

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

**Koncentrace tuhých znečišťujících látek emitovaných do okolí velkochovů
drůbeže**

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Bc. Petr Blažek

České Budějovice, 2018

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Petr BLAŽEK**

Osobní číslo: **Z16265**

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**

Název tématu: **Koncentrace tuhých znečišťujících látek emitovaných do okolí velkochovů drůbeže.**

Zadávací 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 PM10 emitovaných do blízkého okolí ve vybraném objektu chovu drůbeže v souladu s platnou metodikou.

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 vhodného objektu a dohovor na realizaci měření (dohovor na režimu a umožnění vstupu do objektu).
4. Studium zásad a postupu provádění měření hodnot koncentrace prachu PM10 podle metodiky a jejich aplikace ve vybraném objektu.
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, skripta, 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: 31. ledna 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA ©
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentův 1888, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 20. února 2017

Abstrakt

V této diplomové práci se zaměřuji na velkochov drůbeže, jako zdroj emisí prachových částic, které jsou odváděny z objektu chovu do okolí chovu drůbeže.

První, tedy teoretická část práce je zaměřena na prach, prachové částice a jejich zdroje, dále pak na ustájení drůbeže a také na BAT technologii. Tyto částice mohou být nebezpečné nejen pro zvířata, ale i pro personál pracující v okolí velkochovů. Ve druhé, tedy praktické části práce se zaměřuji na měření prachových částic PM₁₀ pomocí měřicího přístroje DUST TRUK II ve vybraném objektu chovu drůbeže (brojlerů) a dále na zpracování výsledků měření a porovnání s hygienickými předpisy a již naměřenými hodnotami.

Klíčová slova: Drůbež, Prachové částice, PM₁₀, BAT,

Abstract

In this diploma thesis I focus on poultry farms, as a source of dust particles, which are taken from the breeding establishment to the surroundings of poultry breeding.

The first theoretical part of the thesis is focused on dust, dust particles and their sources, as well as on housing of poultry and on BAT technology. These particles can be dangerous not only for the animals but also for the staff working in the vicinity of the farm animals. In the second, practical part of the thesis, I focus on the measurement of dust particles PM₁₀ using the DUST TRUK II measuring instrument in a selected broiler breeding facility, as well as on the processing of measurement results and comparison with hygienic regulations and already measured values.

Keywords: Poultry, Dust Particles, PM₁₀, BAT,

Prohlášení

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 (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou) elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu 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 kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....
Bc. Petr Blažek

Poděkování

Rád bych tímto poděkoval Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady, ochotu a čas, který mi při zpracování mé diplomové práce věnoval. Dále bych rád poděkoval Ing. Radimu Kunešovi za pomoc při měření a při zpracování práce a také Mgr. Tomáši Zoubkovi se zpracováním dat a vygenerováním grafů v programu MATLAB. Poslední poděkování patří panu Jiřímu Šonkovi za umožnění měření na jeho farmě.

Obsah

1	Úvod.....	9
2	Literární přehled.....	10
2.1	Chov drůbeže.....	10
2.2	Kur domácí	10
2.2.1	Jatečná výtěžnost.....	11
2.2.2	Welfare.....	12
2.2.2.1	Zásady welfare.....	12
2.3	Legislativa	14
2.3.1	Zákon č. 246/1992 Sb.	14
2.3.2	Vyhláška č. 464/2009 Sb.	16
2.4	Životní prostředí	20
2.5	Mikroklima.....	20
2.5.1	Teplota.....	21
2.5.2	Vlhkost vzduchu	21
2.5.3	Proudění vzduchu.....	22
2.5.4	Větrání hal.....	22
2.5.4.1	Složení vzduchu.....	23
2.5.5	Prachové částice	24
2.5.6	Světlo	24
2.6	Technologie ustájení brojlerových kuřat.....	24
2.6.1	Technologie krmení	25
2.6.1.1	Krmná zařízení.....	26
2.6.2	Technologie napájení	27
2.6.3	Technologie ventilace	28
2.6.3.1	Přirozená ventilace.....	29

2.6.3.2	Nucená ventilace.....	29
2.6.4	Technologie vytápění.....	30
2.6.4.1	Teplovzdušné vytápění.....	30
2.6.4.2	Teplovodní vytápění.....	31
2.6.5	Technologie osvětlení.....	31
2.6.6	Podestýlka.....	31
2.7	Prašnost.....	32
2.7.1	Prachové částice, zdroje a šíření.....	33
2.7.2	Účinky prachových částic na lidský organismus.....	35
2.7.3	Základní definice a termíny pro hodnocení prachu.....	36
2.7.4	Účinky prachových částic na organismus zvířat.....	38
2.8	BAT technologie v chovech drůbeže upravit.....	39
2.8.1	Zásady správné zemědělské praxe.....	39
2.8.2	Krmné techniky.....	40
2.8.3	Hospodaření s vodou.....	41
2.8.4	Hospodaření s energií.....	41
2.8.5	Snížení emisí z ustájení.....	42
2.8.6	Výkrm kuřecích brojlerů.....	42
2.8.7	Skladování exkrementů.....	42
2.8.8	Zpracování exkrementů.....	42
2.8.9	Zapravení exkrementů.....	43
3	Cíl práce.....	43
4	Metodika práce.....	44
4.1	Charakteristika místa měření (farma U lesa).....	44
4.1.1	Technologické řešení stáje.....	45
4.1.1.1	Technologie krmení.....	46
4.1.1.2	Technologie napájení.....	46

4.1.1.3	Technologie větrání	46
4.1.1.4	Technologie ustájení	47
4.1.1.5	Technologie osvětlení	47
4.1.1.6	Veterinární zásady	47
4.1.1.7	Veterinární asanace	48
4.2	Měřicí přístroje	48
4.2.1	DUST TRAK II	48
4.2.2	Anemometr	49
4.3	Fyzikální vztahy pro výpočet	50
5	Vlastní práce	51
5.1	Měření	51
5.2	Naměřené hodnoty	52
5.2.1	Měření č. 1 (9. 5. 2017)	52
5.2.1.1	Výpočty k 1. měření	54
5.2.2	Měření č. 2 (17. 5. 2017)	55
5.2.2.1	Výpočty ke 2. měření	57
5.2.3	Měření č. 3 (23. 5. 2017)	58
5.2.3.1	Výpočty k 3. měření	59
5.2.4	Měření č. 4 (30. 5. 2017)	60
5.2.4.1	Výpočty k 4. měření	62
5.2.5	Měření č. 5 (6. 6. 2017)	63
5.2.5.1	Výpočty k 5. měření	64
5.3	Výsledky	65
6	Diskuze	66
7	Závěr	68
8	Seznam použité literatury	69
	Internetové zdroje	70

Ostatní zdroje	71
9 Seznam obrázků	72
10 Seznam tabulek	73
11 Seznam grafů.....	74

1 Úvod

Zemědělství jako celek patří mezi velké producenty rozmanitých odpadů a k velkým znečišťovatelům životního prostředí, ať se jedná o rostlinnou výrobu nebo o živočišnou. Jedná se hlavně o spaliny ze spalovacích motorů velkých a těžkých strojů, které jsou ovšem nezbytné pro provoz velkých, ale i malých farem, dále jsou to chemikálie používané k ošetřování plodin, ničení plevelů a hnojení. V živočišné výrobě vznikají škodlivé látky zejména ve velkochovech hospodářských zvířat, kde vznikají škodlivé plyny, nepříjemné zápachy, prachové částice a mikroorganismy.

V této práci jsem se zaměřil na měření prachových částic do velikosti 10 μm (PM_{10}) ve velkochovu drůbeže na maso (brojlerů). Vzniklé prachové částice ovlivňují okolní prostředí, nikoliv pouze zvířata přímo v chovu, ale i v přilehlých oblastech, dále i pracovníky na farmě nebo lidi, kteří jsou často v blízkosti.

V dnešní době je chov drůbeže velice rozsáhlý. Patří k nejrozvinutějšímu odvětví živočišné výroby v ČR. Počet kusů k 1. dubnu 2017 byl 21,5 mil. Oproti roku 2016 kdy byl počet kusů 21,3 mil. V roce 2016 vzrostla spotřeba drůbežího masa na 26,8 kg na osobu, to je přibližně třetina sněženého masa.

2 Literární přehled

2.1 Chov drůbeže

Chov drůbeže je odvětví, které vysoce využívá techniku pro zvýšení intenzity produkce. V chovech drůbeže se nyní využívají vysoce moderní technická zařízení, která umožňují plnou kontrolu a řízení podmínek vnějšího prostředí nezbytných pro zvyšování užitkovosti a snižování nákladů na produkci. V této souvislosti mají velký význam zařízení pro důslednou kontrolu a regulaci mikroklimatu. Nezanedbatelné není ani využívání různých světelných režimů. Při konstrukci nových zařízení se uplatňují nejnovější poznatky z oblasti fyziologie, ochrany zdraví, prevence, etologie a výživy zvířat, protože technologická zařízení musí splňovat různé požadavky (SKŘIVAN a kol., 2000).

Účelem chovu slepic je výroba vajec a masa. Protože nelze do organismu jedné slepice vhodně skloubit vysokou snášku a produkci masa, bylo nutné vytvořit dva užitkové typy slepic, nosný a masný. Každý užitkový typ dosahuje ve své základní užitkové vlastnosti vysoké výkonnosti, která se dalším šlechtěním a optimalizací podmínek prostředí dále zvyšuje. Oba užitkové typy se liší například stavbou těla a některými fyziologickými funkcemi, které jsou podřízeny hlavní užitkové vlastnosti. Tyto odlišnosti jsou podmíněny geneticky, a proto je nutno brát v úvahu zvláštnosti obou typů při navrhování programu odchovu i chovu, (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.2 Kur domácí

Kur domácí (slepice) je nejběžnější domácí pták. Dle plemene se chovají pro maso, vejce, peří atd. Domestikován byl z kura bankivského (*Gallus Gallus*) v Asii pravděpodobně ve 4. tisíciletí př. n. l. Některá plemena však nesou i gen kura Sonneratova. Dlouho se soudilo, že byl domestikován v Číně, to je podle posledních studií nepravděpodobné, stejně jako teorie o domestikaci na území dnešního Thajska. Dnes se v souvislosti s domestikací mluví o tzv. Harappské kultuře v údolí Indu (dnešní Pákistán), (<http://www.zoochleby.cz/kur-domaci-hedvabnicka-6192/>, „staženo dne: 20. 11. 2017“)



Obrázek 1 – Kur bankivský, zdroj: [https://www.biolib.cz/ IMG/GAL/234557.jpg](https://www.biolib.cz/IMG/GAL/234557.jpg), („staženo dne: 20. 11. 2017“)

První domestikovaný kur byl údajně chován k zápasům, ale již ve starověkém Egyptě znali chov na maso a dokonce již i na vejce (podle dochované písemné zprávy je choval faraón Thutmos III. v Botanické zahradě v Karnaku). Ve středověku to byli hlavně okrasní ptáci chovaní na dvorech a v parcích šlechty. Chov ve velké míře (a také výstavy slepic) probíhá až od počátku 19. stol. (<http://www.zoochleby.cz/kur-domaci-hedvabnicka-6192/>, „staženo dne: 20. 11. 2017“).

2.2.1 Jatečná výtěžnost

Drůbež musí mít v době před porážkou tzv. jatečnou zralost. Jatečná zralost je stav, když je dosažena požadovaná živá hmotnost, jsou dobře vyvinuté a dobře osvalené cenné partie, je zralé peří a rovnoměrně v nízké vrstvě je uložen podkožní tuk. Drůbež nabývá jatečné zralosti zpravidla v době, kdy ukončuje svůj tělesný vývin, kdy je drůbež vhodná k porážce a opracování. Nejvíce se uplatňuje u vodní drůbeže, kdy je rozhodující zralost peří. Když není peří zralé, při škulání se vytvářejí tzv. pysky a drůbež se při výkupu řadí do nižší třídy jakosti. Jatečná zralost má vliv na ukončení výkrmu, ovlivňuje jatečnou hodnotu (složení jatečného trupu, jatečnou výtěžnost a podíl cenných partií), (LEDVINKA a kol., 2011).

Jatečná výtěžnost drůbeže je 60 – 80 % podílu, který je po opracování konzumován. Tento podíl tvoří průměrně 74 % ze živé hmotnosti zvířete před zabitím. Jatečně opracovaná drůbež se skládá z vykuchané drůbeže, která tvoří 60 – 72 % bez požitelných vnitřností, které tvoří 6 – 8 %. Z vykuchané drůbeže čisté

maso tvoří 50 – 55 %, kosti 12- 14 % ze živé hmotnosti drůbeže. Zbytek, to je 25 – 30 % tvoří odpad, resp. Vedlejší produkty (hlava, peří, krev, vnitřnosti atd.). Mezi požitelné vnitřnosti se počítá srdce, játra a svalnatý žaludek. Na jatečnou výtěžnost má vliv více faktorů – druh drůbeže, plemeno, věk, pohlaví a celá chovatelská technologie (PETER a kol., 1986)

2.2.2 Welfare

Welfare zvířat lze definovat jako optimální stav naplnění všech materiálních a nemateriálních podmínek, které jsou předpokladem pro zdravý organismus, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Nejedná se přitom jen o splnění základních podmínek života a zdraví zvířat, předpokládá stejně tak i ochranu před fyzickým i psychickým strádáním a týráním ze strany chovatele. Zvíře má nárok na to, aby mu chovatel vytvářel předpoklady pro zabezpečení vyššího stupně uspokojení jeho životních potřeb. Welfare zvířat požaduje pro chovaná zvířata dosažení určité spokojenosti, pohody, komfortu. Tento požadavek je zdůvodněný eticky, ale vyplývá i z ekonomiky. Pouze zvíře, které má na dostatečné úrovni zajištěny své materiální (fyziologické) i nemateriální (mentální, psychické) potřeby, může poskytovat maximální užítkovost odpovídající jeho genetickému potenciálu, může optimálně zhodnocovat krmnou dávku, uchovat si zdraví, produkční schopnosti i přirozené projevy chování a jeho chov může být proto ekonomicky úspěšný, (GÁLIK a kol., 2015).

2.2.2.1 Zásady welfare

Odstranění hladu, žízně a podvýživy zvířete – povinností chovatele je zajistit zvířeti čistou, hygienicky nezávadnou vodu v dostatečném množství a to bez výjimky. Zajištění výživy musí být v dostatečném množství, vhodné skladby (zastoupení vhodných krmiv a jejich struktura) respektující fyziologii daného druhu. Ohled musí být brán také na věk, zdravotní stav, pohlaví, stádium gravidity atd.

Odstranění fyzikálních a tepelných faktorů nepohody – každý chovatel má za povinnost zajistit zvířeti takové podmínky pro chov, aby zvíře netrpělo působením negativních faktorů (vítr, déšť, mráz, vysoké letní teploty, nízké zimní teploty aj.). Chovatel je povinný zvířeti zajistit vhodné ustájení a pohodlné místo k odpočinku.

Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci – pečlivost, starostlivost a prevence chorob by měly být základním pilířem každého uvědomělého chovatele. Zvíře by nemělo být vystaveno působení škodlivých činitelů (např. ostré hrany u krmného žlabu, nerovná a drolivá podlaha poškozující končetiny, cizí předměty v krmivech, nehygienická napájecí voda, špatná technika manipulace se zvířaty aj.). Chovatel by měl vždy a okamžitě umět zvířeti poskytnout první pomoc a zvíře neodkladně ošetřit. Pokud již předem ví, že je nutná profesionální pomoc, je povinen přivolat veterinárního lékaře a do doby jeho příjezdu by měl zvířeti v mezích svých schopností a znalostí pomoci. Neprofesionalita a přílišné sebevědomí může znamenat v mnoha případech (např. komplikovaný porod, poruchy trávení, intoxikace, infekce) těžkou újmu zvířete až jeho smrt. V chovu zvířat by nemělo platit pravidlo „ušetřím za každou cenu“, protože smrt zvířete je vždy mnohem vyšší ztrátou. Základem správné koncepce chovu je prevence a základy dodržování pravidla 3D – desinfekce, desinsekce a deratizace.

Možnost projevů normálního chování – zajištění dostatečného prostoru pro chovaný druh a jeho dostatečné vybavení jsou úspěšnou cestou pro zdárný a efektivní chov zvířat. Velmi důležitý je kontakt mezi zvířaty a tvorba sociální hierarchie, která je pro daný druh charakteristická. Zde je nutné poznamenat, že mimo znalosti z výživy, genetiky, fyziologie, technologie a techniky chovu, by měl chovatel znát také základní etologické parametry daného druhu. Měl by také vědět např. kolik času tráví daný druh: krmením, napájením, spánkem, pohybem atd. Zvířata svými „gesty“, „pohyby“ a chováním mnohdy chovateli naznačují případný problém. Každý den se proto musí zvířata pravidelně kontrolovat. Měli bychom si také všimnout nepřírodných projevů, agrese a hledat jejich příčiny. Pouze zvíře chované ve vhodných podmínkách je schopno pravidelné reprodukce a produkce.

Odstranění strachu a deprese (úzkosti) – psychická pohoda je velmi důležitá u všech druhů zvířat. Strach a deprese mnohdy vedou k celkovému strádání zvířete, někdy až k jeho smrti. Velmi významnou roli hraje v tomto směru člověk, neboť ten by měl být klidný, všímavý, neagresivní, ale zároveň rázný a jistý (týká se zejména manipulace a zacházení se zvířaty). Zbytečné stresující situace vyvolávají u zvířete přirozenou fyziologickou odezvu. Ta může vyústit např. ve snížení nádoje u dojnice (adrenalin brání transportu oxytocinu krví do mléčné žlázy atd.), problémy

s reprodukcí (nezabřezávání, embryonální mortalita, potraty atd.). Za neméně podstatné lze ale považovat i změnu psychiky (v důsledku úzkostného stavu), která může v nejkrajnějších případech u zvířete vyústit až v agresi. Znalost a pochopení chování je základem úspěšného chovu (<http://www.zootechnika.cz/clanky/zaklady-chovatelstvi/obecna-zootechnika/welfare/welfare-obecne-.html>, „staženo dne: 20. 10. 2017“).

2.3 Legislativa

2.3.1 Zákon č. 246/1992 Sb.

1. Při chovu kuřat druhu kur domácí (*Gallus gallus*), která jsou chována na maso (dále jen „kuřata chovaná na maso“), musí chovatel:

a) dodržovat požadavky na hospodářství a požadavky na chov kuřat chovaných na maso stanovené prováděcím právním předpisem,

b) předávat pověřené osobě podle plemenářského zákona hlášení o chovu kuřat chovaných na maso,

c) vést záznamy o chovu kuřat chovaných na maso stanovené prováděcím právním předpisem; tyto záznamy musí chovatel uchovávat alespoň po dobu 3 let a na vyžádání je předložit příslušnému orgánu ochrany zvířat,

d) poskytovat osobě uvedené v § 20 odst. 1 písm. s) zákona údaje a vzorky stanovené prováděcím právním předpisem.

2. Maximální hustota osazení v hospodářství, kterým se rozumí výrobní provoz s chovem kuřat chovaných na maso, nebo v hale hospodářství, kterou se rozumí budova hospodářství, ve které je chováno hejno kuřat chovaných na maso, nesmí překročit 33 kg.m⁻². Hustotou osazení se rozumí celková živá hmotnost kuřat chovaných na maso, která se ve stejném čase nacházejí v hale, a to na čtvereční metr využitelné plochy. Využitelnou plochou se rozumí plocha se stelivem kdykoliv přístupná kuřatům chovaných na maso. Hejnem kuřat chovaných na maso se rozumí skupina kuřat chovaných na maso, která jsou umístěna v hale hospodářství a která se v této hale nacházejí současně.

3. Chovatel, který splňuje požadavky podle odstavců 1 a 2, může provozovat chov kuřat chovaných na maso s hustotou osazení vyšší než $33 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-2}$, pokud

a) sdělí pověřené osobě podle plemenářského zákona úmysl používat vyšší hustotu osazení hlášením o chovu kuřat chovaných na maso a

b) splňuje požadavky na hospodářství, požadavky na obsah a vedení dokumentace a požadavky pro vyšší hustotu osazení stanovené prováděcím právním předpisem.

Maximální hustota osazení v tomto případě nesmí překročit $39 \text{ Kg}\cdot\text{m}^{-2}$. Chovatel je povinen hlásit změnu hustoty osazení nejméně 15 dnů před umístěním hejna kuřat chovaných na maso do haly.

4. Chovatel může provozovat chov kuřat chovaných na maso se zvýšenou hustotou osazení, která překračuje hustotu uvedenou v odstavci 3 maximálně o $3 \text{ kg}/\text{m}^2$, pokud mu bude na žádost a po splnění kritérií pro povolení zvýšené hustoty osazení stanovených prováděcím právním předpisem vydáno krajskou veterinární správou rozhodnutí o povolení chovu kuřat chovaných na maso se zvýšenou hustotou osazení. Krajská veterinární správa povolení rozhodnutím odejme či změní, jestliže chovatel přestane splňovat kritéria, za kterých bylo rozhodnutí o povolení vydáno. Požadavky stanovené v odstavci 3 platí obdobně.

5. Chovatel, který chová kuřata chovaná na maso s hustotou osazení vyšší než $33 \text{ kg}/\text{m}^2$, je povinen

a) z údajů vedených podle odstavce 1 písm. vypočítat údaje o denní míře úmrtnosti hejna a kumulativní denní míře úmrtnosti hejna

b) v doprovodné dokumentaci k dodávce kuřat chovaných na maso na jatky uvést údaje o denní míře úmrtnosti hejna a kumulativní denní míře úmrtnosti hejna a údaje o hybridu a plemeni kuřete.

6. Chovatel musí poskytnout osobám, které jsou jím zaměstnány nebo najaty, aby pečovaly o kuřata chovaná na maso nebo aby je chytaly a nakládaly, poučení týkající se požadavků na ochranu zvířat, včetně požadavků na způsoby

porážení používané v hospodářstvích. Splnění této povinnosti je na vyžádání orgánů ochrany zvířat chovatel povinen doložit.

7. Chovatel musí zajistit, aby za každý chov kuřat chovaných na maso byla stanovena osoba odborně způsobilá k péči o kuřata chovaná na maso, která má osvědčení o způsobilosti k péči o kuřata chovaná na maso. Toto osvědčení vydává ministerstvo na základě absolvování kurzu odborné přípravy k péči o kuřata chovaná na maso.

8. Ministerstvo stanovilo prováděcím právním předpisem - vyhláškou č. 464/2009, ustanovení - §11 až §11d,s Přílohou č. 4 požadavky na hospodářství a požadavky na chov kuřat chovaných na maso, obsah záznamů o chovu kuřat chovaných na maso, obsah údajů a seznam vzorků, které jsou chovatelé povinni poskytovat osobě uvedené v § 20 odst. 1 písm. s) zákona, požadavky na hospodářství, požadavky na obsah a vedení dokumentace a požadavky na chov kuřat chovaných na maso při hustotě osazení vyšší než 33 kg/m², kritéria pro povolení zvýšené hustoty osazení, obsah a rozsah kurzu odborné přípravy k péči o kuřata chovaná na maso pro získání osvědčení o způsobilosti k péči o kuřata chovaná na maso, požadavky na vybavení školicího pracoviště, kvalifikaci lektorů, podmínky a způsob vydávání osvědčení a jeho vzor (ASPI, 2017).

2.3.2 Vyhláška č. 464/2009 Sb.

Požadavky na hospodářství a požadavky na chov kuřat chovaných na maso, obsah záznamů o chovu kuřat chovaných na maso, obsah údajů a seznam vzorků, které jsou chovatelé povinni poskytovat osobě uvedené v § 20 písm. s) zákona

1. Při chovu kuřat chovaných na maso musí být napáječky umístěny a udržovány tak, aby se minimalizovalo rozlití. Krmivo musí být kuřatům chovaným na maso dostupné buď nepřetržitě, nebo dávkovaně a nesmí jim být odebráno dříve než 12 hodin před předpokládaným časem porážky.

2. Všechna kuřata chovaná na maso musí mít stále přístup k suché a na povrchu kypré podestýlce.

3. Při chovu kuřat chovaných na maso musí být větrání dostatečné, aby se zamezilo jejich přehřátí, a v případě potřeby se spojuje se systémy vytápění, aby se odstranila nadměrná vlhkost.

4. Při chovu kuřat chovaných na maso musí být hladina hluku snížena na minimum. Ventilátory, krmná zařízení a ostatní vybavení musí být konstruovány, umístěny, provozovány a udržovány tak, aby působily co možná nejméně hluku.

5. Při chovu kuřat chovaných na maso musí mít všechny budovy, ve kterých jsou chována kuřata chovaná na maso, osvětlení o intenzitě alespoň 20 luxů během dob osvětlení, které se měří na úrovni očí kuřete chovaného na maso a které ozařuje přinejmenším 80 % užitné plochy. Dočasné snížení intenzity osvětlení je možné, pokud je to nezbytné na základě doporučení veterinárního lékaře. Do sedmi dnů od ustájení kuřat chovaných na maso až do tří dnů před stanoveným časem porážky musí osvětlení odpovídat čtyřadvacetihodinovému rytmu a zahrnovat doby tmy s celkovým trváním alespoň 6 hodin, přičemž musí být zajištěna alespoň jedna nepřetržitá doba tmy trvající alespoň 4 hodiny, vyjma dob, kdy je osvětlení tlumené.

6. Všechna kuřata chovaná na maso musí být alespoň dvakrát denně kontrolována. Zvláštní pozornost musí být věnována znakům, které svědčí o snížené úrovni pohody zvířat nebo zdraví zvířat. Kuřata chovaná na maso s vážnými zraněními nebo se zjevnými příznaky zdravotních potíží, jako například kuřata chovaná na maso s obtížemi při chůzi, se závažnými případy patologického obsahu tekutin v tělní dutině nebo závažnými znetvořeními, a kuřata chovaná na maso, která pravděpodobně trpí, musí být vhodně ošetřena nebo bezodkladně poražena. Veterinární lékař musí být kontaktován, kdykoliv to zdravotní stav kuřat chovaných na maso vyžaduje.

7. Části budov, vybavení nebo přístrojů, které jsou ve styku s kuřaty chovanými na maso, musí být důkladně očištěny a vydezinfikovány vždy po provedení konečné depopulace, a to před umístěním nového hejna do haly. Veškeré stelivo musí být po konečné depopulaci haly odstraněno a očištěná a vydezinfikovaná hala musí být opatřena čistým stelivem.

8. Chovatel vede pro každou halu v hospodářství záznamy stanovené jiným právním předpisem.

9. Obsah údajů a seznam vzorků, které jsou chovatelé povinni poskytovat za každé jednotlivé hejno kuřat chovaných na maso osobě uvedené v § 20 písm. s) zákona:

Požadavky na hospodářství, požadavky na obsah a vedení dokumentace a požadavky na chov kuřat chovaných na maso při hustotě osazení vyšší než 33 kg/m²

1. Při chovu kuřat chovaných na maso při hustotě osazení vyšší než 33 kg/m² vlastník nebo držitel v hale vede a uchovává k případnému předložení soubornou dokumentaci s podrobným popisem produkčních systémů. Tato dokumentace zahrnuje především podrobné technické údaje o hale a jejím vybavení.

2. Dokumentace uvedená v odstavci 1 musí být na požádání předložena příslušnému orgánu ochrany zvířat a musí být průběžně aktualizována. Zaznamenávají se zejména technické kontroly větracího systému a poplašného systému. Vlastník nebo chovatel musí neprodleně oznámit příslušnému orgánu ochrany zvířat případné změny v dané hale, změny vybavení nebo postupů, které mohou ovlivnit pohodu kuřat chovaných na maso.

3. Vlastník nebo chovatel, kromě požadavků stanovených v § 11, musí zajistit, aby každá hala v hospodářství byla vybavena větracím systémem a případně vytápěcím a chladicím systémem.

4. Je-li hustota osazení vyšší než 33 kg/m², v doprovodné dokumentaci k hejnu kuřat chovaných na maso odesílané na jatka spolu s příslušným hejnem se uvedou údaje o denní míře úmrtnosti a kumulativní denní míře úmrtnosti vypočítané vlastníkem nebo chovatelem a údaje o hybridu nebo plemeni kuřat. Denní mírou úmrtnosti se rozumí počet kuřat chovaných na maso, která uhynula v jedné hale ve stejný den, včetně kuřat chovaných na maso, která byla brakována z důvodu onemocnění nebo i z jiných důvodů, vydělený počtem kuřat chovaných na maso, která se v uvedený den nacházejí v hale, vynásobeno 100. Kumulativní denní mírou úmrtnosti se rozumí součet denních měř úmrtnosti.

5. Pod dohledem úředního veterinárního lékaře se údaje uvedené v odstavci 4, jakož i počet kuřat chovaných na maso, která byla při příjezdu mrtvá, zaznamenají

s uvedením hospodářství a haly v hospodářství. Věrohodnost údajů a kumulativní denní míry úmrtnosti se ověří s ohledem na počet poražených kuřat chovaných na maso a na počet kuřat chovaných na maso, která byla při příjezdu na jatka mrtvá.

6. Úřední veterinární lékař vyhodnotí v rámci kontrol uskutečňovaných podle nařízení (ES) č. 854/2004 výsledky postmortálního vyšetření, aby zjistil další možné známky nedostatečné pohody zvířat v hospodářství nebo v hale v hospodářství původu, jako jsou například abnormální míra kontaktní dermatitidy, parazitární onemocnění a systémová onemocnění.

7. Odpovídá-li míra úmrtnosti uvedená v odstavci 4 či výsledky postmortálního vyšetření uvedeného v odstavci 6 nedostatečné pohodě zvířat, úřední veterinární lékař oznámí příslušné údaje vlastníkovvi nebo chovateli zvířat a místně příslušnému orgánu veterinární správy.

Kritéria pro povolení zvýšené hustoty osazení, která překračuje hustotu 39 kg/m², a to maximálně o 3 kg/m²

1. Kritéria pro povolení zvýšené hustoty osazení, která překračuje hustotu 39 kg/m², a to maximálně o 3 kg/m², jsou následující:

a) sledování daného hospodářství prováděné příslušným orgánem ochrany zvířat během posledních 2 let neodhalilo žádné nedostatky, pokud jde o požadavky stanovené právními předpisy upravujícími ochranu a chov kuřat chovaných na maso,

b) sledování vlastníkem nebo držitelem hospodářství se provádí za použití příruček osvědčených řídicích postupů, které obsahují pokyny k dodržení právních předpisů upravujících ochranu a chov kuřat chovaných na maso,

c) u nejméně sedmi po sobě následujících kontrolovaných hejn v hale byla kumulativní denní úmrtnost nižší než 1 % + 0,06 % vynásobeno věkem poraženého hejna vyčísleným ve dnech.

