdušný agregát Ermaf TR 75 s odvodem spalin CO₂,
zdroj: <https://www.idepartners.nl/en/portfolio/agri/thermorizer-tr75/> „staženo dne:
11. 3. 2019“

Dále lze vytápět stáje pomocí teplovodního vytápění. Tento způsob se používá zejména na velkých farmách, jelikož bývají opatřeny centrální kotelnou. Vytápění zajišťují radiátory s hladkým povrchem, jež jsou umístěny na obvodových stěnách, nebo topné hady z polypropylenových trubek, které se umísťují uvnitř podlahy (ANDRT, 2011).

2.10 Podestýlka

Jak uvádí SKŘIVAN (2000), výkrm brojlerových kuřat se nejčastěji provádí na hluboké podestýlce. Výkrm se provádí ve speciálních bezokenních halách, které zajišťují specifické mikroklima pro výkrm brojlerů.

Podestýlka značně ovlivňuje zdraví a pohodu kuřat. Nekvalitní mokrá podestýlka zvyšuje tvorbu amoniaku a zvyšuje výskyt dermatitid na nášlapné ploše běháků a dále zvyšuje pravděpodobnost výskytu respiračních onemocnění. Kvalitní, suchou a kyrou podestýlku udržuje řídicí systém, který musí být optimálně nastaven.

Pro podestýlku jednodenních kuřat se doporučuje suchá pšeničná sláma, která je řezaná nebo nadrcená, bez plísní, a nastýlá se ve vrstvě přibližně 3 cm po celé ploše. Tomu odpovídá množství asi 3 kg slámy na 1 m².

Sláma musí být nařezaná již před nastýláním do haly. Pšeničná sláma je nejvhodnější, dále se můžou používat i hobliny, nebo sláma ječná. Podestýlka se po celou dobu výkrmového turnusu nemusí nijak doplňovat nebo vyměňovat, musí však splňovat na ní kladené požadavky. Vyklízení podestýlky probíhá až po skončení výkrmového turnusu. Při naskladnění drůbeže musí být celá hala rovnoměrně vyhrátá (RIST, 1994).

Podle ŠATAVY (1984), musí být podestýlka zakládána do předem připravených, vydezinfikovaných a mechanicky vyčištěných hal. Optimální vrstva podestýlky v klimatizovaných halách je kolem 6 cm, kde nehrozí větší zvlhčení podestýlky a vyššímu výskytu prsních otlaku u kuřat. Pokud ve stájích není dostatečně vyřešena klimatizace, musí být podestýlka založena ve větší vrstvě (zhruba 10 cm).

Co se týče materiálů používané k podestýlce, tak nejlepší nasávací schopnost má stelivová rašelina. Mezi další výhody rašeliny lze zařadit eliminaci plísní a dále nezpůsobuje poranění běháků. Dalším vhodným materiálem jsou hobliny z měkkého řeziva, díky kterým je podestýlka kyprá.

Naopak hobliny z tvrdého dřeva nejsou ideální, jelikož vytváří prašné prostředí. Dále se mohou používat plevy, které nejsou ale příliš vhodné, kvůli malé absorpční schopnosti, a zejména malá kuřata mají často potřebu je požírat. Dalším materiálem jsou piliny, které však nejsou moc vhodné, kvůli jejich prašnosti a kuřata je často požírají.

Nejvhodnějším materiálem používaným pro podestýlku je pšeničná nebo ječná sláma. Má vynikající nasávací schopnost, musí být kvalitně nařezaná, jinak začne rychle sléhat. Ideální je slámu promíchávat s hoblinami (ŠONKA a kol., 2006).

2.11 BAT technologie

BAT (Best Available Techniques) znamená v překladu „Nejlepší dostupné techniky“. Představují podle zákona o integrované prevenci nejpokročilejší a neúčinnější stupeň vývoje činnosti a provozních metod, které určují vhodnost techniky pro snižování emisí a vlivů na životní prostředí. Dále musí splňovat ekonomickou a technickou dostupnost.

Jednotlivé pojmy lze definovat takto:

- **nejlepší** – znamená nejefektivnější pro dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku,
- **dostupná** – to znamená, že je technika vyvinuta v měřítku, které umožňuje její zavedení v příslušném výrobním odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s přihlédnutím k nákladům a výhodám, bez ohledu na to, zda je v dotyčném členském státě EU vyráběna nebo používána, pokud je provozovateli dostupná za rozumných podmínek,
- **technika** – zahrnuje jak používanou technologii, tak i způsob, jakým je zařízení budováno, navrhováno, provozováno a udržováno, a posléze i vyřazeno z provozu (GÁLIK, 2015).

Nejlepší dostupné techniky a strategie doporučené pro snižování emisí v chovech drůbeže se podobají technikám a strategiím pro chov skotu. Jde zejména o kvalitní systémy řízení sběru a odklizu hnoje, dále pak o systémy kontroly a ošetřování stájového vzduchu. Například v chovu nosnic sušením hnoje pomocí větrání tzv. hlubinných nebo kanálových systému se můžou snížit emise NH_3 až o 30 %, přičemž lze dosáhnout daleko k většímu snížení až o 80 % použitím pásových dopravníků k odstranění hnoje, který putuje rovnou do krytých skladů.

Další technikou snižování emisí NH_3 v chovech drůbeže je ošetřování odpadního vzduchu buďto biologickým filtrem (snížení až o 70 %), nebo pomocí kyselinových praček (snížení až o 90 %). Takováto úprava vzduchu může také odstranit jemný prach a zápach.

Pro výkrmy drůbeže (brojler, krůta, kachna) jsou hlavní techniky uvedené v pokynech EHK OSN (*Evropská hospodářská komise OSN*):

- snížení ztrát vody z pitného systému použitím kapátkových napáječek namísto kloboukových,
- úprava odpadního vzduchu,
- použití nuceného sušení hnoje vnitřním vzduchem, který umožňuje snížení emisí NH₃ až o 60 % (LOYON et al., 2016).

Nejlepší dostupné techniky (BAT) jsou uvedeny v Referenčních dokumentech nejlepších dostupných technik (BREF). Dokumenty vznikají na základě výměny informací o nejlepších dostupných technikách na mezinárodní a národní úrovni. Jedná se o soupis technologií a technik, které jsou běžně používané v rámci EU. Hlavní kapitola v těchto daných dokumentech popisuje technologie a techniky, které odpovídají parametrům BAT v daném odvětví (GÁLIK, 2015).

3. Cíl práce

Cílem diplomové práce bylo provést měření koncentrace prachových částic PM_{10} ve vybraných chovech brojlerové drůbeže, pomocí přístrojů DUST TRAK 8530 II. Dále výsledné hodnoty porovnat mezi jednotlivými intenzivními velkochovy brojlerových kuřat a porovnat je s hodnotami, které jsou uvedeny v tabulce 5.15 na 157 stránce dokumentu Final TWG meeting for review of the IRPP BREF. Měření probíhalo dle platné metodiky měření emisí prachových částic v chovech drůbeže k integrované prevenci a omezení znečištění.

4. Metodika

4.1 Měření prašnosti v chovu drůbeže

Měření prašnosti v chovu bylo prováděno dle platné metodiky měření emisí prachových částic v chovech drůbeže k integrované prevenci a omezení znečištění, která je dostupná v BAT centru JČU v Českých Budějovicích.

Kromě měření koncentrace frakce prachových částic PM_{10} , bylo prováděno měření několika dalších doplňujících údajů:

- koncentrace venkovní prašnosti v okolí měřeného objektu, na návětrné straně objektu;
- teplota, relativní vlhkost vzduchu: vnitřní, venkovní;
- atmosférický tlak vzduchu [hPa].

Emise prachových částic se stanovuje formou brutto emise a netto emise. Brutto emise se skládá z částic, které vznikají činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji. Dále pak imisními částicemi, které jsou obsaženy v přímo přicházejícím vzduchu do stáje.

Netto emise se skládají z částic, které vznikají činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji. Jedná se o výstupní koncentraci částic sníženou o imisní zátěž.

K umístění přístrojů pro změření koncentrace frakce prachu se volí reprezentativní místa. Ideální jsou kolem středu měřeného objektu (např. lehací boxy a kotce), (CELJAK a kol., 2016).

4.1.1 Obecné zásady při měření

Pro dodržení vědecké váhy měření hodnot koncentrace prachových částic PM_{10} v chovech zvířat se musí striktně dodržovat stanovené zásady a je nutné dodržet několik zásadních požadavků:

- na začátku a po ukončení měření je nutné provést měření koncentrace prachových částic na vstupu (návětrná strana) a výstupu vzdušiny do objektu;
- před zahájením měření je nutné změřit rychlost větru a jeho směr;
- je nutné provést výpočet celkové hmotnosti kusů zvířat ve stáji;
- zjistí se délka výkrmového cyklu;
- zjistí se, kolik je provedeno turnusů ročně (kolik dní je hala obsazena);
- specifikování technologií ustájení;

- zjistí se charakter podestýlky a zda se vyklízí v průběhu výkrmu;
- určí se charakteristika krmiva (označení), a způsob jeho distribuce;
- zjistí se parametry vzduchotechnického zařízení (výkonost v $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$), (CELJAK a kol., 2016).

4.1.2 Klimatické podmínky pro měření

Pro měření frakce PM_{10} je důležitá vlhkost, která za v případě, kdy je venkovní teplota nižší jak $10\text{ }^\circ\text{C}$, nesmí za 48 hodin překročit hranici 80 %. Ideální venkovní teplota se pohybuje v rozmezí 10 až $30\text{ }^\circ\text{C}$ nad nulou (CELJAK a kol., 2016).

4.1.3 Pomůcky potřebné k měření

- □x přístroj DUST TRAK II 8530;
- □x prodlužovací kabel k napájení přístrojů DUST TRAK II;
- 1x přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1 k měření vlhkosti a teploty vzduchu;
- 1x přístroj TESTO 435 k měření rychlosti proudění vnitřního vzduchu;
- Štafle nebo skládací žebřík;
- Prodlužovací (teleskopická) tyč;
- Závěsná síťka pro přístroj DUST TRAK;
- Připevňovací pásy nebo vázací drát na připevnění pohyblivých přívodů (CELJAK a kol., 2016).

4.1.4 Postup měření

K měření koncentrace prachových částic PM_{10} se používají dva přístroje DUST TRAK II 8530. Měření se provádí po dobu 24 hodin bez přítomnosti obsluhy měřících přístrojů, vlhkoměru, anemometru a měřiče atmosférického tlaku.

Pro změření koncentrace frakce prachu je nutné přístroj umístit na reprezentativní místo, což znamená ideálně kolem střední části měřené stáje. Místa pro měření jsou rozdílná, díky variabilitě technologií ustájení a konstrukčnímu řešení stájí, z tohoto důvodu nelze striktně určit pozici pro změření koncentrace, která by byla stejná pro všechny měřené objekty.

Instalace přístrojů vyžaduje vstup do objektu v rozsahu do 1 hodiny při instalaci přístrojů a do 20 minut při odebrání přístrojů. Ideální umístění přístroje je tak, aby došlo k objektivnímu naměření hodnot koncentrace prachových částic pro zjištění výrobní měrné emise, podmínek hygieny drůbeže a také ošetřovatelů.

První přístroj DUST TRAK II 8530 se pro změření emisí umísťuje ve výduchu vzduchu. Pokud je odvětrávání stáje řešeno střešní ventilací, umístí se přístroj pod uzavírací klapku šachty, přibližně v ose válcové šachty (komínu).

Vzhledem k výšce šachty střešních ventilátorů, je třeba umístit přístroj na žebřík nebo štafle, popřípadě lze také přístroj zavěsit ve vhodném obalu (sít, síťovka) na konec teleskopické tyče. Druhý přístroj DUST TRAK II 8530 se pro změření emisí umísťuje do štěrbinové větracího okna (tzv. klapky).

K přístrojům se musí přivést vydezinfikované prodlužovací vodiče, které slouží k napájení přístrojů ze sítě v rozsahu 200 až 250 W. Vodiče je nutné umístit tak, aby nedocházelo k omezení pohybu a zranění zvířat.

Zároveň s tímto měřením je třeba změřit vnitřní a venkovní teplotu a relativní vlhkost (vnitřní, venkovní), (CELJAK a kol., 2016).

4.2 Popis přístroje DUST TRAK II 8530

Přístroj DUST TRAK II 8530 (viz obrázek 5), pro měření koncentrace prachových částic, vyrábí americká společnost TSI Incorporated. Tento přístroj měří na principu odrazu laserového paprsku od částic v měřící buňce a následného elektronického vyhodnocení. DUST TRAK II 8530 umožňuje měření prachových částic o velikosti 0,1 – 15 μm , rozsah měření je od 0,001 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ po 150 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Přístroj DUST TRAK II 8530 umožňuje změřit frakce prachových částic:

- PM_{10} – tuhé i kapalné částice do průměru 10 μm ;
- $\text{PM}_{2,5}$ – částice do průměru 2,5 μm ;
- PM_1 – částice do průměru 1 μm ;
- Respiratorní – částice do průměru 4 μm ;



Obrázek 5 – Příklad DUST TRAK II 8530, zdroj: <https://www.tsi.com/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/> „staženo dne: 10. 3. 2019“

Přesnost přístroje se pohybuje okolo 0,1 % z naměřené hodnoty, nebo 0,001 mg. m⁻³ při průtoku 3 l. min⁻³. Jeho rozměry jsou 30 x 30 x 25 cm. Příklad je schopen zaznamenávat informace pro dobu 45 dní po jednodominutových vzorcích.

Doplňující údaje o přístroji:

- Časová konstanta: 1–60 s;
- Interval zaznamenávaných údajů: 1 s až 60 minut;
- Teplota prostředí: 0 až + 50 °C;
- Provozní vlhkost: 0 až 95 % (nekondenzující);
- Hmotnost: 2 kg s 1 baterií (2,5 kg i s 2 bateriemi);
- Příslušenství: Kalibrační impaktor 10 µm;

kalibrační impaktor 2,5 µm;

průtokoměr pro kalibraci;

cyklon pro měření respiratorního prachu.

Příklad je vybaven vnitřním zdrojem (lithiovou baterií), který se musí před měřením nabít (nabíjí se minimálně hodinu při 50 % nabití). Pokud je v místě měření síťový zdroj, lze příklad zapojit do sítě prostřednictvím AC adaptéru a příslušnými prodlužovacími kabely. Zásuvka je na pravé části přístroje.

Údržba přístroje spočívá v čištění 2,5 µm destičky kalibračního impaktoru před každým použitím (aplikace 2 kapek oleje (je součástí přístrojového vybavení). Výměna interních filtrů a vstupního portu se provádí po 350 hodinách při 1 mg.m⁻³ (CELJAK a kol., 2016).

4.3 Popis přístroje Voltcraft Vc 4 IN 1

Přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1 (viz obrázek 6) dokáže měřit úroveň osvětlení, teploty vzduchu a hladiny zvuku.

Technické parametry přístroje:

- Výrobce: DT 8820;
- Typ čidla: K;
- Rozměry (Š x V x H): 85 x 85 x 30 mm;
- Základní přesnost: ± 3 %;
- Napájení. Baterie 9 V;
- Teplotní rozsah: -20 až + 50 °C (teplota přístroje) / -20 až + 750 °C;
- Rozsah zvukoměru: 35 až 130 dB, při rozlišení 0,1 dB;
- Hmotnost přístroje: 250 g;
- Frekvenční průběh: 32 Hz až 10 kHz;
- Luxmetr: 0,01 až 20 000 luxů;
- Rozsah vlhkoměru: 20 až 95 % RH (CELJAK a kol., 2016).



Obrázek 6 – Přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1, zdroj: <http://www.voltcraft.cz/meric-zivotniho-prostredi-4-v-1.k101040> „staženo: dne 18. 3. 2019“

4.4 Popis přístroje Testo 445

Přístroj Testo 445 (viz obrázek 7) je kompaktní multifunkční zařízení, které umožňuje měřit relativní vlhkost, teplotu, tlak, proudění a kvalitu vzduchu. Přístroj je vyráběn společností Testo s.r.o. Praha, ČR. Využívá se pro měření klimatických podmínek v prostorech, pro regulaci a kontrolu vzduchotechnických zařízení, pro měření rosného bodu v rozvodech stlačeného vzduchu a kontrolu kvality vzduchu.

Přístroj nelze používat ve výbušném prostředí a pro diagnostická měření v medicíně. Je schopný provádět výpočty (entalpie, rosný bod, přepočet atmosférického tlaku vzduchu na hladinu moře atd.). Dále dokáže převést data do počítače, nebo je rovnou tisknout.

Měřicí rozsah anemometrů je od 0 do 60 m.s⁻¹ s rozlišením 0,01 m.s⁻¹ při objemovém průtoku vzduchu 0 až 99.990 m³.h⁻¹ (CELJAK a kol., 2016).



Obrázek 7 – Přístroj Testo 445, zdroj: <https://all-pribors.ru/opisanie/49158-12-testo-400-testo-435-1-testo-435-2-testo-435-3-testo-435-4-testo-445-52076>

„staženo dne: 18. 3. 2019“

4.5 Vzorce pro výpočet sledovaných hodnot

Výpočet Netto emise frakce z objektu:

$$E_{FN} = (k_{out} - k_{in}) \cdot Q \text{ [mg. h}^{-1}\text{]} \quad (1)$$

E_{FN} = Netto emise frakce z objektu

k_{out} = koncentrace frakce prachu ve výduchu odsávacích ventilátorů [mg. m⁻³]

k_{in} = koncentrace frakce prachu na vstupu do objektu (ve štěrbině) [mg. m⁻³]

Q = průtok vzduchu [m³. h⁻¹]

Přepočítání hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_D = F_{FN} \cdot 24 \text{ [mg. den}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

24 = 1 den

Přepočítání emise na 1 ks za den:

$$E_{KS} = Q_D \cdot k^{-1} \text{ [mg. ks}^{-1}\text{.den}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

k = celkový počet kusů drůbeže v hale (ks)

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot E_{KS} \cdot D_Z \text{ [kg. ks}^{-1}\text{.rok}^{-1}\text{]} \quad (4)$$

D_Z = počet dní zástavu kuřat v objektu během kalendářního roku (den. rok⁻¹)

Výpočet průtoku vzduchu

$$Q = 3600 \cdot S \cdot v \text{ [m}^3\text{. h}^{-1}\text{]} \quad (5)$$

S = průřez ventilátoru

v = rychlost proudění vzduchu

4.6 Charakteristika měřicího místa Farma u lesa a.s.

Jedno z měření koncentrace prachových částic PM₁₀ probíhalo na rodinné farmě mého otce (viz obrázek 8). Farma se nachází na kraji obce Sudoměřice u Bechyně, která se nachází v Jihočeském kraji, 20 km od Tábora. Farma se zabývá živočišnou výrobou, a to zejména výkrmem brojlerů, chovem 50 matek masného skotu Aberdeen Angus, chovem a ustájením koní, a v neposlední řadě Agroturistikou. Pro zajištění pastvy a výroby pícnin farma obdělává 110 ha trvale travních porostů (60 ha pastvin, 50 ha luk).