2. Pokud příslušný orgán ochrany zvířat neprováděl během posledních dvou let v daném hospodářství sledování, musí být provedeno alespoň jedno sledování s cílem ověřit, zda byl splněn požadavek podle odstavce 1 písmene a).

3. Odchylně od odstavce 1 písm. c) může příslušný orgán rozhodnout o zvýšení hustoty osazení, poskytl-li vlastník či držitel dostatečné vysvětlení k výjimečné povaze vyšší kumulativní denní míry úmrtnosti nebo prokázal-li, že není v jeho možnostech ovlivnit její příčiny (ASPI, 2017).

2.4 Životní prostředí

Pro pojem „životní prostředí“ je možné užít několik definic. Mezi nejznámější patří:

1. Dynamická definice norského profesora Wika, která byla přijatá na konferenci UNESCO v Paříži v roce 1976:

„Životní prostředí je ta část světa, se kterou je živý organismus ve stálé interakci, to znamená, kterou používá, mění a které se musí přizpůsobovat“,

2. Tbiliská definice přijatá v roce 1979 na konferenci v Tbilisi:

„Životní prostředí je systém složený z přírodních, umělých a sociálních složek materiálního světa, jež jsou, anebo mohou být s uvažovaným organismem ve stálé interakci“,

3. Definice uvedená v našem zákoně č. 17/1992 Sb., o životním prostředí:

„vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména: ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie“ (<http://www.enviweb.cz/eslovník/269>, „staženo dne: 12. 2. 2018“).

2.5 Mikroklima

Vliv vnějších faktorů na užitkovost drůbeže je kromě výživy charakterizováno ještě teplotou, koncentrací škodlivých plynů v ovzduší, množstvím prachových částic, světelným režimem a velikostí prostoru, který připadá na jeden kus drůbeže. Tyto vesměs fyzikální faktory je možné při podrobné charakteristice prostředí doplnit také o jiné, např. velikost krmného a napájecího prostoru, použitou technologii (výběh, podestýlka, rošty, klece) aj. (VÝMOLA a kol., 1995).

2.5.1 Teplota

Teoretickým základem pro vymezení vhodných teplot prostředí je vymezení tzv. termoneutralní zóny, která se mění nejen se stářím drůbeže, ale je ovlivňována i příjmem živin a energie. V prvním týdnu má termoneutralní zóna u drůbeže rozpětí 34 – 36 °C, ve stáří 5 týdnů 32 – 35 °C a v 52 týdnech 18 – 24 °C (VÝMOLA a kol., 1995).

V rámci termoneutralní zóny nedochází ke změnám intenzity výměny látkové. Když je teplota vyšší nebo nižší než udané rozpětí termoneutralní zóny, sníží se, nebo se zvýší produkce tepla. Zvýšení produkce tepla znamená při nižších teplotách zvýšení příjmu krmiva a také zvýšení podílu energie krmiva, která se mění v tepelnou energii. Naopak zvýšení teploty prostředí působí omezení příjmu krmiva a tím také energie, protože potřebná produkce tepla se sníží (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Vzhledem k tomu, že termoregulační systémy jsou u kuřat a krůťat plně vyvinuty až ve stáří 4 – 6 týdnů, doporučuje se do tohoto stáří respektovat dodržování daných teplot (VÝMOLA a kol., 1995).

2.5.2 Vlhkost vzduchu

Fyziologický význam vlhkosti vzduchu pro drůbež je nutno posuzovat ve vzájemné souvislosti s teplotou prostředí. Obecně je možno uvést, že jak příliš nízká, tak příliš vysoká vlhkost vzduchu vytváří pro drůbež nežádoucí prostředí. Oba tyto stavy se považují za predisponující pro respirační infekce. Mimo nepříznivé ovlivnění zdravotního stavu působí také negativně na užitkovost. V kombinaci s nevhodnými teplotami a prouděním vzduchu se nepříznivé působení ještě prohlubuje (VÝMOLA a kol., 1995).

U slepic do 2 týdnů věku by měla být relativní vlhkost 70 – 75 %, ve 3. týdnu je možno vlhkost snížit na 65 % a od věku 4 týdnů by se měla vlhkost pohybovat v rozmezí 55 – 70 %. V žádném případě by vlhkost neměla klesnout pod 50 % a překročit 75 % (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.5.3 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu má u drůbeže poněkud menší vliv na výdej tepla než u savců. Je to důsledkem pokrytí povrchu těla splývající vrstvou peří a velmi malého zvlhčení pokožky. Může však přesto ovlivňovat termoregulaci jak nepříznivě, tak příznivě v závislosti na teplotě prostředí (VÝMOLA a kol., 1995).

Nepříznivě se projevuje nadměrné proudění vzduchu zejména při nízkých teplotách, např. v klecích. Při podlahovém chovu má drůbež totiž možnost vyhnout se místům s nadměrným prouděním. Při delším působení může vyšší rychlost proudění vzduchu (zvláště v zimních měsících) působit jako stresový faktor (VÝMOLA a kol., 1995).

Při vyšších teplotách může působit proudění vzduchu na drůbež příznivě. Urychluje výdej tepla z organismu a zabraňuje jeho přehřátí. V letním období se proto připouští proudění vzduchu u kuřat do 4 týdnů $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a u starších do $1,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Při optimálních teplotách prostředí se doporučuje rychlost proudění v objektech pro odchov a výkrm kuřat do 4 týdnů $0,1 - 0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v objektech pro starší kuřata a dospělou drůbež $0,1 - 0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

2.5.4 Větrání hal

Větrání ovlivňuje jednak stav stájového vzduchu, jako je teplota, vlhkost a obsah toxických plynů a rychlost proudění vzduchu v chovném prostoru. Jsou to faktory, které mají vliv na tepelný režim drůbeže a jejich vhodnou kombinací máme možnost vytvořit určité mikroklimatické podmínky (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Vzhledem k tomu, že výměna vzduchu nutná na odvod vodních par a CO_2 je závislá na vnitřní a venkovní teplotě a vlhkosti vzduchu, produkci CO_2 drůbeží, podestýlkou i přímotopnými zdroji, je vhodné nechat si provést potřebné výpočty u specialisty (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Minimální výměna vzduchu v našich podmínkách se pohybuje např. při teplotách $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ kolem $0,65 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$ a kg ž. hm., při $0 \text{ }^\circ\text{C}$ kolem $1 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$ a kg ž. hm. a při $+10 \text{ }^\circ\text{C}$ kolem $1,3 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$ a kg ž. hm. Podle literárních údajů kolísá v rozmezí od $0,7$ do $1,5 \text{ m}^3/\text{h}^{-1}$ a kg ž. hm. Doporučovaná výměna vzduchu v letních teplotách

kolem 30 °C se pro naše podmínky pohybuje kolem 5 m³/h⁻¹ a kg ž. hm. (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

2.5.4.1 Složení vzduchu

V důsledku vysoké látkové výměny u drůbeže a rozkladných procesů, které probíhají v trusu, vzniká celá řada plynů, z nichž největší vliv na zdraví a užitkovost má oxid uhličitý, čpavek a sirovodík (SKŘIVAN a kol., 2000).

Oxid uhličitý (CO₂)

Vzniká dýcháním zvířat a mikrobiálním rozkladem organických částí. Názory na přípustnou koncentraci CO₂ v ovzduší drůbežáren se podle různých autorů pohybují nejčastěji v rozmezí 0,25 – 0,5 %. Při vyšším obsahu CO₂ ve vzduchu (nad 1 %) dochází u drůbeže k zrychlenému dechu, ke snížení spotřeby krmiva, ke zvýšené spotřebě vody, snížení užitkovosti a změnám pH krve (VÝMOLA a kol., 1995).

Čpavek (NH₃)

Vzniká rozkladem proteinu v trusu a podestýlce. Jeho tvorba závisí na teplotě prostředí, vlhkosti podestýlky a hustotě osazení. Při vyšších teplotách a vlhké podestýlce se jeho tvorba zvětšuje, vysoká vlhkost ve spojení s nízkou teplotou jeho tvorbu snižuje. NH₃ je resorbován v plicích, zvyšuje pH krve, snižuje oxidační procesy v organizmu, zrychluje dýchání a dráždí sliznici dýchacích cest i očí (SKŘIVAN a kol., 2000).

Sirovodík (H₂S)

V drůbežárnách se vyskytuje sirovodík ve vyšších koncentracích jen při nehygienických podmínkách ustájení. Ze všech plynů je nejedovatější. Již koncentrace v dávce 0,02 mg/l může způsobit celkovou otravu organizmu. Přípustná koncentrace je 0,001 obj. %.

Tabulka 1 – Přípustná koncentrace toxických plynů v halách pro drůbež

Plynná škodlivina	Koncentrace škodliviny			
	obj. %	hmot. %	p.p.m.	mg . m ³

Oxid uhličitý	0,25	0,38	2 500	4 500
Čpavek	0,0025	0,0015	25	18
Sirovodík	0,0007	0,0008	7	10

(Zdroj: VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

2.5.5 Prachové částice

Prostředí hal pro odchov, chov a výkrm drůbeže je dost prašné. Zdrojem prachu jsou krmné směsi, podestýlka, suchý trus, peří, částičky epidermis. Obsah prachových částic ve vzduchu v halách s hlubokou podestýlkou je závislý na vlhkosti hluboké podestýlky, teplotě a vlhkosti vzduchu, stáří podestýlky a aktivitě drůbeže. Tvorba prachu je minimální při vlhkosti hluboké podestýlky kolem 40 %, s jejím snižováním se zvyšuje. V halách pro výkrm brojlerů se pohybuje nejčastěji v rozmezí 5 – 30 mg/m³, v halách pro odchov kuřat v klecích v rozmezí 2 – 15 mg/m³ a v halách pro chov nosnic v rozmezí 6 – 12 mg/m³. Hygienická norma požaduje dosažení prašnosti ovzduší pod 10 mg/m³ vzduchu. Na prachových částicích jsou usazeny patogenní mikroorganismy, viry i plísňe a jsou spolu s prachem roznášeny do značné vzdálenosti od hal. Prach je také jednou z příčin typického zápachu v okolí hal (VÝMOLA a kol., 1995).

2.5.6 Světlo

Je pro všechny druhy drůbeže vnější faktor, který silně ovlivňuje reprodukční funkce, chování zvířat i jejich sociální interakce. Regulací délky světelného dne a jeho rozdělením na řadu period světla a tmy a různou intenzitou osvětlení je možné ovlivňovat u chovných i produkčních zvířat jejich pohlavní dospělost, dobu snůšky, produkci spermatu i intenzitu páření. U zvířat ve výkrmu pak ovlivňuje pohybovou aktivitu, příjem krmiva i sociální chování drůbeže. Na průběh biologických procesů má stejný vliv přirozené i umělé osvětlení (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6 Technologie ustájení brojlerových kuřat

Výkrm brojlerů je nejrozšířenějším a nejprogresivněji se rozvíjejícím odvětvím výroby drůbežního mas. Většina brojlerů se vykrmuje v bezokenních halách o rozponu 12 – 15 m s nuceným větráním (PŘIKRYL a kol., 1997).

V posledních letech se i u nás začínají používat haly i o větším rozponu a jsou již v provozu i dvojhaly o rozponu 2 x 25 m se speciální vzduchotechnikou. Začíná se ověřovat i výkrm v halách s přirozeným větráním a osvětlením (PŘIKRYL a kol., 1997).

Stáj (hala) pro výkrm kuřat musí být bez oken, dobře větratelná, bez možnosti vstupu zvenčí pro myši, ptáky, škodlivý hmyz. Pro zástav kuřat může být použita jen dobře vyčištěná, umytá a vydezinfikovaná hala (VÝMOLA a kol., 1995).

Tabulka 2 – Koncentrace kuřat dle hmotnosti

Živá hmotnost v kg	Kusů/m²
0,5	30
1,0	20
1,4	18
1,6	15
1,8	14
2,0	13
2,2	12

(Zdroj: ŠONKA, 1997).

2.6.1 Technologie krmení

Ke krmení drůbeže se používají sypké peletované a granulované směsi, které se na farmu dovážejí různými typy velkoobjemových přepravníků. Z nich se krmná směs dopravuje do venkovních zásobníků krmiv pneumaticky nebo pomocí různých typů šnekových dopravníků (PŘIKRYL a kol., 1997).

Zásobníky na krmiva u hal pro drůbež musí být uzavřeny tak, aby do nich při dešti nepronikala voda, protože by při zatékání vody do zásobníků docházelo k plesnivění krmiva. Při vysokém obsahu tuku ve směsi je důležité, aby zásobníky nebyly příliš zahřívány sluncem, nesmí být proto tmavé barvy, ani nesmí být zásobníky průsvitné, protože světlo působí na žluknutí tuku. Zásobníky musí mít

takový objem, aby doplňování krmiva nebylo nutné dříve než za 7 dnů. Obvykle jsou sila umístěna mimo stáj a se stáji jsou spojena šnekovým dopravníkem. Krmítka řetězová nebo misková musí být ve stáji instalována tak, aby se nechala zvedat nad podestýlkou podle velikosti kuřat. Na začátku výkrmu jsou krmítka spuštěna až na podlahu a plně nasypána krmivem, aby kuřata snadno našla krmnou směs. Horní okraj krmítka nemá být nad podestýlkou výše než 4 cm. Později je třeba dbát na to, aby horní okraj krmítka byl v úrovni hřbetu vykrmovaných kuřat (VÝMOLA a kol., 1995).

Ustájení pro výkrm kuřat musí být od začátku výkrmu vybavena takovým počtem krmítek i napáječek, aby kuřata byla zabezpečena dostatečným krmným a napájecím prostorem po celou dobu výkrmu (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6.1.1 Krmná zařízení

Řetězové krmítko

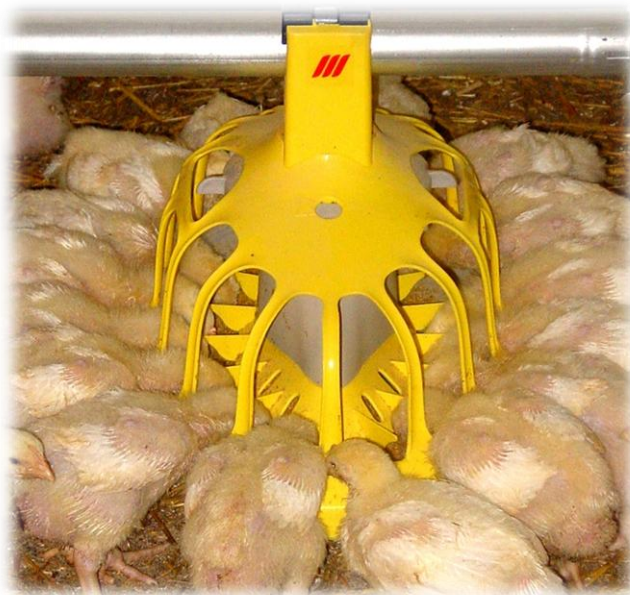
Pro krmení drůbeže na hluboké podestýlce i na roštových podlahách se používá převážně řetězové krmítko. Je stavebnicové konstrukce a používá se pro dopravu suchých sypkých nebo granulovaných krmných směsí. Sestává se ze zásobníku, ze kterého vychází jeden nebo dva dopravní okruhy. Na rámu zásobníku vybaveném čehracím zařízením je pohonná jednotka s elektromotorem, převodovkou a hnacím ozubeným kolem.