Farma byla založena mým otcem Jiřím Šonkou v roce 1992, kdy zahájil podnikání výstavbou 2 výkrmových hal o kapacitě 50 000 ks brojlerových kuřat. Následně v roce 1995 a 1997 přistavil další 2 haly o stejné kapacitě. Nyní je celková kapacita 100 000 ks. V roce 2000 otec rozšířil své aktivity o chov masného skotu. Chov koní se na farmě nejprve rozšířil v roce 2010, kdy se postavila stáj k volnému ustájení koní. Dále se pak v roce 2014 postavila krytá jezdecká hala se zázemím.



Obrázek 8 – Letecký snímek farmy Farma u lesa a.s., zdroj: Autor

Výkrm brojlerů probíhá ve čtyřech výkrmových halách typu BIOS. Jednodenní kuřata (ROSS 308, COBB 500) jsou dodávány firmou Xaverov a.s. Kompletní krmné směsi dodává firma ZSD Dynín a.s. Výkrmový turnus trvá přibližně 33-34 dní, kdy na konci výkrmu brojlerová kuřata dosahují hmotnosti cca 2,20 kg, při konverzi krmiva 1,6 – 1,7 kg. Vykrmená kuřata se dodávají do Drůbežářského závodu Klatovy a.s. Kuřata se na farmě vykrmují v 7 turnusech za rok. To znamená, že 238 dní kalendářního roku probíhá výkrm, zbylých 127 dní jsou přestávky mezi turnusy, které trvají zhruba 14 dní.

4.6.1 Technologické řešení výkrmových hal

Měření koncentrace prachových částic PM₁₀ probíhalo v hale o rozměrech: délka 102 m, šířka 15 m a výška 3 m. Celková podlahová plocha je 1530 m². Veškeré procesy (ventilace, krmení osvětlení) jsou z automatizovány a jsou řízeny počítačem DR 2 od firmy Möller.

4.6.1.1 Technologie krmení

Brojlerová kuřata jsou krmena kompletní granulovanou krmnou směsí s označením BR – 1 „Start“ (ROSS, COBB) do 5 dne stáří kuřat, BR – 1 (ROSS, COBB) do 10 dne stáří kuřat, BR – 2A do 15 dne stáří kuřat, BR – 2B do 28 dne stáří, BR – 3 „Finish“ do konce výkrmu (34 den). Krmná směs je zkrmována v suché formě v miskových krmítkách (viz obrázek 9), které jsou umístěny na dopravníku krmiva. Krmné linky lze pomocí navijáků zvednout ke stropu. Krmná směs se automaticky doplňuje do krmítek, pomocí spirálovitých dopravníků z venkovního zásobníku volně loženého krmiva. Celá krmná linka je vyrobena firmou Big Dutchman.



Obrázek 9 – Misková krmítka od firmy Big Dutchman, zdroj: Autor

4.6.1.2 Technologie napájení

Napájení je řešeno kapátkovými napáječkami (viz obrázek 10), které lze zdvihnout ke stropu pomocí soustavy navijáků. Průtok napáječek je 80-90 l. min⁻¹. Skládají se z regulátoru tlaku se zařízením pro proplach, hliníkového profilu s antihřřadovacím lankem, kapátky s podšálky (zabraňují úniku vody) a ventilu, který umožňuje připojení medikátoru pro medikaci vody. Celé linky napáječek jsou vyrobeny firmou Big Dutchman.



Obrázek 10 – Kapátkové napáječky od firmy Big Dutchman, zdroj: Autor

4.6.1.3 Technologie ventilace

Odvětrávání výkrmové haly zajišťuje 10 podtlakových ventilátorů, které jsou umístěné na štítu haly. Jeden ventilátor má teoretickou výkonnost 42 000 m³. h⁻¹, 3 ventilátory mají teoretickou výkonnost 36 000 m³. h⁻¹ a ostatních 6 ventilátorů mají teoretickou výkonnost 11 600 m³. h⁻¹. Ventilace je plně automatizována a je řízena počítačem DR 2. Na obou podélných stranách je 60 větracích klapek, které umožňují regulovat přívod vzduchu otevíráním a zavíráním. Větrací klapky jsou také řízeny počítačem DR 2.

4.6.1.4 Technologie osvětlení

Ve výkrmových halách je instalováno zelené welfare osvětlení, které pozitivně působí na klid, pohodu a růst kuřat. Osvětlení zprostředkovávají zářivky, které je možné plynule regulovat.

4.6.2 Podestýlka

Jako stelivový materiál se používá pšeničná sláma, která je slisována do válcových balíků a je uskladněna pod střechou. Lisování balíků se provádí lisem John Deere 852. Hmotnost balíku se pohybuje v rozmezí od 250 do 350 kg. Sláma se před každým turnusem naváží manipulátorem JCB 524 do hal po 8 balících. Stlaní slámy provádí firma Askura s.r.o. a stlaní se provádí ručně. V průběhu výkrmu se už sláma nepřistýlá.

4.6.3 Veterinární zásady

Na konci turnusu se vyskladňují kuřata, tzv. peer systémem. Jedná se o chytací kombajn, který eliminuje zranění a nešetrné zacházení se zvířaty způsobeno ručním odchytem. Vyskladňování kuřat zajišťuje Drůbežářský závod Klatovy a.s. Po odchytu kuřat se provádí odklizení podestýlky manipulátorem JCB 524 a upraveným traktorem Zetor 8011 s radlicí. Odkliz podestýlky si provádí farma ve vlastní režii. Odvoz podestýlky zajišťuje sousední firma ROSA Sudoměřice spol. s r.o., která se zabývá pouze rostlinou výrobou. Na oplátku firma poskytuje místo k slisování pšeničné slámy. Po odklizení podestýlky následuje mytí, dezinfekce, desinfekce a deratizace firmou Askura s.r.o.

Veterinární zásady uvnitř výkrmových hal:

- zákaz vstupu cizích osob;
- vstup pouze s dohledem odpovědné osoby (ošetřovatele);
- ošetřovatel vstupuje do haly pouze v ochranném oblečení.

4.6.4 Veterinární asanace

Uhynulé kusy se ukládají do kafilerního boxu. Odvoz kadáverů zajišťuje sjednaná firma Vetas s.r.o., která odváží úhyny 3x do týdne.

4.7 Charakteristika měřicího místa Alas a.s. v Hartmanicích

Společnost Alas a.s. je provozovatelem a zároveň majitelem 2 farem na výkrm kuřecích brojlerů. První farma se nachází v obci Popovice, kde se výkrm brojlerů provádí ve třech halách o celkové projektované kapacitě 108 000 ks. Roční produkce činí zhruba 700 000 ks jatečné drůbeže.

Měření koncentrace prachových částic PM₁₀ probíhalo na druhé farmě, která se nachází v obci Hartmanice u Žimutic. Výkrm brojleru zde probíhá ve třech halách s celkovou projektovanou kapacitou 78 400 ks. Roční produkce činí 540 000 ks jatečné drůbeže.

Společnost Alas a.s. je členem koncernu Zemědělské služby Dynín.



Obrázek 11 – Satelitní snímek farmy v Hartmanicích, zdroj: <https://www.google.cz/maps/@49.2108157,14.5705989,316m/data=!3m1!1e3?hl=cs> „staženo dne 19. 3. 2019“

Jednodenní kuřata (ROSS 308, COBB 500) jsou dodávána firmou Xaverov a.s. Kompletní granulované krmné směsi dodává firma ZSD Dynín a.s. Výkrmový turnus trvá 34-35 dní, kdy kuřata dosahují na konci turnusu hmotnosti cca 2,20 kg, při konverzi krmiva 1,65 – 1,75 kg. Vykrmená kuřata se dodávají do Drůbežářského závodu Klatovy a.s. Kuřata se na farmě vykrmují v 7 turnusech za rok, to znamená, že 245 dní kalendářního roku probíhá výkrm, zbylých 100 dní probíhají přestávky mezi turnusy, které trvají zhruba 14 dní.

4.7.1 Technologické řešení výkrmových hal

Farma v Hartmanicích dříve sloužila k chovu dojného skotu. Poté co jí získal koncern ZSD Dynín, se farma zrekonstruovala a přestavěla tak (viz obrázek 12), aby v ní mohl probíhat intenzivní výkrm brojlerových kuřat. Proběhlo zateplení hal, nainstalovaly se nové technologie určené pro výkrm kuřat (ventilace, krmné a napájecí linky, řídicí systém), a v neposlední řadě se pokryla podlaha leštěným betonem. Rozměry hal jsou (d x š x v): 70 x 20 x 5 m s celkovou podlahovou plochou 1340 m². Uvnitř haly se nachází 24 sloupů, které značně znepríjemňují práci zaměstnancům při strojovém vyskladňování kuřat a následnému odkluzu podestýlky.