Krmnou linku tvoří žlábký, ve kterých se pohybuje plochý krmný řetěz umožňující rozpojení v každém článku, rohové kladky a spojky žlábků. Používají-li se krmítka na hluboké podestýlce nebo na roštích, jsou na spojkách drážky, které umožňují výškovou regulaci krmného žlábků na podpěrných stojácích. Na vratné větvi krmítka bývá odlučovač nečistot (PŘIKRYL a kol., 1997).

Misková krmítka

Pro krmení drůbeže chované na hluboké podestýlce nebo na roštových podlahách se stále ve větší míře používají misková krmítka. Jedná se o malá tubusová krmítka s objemem 1,5 – 3 kg krmné směsi s různě hlubokým krmným žlabem na obvodu misky. Žebra, která slouží k uchycení misky pod tubusem, zabraňují drůbeži vstupovat do krmného žlábků a omezují ztráty krmiva. Plnění

miskových krmítek je dvojí. V prvním případě je dopravník krmné směsi umístěn pod stropem haly a k jednotlivým miskovým krmítkům, umístěným pod dopravníkem v jedné až třech řádkách, je krmná směs dopravována šikmými nebo svislými trubkami. Tubusy miskových krmítek jsou zavěšeny na lankách upevněných na stropě haly nebo přes kladku na lanu, které umožňuje jejich výškovou regulaci. Pro plnění krmítek je možné používat všech druhů dopravníků (PŘIKRYL a kol., 1997).



Obrázek 2 – Miskové krmítko, zdroj: <https://pl.all.biz/img/pl/catalog/140007.jpeg>, („staženo dne: 26. 11. 2017“)

2.6.2 Technologie napájení

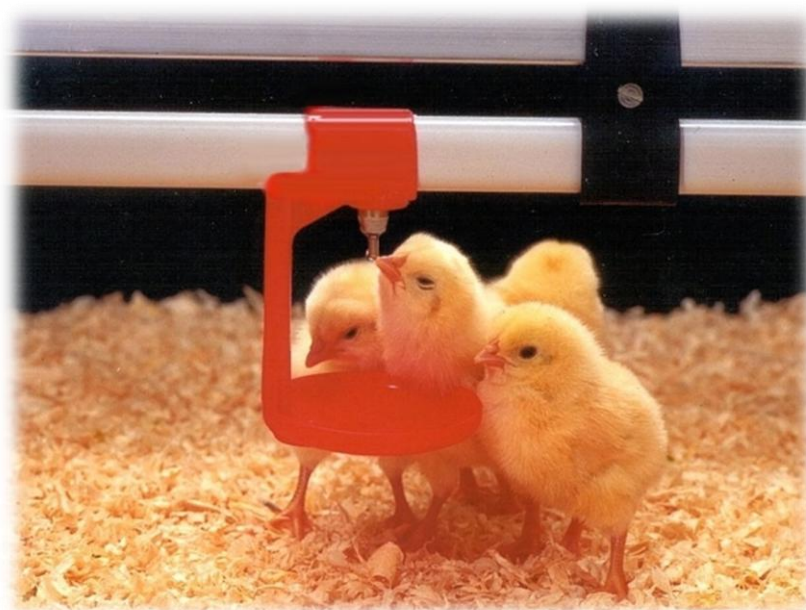
Dříve se v chovech drůbeže používaly kloboukové napáječky s hlubokými kruhovými žlábkami, které snižují rozstříkávání vody. Tyto napáječky mají automatické doplňování vody, které je založeno na váhovém principu a výše hladiny ve žlábku je nastavitelná seřiditelným ventilem.

V dnešní době se od kloboukových napáječek pomalu ustupuje a nahrazují se napáječkami, které snižují spotřebu a rozstřík vody, zlepšují hygienu napájení, vyžadují minimální obsluhu včetně čištění a zabírají menší prostor (BROUČEK a kol., 2011).

Mezi nejrozšířenější typ napáječek patří kapátková, která se skládá z dutého válcovitého tělesa, které je zašroubované, nebo jinak upevněné v rozvodovém

potrubí. V horní a střední části tělesa jsou dvě šikmé plošky na dosednutí rozšířené části tyčinky, která vyčnívá z tělesa v dolní části napáječky. V horní části napáječky je umístěno závaží (VÝMOLA a kol., 1995).

K tomu aby se drůbež napila, se musí zdvihnout přečnívající část tyčinky a podle zdvihu vytéká z napáječky větší nebo menší množství vody. Napáječka se vyrábí z kovu nebo kombinace kovu a plastu. Ve výkrmu kuřat se používají napáječky, u kterých dochází k vytékání vody i při bočním vychýlení tyčinky.



Obrázek 3 – Kapátková napáječka, zdroj: <http://static.construct-yourself.com/wp-content/uploads/2016/9/construction-19857.jpg>, („staženo dne: 2. 2. 2018“)

Součástí kapátkové napáječky je i miska, která slouží k zachycení odkápnuté vody. Alternativou misek mohou být různě tvarované kalíšky s páčkou, která samovolně nebo stlačením zobákem při pití drůbeže zdvihá tyčinku napáječky. V halách bývají napáječky zavěšeny a lze jejich výšku regulovat pomocí navijáku (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6.3 Technologie ventilace

Ventilace je v chovech drůbeže velice důležitá při zajišťování optimálního vnitřního prostředí. Existují dva typy ventilace a to přirozená nebo nucená.

2.6.3.1 Přirozená ventilace

Tato ventilace využívá správného otevření haly, aby do objektu a skrze něj mohl proudit vzduch. Správného proudění vzduchu lze dosáhnout snížením nebo zvýšením postranních záclon, klapek nebo dveří. Nejběžnější jsou postranní záclony. Přirozená ventilace se také nazývá „záclonová ventilace“.

Při oteplení jsou záclony otevřeny a venkovní vzduch proudí dovnitř. Naopak při ochlazení jsou záclony uzavřeny a proudění venkovního vzduchu je omezeno. Otevřené záclony umožňují proudění velkého množství venkovního vzduchu skrze objekt a vyrovnávají tak vnitřní a vnější podmínky. Záclonová ventilace je ideální, jen tehdy, když se venkovní teplota blíží teplotě uvnitř haly. Intenzita výměny vzduchu závisí na venkovním větru. Za teplých až velmi teplých dnů s mírným větrem poskytují ventilátory ochlazení proudícím vzduchem. S cirkulačními ventilátory lze zároveň použít zařízení k zamlžování a rosení a zajistit tak druhou úroveň chlazení.

Je-li záclonová ventilace používána v chladnějších podmínkách, je nutné, aby byla zařízení záclon opatřena časovači s častým vypínáním a zapínáním, bezpečnostními termostaty v úrovni kuřat a zařízením k pohybu záclon v případě vysokých teplot nebo výpadků elektrické energie. Ventilátory slouží i k promíchávání přiváděného studeného vzduchu a teplého vzduchu v hale. Nejsou-li k dispozici ventilátory a záclony jsou málo otevřené, proniká dovnitř pomalu těžký venkovní vzduch a ihned klesá k zemi, to může mít za následek ochlazení kuřat a způsobit zvlhnutí podestýlky. Teplejší vzduch zároveň uniká z haly, což způsobuje větší výkyvy teplot. Dokonce i za mírného počasí mohou však běžné výkyvy v teplotě vzduchu a větrech během dne (nebo noci) vyžadovat časté úpravy nastavení záclon (http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/CSEHnetre.pdf „staženo dne: 6. 1. 2018“).

2.6.3.2 Nucená ventilace

K přivádění vzduchu do haly a k jeho proudění skrze objekt používá ventilátory. Obvykle umožňuje mnohem lepší kontrolu rychlosti výměny vzduchu a vzorce proudění vzduchu, a to v závislosti na nastavení ventilátorů a přívodu vzduchu a typu používaného ovládání. Systémy této ventilace využívají přetlak

nebo podtlak (http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/CSEHnetre.pdf „staženo dne: 6. 1. 2018“).

Systémy ventilátorů s pozitivním tlakem připevněné na stěny, které vhánějí venkovní vzduch do haly, se nejčastěji používají za studenějšího počasí. Avšak většina systémů s ventilátory v halách nyní využívá ventilaci s negativním tlakem. To znamená, že ventilátory pracují jako odsávače a odsávají vzduch z haly. Uvnitř haly dojde k vytvoření částečného vakua (negativního tlaku) tak, že venkovní vzduch je nasáván otvory ve stěnách haly nebo pod okrajem střechy.

Vznik částečného vakua uvnitř haly během ventilace umožňuje lepší řízení vzorce proudění vzduchu halou a dosažení jednotnějších podmínek v rámci celé haly. Minimalizují se tak oblasti s vydýchaným vzduchem i teplá a studená místa (AVIAGEN, 2010).

2.6.4 Technologie vytápění

Pro udržení mikroklimatických podmínek, zvláště teploty a relativní vlhkosti vzduchu, je potřeba haly zvláště v chladném počasí vytápět. Ve výkrmu brojlerů se můžeme setkat se dvěma typy.

2.6.4.1 Teplovzdušné vytápění

Jedním způsobem tohoto vytápění je pomocí teplovzdušných agregátů na kapalná nebo plynná paliva. Tyto agregáty bývají umístěné vně haly. Agregáty ohřívají vzduch, který je po hale rozváděn potrubím. Tento způsob však patří mezi neekonomické, protože 20 % ztrát tvoří odpadní teplo, které odchází komínem. Další značná část energie je spotřebována na nahřívání nasávaného venkovního vzduchu, jehož množství několikrát převyšuje potřebu větrání nutného k odvodu CO₂ nebo vodních par z haly.

V současnosti se používají jednoduché agregáty na plynná paliva. Ty jsou umístěny přímo v hale. Jsou složeny z hořáku, ochranného krytu a z automatického systému řízení. Tyto agregáty však produkují spaliny, které jsou odváděny mírně zvýšenou ventilací na základě relativní vlhkosti.

Vytápěním objektů a následným větráním mohou tepelné ztráty dosáhnout až 50 %. Tyto ztráty se dají snížit použitím rekuperačních jednotek (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6.4.2 Teplovodní vytápění

Tento způsob vytápění se často využívá na velkých farmách, které jsou opatřeny centrální kotelnou, v dnešní době se dá využít i teplo z bioplynové stanice. Je ho možné řešit pomocí radiátorů, které se umisťují na obvodové stěny nebo pomocí topných spirál polypropylenových trubek umístěných vně podlahy (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6.5 Technologie osvětlení

Světlo má velký podíl na růstu kuřat, proto je velice důležité věnovat pozornost tomuto faktoru. Ve výkrmu kuřat lze využít několik světelných režimů. Patří mezi ně např. nepřetržitý světelný režim, střídavý světelný režim nebo proměnlivý světelný režim. Výběr světelného režimu je závislý na klimatických podmínkách, na zkušenostech chovatele, na kvalitě krmných směsí a na vybavení haly.

Jedním z faktorů osvětlení je jeho intenzita, která ovlivňuje aktivitu kuřat. Do 7. dne věku kuřat by měla být intenzita světla 20 luxů a poté se u stálého nebo nepřetržitého světelného režimu snižuje na 5 luxů. Při střídavém nebo proměnlivém světelném režimu je optimálních 10 – 15 luxů.

Mezi další faktory patří barva světla. V chovech kuřat se používá běžně žluté nebo bílé světlo. Další používanou barvou je červená. Tato barva má vliv na uklidnění a snížení oštipování peří. Dále je to pak tmavomodré světlo, které se používá při vyskladňování. Snižuje možnost vidění a kuřata zůstávají v klidu. Poslední dobou se využívá zelená barva, která významně působí na welfare vykrmovaných kuřat (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.6.6 Podestýlka

Podestýlka pro drůbež se rovnoměrně rozvrstvuje ve výšce 5 – 10 cm. Čím delší výkrm, tím je vhodnější vyšší vrstva podestýlky, aby podestýlka dobře absorbovala vlhkost, byla měkká a pružná. Materiály používané na podestýlku se

musejí lehce rozkládat, být čisté, s nízkým obsahem prachu a bez chorobotvorných zárodků (SKŘIVAN a kol., 2000).

Podestýlka musí být suchá, ale nesmí být prašná a musí být bez plísní. Nejvhodnější podestýlkou jsou drcené lodyhy topinamburů, které mají výbornou nasávací schopnost a dokážou dlouho udržet drobtovitou strukturu a výborně drží teplo.

Stelivová rašelina má nejlepší nasávací schopnost, ale v dnešní době je těžko dostupná. Vhodný materiál jsou také hobliny z měkkého řeziva, které dodávají dobrou kyprost podestýlce. Hobliny, které jsou z tvrdého dřeva, způsobují velice prašné prostředí. Používají se i plevy, ale ty nemají velkou absorpční schopnost a malá kuřata se je snaží pojídat. Piliny nejsou vůbec vhodné, kvůli prašnosti a kuřata je někdy mohou požírat. Písek se může používat jemný, ale jen v letním období a při nižší hmotnosti kuřat, déle pak hrozí nebezpečí otláčení.

Materiál, který se používá nejvíce pro podestýlku je sláma, bohužel její nevýhodou je rychlá sléhavost. Nejvhodnější je pšeničná nebo ječná sláma. Žitná a ovesná sláma je nevhodná. Slámu je dobré promíchávat s hoblinami (ŠONKA a kol., 2006).

Během výkrmového cyklu je podestýlka podrobena biochemickým pochodům bakteriální mikroflóry. Při těchto procesech se zušlechťují původní substráty, jejichž celulóza je do určitého stupně hydrolyzována na složky, které jsou lépe stravitelné.

Kromě volného čpavkového dusíku a amonných solí, tvoří více než 50 % celkové dusíkové frakce kyselina močová. Významnou složkou je také do různého stupně metabolizovaný bílkovinový dusík a také bílkovina mikrobiálního původu. Podestýlka obsahuje také dusíkaté látky, vlákninu, málo energetických živin a využitelný fosfor (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

2.7 Prašnost

Prach se vyskytuje v podstatě téměř v každém prostředí na Zemi. Prachem se rozumí soubor hmotných těles (částic) velmi malých rozměrů, libovolného tvaru, objemu, délky, šířky, plochy, chemického složení, struktury, nebo hustoty.

Hmotná tělesa mohou být ve třech stavech (skupenství): pevném, kapalném a plynném. Prachem lze nazvat pevné částice, které vznikají procesem mechanického dělení zrn na menší části nebo chemickými procesy. Vznik prachových částic je závislý na mnoha faktorech (fyzikálních a chemických), jedná se například o drcení, broušení, odlupování, přeměnu spalováním hmoty apod. (GÁLIK a kol, 2015).

2.7.1 Prachové částice, zdroje a šíření

Prachovými částicemi se rozumí malé pevné částice včetně vláken a polétavých částic v atmosféře, které se usazují vlastní hmotností, avšak mohou zůstat rozptýleny ve vzduchu po nějakou dobu. Z hlediska působení na člověka se dělí na toxický prach a prach bez toxického účinku. Podle mechanismu vzniku je znečištění tvořeno částicemi pevných materiálů, kouřem ze spalování organických hmot nebo dýmem vznikajícím oxidací anorganických látek. Pro jejich měření se používá vyjádření v hmotnostní, nebo početní koncentraci (GÁLIK a kol, 2015).