Obrázek 12 – Venkovní pohled na výkrmovou halu, ve které probíhalo měření, zdroj: Autor

4.7.1.1 Technologie krmení

Brojlerová kuřata jsou krmena kompletní granulovanou směsí s označením BR – 1 „Start“ (ROSS, COBB) do 5 dne stáří kuřat, BR – 1 (ROSS, COBB) do 10 dne stáří kuřat, BR – 2A (ROSS, COBB) do 15 dne stáří kuřat, BR – 2B (ROSS, COBB) do 28 dne stáří, BR – 3 „Finish“ (ROSS, COBB) do konce výkrmu (34-35 den). Krmná směs je zkrmována v suché formě v miskových krmítkách (viz obrázek 13), které jsou umístěny na dopravníku krmiva. Krmné linky lze pomocí navijáků zvednout ke stropu. Krmná směs se automaticky doplňuje do krmítek, pomocí spirálovitých dopravníků z venkovního zásobníku volně loženého krmiva. Celá krmná linka je vyrobena firmou PAL – Bullermann, kterou již dnes vlastní firma Big Dutchman.



Obrázek 13 – Bezbariérové miskové krmítko od firmy PAL – Bullermann,
zdroj: Autor

4.7.1.2 Technologie napájení

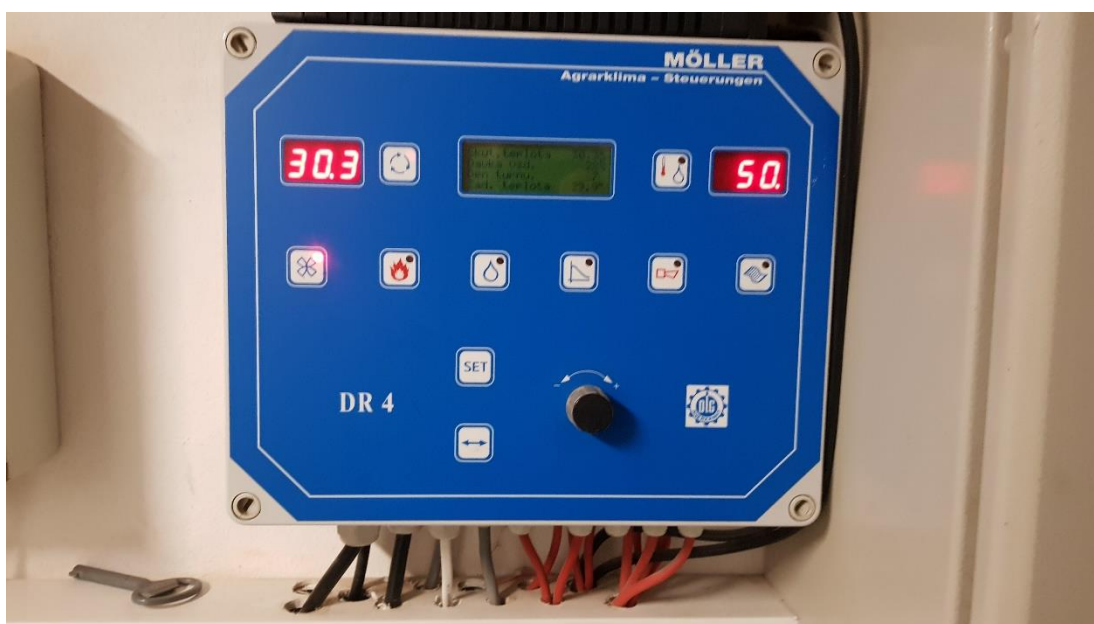
Napájení je řešeno kapátkovými napáječkami (viz obrázek 14), které mají průtok $80-90 \text{ l. min}^{-1}$. Napájecí linku lze zvednout ke stropu pomocí soustavy navijáků. Skládají se z regulátoru tlaku se zařízením pro proplach, hliníkového profilu s antihřadovacím lankem, kapátky s podšálky (zabraňují úniku vody) a ventilu, který umožňuje připojení medikátoru pro medikaci vody. Celé linky napáječek jsou vyrobeny firmou Monoflo.



Obrázek 14 – Kapátkové napáječky od firmy Monoflo, zdroj: Autor

4.7.1.3 Technologie ventilace

Ventilace je za mírných klimatických podmínek řešena 9 stropními ventilátory o výkonu $11\,700\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (ventilátory jsou umístěné ve stropních větracích šachtách). Při letních horkých dnech lze využít 6 štítových ventilátorů, z toho 4 mají teoretický výkon $42\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ a zbylé 2 dosahují výkonu $36\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Ventilace je plně automatizována a je řízena počítačem DR 4 (viz obrázek 15). Na veškerých stěnách, vyjma štítové, je umístěno celkem 116 větracích klapek, které umožňují regulovat přívod vzduchu otevíráním a zavíráním. Větrací klapky jsou také řízeny počítačem DR 4.



Obrázek 15 – Řídicí počítač DR 4 od firmy Möller, zdroj: Autor

4.7.1.4 Technologie osvětlení

Ve výkrmových halách je instalováno zelené welfare osvětlení, které pozitivně působí na klid, pohodu a růst kuřat. Osvětlení zprostředkovávají zářivky, které je možné plynule regulovat.

4.7.2 Podestýlka

Jako stelivový materiál se používá šedá rašelina, která je bez hnojiv. Rašelina je před každým turnusem dodávána firmou Rašelina Soběslav a.s. v balících po 5 m^3 .

Pro nastlaní celé haly je potřeba 10 m³ a rozprostírá se ve vrstvě 2-3 cm. Stlaní rašeliny provádí firma Askura s.r.o. a stlaní se provádí ručně. V průběhu výkrmu se už nepřistýlá. Rašelina pochází převážně z Běloruska a baltských států.

4.7.3 Veterinární zásady

Na konci turnusu se vyskladňují kuřata tzv. peer systémem. Jedná se o chytací kombajn, který eliminuje zranění a nešetrné zacházení se zvířaty způsobeno ručním odchýtem. Vyskladňování kuřat zajišťuje Drůbežářský závod Klatovy a.s. Po odchýtu kuřat se provádí firma Askura s.r.o. odkliz podestýlky manipulátorem. Odvoz podestýlky zajišťuje firma Kooprodukt a.s., která je zaměřena na zemědělskou prvovýrobu a je členem koncernu ZSD Dynín. Po odklizení podestýlky následuje mytí, dezinfekce, desinfekce a deratizace firmou Askura s.r.o.

Veterinární zásady uvnitř výkrmových hal:

- zákaz vstupu cizích osob;
- vstup pouze s dohledem odpovědné osoby (ošetřovatele);
- ošetřovatel vstupuje do haly pouze v ochranném oblečení.

4.7.4 Veterinární asanace

Uhynulé kusy se ukládají do kafilerního boxu. Odvoz kadáverů zajišťuje sjednaná firma Vetas s.r.o., která odváží úhyny 3x do týdne.

5. Vlastní práce

5.1 Měření

Na Farmě u Lesa a.s. byla provedena celkem 3 měření během jednoho výkrmového turnusu. Ve výkrmové hale se během měření nacházelo 26 500 ks brojlerových kuřat.

První měření probíhalo ve dnech 25. a 26. října, stáří kuřat bylo 7-8 dní a průměrná hmotnost kuřat činila 180 g. Odvětrávání haly zajišťují štítové ventilátory, tudíž byl přístroj DUST TRAK II 8530 č.1 umístěn 1 m před ventilátor, který byl po dobu měření v činnosti. Přístroj DUST TRAK II 8530 č.2 nebyl umístěn do větrací klapky, jelikož byly po celou dobu měření zavřené.

Druhé měření probíhalo ve dnech 6. a 7. listopadu, stáří kuřat bylo 19-20 dní a jejich průměrná hmotnost byla 780 g (viz obrázek 17). Přístroj DUST TRAK II 8530 č.1 byl umístěn před odvětrávací ventilátor (viz obrázek 16). Přístroj DUST TRAK II 8530 č.2 byl umístěn na výduchu větrací klapky (viz obrázek 16), pro změření koncentrace prachových částic nasávané se vzduchem z okolí haly.



Obrázek 16 – Umístění měřících přístrojů DUST TRAK II 8530, zdroj:

Autor



Obrázek 17 – Druhé měření na Farmě u lesa, velikost kuřat a stav podestýlky, zdroj: Autor

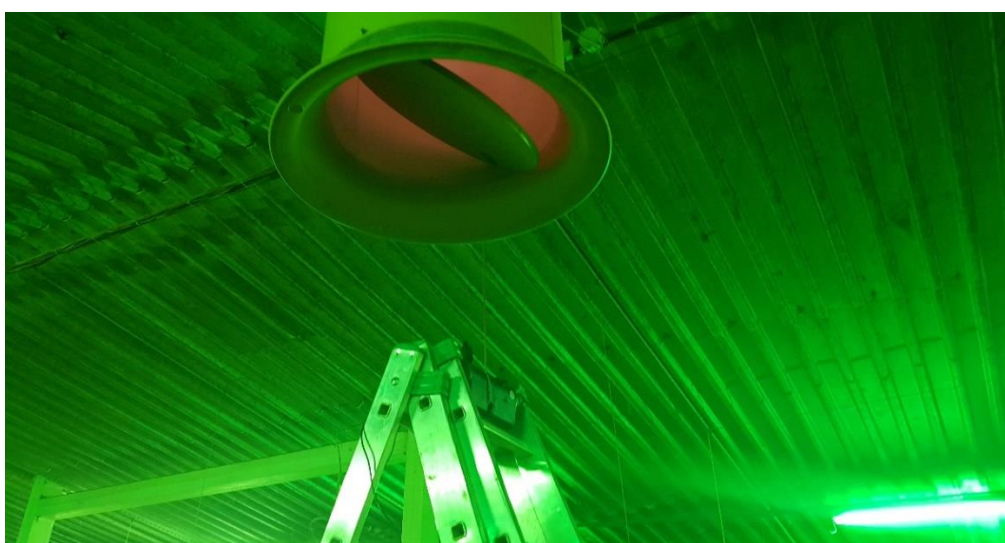
Třetí měření probíhalo ve dnech 13. a 14. listopadu, stáří kuřat bylo 26-27 dní a jejich průměrná hmotnost byla 1400 g (viz obrázek 18). Přístroje DUST TRAK II 8530 byli umístěné stejným způsobem jako u předešlého měření.