Při tepelných procesech (spalování organických látek) vzniká kouř s částicemi o velikosti 0,01 – 0,5 μm , při chemických oxidačních procesech (svařování) se uvolňuje dým s částicemi o velikosti 0,1 – 1 μm .

Podle původu lze zdroje pevných částic dělit na antropogenní a přírodní. V mnoha případech lze identifikovat také kombinované zdroje pevných částic (GÁLIK a kol, 2015).

Antropogenní zdroje

Vznikají rozmanitou lidskou činností. Největší antropogenní zdroje nečistot v ovzduší (i zdraví škodlivých) představují spalovací procesy, které jsou nezbytnou součástí technologických činností při výrobě tepelné energie v teplárnách, využívajících spalování pevných paliv pro ohřev vody a vzduchu v domácnostech, při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách na pevná paliva, při pohybu dopravních zařízení (motorová vozidla, letadla, apod.) na dopravních trasách, využívajících energii ze spalovacích procesů v motorech, při technologických činnostech manipulačních zařízení (nakladače, jeřáby, dopravníky, apod.), jejichž pracovní adaptéry jsou poháněny spalovacími motory, při pohonu speciálních strojních zařízení ve všech oblastech výroby a služeb (včetně komunální sféry,

zemědělské a lesnické výroby), při dobývání nerostných surovin (explozivní rozpojování, zpracování hornin) a v ostatních doprovodných činnostech, které tvoří servisní činnost ve prospěch lidské společnosti (např. při zimní údržbě posypem silnic a chodníků, používáním rozmanitých sprejů, aplikací nátěrů a impregnací používáním rozpouštědel, z nichž se uvolňuje metan apod.), (GÁLIK a kol, 2015).

Dalším antropogenním zdrojem jsou také částice, které vznikají větrným odnosem ze stavenišť, ze skládek stavebních surovin, z demolovaných staveb, nezpevněných polních cest a z obdobných míst, která vznikla v důsledku lidské činnosti (GÁLIK a kol, 2015).



Obrázek 4 – Antropogenní zdroj částic (Sklízecí mlátička s drtičem slámy a plev), Zdroj: Autor

Přírodní zdroje

Hlavním přirozeným zdrojem jsou výbuchy sopek, lesní požáry a prach unášený větrem. Významné jsou například také kapky mořské vody, i když většina z nich spadne brzy zpět do oceánu. Dalším zdrojem jsou také organismy, jsou to zejména viry, bakterie, houby a případně jejich části a živočišné a rostlinné produkty jako jsou spory či pyl. Další zdroje jsou obvykle z oblastí pokrytých řídkou vegetací nebo zcela bez vegetace, například písek z pouští, bioplyn uvolňovaný v průběhu trávení potravy zvířat (metan), radioaktivní plyn radon uvolňující se ze zemské kůry.

Podle polohy vzniku prachových částic lze rozdělit zdroje na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje se v prostoru nepohybují a jsou v konstantní poloze na zemském povrchu a souřadnice jsou neměnné. Mobilní zdroje mění souřadnice polohy (GÁLIK a kol, 2015).

Mobilní zdroje

Mobilními zdroji znečišťování ovzduší jsou samohybná a další pohyblivá, případně přenosná zařízení vybavená spalovacími motory znečišťujícími ovzduší, pokud tyto motory slouží k vlastnímu pohonu nebo jsou zabudovány jako nedílná součást technologického vybavení. Dalšími zdroji jsou dopravní zařízení (silniční vozidla, drážní vozidla, letadla a plavidla), nesilniční mobilní stroje (kompresory, vysokozdvíhací vozíky, dozery, zemědělské a lesnické stroje apod.) a přenosná nářadí vybavená spalovacím motorem (pily, řezačky apod.), (GÁLIK a kol, 2015).

Stacionární zdroje

Jsou to zařízení spalovacího nebo jiného technologického procesu, která znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší, dále to jsou šachty, lomy a obdobné plochy, z nichž může docházet k úletu znečišťujících látek. Jsou to také plochy, na kterých jsou prováděny práce nebo činnosti, které způsobují nebo mohou způsobovat znečišťování ovzduší, dále sklady a skládky paliv, surovin, produktů, odpadů apod. Dalšími zdroji prachových částic jsou také zemědělské objekty, v nichž dochází ke vzniku živočišných prachů (velkovýkrm zvířat a drůbež), které jsou odváděny do ovzduší (GÁLIK a kol, 2015).

2.7.2 Účinky prachových částic na lidský organismus

Rozsah škodlivých účinků prachu na člověka je velmi široký. Při jejich hodnocení záleží na původu, vlastnostech a velikostech prachových částic, na jejich koncentraci v ovzduší, na délce a podmínkách působení i na individuální vnímavosti člověka na tyto prachové částice (GÁLIK a kol, 2015).

Prachové částice se usazují na určitém místě v dýchacích cestách. Místo v dýchacím ústrojí, na němž se částice zachytí, závisí na velikosti prachové částice. Částice větší než je 10 μm se zachycují na chloupkách v nose nebo na nosní sliznici a z pravidla nezpůsobují zdravotní potíže. Částice menší než 10 μm se

mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní potíže. Částice menší než 1 μm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, což přináší závažnější zdravotní potíže, protože tyto částice často obsahují adsorbované karcinogenní sloučeniny. Tyto částice poškozují plicní systém a způsobují chronickou bronchitidu, chronické plicní choroby a mohou způsobovat kardiovaskulární problémy (GÁLIK a kol, 2015).

Rozdělení prachových částic podle rozměrů:

- v nosních dutinách se zachytí částice rozměrů 6 – 10 μm ,
- v hrtanu se zachytí částice rozměrů 5 – 6 μm ,
- v průdušnici se zachytí částice rozměrů 3 – 5 μm ,
- v průduškách se zachytí částice rozměrů 2 – 3 μm ,
- v plicních sklípcích se zachytí částice menší než 1 μm , (GÁLIK a kol, 2015).

2.7.3 Základní definice a termíny pro hodnocení prachu

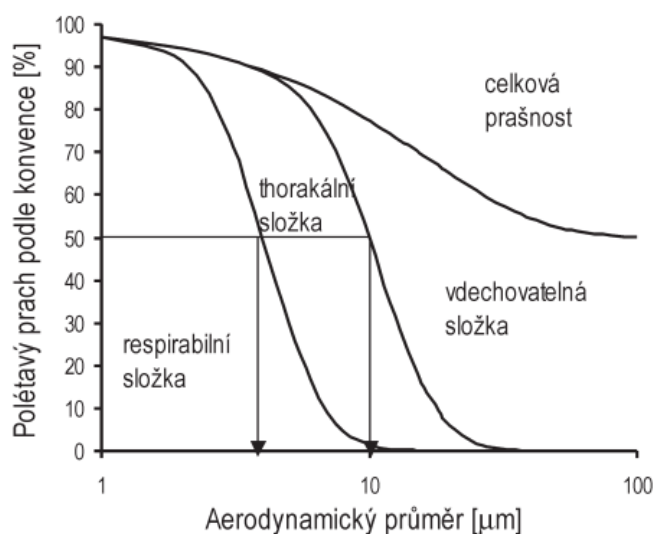
Kromě chemických, fyzikálních a biologických vlastností má velký význam z hlediska ohrožení lidského zdraví velikost částic prachu a pro zhodnocení zdravotního rizika je důležitá skutečnost, jak hluboko se částice dostanou do dýchacího ústrojí. Proto byly definovány základní pojmy, které umožňují pochopení principů působení prachových částic.

Aerodynamický průměr částice D – průměr koule o hustotě 1 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ se stejnou ustálenou rychlostí způsobenou gravitační silou v klidném ovzduší, jako má částice za obvyklých podmínek týkajících se teploty, tlaku a relativní vlhkosti.

Vdechovatelná (inhalable) frakce – hmotnostní frakce polétavého prachu, která je vdechnuta nosem a ústy.

Thorakální (thoracic) frakce – hmotnostní frakce vdechovaných částic pronikajících za hrtan. V obr. 1 je vyznačeno, že 50 % polétavého prachu s $D = 10 \mu\text{m}$ je v thorakální frakci.

V obrázku 5 je vyznačeno, že 50 % polétavého prachu s $D = 10 \mu\text{m}$ je



v torakální frakci.

Obrázek 5 – Vdechovatelná, torakální a respirabilní konvence jako procenta polétavého prachu, zdroj: www.stpcr.cz/?download=articles/vvi-2006-02_s90.pdf, („staženo dne: 20. 12. 2017“)

Respirabilní (respirable) frakce – hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel. V následujícím obrázku je vyznačeno, že 50 % polétavého prachu s $D = 4 \mu\text{m}$ je v respirabilní frakci.

TSP (total suspended particulate) – je celková prašnost – všechny částice obklopené vzduchem v daném objemu vzduchu.

PM₁₀ (particulate matter 10) – hmotnostní podíl prašnosti pro velikost částic pod $10 \mu\text{m}$ za předpokladu, že minimálně 50 % prachových částic je menších než $10 \mu\text{m}$ (částice, které projdou velikostně-selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr $10 \mu\text{m}$ odlučovací účinnost 50 %).

PM_{2,5} (particulate matter 2,5) – hmotnostní podíl prašnosti pod $2,5 \mu\text{m}$ za předpokladu, že minimálně 50 % prachových částic je menších než $2,5 \mu\text{m}$ (částice, které projdou velikostně – selektivním vstupním filtrem vykazujícím pro aerodynamický průměr $2,5 \mu\text{m}$ odlučovací účinnost 50 %).

Dýchací zóna – je prostor v bezprostřední blízkosti úst a tváří, přesněji technicky definován jako polokulový prostor (obecně o poloměru 0,3 m) se středem v polovině spojnice obou uší a vymezený rovinou tváře procházející touto spojnici, vrcholem hlavy a ohryzkem.

PEL (přípustný expoziční limit) – celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být, podle současného stavu znalostí, vystaveni zaměstnanci při osmihodinové pracovní době, aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní schopnosti a výkonnosti.

Imisní limit – hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku (www.stpcr.cz/?download=articles/vvi-2006-02_s90.pdf, „staženo dne: 20. 12. 2017“)

2.7.4 Účinky prachových částic na organismus zvířat

Stájové ovzduší je znečištěno prachovými částicemi, které se liší složením, velikostí a množstvím v jednotce vzdušného objemu. Prachové částice ve stájovém ovzduší představují v určitých koncentracích závažnou zátěž pro chovaná zvířata. Velký význam mají prachové částice jako nosiče mikroorganismů, bakteriálních endotoxinů a prachových látek, včetně amoniaku (GÁLÍK a kol, 2015).

Hlavním zdrojem prachu ve stájích jsou obvykle suché krmné směsi. Množství prachu, které se z těchto směsí uvolňuje, se odhaduje na 0,1 % z celkového množství krmiv. K uvolňování prachu dochází zejména při manipulaci s těmito krmivy, například plnění zásobníků krmiv, zvláště nejsou-li jejich výdechové hlavice opatřeny žádným filtračním zařízením. Přibližně polovina tohoto množství se vlivem vlhkosti usazuje ve stáji a odchází s exkrementy a smetky ve formě chlévské mrvy, močůvky, kejdy, či trusu, druhá polovina uniká ve formě úletů do ovzduší. Největší prašnost bývá zaznamenávána v chovech drůbeže, zejména mladších kategorií.

Ve stájovém prostředí se vyskytují zejména organické prachové částice (až 90 %) rostlinného a živočišného původu s minimem podílu prachu anorganického (SiO_2).

Prachové částice jsou tvořeny rostlinnými součástmi, bakteriálními a houbovými mikroorganismy, roztoči, fragmenty hmyzu a dalšími alergogenními látkami, které působí přímo na zdravotní stav zvířat.

Biologická agresivita prachových částic ve stájovém prostředí je dána jeho dráždivými účinky na sliznici, především dýchacích cest. Může však docházet i k poškození jiných tkání, např. spojivek, kůže apod.

Nepřímé působení prachových částic se projevuje ve snižování vlhkosti vzduchu, zmenšování intenzity slunečního záření a osvětlení stáje.

Resuspenze prachových částic je podmíněna provozem, charakterem a technologií ustájení, pohybem zvířat a intenzitou proudění vzduchu, resp. činností větracích zařízení (např. u přetlakových větracích systémů se riziko zvířování zvyšuje) a zejména způsobem dávkování krmiva. Za maximální přípustný obsah prachu ve stájovém ovzduší je považována hranice 6 – 10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ (GÁLIK a kol, 2015).

2.8 BAT technologie v chovech drůbeže upravit

Nejlepší dostupnou technikou je nejúčinnější a nejpokročilejší stupeň vývoje použitých technologií a způsobů jejich provozování, které jsou vyvinuty v měřítku umožňujícím jejich zavedení v chovech za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, pokud jsou provozovateli zařízení za rozumných podmínek dostupné a zároveň jsou nejúčinnější v dosahování ochrany životního prostředí jako celku.

Snížení emisí amoniaku, obsahu nezpracovaných bílkovin, fosforu či úspory vody a energie jsou uvedeny v porovnání s referenční technologií.

2.8.1 Zásady správné zemědělské praxe

Zásady správné zemědělské praxe jsou neodmyslitelnou součástí BAT. Ačkoliv je obtížné přesně vyčíslit environmentální přínosy ve snížení emisí

nebo spotřeby vody a energie, správné řízení farmy přispívá ke zlepšení environmentální výkonnosti v chovech drůbeže.

Zásady správné zemědělské praxe obsahují:

- stanovení a zavádění vzdělávacích a školicích programů – environmentální a zoohygienické aspekty, BOZP, PO, školení řidičů,
- přesné plánování činností – plán hnojení, komplexní plán vzdělávání a školení, plán dodávek surovin, plán odběru produktů, plán revizí v zařízení,
- monitoring vstupů a výstupů – krmiva, voda, drůbež, DDD prostředky, veterinární přípravky, elektrická energie, pohonné hmoty, statková hnojiva, emise, kadavery, odpadní vody, odpady,
- zavedení programu údržby a oprav – zajištění správného chodu zařízení a čistoty provozu,
- zpracování havarijních plánů – pro případ úniku látek závadných vodám, výskytu nákazy drůbeže, výpadku energií, vody, možnost požáru.

2.8.2 Krmné techniky

Preventivní opatření budou snižovat množství drůbeží vyloučených živin a tím se během produkčního cyklu sníží potřeba léčebných opatření. Řízená výživa má za cíl přizpůsobit krmení požadavkům drůbeže v jejich vývojových stupních tak, aby docházelo ke snížení vylučovaných živin v exkrementech. Zároveň je nezbytně nutné průběžně sledovat a hodnotit krmné techniky.

Mezi sledované a hodnocené krmné techniky patří:

- fázová výživa – zabezpečená dávkovači, počítačovou jednotkou,
- esenciální aminokyseliny – lyzin, metionin, threonin, tryptofan obsažené v krmivech,
- anorganický fosfor a fytáza – obsažené v krmivech.

Při využití příslušných diet se může v závislosti na kategorii drůbeže a začátku využívání krmiva snížit obsah nezpracovaných bílkovin o 1 - 2 % a fosforu o 0,05 – 0,1 % v exkrementech drůbeže. Je-li využita nízkoproteinová dieta, emise amoniaku se mohou snížit o 24 %.

2.8.3 Hospodaření s vodou

Snížení spotřeby vody závisí především na dodržování zásad správné zemědělské praxe. Začíná již u provedení systému chovu drůbeže, je ovlivňováno způsobem provozu a končí údržbou stájí a jejich vybavení.

Sledování a hodnocení hospodaření s vodou obsahuje:

- mytí a čištění stájí vysokotlakým zařízením – např. WAP, KRENZLE apod.,
- přesné nastavení napájecího zařízení – zabránění únikům vody,
- sledování spotřeby vody instalací vodoměrů nebo jiného zařízení – vodoměry hlavní, podružné, počítačová jednotka,
- oddělené zachytávání dešťových vod a jejich využití k mytí a čištění stájí – s přihlédnutím ke klimatické oblasti,
- při snížení přísunu nestravitelných bílkovin se spotřeba vody může snížit až o 8 %.

2.8.4 Hospodaření s energií

Snížení spotřeby energie lze docílit dodržováním zásad správné zemědělské praxe, které začíná již u provedení systému chovu drůbeže, je ovlivňováno způsobem provozu a končí údržbou stájí a jejich vybavení.

Sledování a hodnocení hospodaření s energií obsahuje:

- tepelnou izolaci stájí – stropy, boční stěny,
- instalaci ventilátorů s nízkou spotřebou energie a vysokou účinností nebo okenního systému – spouštění ventilátorů teplotními čidly, počítačovou jednotkou (klíma počítač),
- použití fluorescenčních svítidel – zářivky,
- rekuperaci tepla ze stájí – opětné navrácení unikajícího tepla do výrobního procesu.

Úspory energie mohou činit u ventilátorů s nízkou spotřebou energie a vysokou účinností 30 %, u zářivek 75 % a u rekuperace tepla ze stájí 50 %. Při využití rekuperace tepla ze stájí se emise amoniaku mohou snížit až o 30 %.

2.8.5 Snížení emisí z ustájení

Z důvodu welfare drůbeže se předpokládá, že neklecové systémy ustájení budou v EU přitahovat značnou pozornost. Z téhož důvodu se bude omezovat hustota osazení v chovech s hlubokou podestýlkou.

2.8.6 Výkrm kuřecích brojlerů

- Přirozené větrání s hlubokou podestýlkou – větrání okny, vraty.
- Umělé větrání s hlubokou podestýlkou – nucené větrání pomocí ventilátorů.
- Perforovaná podlaha s nuceným sušením trusu – pouze tam, kde je již v provozu.

U těchto BAT se emise amoniaku sníží o 80 – 95 %.

2.8.7 Skladování exkrementů

Nitrátová směrnice stanovila minimální požadavky na skladování exkrementů s cílem poskytnout povrchovým a podzemním vodám ochranu před znečištěním a ve zvlášť vymezených zranitelných zónách stanovit speciální požadavky na skladování exkrementů.

- Sklady suchého trusu – na místech s dostatečnou kapacitou, nepropustnou podlahou a s dostatečným větráním.
- Polní hnojiště – na místech mimo vodní zdroje, obytné zóny a na závětrné straně stájí s dostatečnou kapacitou.

2.8.8 Zpracování exkrementů

Podmínkami určujícími tyto BAT jsou dostupnost půdy, místní přebytek nebo nedostatek živin, technická podpora, tržní možnosti pro zelenou energii, místní nařízení a přítomnost snižujících technologií.

- Sušení trusu – externí sušící tunel s perforovanými trusnými pásy.
- Anaerobní fermentace s výrobou bioplynu – ošetření plyných emisí ze spalování bioplynu.

2.8.9 Zapravení exkrementů

Drůbeží exkrementy mají vysoký obsah dostupného dusíku, a proto je při rozmetání důležité jejich rovnoměrné rozložení. Pro snížení emisí při rozmetání není důležitým faktorem rozmetací technika, ale samotné zapravení do půdy.

Zaorání během 12 hodin na orné a snadno oratelné půdě po rozmetání trusu nebo hnoje. U této BAT se emise amoniaku sníží o 90 % na orné a snadno oratelné půdě (<http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/bezpecnost-potravin/environmentalni-techniky-a-technologie/ippc/zpravy-studie-k-vyrobnim-cinnostem/tps-kategorie-6-6/analyza-bat-kategorie-6-6-velkochovy.html> „staženo dne 8. 1. 2018“).

3 Cíl práce

Cílem této práce bylo měřit prachové částice PM₁₀ (10 μm) ve vybraném velkochovu drůbeže (brojlerů), které jsou emitované systémem ventilace do blízkého okolí objektu chovu v závislosti na stáří a počtu chované drůbeže.

4 Metodika práce

4.1 Charakteristika místa měření (farma U lesa)

Měření probíhalo na rodinné eko-farmě U lesa, která se nachází v Sudoměřicích u Bechyně v okrese Tábor. Tato farma se zabývá zejména živočišnou výrobou a to především výkrmem brojlerů, prodejem nosných kuřic a krůt, chovem masného skotu, ustájením koní. Na farmě je dále provozována i agroturistika a výcvik koní i jezdců.

Farma vznikla v těsné blízkosti původního statku rodiny Šonků. Byla založena roku 1992, kdy byly na tzv. zelené louce vybudovány první dvě haly na výkrm brojlerů s kapacitou 50 tisíc kusů. Roku 1995 byla přistavěna třetí hala a v roce 1997 hal čtvrtá. Celková kapacita je nyní 110 tisíc kusů.

V roce 2000 farma rozšířila činnost o chov masného skotu. V roce 2001 byl založen jezdecký klub. A od roku 2005 se činnost rozšířila o ustájení koní a o výcvik koní i jezdců.



Obrázek 6 – Farma U lesa, zdroj: <https://www.dovolenanavenkove.cz/thumbnails/360x240/e4/e4c8a10771eafdac926906c48e708a9e.jpg>, („staženo dne 5. 3. 2018“)

4.1.1 Technologické řešení stáje

Haly určené k výkrmu jsou typu BIOS. Veškeré procesy související s ventilací, osvětlením, krmením řídí počítač typu DR 2.



Obrázek 7 – Počítač DR 2, Zdroj: Autor

4.1.1.1 Technologie krmení

Do 12 dní stáří jsou kuřata krmena kompletní granulovanou směsí BR – 1 Ross. Do 21 dní stáří směsí BR 2A Cobb a do 30 dní stáří BR – 2B a BR 3 Cobb do konce výkrmu. Směs je podávána v suché formě do miskových krmítek umístěných na dopravníku krmiva. Do krmítek je směs doplňována automaticky. K dopravě slouží spirálovité dopravníky z venkovních zásobníků.

4.1.1.2 Technologie napájení

Napájení je zde řešené pomocí kapátkových napáječek. Tyto napáječky, je možné zdvihnout pomocí navijáků až ke stropu. Mají průtok $80 - 90 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Jsou vybaveny regulátorem tlaku a zařízením umožňující proplach, dále hliníkovým profilem s antihřadovacím lankem, kapátky s podšálky které zabraňují úniku vody. Pro medikaci vody jsou napáječky vybaveny ventilem pro připojení medikátoru.

4.1.1.3 Technologie větrání

Ventilace výkrmové haly je obstarána podtlakovým štítovým odvětráváním pomocí 4 velkých ventilátorů, které mají teoretickou výkonnost $44\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ a 4 malých ventilátorů, které mají teoretickou výkonnost $22\,000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$. Ventilace je řízena automaticky.



Obrázek 8 – Pohled na stěnu s ventilátory, Zdroj: Autor

4.1.1.4 Technologie ustájení

Haly na výkrm jsou typu BIOS. Jako stelivo se používá pšeničná sláma, která je ručně rozprostřena na betonovou podlahu ve výšce 10 – 15 cm. Před každým



turnusem výkrmu je sláma navážena pomocí manipulátoru. V průběhu se již sláma nepřistýlá.

Obrázek 9 – Haly na výkrm se zásobníky volně loženého krmiva, Zdroj: Autor

4.1.1.5 Technologie osvětlení

Farma používá ve výkrmových halách zeleně zbarvené osvětlení, které působí pozitivně na růst kuřat, jejich klid a pohodu. Zářivky je možné plynule regulovat.

4.1.1.6 Veterinární zásady

Po skončení každého turnusu se provádí odklizení podestýlky a poté následuje dezinfekce, dezinfekce a deratizace, kterou provádí specializovaná firma.

Veterinární pravidla podniku:

- Vstup osob a vozidel do objektu je omezen
- Návštěvy musí dodržovat stanovená opatření
- Personál a návštěvy musí používat ochranné oblečení
- Ošetřovatel vstupuje do haly pouze v ochranném oblečení

4.1.1.7 Veterinární asanace

Uhynulé kusy jsou odklizeny do kafilerního boxu. Odvoz uhynulých kusů zajišťuje sjednaná firma 3 x za týden.

4.2 Měřicí přístroje

4.2.1 DUST TRAK II

Měřicí přístroj DUST TRAK II je vyráběn americkou firmou TSI Incorporated. Tento přístroj měří na principu odrazu laserového paprsku od částic v měřicí buňce a následného elektronického vyhodnocení. Rozsah měření prachových částic je $0,001 - 150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ o velikosti $0,1 - 15 \text{ }\mu\text{m}$. Členění prachových částic:

- | | |
|--|-------------------|
| - PM ₁₀ – prachové částice do průměru | 10 μm |
| - PM _{2,5} – | 2,5 μm |
| - PM ₁ – | 1 μm |
| - Respiratorní – | 4 μm |

Přesnost měření se pohybuje okolo 0,1 % z naměřené hodnoty, resp. $0,001 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ při průtoku $3,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Přístroj dokáže zaznamenávat informace po dobu 45 dní po jednodominutových vzorcích. Rozměry přístroje jsou 30 x 30 x 25 cm.



Obrázek 10 – DUST TRAK II, zdroj: <https://envcoglobal.com/files/product/gallery/mo-tsi-dt20.jpg>, („staženo dne: 20. 3. 2018)

Další údaje o přístroji:

- Časová konstanta: 1 – 60 s
- Interval zaznamenávaných údajů: 1 s až 1 hod.
- Prostředí: 0 až +50 °C
- Provozní vlhkost: 0 až 95 % (nekondenzující)
- Hmotnost: 2 kg s 1 baterií (2,5 kg se 2 bateriemi)
- Příslušenství: Kalibrační impaktor 2,5 µm
Kalibrační impaktor 10 µm
Průtokoměr pro kalibraci
Cyklon pro měření respiračního prachu ($\leq 4 \mu\text{m}$)
- Režim provozu: Interval zaznamenávaných údajů lze nastavit od 1 sekundy do 60 minut (jde o časový interval mezi jednotlivými zaznamenanými údaji).

Přístroj je vybaven vlastním zdrojem (lithiovou baterií). Musí být nabit před každým měřením (nabíjí se minimálně hodinu při 50 % nabití). Lze přístroj zapojit do sítě prostřednictvím AC adaptéru a přívodními kabely, pokud je k dispozici v místě měření síťový zdroj.

4.2.2 Anemometr

Tento přístroj slouží k měření rychlosti proudění vzduchu v různých jednotkách. Můžeme měřit $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{míle}\cdot\text{h}^{-1}$ nebo uzly. Přístroj je chráněn proti působení vody a má podsvícený LCD displej.

Technické parametry:

- Rozměry: 98 x 39 x 17 mm
- Rozsah měření: 0,2 až 30 $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$
- Přesnost: $\pm 5 \%$
- Napájení: 1 x 3 V lithiová baterie

4.3 Fyzikální vztahy pro výpočet

Výpočet emise frakce z objektu:

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

E_{FN} – emise frakce z objektu

k_{out} – koncentrace frakce prachu za výduchem odsávacích ventilátorů [mg.m^{-3}]

k_{in} – koncentrace frakce prachu na vstupu (okolí) objektu [mg.m^{-3}]

Q – průtok vzduchu [$\text{m}^3.\text{h}^{-1}$]

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

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

24 – 1 den

Přepočet emise na 1 ks za den:

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

k – celkový počet kusů drůbeže v hale [ks]

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

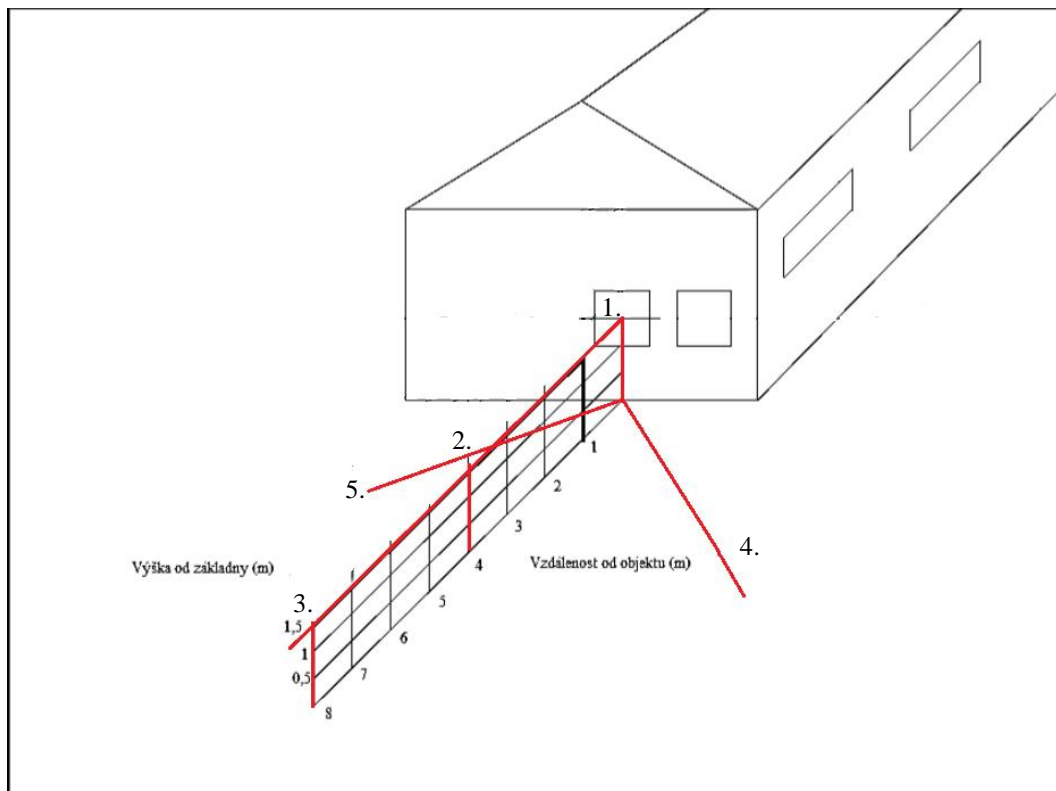
D_z – počet dní zástavu kuřat v objektu během kalendářního roku [den.rok^{-1}]

5 Vlastní práce

5.1 Měření

Měření koncentrace prachových částic emitovaných do okolí probíhalo ve dnech 9. 5. 2017, 17. 5. 2017, 23. 5. 2017, 30. 5. 2017 a 6. 6. 2017. Měření probíhala po 1 týdnu od stáří kuřat 5 dní do stáří 33 dní. Počet ustájených kuřat na začátku výkrmu byl 25 459 kusů a při posledním měření 19 970 kusů. Průměrná hmotnost na začátku výkrmu byla 131 g a při posledním měření 1 623 g. Měření probíhalo u výkrmové haly H4.

Přístroj DUST TRAK II byl umístěn podle přiloženého plánu (viz obr. 11) přímo za odvětrávací ventilátor poté 4 m a 8 m od ventilátoru a na konec 45° vpravo i vlevo ve vzdálenosti 4 m. Všechny měření ve výšce osy ventilátoru (tzn. v 1,5 m).