Obrázek 18 – Třetí měření na Farmě u lesa, velikost kuřat a stav podestýlky, zdroj: Autor

Na farmě Alas a.s. byla provedena celkem 3 měření během jednoho výkrmového turnusu. Ve výkrmové hale se během měření nacházelo 27 700 ks brojlerových kuřat.

První měření probíhalo ve dnech 4. a 5. listopadu, stáří kuřat bylo 7-8 dní a jejich průměrná hmotnost byla 175 g. Odvětrávání haly zajišťuje 9 stropních ventilátorů, tudíž byl přístroj DUST TRAK II 8530 č. 1 umístěn 0,5 m pod odvětrávací šachtu ventilátoru ve výšce 3,5 m (viz obrázek 19). Přístroj DUST TRAK II byl umístěn na výduchu odvětrávací klapky, pro změření koncentrace prachových částic nasávanou se vzduchem z okolí haly (viz obrázek 20).

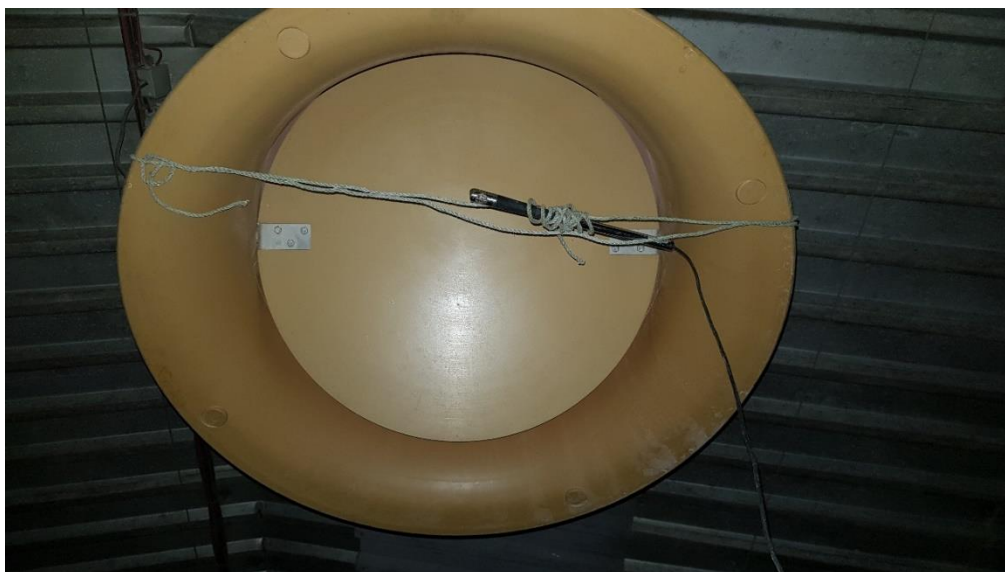


Obrázek 19 – Umístění přístroje DUST TRAK II 8530 č. 1, zdroj: Autor



Obrázek 20 – Umístění přístroje DUST TRAK II 8530 č. 2, zdroj: Autor

Pro měření proudění vzduchu byla zaznamenávající sonda přístroje Testo 445, připevněna k šachtě ventilátorů pomocí provázků. Umístění sondy bylo v ose ventilátoru, tak aby docházelo, ke správnému zaznamenávání hodnot (viz obrázek 21).



Obrázek 21 – Umístění zaznamenávající sondy přístroje Testo 445,
zdroj: Autor

Druhé měření probíhalo ve dnech 16. a 17. listopadu, stáří kuřat bylo 19-20 dní (viz obrázek 22) a jejich průměrná hmotnost byla 810 g. Přístroje pro měření byli umístěné stejným způsobem jako u předešlého měření.



Obrázek 22 – Druhé měření na farmě Alas, velikost kuřat a stav podestýlky,
zdroj: Autor

Třetí měření probíhalo ve dnech 23. a 24. listopadu, stáří kuřat bylo 25-26 dní a jejich průměrná hmotnost byla 1450 g (viz obrázek 23). Umístění přístrojů bylo stejné jako u předešlých měření.



Obrázek 23 – Třetí měření na farmě Alas, velikost kuřat a stav podestýlky,
zdroj: Autor

5.2 Výsledky měření

5.2.1 První měření Farmě u lesa a.s.

Po celou dobu měření byl v činnosti pouze jeden ventilátor s výkonem $42\,000\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Ventilátor se spouštěl v závislosti na vývoji vnitřní teploty. Informace o chodu ventilátoru byly získány z řídicího počítače, kdy byl zjištěn jeho cyklus po 24 hodin: chod ventilátoru 60 s, odstávka 300 s. Následně byla vypočítána průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu Q v době měření $7000\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota průtoku činila 16,6 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM_{10} prvního měření jsou uvedeny v tabulce 1 a pomocné údaje v tabulce 2.

Tabulka 1 – Naměřené hodnoty (1. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	$0,273\text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	Neměřeno

(zdroj: Autor)

Tabulka 2 – Doplnující pomocné hodnoty (1. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	30 °C
Teplota vzduchu vně haly	10 °C
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	55%
Vlhkost vzduchu vně haly	63%
Rychlost proudění vzduchu	$0,11\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Tlak vzduchu	975 hPa

(Zdroj: Autor)

Tabulka 3 - Úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)
Prach	Nosnice	0,03 – 0,06
Prach	Brojleři	< 0,02
Prach	Kachny	< 0,05

(Zdroj: Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF)

Porovnání výsledných hodnot prvního měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 4. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 4 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (1. měření)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,00041

(Zdroj: Autor)

5.2.2 Druhé měření na Farmě u lesa a.s.

Po celou dobu měření byl v činnosti pouze jeden ventilátor s výkonem 42 000 m³. h⁻¹. Informace o chodu ventilátoru byly získány z řídicího počítače, kdy byl zjištěn jeho cyklus po 24 hodin: chod ventilátoru 100 s, odstávka 200 s. Následně byla vypočítána průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu **Q v době měření 13 999,2 m³.h⁻¹**. Průměrná hodnota průtoku činila 33,3 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM₁₀ druhého měření jsou uvedeny v tabulce 5 a pomocné údaje v tabulce 6.

Tabulka 5 - Naměřené hodnoty (2. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	0,242 mg.m ⁻³
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	0,180 mg.m ⁻³

(Zdroj: Autor)

Tabulka 6 – Doplnující pomocné hodnoty (2. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	27,7 °C
Teplota vzduchu vně haly	6 °C
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	65 %
Vlhkost vzduchu vně haly	76 %
Rychlost proudění vzduchu	0,09 m.s ⁻¹
Tlak vzduchu	1001,3 hPa

(Zdroj: Autor)

Porovnání výsledných hodnot druhého měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 7. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 7 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (2. měření), (Zdroj: Autor)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks⁻¹.rok⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,00018

5.2.3 Třetí měření na Farmě u lesa a.s.

Po celou dobu měření byl v činnosti pouze jeden ventilátor s výkonem $42\,000\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Informace o chodu ventilátoru byly získány z řídicího počítače, kdy byl zjištěn jeho cyklus po 24 hodin: chod ventilátoru 130 s, odstávka 150 s. Následně byla vypočítána průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu **Q v době měření $19407\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$** . Průměrná hodnota průtoku činila 46,2 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM_{10} třetího měření jsou uvedeny v tabulce 8 a pomocné údaje v tabulce 9.

Tabulka 8 - Naměřené hodnoty (3. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	$0,285\text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	$0,165\text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$

(Zdroj: Autor)

Tabulka 9 – Doplnující pomocné údaje (3. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	$24,1\text{ }^\circ\text{C}$
Teplota vzduchu vně haly	$3\text{ }^\circ\text{C}$
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	$70,9\text{ } \%$
Vlhkost vzduchu vně haly	$85\text{ } \%$
Rychlost proudění vzduchu	$0,1\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$
Tlak vzduchu	$1002,5\text{ hPa}$

(Zdroj: Autor)

Porovnání výsledných hodnot třetího měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 10. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 10 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (3. měření)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,0005

(Zdroj: Autor)

5.2.4 Vyhodnocení výsledků všech měření na Farmě u lesa a.s.

Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat a jejich průměrné hmotnosti je uvedené v tabulce 11.