Obrázek 11 – Schéma polohy měřicího přístroje, Zdroj: Autor

Ventilátor, za kterým byl umístěn měřicí přístroj, byl v činnosti v závislosti stavu vnitřní teploty. Proto se liší délky měřicích časů.

5.2 Naměřené hodnoty

Naměřené a vypočítané hodnoty jsou uvedeny v tabulkách a rozděleny podle data měření. Výpočty emisí, odcházejících z objektu jsem prováděl pouze s první hodnotou, která byla přímo u výduchu z výkrmové haly. Vstupní hodnota k_{in} byla naměřena vždy v okolí haly.

5.2.1 Měření č. 1 (9. 5. 2017)

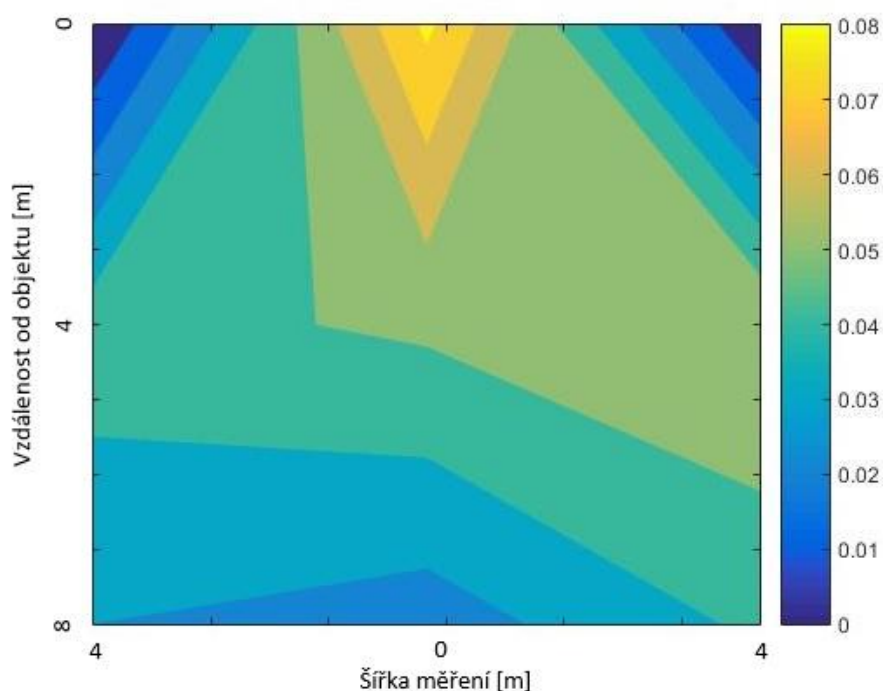
Tabulka 3 – Obecné informace k měření č. 1

Stav zvířat [den]	5
Průměrná hmotnost [g]	131

Počet ustájených zvířat [ks]	25 459
Vnitřní teplota [°C]	30,5
Vnější teplota [°C]	10
Vnitřní vlhkost [%]	52
Vnější vlhkost [%]	38
Proudění vzduchu za ventilátorem [km.h ⁻¹]	16,2
Atmosférický tlak [hPa]	960

Tabulka 4 – Naměřené hodnoty 1. měření [mg.m⁻³]

Měření	MIN.	PRŮM.	MAX.
1.	0,006	0,082	0,426
2.	0,006	0,052	0,213
3.	0,007	0,025	0,077
4.	0,007	0,046	0,152
5.	0,003	0,06	0,228
k _{in}	-	0,066	-



Graf 1 – Průběh měření prachových částic (měření č. 1), Zdroj: Autor

Při 1. měření je zřetelné, že nejvyšší koncentrace prachových částic je za ventilátorem a vítr vanul směrem na východ. Toto bylo nejideálnější měření z pohledu vykreslení grafu, protože vanul jen slabý vítr směrem na jihovýchod, což je patrné z průběhu hodnot koncentrace prachových částic.

5.2.1.1 Výpočty k 1. měření

Průtok vzduchu byl pro toto měření $Q = 24\,230 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Výpočet emise frakce z objektu:

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

$$E_{\text{FN}} = (0,082 - 0,066) \cdot 24\,230$$

$$E_{\text{FN}} = 387,68 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_{\text{D}} = E_{\text{FN}} \cdot 24 \quad [\text{mg} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (2)$$

$$Q_{\text{D}} = 387,68 \cdot 24$$

$$Q_{\text{D}} = 9\,304,32 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

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

$$E_{KS} = 9\,304,32 \cdot 25\,459^{-1}$$

$$E_{KS} = 0,36 \text{ mg.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

Počet dní zástavu kuřat v objektu během kalendářního roku byl 238.

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

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 0,36 \cdot 238$$

$$E_{VM} = 0,0000856 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$$

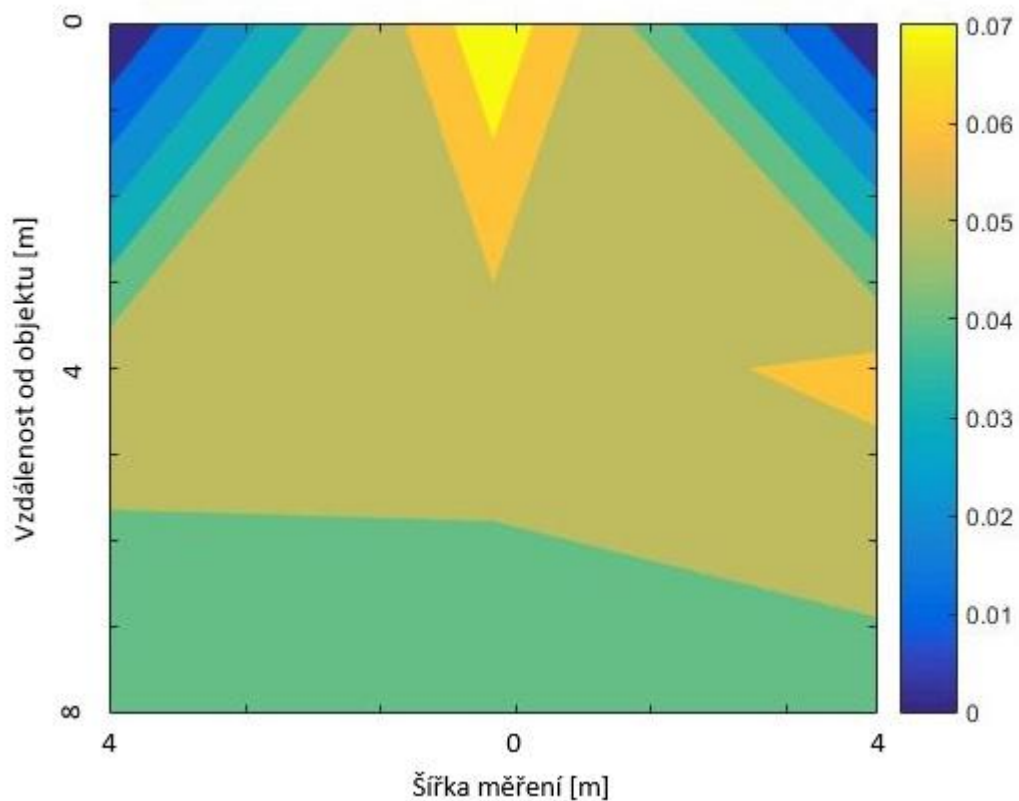
5.2.2 Měření č. 2 (17. 5. 2017)

Tabulka 5 – Obecné informace k měření č. 2

Stav zvířat [den]	13
Průměrná hmotnost [g]	407
Počet ustájených zvířat [ks]	24 596
Vnitřní teplota [°C]	27,9
Vnější teplota [°C]	20,6
Vnitřní vlhkost [%]	43
Vnější vlhkost [%]	72,9
Proudění vzduchu za ventilátorem [km.h ⁻¹]	25,92
Atmosférický tlak [hPa]	1 021

Tabulka 6 – Naměřené hodnoty 2. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Měření	MIN.	PRŮM.	MAX.
1.	0,025	0,078	0,358
2.	0,028	0,054	0,285
3.	0,036	0,045	0,08
4.	0,038	0,057	0,158
5.	0,008	0,063	0,212
k_{in}	-	0,062	-



Graf 2 – Průběh měření prachových částic (měření č. 2), Zdroj: Autor

Při 2. měření je opět nejvyšší koncentrace prachových částic za ventilátorem, při měření ve 45° je větší koncentrace na pravé straně, tedy na východ, ale při měření na levé straně se vlivem mírných turbulencí vítr obrátil a prachové částice byly

unášeny směrem na západ. Jelikož jsem měřil jen jedním přístrojem, při každém měření mohl vítr vanout jiným směrem.

5.2.2.1 Výpočty ke 2. měření

Průtok vzduchu byl pro toto měření $Q = 38\,769 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Výpočet emise frakce z objektu:

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

$$E_{\text{FN}} = (0,078 - 0,062) \cdot 38\,769$$

$$E_{\text{FN}} = 620,3 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_{\text{D}} = E_{\text{FN}} \cdot 24 \quad [\text{mg} \cdot \text{den}^{-1}] \quad (2)$$

$$Q_{\text{D}} = 620,3 \cdot 24$$

$$Q_{\text{D}} = 14\,887,2 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

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

$$E_{\text{KS}} = 14\,887,2 \cdot 24 \cdot 596^{-1}$$

$$E_{\text{KS}} = 0,605 \text{ mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

$$E_{\text{VM}} = 10^{-6} \cdot 0,605 \cdot 238$$

$$E_{\text{VM}} = 0,000144 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

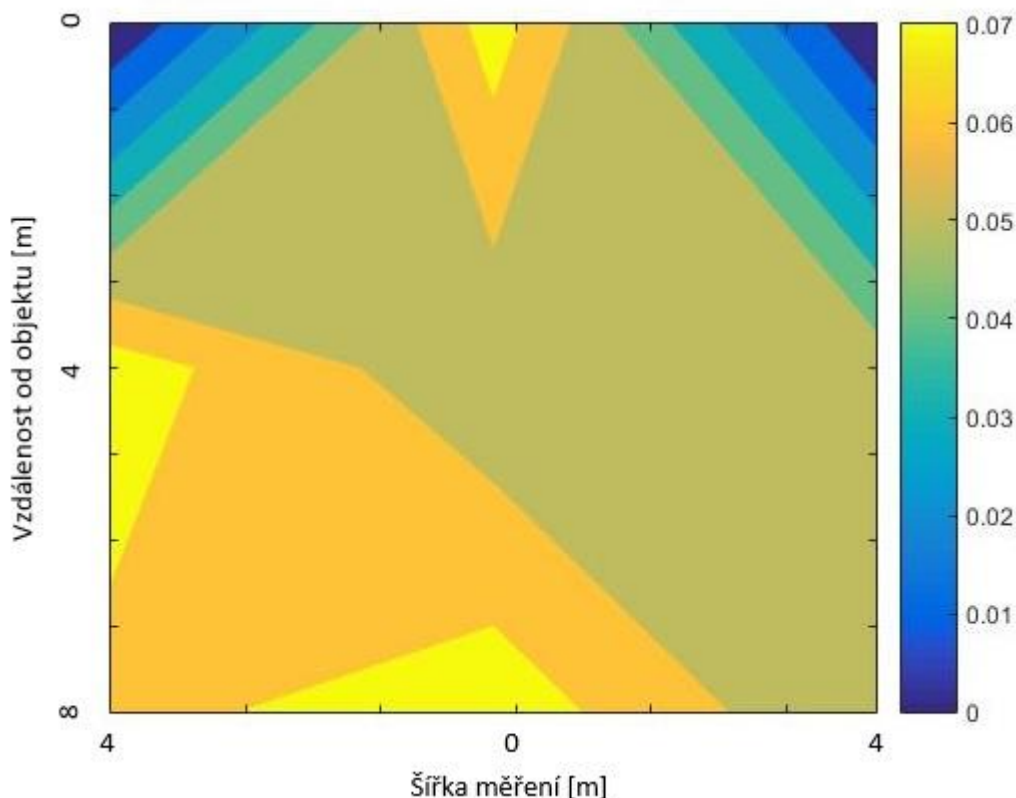
5.2.3 Měření č. 3 (23. 5. 2017)

Tabulka 7 – Obecné informace k měření č. 3

Stav zvířat [den]	19
Průměrná hmotnost [g]	720
Počet ustájených zvířat [ks]	22 470
Vnitřní teplota [°C]	26,6
Vnější teplota [°C]	20,8
Vnitřní vlhkost [%]	55
Vnější vlhkost [%]	59,4
Proudění vzduchu za ventilátorem [km.h ⁻¹]	28,8
Atmosférický tlak [hPa]	1 012

Tabulka 8 – Naměřené hodnoty 3. měření [mg.m⁻³]

Měření	MIN.	PRŮM.	MAX.
1.	0,039	0,075	0,223
2.	0,034	0,052	0,111
3.	0,054	0,076	0,094
4.	0,037	0,075	0,162
5.	0,037	0,056	0,089
k _{in}	-	0,058	-



Graf 3 – Průběh měření prachových částic (měření č. 3), Zdroj: Autor

Při měření č. 3 byla nejvyšší koncentrace za ventilátorem, ale také ne levé, tedy na západní straně z důvodu silnějšího větru. Když jsem měřil ve vzdálenosti 4 m v ose ventilátoru, vanul vítr směrem na západ, a proto byla naměřena menší koncentrace prachových částic. Prachové částice byly pravděpodobně přineseny větrem i ze skladu slámy, kde probíhala dlouhodobá manipulace s balíky slámy, proto je vyšší koncentrace na levé (západní) straně. Z průběhu je patrné, že nemá souvislost s prachovými částicemi odcházejícími z objektu.

5.2.3.1 Výpočty k 3. měření

Průtok vzduchu byl pro toto měření $Q = 43\,077 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$.