Tabulka 11 – Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat

	Průměrná hmotnost (g)	Stáří kuřat (dny)	Netto emise (g.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
1. měření	180	7-8	0,41
2. měření	780	19-20	0,18
3. měření	1400	26-27	0,5

(Zdroj: Autor)

Z výsledků je zřejmá vyšší hodnota netto emise frakce PM₁₀ u 1. měření než u 2. měření. Důvodem může být vyšší prašnost slamnaté podestýlky, jelikož v druhém měření už u podestýlky proběhla fermentace (viz obrázek 17). Nejvyšší hodnota netto emise byla u třetího měření. V tomto období již byla kuřata přepeřená a výkrmová hala byla zcela zaplněna, tudíž se zvýšila tvorba prachu díky uvolňování částeczek peří, kůže, částeczek z krmiva atd.

Hodnoty emisní úrovně spojené S BAT (AEL) pro emise prachu v chovu kuřat na maso nebyly ve výkrmové hale na Farmě U Lesa a.s. překročeny.

5.2.5 První měření na farmě Alas a.s.

Po dobu měření bylo v činnosti 9 stropních ventilátorů o výkonu $11\,700\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Pro stanovení celkového průtoku nasávaného vzduchu ventilátory byla naměřena průměrná rychlost vzduchu $v = 0,55\text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a byla zjištěna plocha průřezu otvoru ventilátoru $S = 0,68\text{ m}^2$. Následně mohla být vypočtena průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu v době měření $Q = 12\,117\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota průtoku činila 17,7 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM_{10} prvního měření jsou uvedeny v tabulce 12 a pomocné údaje v tabulce 13.

Tabulka 12 - Naměřené hodnoty (1. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	0,493 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	0,315 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$

(Zdroj: Autor)

Tabulka 13 – Doplnující pomocné údaje (1. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	30 °C
Teplota vzduchu vně haly	6 °C
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	56 %
Vlhkost vzduchu vně haly	69 %
Rychlost proudění vzduchu	0,12 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
Tlak vzduchu	986,5 hPa

(Zdroj: Autor)

Porovnání výsledných hodnot prvního měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 14. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 14 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (1. měření)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,00045

(Zdroj: Autor)

5.2.6 Druhé měření na farmě Alas a.s.

Po dobu měření bylo v činnosti 9 stropních ventilátorů o výkonu 11 700 m³. h⁻¹. Pro stanovení celkového průtoku nasávaného vzduchu ventilátory byla naměřená průměrná rychlost vzduchu $v = 0,94 \text{ m. s}^{-1}$ a byla zjištěna plocha průřezu otvoru ventilátoru $S = 0,68 \text{ m}^2$. Následně mohla být vypočtena průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu v době měření $Q = 20\,710 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota průtoku činila 19,66 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM₁₀ druhého měření jsou uvedeny v tabulce 15 a pomocné údaje v tabulce 16.

Tabulka 15 - Naměřené hodnoty (2. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	0,254 mg.m ⁻³
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	0,235 mg.m ⁻³

(Zdroj: Autor)

Tabulka 16 – Doplnující pomocné údaje (2. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	27 °C
Teplota vzduchu vně haly	2 °C
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	64,7 %
Vlhkost vzduchu vně haly	71,2 %
Rychlost proudění vzduchu	0,094 m.s ⁻¹
Tlak vzduchu	1000,5 hPa

(Zdroj: Autor)

Porovnání výsledných hodnot druhého měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 17. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 17 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (2. měření)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks⁻¹.rok⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,000081

(Zdroj: Autor)

5.2.7 Třetí měření Alas a.s.

Po dobu měření bylo v činnosti 9 stropních ventilátorů o výkonu $11\,700\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Pro stanovení celkového průtoku nasávaného vzduchu ventilátory byla naměřená průměrná rychlost vzduchu $v = 1,6\text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ a byla zjištěna plocha průřezu otvoru ventilátoru $S = 0,68\text{ m}^2$. Následně mohla být vypočtena průměrná hodnota celkového průtoku vzduchu v době měření $Q = 35\,251\text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Průměrná hodnota průtoku činila 33,4 % z celkového teoretického průtoku.

Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM_{10} třetího měření jsou uvedeny v tabulce 18 a pomocné údaje v tabulce 19.

Tabulka 18 - Naměřené hodnoty (3. měření)

Přístroj	Průměrná koncentrace prachu emisní
Přístroj č.1 (prostor před ventilátorem)	0,477 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$
	Průměrná koncentrace prachu imisní
Přístroj č. 2 (prostor u větrací klapky)	0,132 $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$

(Zdroj: Autor)

Tabulka 19– Doplnující pomocné údaje (3. měření)

Pomocné hodnoty	
Veličina	Průměrné hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly	24 °C
Teplota vzduchu vně haly	3,2 °C
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	60,3 %
Vlhkost vzduchu vně haly	70,1 %
Rychlost proudění vzduchu	0,8 $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$
Tlak vzduchu	1003,1 hPa

(Zdroj: Autor)

Porovnání výsledných hodnot třetího měření se stanovenými hodnotami dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF je uvedené v tabulce 20. Uvedené netto emise byly vypočteny pomocí matematických vztahů (1, 2, 3, 4).

Tabulka 20 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (3. měření)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise (kg.ks⁻¹.rok⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,01381

(Zdroj: Autor)

5.2.8 Vyhodnocení výsledků všech měření na farmě Alas a.s.

Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat a jejich průměrné hmotnosti je uvedené v tabulce 21.

Tabulka 21 – Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat

	Průměrná hmotnost	Stáří kuřat (dny)	Netto emise (g.ks⁻¹.rok⁻¹)
1. měření	185	7-8	0,45
2. měření	810	19-20	0,081
3. měření	1450	26-27	13,81

(Zdroj: Autor)

Z výsledků je zřejmé, že nejnižší hodnota netto emise frakce PM₁₀ byla v období druhého měření. Může to být dáno vyšší vlhkostí uvnitř haly a zvlhčenou podestýlkou. Nejvyšší hodnota netto emise byla v období třetího měření. V tomto období jsou již kuřata přepeřená a dochází k vyššímu uvolňování prachu z částecpek peří a kůže. Dalším důvodem může být vyšší prašnost krmiva a podestýlky.

Hodnoty emisní úrovně spojené S BAT (AEL) pro emise prachu v chovu kuřat na maso nebyly ve výkrmové hale na farmě Alas a.s. překročeny.

5.2.9 Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat

Porovnání výsledných hodnot netto emisí frakce PM₁₀ mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat je uvedeno v tabulce 22.

Tabulka 22 – Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat

	Stáří kuřat (dny)	Netto emise Farma u lesa a.s. (g.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)	Netto emise Farma Alas a.s. (g.ks ⁻¹ .rok ⁻¹)
1. měření	7-8	0,41	0,45
2. měření	19-20	0,18	0,081
3. měření	26-27	0,5	13,81

(Zdroj: Autor)

Z tabulky je zřejmé, že se hodnoty netto emisí v období prvního a druhé měření moc neliší. Naopak u třetího měření je znát vyšší uvolňování netto emisí na farmě Alas a.s. Důvodem může být jiný druh používané podestýlky (rašelina), nižší vlhkost jak vzduchu, tak podestýlky a vyšší prašnost okolí.

6. Diskuse

Ing. Miroslav Vacovský ve své diplomové práci uvádí výsledky netto emisí prachových částic frakce PM_{10} ve velkochovu brojlerových kuřat v Čekanicích u Tábora. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce 23.

Tabulka 23 – Výsledné hodnoty netto emise

Parametr	Kategorie drůbeže	Netto emise ($g \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$)
Prach	Brojleři	1,3

(Zdroj: VACOVSKÝ, 2015)

V době měření byla kuřata stará 30 dní, jejich průměrná hmotnost se pohybovala okolo 1560 g. Ve výkrmové hale se nacházelo 47 277 ks brojlerových kuřat. Ventilaci zajišťovaly podtlakové ventilátory s průměrnou hodnotou průtoku vzduchu $Q = 36\,000\ m^3 \cdot h^{-1}$.

V mé bakalářské práci jsem uvedl výsledky netto emisí prachových částic frakce PM_{10} ve velkochovu brojlerových kuřat na naší rodinné farmě Farma u lesa a.s. Výsledky měření jsou uvedeny v tabulce 24.

Tabulka 24 – Výsledné hodnoty netto emise

Parametr	Kategorie drůbeže	Netto emise ($g \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$)
Prach	Brojleři	0,9044

(Zdroj: ŠONKA, 2017)

V době měření byla kuřata stará 28 dní, jejich průměrná hmotnost se pohybovala okolo 1350 g. Ve výkrmové hale se nacházelo 26 000 ks brojlerových kuřat. Ventilaci zajišťoval štítový podtlakový ventilátor s průměrnou hodnotou průtoku vzduchu $Q = 8356\ m^3 \cdot h^{-1}$.

Bc. Radek Fara ve své bakalářské práci uvádí výsledky netto emisí prachových částic frakce PM₁₀ v chovu nosnic v podniku Mezinárodní testování drůbeže v Ústrašicích. Výsledky z měření jsou uvedeny v tabulce 25.

Tabulka 25 – Výsledné hodnoty netto emise

Parametr	Kategorie drůbeže	Netto emise (g.ks⁻¹.rok⁻¹)
Prach	Nosnice	42

(Zdroj: FARA, 2017)

V době měření se ve stáji nacházelo celkově 3609 ks drůbeže (3310 ks nosnic a 299 ks kohoutů). Celková hodnota průměrného průtoku vzduchu **Q** v době měření byla **23 662,8 m³.h⁻¹**.

Z vlastního měření koncentrace prachových částic PM₁₀ je patrné, že výsledky měření vykazují obdobné hodnoty s výše uvedenými výzkumy ve velkochovech brojlerových kuřat. Naopak výzkum Bc. Radka Fary vykazuje vyšší koncentraci netto emisí v chovu nosnic.

Tabulka 26 – Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat

	Stáří kuřat (dny)	Netto emise Farma u lesa a.s. (g.ks⁻¹.rok⁻¹)	Netto emise Farma Alas a.s. (g.ks⁻¹.rok⁻¹)
1. měření	7-8	0,41	0,45
2. měření	19-20	0,18	0,081
3. měření	26-27	0,5	13,81

(zdroj: Autor)

Nepatrné rozdíly ve výsledných hodnotách se objevují při srovnání stejné kategorie chovu brojlerových kuřat. Tyto rozdíly může způsobovat několik faktorů, jako je technologické vybavení haly, průměrná hmotnost kuřat, stáří kuřat, stav a druh podestýlky, vnitřní mikroklima a v neposlední řadě prašnost okolí.

7. Závěr

Cílem diplomové práce bylo měření koncentrace prachových částic frakce PM₁₀ v intenzivních chovech brojlerových kuřat. Tyto částice se uvolňují přímo ve stáji pohybem kuřat, jsou to zejména částice z krmných směsí, částice uvolněné z peří a kůže, suchý trus a v neposlední řadě částice z podestýlky. Dále se prachové částice dostávají do výkrmových hal z okolí větracími klapkami.

Pro porovnání výsledných hodnot s hodnotami, které jsou uvedené v dokumentu Final TWG meeting for review IRPP BREF (viz. tabulka 3), byly vypočítané hodnoty netto emise (výstupní koncentrace částic snižená o imisní zátěž) v kg. ks⁻¹.rok⁻¹. Do výpočtu bylo nutné zahrnout počet dní, kdy byla brojlerová kuřata ve výkrmové hale během celého kalendářního roku a počet kuřat ve výkrmové hale během vlastního měření. Dále byly s každým měřením sledovány mikroklimatické podmínky jak vnitřního, tak venkovního prostředí (teplota, tlak a vlhkost vzduchu).

Tabulka 27 – Porovnání výsledných hodnot s hodnotami dokumentu Final TWG meeting for review IRPP BREF

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/year)	Netto emise Farma u lesa (kg.ks⁻¹.rok⁻¹)	Netto emise Farma Alas (kg.ks⁻¹.rok⁻¹)
Prach	Brojleři	< 0,02	0,00041 0,00018 0,0005	0,00045 0,000081 0,01381

(Zdroj: Autor)

Z tabulky 27 je zřejmé, že úroveň emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z chovu drůbeže nebyla v obou velkochovech překročena.

Vlastním měření bylo zjištěno, že hodnoty roční produkce netto emisí se u obou sledovaných velkochovů nacházejí na nízké úrovni. Důvodem je používání moderních technologií, moderního řídicího systému, kvalitní krmné směsi a kvalitních materiálů pro podestýlku.

8. Seznam použité literatury

ANDRT, M. (2011): *Technika a technologie pro chov zvířat*. Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-2164-9.

BEDNÁŘ, J. (1989): *Pozoruhodné jevy v atmosféře – Atmosférická optika, akustika a elektřina*, Praha: Academia, s. 236.

BRANIŠ, M. (2009): *Znečišťování ovzduší*. Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší, Praha: Karolinum, s. 180-197.

BROUČEK, J., (2011): *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, ISBN 9788073943370.

BOĎO, Š., GÁLIK R., a Š., MIHINA (2013): *Vplyv technológie chovu na produkciu emisií amoniaku a skleníkových plynov v objektoch pre hydinu*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ISBN 978-80-552-1068-1.

CELJAK, I. (2014): *Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství*. České Budějovice: BAT centrum Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích, příručka, laboratoř Prach a hluk, 30 s.

CELJAK, I., DOLEJŠ, J., DOLAN, A., ŠÍSTKOVÁ, M., ŠOCH, M. a P. BARTOŠ, (2016): *Emise prachových částic v chovech drůbeže*. Certifikovaná metodika, České Budějovice: Jihočeská univerzita.

CELJAK, I., a M., ŠÍSTKOVÁ (2016): *Analýza prachových částic emitovaných z objektu drůbeže*. *Náš chov*, roč. 76, č.5/2016, s. 84-56, ISSN 0027-8068.

ČERMÁK, B., a kol., (1998): *Aktuální problémy chovu, zdraví a produkce drůbeže: sborník tezí přednášek z mezinárodní konference*. České Budějovice: Scientific Pedagogical Publishing, ISBN 8085645297.

ČERMÁKOVÁ, E., KOCHOVÁ, T., MERTL, J., MYŠKOVÁ, T., POKORNÝ, J., ROLLEROVÁ, M., a V., VLČKOVÁ (2017): *Zpráva o životním prostředí České Republiky*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 5 s., ISBN 978-80-87770-67-2.

DOLEJŠ, J. (2011): *Využití ionizace vzduchu v chovech hospodářských zvířat*. Certifikovaná metodika, Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby, ISBN 978-80-7403-090-1.

- DROWNS, G. (2014): *Chov drůbeže*. Praha: Knížní klub, ISBN 9788024242125.
- FARA, R. (2017): *Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže*. Bakalářská práce, České Budějovice: Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita.
- Final Meeting of the Technical Working Group (TWG) for the review of the BAT reference document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (IRPP BREF) Seville, 17–21 November 2014, EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE Institute for Prospective Technological Studies (Seville) Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau
- GÁLIK, R., a kol. (2015): *Technika pre chov zvierat*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, ISBN 978-80-552-1407-8.
- JELÍNEK, A., ŠÍSTKOVÁ, M., a R., MAŠÁTOVÁ (2011): *Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch*. 1. vyd. Náměšř nad Oslavou: Zemědělská a ekologická regionální agentura, ISBN 978-80-86884-59-2.
- KALACH, P., TRÍSKA, J., KOLÁŘ, L., a E. JÍROVCOVÁ. (2010): *Chemie životního prostředí*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, str. 171.
- KARANDUŠOVSKÁ, I., POGRAN, Š., a M., KNÍŽATOVÁ (2009): *Posudzovanie produkcie škodlivín v objektoch pre chov dojníc a hydiny*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita, ISBN 978-80-552-0302-7.
- KAZMAROVÁ, H, a kol. (1998): *Dýchací ústrojí*. Praha: Agentura Koniklec.
- KIC P., a V., BROŽ (1995): *Tvorba stájového prostředí*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, Stavebnictví (šedá ř.), ISBN 80-7105-106-3.
- KORÁL, M. (2009): *Porovnání několika typů mikroklimatu uzavřených prostor živočišné výroby*. Diplomová práce, České Budějovice: Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita, 53 s.
- KURFÜRST, J. (1982): *Zdroje znečišťování ovzduší*, Státní zemědělské nakladatelství, Praha, s. 153.
- KURSA, J., a kol. (1998): *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. JUZF, České Budějovice.
- LEDVINKA, Z., TŮMOVÁ, E., ZITA, L., a E. SKŘIVANOVÁ (2011): *Chov drůbeže*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, ISBN 978-80-213-2164-9.

- MAREČEK, J., SYCHRA, L., a B., BOBČEK (1999): *Perspektivní systémy využití biotechnických metod při ekologickém zpracování exkrementů prasat*, Agrotar, Nitra, ISBN 80-88943-05-1.
- MOLDAN, B. (1997): *Příroda a civilizace – životní prostředí a rozvoj lidské civilizace*, Státní pedagogické nakladatelství, Praha, s. 147.
- MINKS, J. (1998): *Ochrana životního prostředí před škodlivými vlivy pocházejícími ze zvířat*. VFU, Brno.
- HAVLÍN, J., a kol. (1984) *Domácí chov zvířat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství.
- HŮNOVÁ, I., a S., JANOUŠKOVÁ (2004): *Úvod do problematiky znečištění venkovního ovzduší*, Karolinum, Praha, s. 143.
- POLÁŠKOVÁ, A. (2011): *Úvod do ekologie a ochrany životního prostředí*, Karolinum, Praha, s. 283.
- PROMBERGEROVÁ, I. (2012): *Drůbež na vašem dvoře*. Praha: Brázda, 2012. ISBN 978-80-209-0395-2.
- PROVAZNÍK K., J., LENER (1998): *Ovzduší a zdraví*. (WHO) Praha, Státní zdravotní ústav, Fortuna, ISBN 80-7071-103-5.
- PŘIBIL, R. (2009): *Přirozené složky atmosféry*. Atmosféra a klima: Aktuální otázky ochrany ovzduší, Karolinum, Praha, s. 50-66.
- RIST, M. (1994): *Přirozený způsob chovu hospodářských zvířat: Příspěvek k dosažení citlivého přístupu k přírodě*. Olomouc: Rubico, 130 s. ISBN 80-85839-02-4.
- ROUBALOVÁ, M. (2014): *Drůbež a vejce*. Situační výhledová zpráva, Praha: Ministerstvo zemědělství, ISBN 978-80-7434-170-0.
- SALÁKOVÁ, A. (2014): *Hygiena a technologie drůbeže, vajec a zvěřiny*. Brno: VFU, ISBN 978-80-7305-721-3.
- SKALKA, L. (2004): *Technologický postup pro výkrm brojlerů Cobb*. Opava: BEST spol. s r.o. – líheň kuřat.
- SKŘIVAN, M., a kol., (2000): *Drůbežnictví*. Praha: Agrospoj, ISBN 80-239-4225-5.

- SIMEONOVÁ, J. (2003): *Technologie drůbeže, vajec a minoritních živočišných produktů*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, ISBN. 80-7157-405-8.
- STEINHAUSER, L. (1995): *Hygiena a technologie masa*. Brno: Last, ISBN 80-900-2604-4.
- ŠATAVA, M., HUDSKÝ, Z., KOSAŘ, K., MIKOLÁŠEK, A., PETER, V., SOCHOR, O., a ŠPAČEK, F. (1984): *Chov drůbeže: Velká zootechnika*. 1. vydání, Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 512 s., ISBN 07-040-84.
- ŠONKA, F. (1997): *Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech*. Praha: Dona. ISBN 8085463857.
- ŠONKA, J. (2017): *Měření emisí tuhých znečišťujících látek v intenzivních chovech drůbeže*. Bakalářská práce, České Budějovice: Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita.
- TULÁČEK, F., (2002): *Chov hrabavé drůbeže*. Praha: Brázda, ISBN 8020903097.
- TŮMOVÁ, E. (1994): *Základy chovu hrabavé drůbeže*. Praha: Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, ISBN 80-7105-086-5.
- VACOVSKÝ, V. (2015): *Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže*. Diplomová práce, České Budějovice: Zemědělská fakulta, Jihočeská univerzita.
- VÁCLAVOVSKÝ J., KERNEROVÁ N., MATOUŠEK V., SCHACHERLOVÁ A. (2000): *Chov drůbeže*. 1. vyd. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 150 s., ISBN 80-7040-446-9.
- VÝMOLA J., KOŠAŘ K., MATĚJKA J., MATOUŠEK A., SOCHOR O., a J., TLÁSKAL (1995): *Drůbež na farmách a drobném chovu*. 1. vyd. Praha: Apros, s. 192 ISBN 80-901100-4-5.
- ZELENKA, J., a L., ZEMAN (2006): *Výživa a krmení drůbeže*. Brno: ČZT, Mendelova univerzita v Brně, 2006. ISBN 80-7157-853-3.

Internetové zdroje:

LYON L., BURTON CH., MISSELBROOK T., WEBB J., PHILIPPE F. X., AGUILAR M., DOREAU M., HASSOUNA M., VELDKAMP M., DOURMAD T., BONMATI Y. J., GRIMM A. and E. SOMMER (2016): Best available technology for European livestock farms: Availability, effectiveness and uptake. *Journal of Environmental Management*, svazek 166, s. 1-11. Dostupné také z <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147971530298X?via%3Dihub> „staženo dne: 12. 3. 2018“

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi> „staženo dne: 29.1. 2019“

http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici_latky „staženo dne: 29.1. 2019“

https://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi „staženo dne: 29.1. 2019“

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/cely-clanek-1> „staženo dne 31.1. 2019“

[http://cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/\\$pid/MZPEBFL8NIS5](http://cenia.cz/web/www/cenia-akt-tema.nsf/$pid/MZPEBFL8NIS5) „staženo dne: 31.1. 2019“

http://www.vitejenazemi.cz/cenia/index.php?p=prizemni_ozon_a_fotochemicky_smog&site=doprava „staženo dne: 31.1. 2019“

<http://www.cbks.cz/sbornik05b/DolejsNemeckovaToufarKnizek3.pdf> „staženo dne: 10. 2. 2019“

<https://www.fwi.co.uk/livestock/poultry/chickens/misting-system-helps-combat-heat-stress-in-chickens> „staženo dne: 14. 2. 2019“

<http://papu.ssss.cz/w/kp/p/pv/1/drubez.htm> „staženo dne: 19. 2. 2019“

<https://www.svobodny-svet.cz/147/drubez.html> „staženo dne: 19. 2. 2019“

<https://www.ireceptar.cz/zvirata/hospodarska-zvirata/plymutka-drubez-se-znamenitou-uzitkovosti/> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<http://eu.aviagen.com/language-mini-site/show/cz> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<https://www.hubbardbreeders.com/about-us/welcome-to-hubbard/> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<https://naschov.cz/farmarska-kurata-jako-doplnek/> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<https://www.czso.cz/csu/czso/drubeziho-masa-se-snedlo-nejvice-v-historii> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<https://www.czso.cz/csu/czso/cri/zemedelstvi-4-ctvrtleti-a-rok-2018> „staženo dne: 20. 2. 2019“

<https://naschov.cz/zamereno-na-are-drubeze/> „staženo dne: 26. 2. 2019“

http://eagri.cz/public/web/file/210254/Kurata_prirucka2012.pdf „staženo dne: 28. 2. 2019“

<https://www.big-dutchman.cz/fileadmin/content/poultry/products/cz/Vykrm-drubeze-Augermatic-Big-Dutchman-cz.pdf> „staženo dne: 4. 3. 2019“

<http://cz.goldenestfarm.com/poultry-nipple-drinking-system/nipple-drinker/poultry-chicken-broiler-304ss-stainless-steel.html> „staženo dne: 5. 3. 2019“

<https://www.idepartners.nl/en/portfolio/agri/thermorizer-tr75/> „staženo dne: 11. 3. 2019“

<https://www.tsi.com/dusttrak-ii-aerosol-monitor-8530/> „staženo dne: 10. 3. 2019“

<http://www.voltcraft.cz/meric-zivotniho-prostredi-4-v-1.k101040> „staženo dne: 18. 3. 2019“

<https://all-pribors.ru/opisanie/49158-12-testo-400-testo-435-1-testo-435-2-testo-435-3-testo-435-4-testo-445-52076> „staženo dne: 18. 3. 2019“

<https://www.google.cz/maps/@49.2108157,14.5705989,316m/data=!3m1!1e3?hl=cs> „staženo dne: 19. 3. 2019“

9. Seznam obrázků

- Obrázek 1 – Plemeno plymoutka koroptví
- Obrázek 2 – Miskové krmítko od firmy Big Dutchman
- Obrázek 3 – Kapátkové napáječky od firmy Goldenest
- Obrázek 4 – Teplovzdušný agregát Ermaf TR 75 s odvodem spalin CO₂
- Obrázek 5 – Přístroj DUST TRAK II 8530
- Obrázek 6 – Přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1
- Obrázek 7 – Přístroj Testo 445
- Obrázek 8 – Letecký snímek farmy Farma u lesa a.s.
- Obrázek 9 – Misková krmítka od firmy Big Dutchman
- Obrázek 10 – Kapátkové napáječky od firmy Big Dutchman
- Obrázek 11 – Satelitní snímek farmy v Hartmanicích
- Obrázek 12 – Venkovní pohled na výkrmovou halu, ve které probíhalo měření
- Obrázek 13 – Bezbariérové miskové krmítko od firmy PAL – Bullermann
- Obrázek 14 – Kapátkové napáječky od firmy Monoflo
- Obrázek 15 – Řídící počítač DR 4 od firmy Möller
- Obrázek 16 – Umístění měřících přístrojů DUST TRAK II 8530
- Obrázek 17 – Druhé měření na Farmě u lesa, velikost kuřat a stav podestýlky
- Obrázek 18 – Třetí měření na Farmě u lesa, velikost kuřat a stav podestýlky
- Obrázek 19 – Umístění přístroje DUST TRAK II 8530 č. 1
- Obrázek 20 – Umístění přístroje DUST TRAK II 8530 č. 2
- Obrázek 21 – Umístění zaznamenávající sondy přístroje Testo 445
- Obrázek 22 – Druhé měření na farmě Alas, velikost kuřat a stav podestýlky
- Obrázek 23 – Třetí měření na farmě Alas, velikost kuřat a stav podestýlky

10. Seznam tabulek

Tabulka 1 – Naměřené hodnoty (1. měření)

Tabulka 2 – Doplnující pomocné hodnoty (1. měření)

Tabulka 3 - Úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže

Tabulka 4 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (1. měření)

Tabulka 5 - Naměřené hodnoty (2. měření)

Tabulka 6 – Doplnující pomocné hodnoty (2. měření)

Tabulka 7 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (2. měření), (Zdroj: Autor)

Tabulka 8 - Naměřené hodnoty (3. měření)

Tabulka 9 – Doplnující pomocné údaje (3. měření)

Tabulka 10 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (3. měření)

Tabulka 11 – Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat

Tabulka 12 - Naměřené hodnoty (2. měření)

Tabulka 13 – Doplnující pomocné údaje (1. měření)

Tabulka 14 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (1. měření)

Tabulka 15 - Naměřené hodnoty (2. měření)

Tabulka 16 – Doplnující pomocné údaje (2. měření)

Tabulka 17 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (2. měření)

Tabulka 18 - Naměřené hodnoty (3. měření)

Tabulka 19– Doplnující pomocné údaje (3. měření)

Tabulka 20 – Porovnání vypočtených hodnot a stanovených hodnot dokumentu BREF (3. měření)

Tabulka 21 – Porovnání výsledků jednotlivých měření v závislosti na stáří kuřat

Tabulka 22 – Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat

Tabulka 23 – Výsledné hodnoty netto emise

Tabulka 24 – Výsledné hodnoty netto emise

Tabulka 25 – Výsledné hodnoty netto emise

Tabulka 26 – Porovnání výsledných hodnot mezi jednotlivými velkochovy brojlerových kuřat

Tabulka 27 – Porovnání výsledných hodnot s hodnotami dokumentu Final TWG meeting for review IRPP BREF