Výpočet emise frakce z objektu:

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

$$E_{\text{FN}} = (0,075 - 0,058) \cdot 43\,077$$

$$E_{\text{FN}} = 732,31 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Přepočít hodínové produkce na denní produkci:

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

$$Q_D = 732,31 \cdot 24$$

$$Q_D = 17\,575,44 \text{ mg} \cdot \text{den}^{-1}$$

Přepočít emise na 1 ks za den:

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

$$E_{KS} = 17\,575,44 \cdot 22\,470^{-1}$$

$$E_{KS} = 0,78 \text{ mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 0,78 \cdot 238$$

$$E_{VM} = 0,000185 \text{ kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$$

5.2.4 Měření č. 4 (30. 5. 2017)

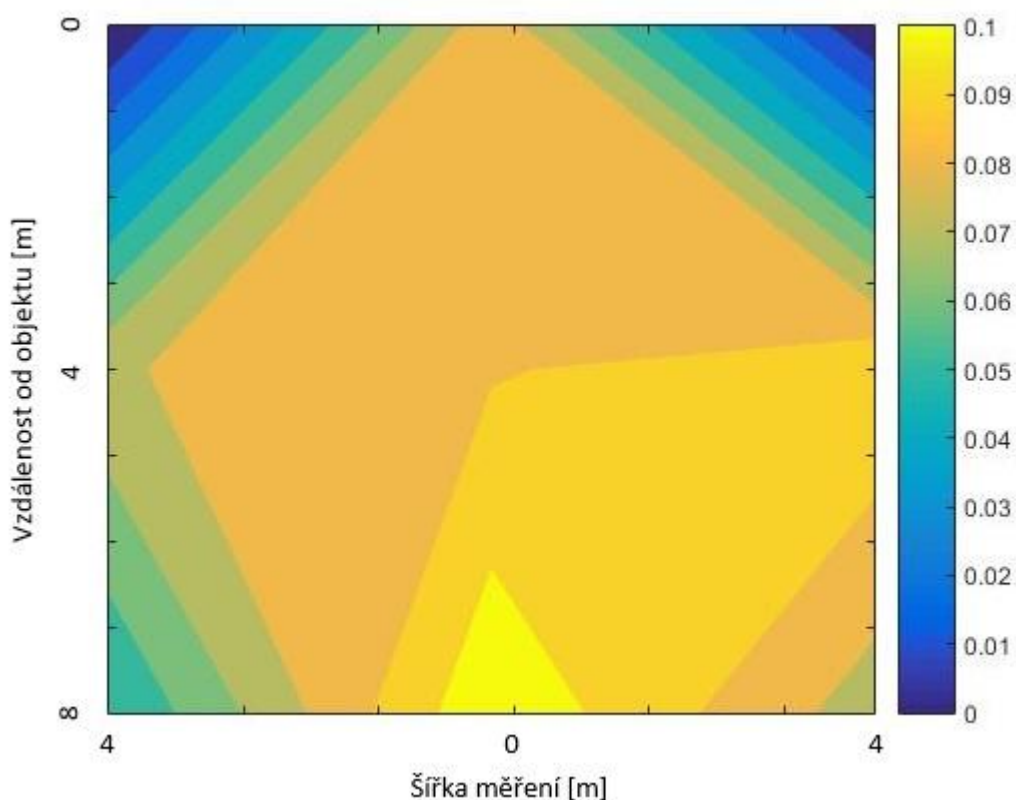
Tabulka 9 – Obecné informace k měření č. 4

Stav zvířat [den]	26
Průměrná hmotnost [g]	1 300
Počet ustájených zvířat [ks]	20 021
Vnitřní teplota [°C]	26,8
Vnější teplota [°C]	25,8
Vnitřní vlhkost [%]	45
Vnější vlhkost [%]	55,1
Proudění vzduchu za ventilátorem [km.h ⁻¹]	17,64
Atmosférický tlak [hPa]	1 023

Rychlost ventilátoru je menší, protože byly v chodu i ostatní ventilátory.

Tabulka 10 – Naměřené hodnoty 4. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Měření	MIN.	PRŮM.	MAX.
1.	0,048	0,087	0,256
2.	0,053	0,089	0,181
3.	0,066	0,108	0,25
4.	0,057	0,079	0,125
5.	0,074	0,099	0,165
k_{in}	-	0,082	-



Graf 4 – Průběh měření prachových částic (měření č. 4), Zdroj: Autor

Při měření č. 4 byla naměřena nejvyšší koncentrace nejdále od ventilátoru a na pravé, tedy východní straně. Důvodem byl silnější vítr, který rozvířil prachové částice i v okolí měřícího místa, a proto je koncentrace takto znázorněna. Také byly

v provozu další ventilátory, což má za následek vyšší koncentraci i na levé, tedy západní straně.

5.2.4.1 Výpočty k 4. měření

Průtok vzduchu byl pro toto měření $Q = 26\,384\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ z důvodu chodu i ostatních ventilátorů.

Výpočet emise frakce z objektu:

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

$$E_{\text{FN}} = (0,087 - 0,082) \cdot 26\,384$$

$$E_{\text{FN}} = \mathbf{131,92\text{ mg}\cdot\text{h}^{-1}}$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_{\text{D}} = E_{\text{FN}} \cdot 24 \quad [\text{mg}\cdot\text{den}^{-1}] \quad (2)$$

$$Q_{\text{D}} = 131,92 \cdot 24$$

$$Q_{\text{D}} = \mathbf{3\,166,1\text{ mg}\cdot\text{den}^{-1}}$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

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

$$E_{\text{KS}} = 3\,166,1 \cdot 20\,021^{-1}$$

$$E_{\text{KS}} = \mathbf{0,158\text{ mg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{den}^{-1}}$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

$$E_{\text{VM}} = 10^{-6} \cdot 0,158 \cdot 238$$

$$E_{\text{VM}} = \mathbf{0,0000376\text{ kg}\cdot\text{ks}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}}$$

5.2.5 Měření č. 5 (6. 6. 2017)

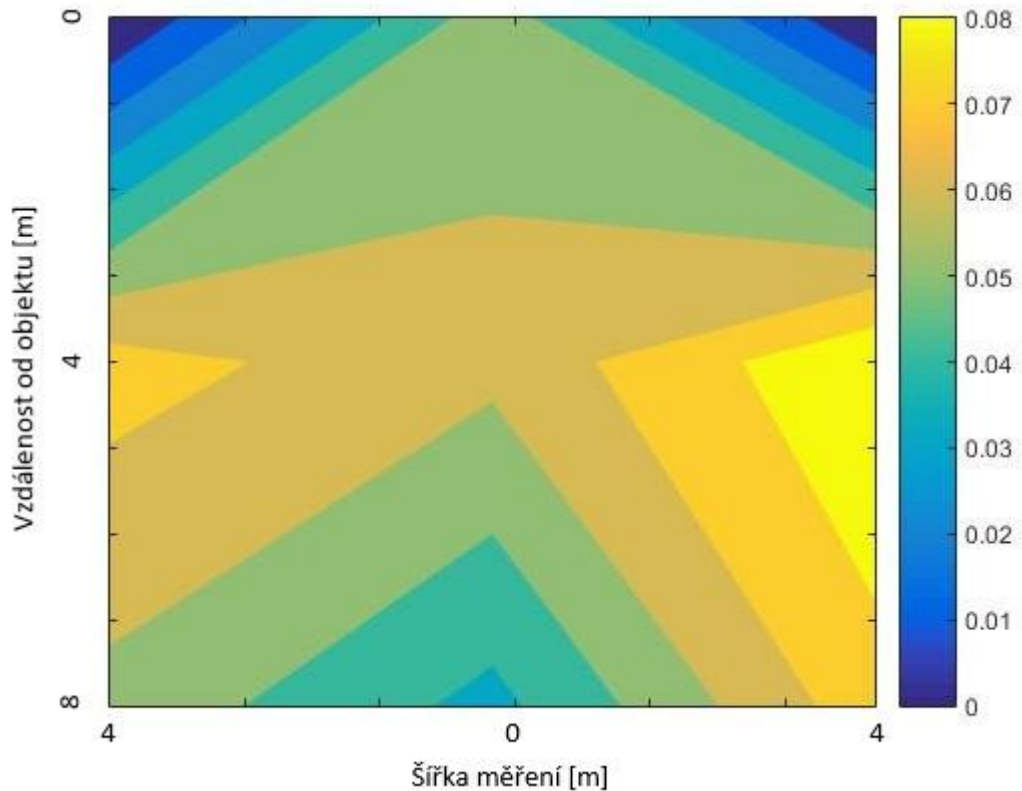
Tabulka 11 – Obecné informace k měření č. 5

Stav zvířat [den]	33
Průměrná hmotnost [g]	1 623
Počet ustájených zvířat [ks]	19 970
Vnitřní teplota [°C]	24,6
Vnější teplota [°C]	23,1
Vnitřní vlhkost [%]	32,3
Vnější vlhkost [%]	71,9
Proudění vzduchu za ventilátorem [km.h ⁻¹]	17,64
Atmosférický tlak [hPa]	1 014

Rychlost ventilátoru je menší, protože byly opět v chodu i ostatní ventilátory.

Tabulka 12 – Naměřené hodnoty 5. měření [mg.m⁻³]

Měření	MIN.	PRŮM.	MAX.
1.	0,034	0,056	0,168
2.	0,033	0,063	0,228
3.	0,033	0,037	0,062
4.	0,042	0,074	0,12
5.	0,034	0,089	0,213
k _{in}	-	0,05	-



Graf 5 – Průběh měření prachových částic (měření č. 5), Zdroj: Autor

Měření č. 5 je důkazem, jak vítr ovlivňuje hodnoty měření koncentrace. V těsné blízkosti ventilátoru je menší koncentrace než po stranách, ovšem na pravé, tedy východní straně je koncentrace nejvyšší. Při tomto měření se směr větru často měnil. V tomto měření byly také v provozu další ventilátory, a proto je v grafu vyšší koncentrace na levé, tedy západní straně a nejvyšší na pravé, tedy na východní straně.

5.2.5.1 Výpočty k 5. měření

Průtok vzduchu byl pro toto měření $Q = 26\,384 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

Výpočet emise frakce z objektu:

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

$$E_{\text{FN}} = (0,056 - 0,05) \cdot 26\,384$$

$$E_{\text{FN}} = 158,3 \text{ mg} \cdot \text{h}^{-1}$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

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

$$Q_D = 158,3 \cdot 24$$

$$Q_D = 3\,799,2 \text{ mg.den}^{-1}$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

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

$$E_{KS} = 3\,799,2 \cdot 19\,970^{-1}$$

$$E_{KS} = 0,19 \text{ mg.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 0,19 \cdot 238$$

$$E_{VM} = 0,00004522 \text{ kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$$

5.3 Výsledky

Tabulka 13 – Výsledky všech měření

Měření	1.	2.	3.	4.	5.
Emise frakce z objektu [mg.h ⁻¹]	387,68	620,3	732,31	131,92	158,3
Denní produkce [mg.den ⁻¹]	9 304,32	14 887,2	17 575,44	3 166,1	3 799,2
Emise 1ks za den [mg.ks ⁻¹ .den ⁻¹]	0,36	0,605	0,78	0,158	0,19
Emisní faktor za rok [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	0,0000856	0,000144	0,000185	0,0000376	0,0000452

6 Diskuze

V tabulce 14 úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže je vidět srovnání mého měření a normy která udává množství prachu v $\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$. Mé hodnoty nepřekročily zdaleka ty normované.

Tabulka 14 – srovnání s BAT - AEL

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL [$\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$]	Naměřené hodnoty [$\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$]
Prach	Brojleři	< 0,02	0,000185

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

V časopisu „Náš chov č. 5/2016“ na stránce 84 – 86 se nachází článek, kde se popisuje problematika prachových částic emitovaných do okolí z objektu drůbeže. Jsou tam uvedeny hodnoty měření koncentrace prachových částic při běžném chovu. Výsledky jsou v tabulce 15.

Tabulka 15 – Naměřené hodnoty dle článku a mého měření

Parametr	Kategorie drůbeže	Hodnoty z článku [$\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$]	Naměřené hodnoty [$\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$]
Prach	Brojleři	0,00159	0,000185

(Zdroj: CELJAK, ŠÍSTKOVÁ, 2016)

Kolega Bc. David Dvořák při svém měření, které probíhalo stejně s mým, naměřil průměrnou hodnotu **0,2 mg.h^{-1}** v hale před ventilátorem a v okolí haly bylo **0,058 mg.h^{-1}** . Z toho vyplývá, že vypočítaná hodnota se rovná **0,00155 $\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}$** . Srovnání je uvedeno v tabulce 16.

Tabulka 16 – Porovnání hodnot před a za ventilátorem (Dvořák – Blažek)

Parametr	Kategorie drůbeže	Dvořák (IN) [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	Blažek (OUT) [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]
Prach	Brojleři	0,00155	0,000185

(Zdroj: DVORÁK, 2018)

Z naměřených hodnot je zřetelné, že z objektu se velké množství prachových částic nedostane, a že většina zůstává uvnitř. Ale i tak jeho naměřené hodnoty splňují požadavky. Měření probíhalo přibližně ve stejnou dobu.

Šonka Jan uvádí ve své bakalářské práci naměřené hodnoty prachových částic, které jsou uvedeny v tabulce 17. Jeho hodnoty jsou ale měřeny uvnitř haly před ventilátorem a mé hodnoty jsou měřeny za ventilátorem vně haly. K hodnotám Šonky jsem se také nepřiblížil.

Tabulka 17 – Porovnání hodnot Šonka – Blažek

Parametr	Kategorie drůbeže	Šonka [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	Blažek [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]
Prach	Brojleři	0,0009044	0,000185

(Zdroj: ŠONKA, 2015)

Vacovský Miroslav uvádí ve své diplomové práci výsledky z měření prachových částic v Čekanicích u Tábora. Srovnání je v tabulce 18.

Tabulka 18 – Porovnání hodnot Vacovský – Blažek

Parametr	Kategorie drůbeže	Vacovský [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]	Blažek [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]
Prach	Brojleři	0,0013	0,000185

(Zdroj: VACOVSKÝ, 2015)

V době jeho měření bylo ustájeno kolem 47 tis. kuřat, byla stará 30 dní a jejich průměrná hmotnost byla 1560 g. Při mém měření bylo ve stáji 22 470 kuřat, jejich stáří bylo 19 dní a průměrná hmotnost byla 720 g. Jsou to kuřata o 10 dní starší, těžší o polovinu a také jich je o polovinu více ustájených. Rozdíl je dán jiným systémem ventilace, systémem krmení a charakterem podestýlky. Objekt v Čekanicích je odvětráván střešními ventilátory.

7 Závěr

V této diplomové práci bylo cílem měření prachových částic PM_{10} emitovaných do blízkého okolí velkochovu drůbeže. Prachové částice do objektu vnikají větracími otvory, ale hlavně vznikají přímo ve stáji a to rozmanitými zdroji: pohybem kuřat, kterým se dávají do vznosu částice podestýlky, suchého trusu, peří a kůže, suchého krmení v závislosti na systému krmení.

Měřením bylo zjištěno, že koncentrace prachových částic emitovaných z objektu je velice nízká a většina částic cyklicky sedimentuje uvnitř haly. Prachové částice tak neohrožují okolí velkochovu drůbeže. Hodnoty jsou zaznamenány v tabulkách a průběh měření je vyobrazen v grafech. Tyto grafy byly vygenerovány v programu MATLAB z naměřených hodnot. V grafech je zřetelné, kdy a jakým směrem vanul vítr. Vyobrazené grafy jsou zkusmý z důvodu použití jen jednoho měřicího přístroje. V případě užití odpovídajícího počtu přístrojů by grafy byly mnohem přesnější. Ovšem na naměřené hodnoty, které byly naměřeny těsně u ventilátoru, to nemělo vliv.

Největší koncentrace byla naměřena při třetím měření, z tohoto důvodu jsem porovnával jen s těmito hodnotami. I tak tyto naměřené hodnoty nepřekročily limity, které se nacházejí v legislativě Nařízení vlády č. 361/2007, Příloha 3, část A. Porovnání s kolegou Bc. D. Dvořákem, který měřil uvnitř výkrmové haly, jsem zařadil z důvodu, aby bylo patrné, že veliké množství prachových částic zůstává uvnitř, kde sedimentuje, cyklicky resuspenduje a z objektu se vůbec nedostane.

Výkrmové haly jsou moderní a vybaveny moderními technologiemi, a proto nedochází k tak velké koncentraci prachových částic PM_{10} a důkazem je i mé měření.

8 Seznam použité literatury

AVIAGEN., Příručka pro chovatele, *Řízení prostředí v hale pro výkrm brojlerů ROSS*, 2010.

BROUČEK, J., *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2011. ISBN 9788073943370.

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

DVOŘÁK D. (2018) *Koncentrace tuhé znečišťující látky uvnitř stáje velkochovu drůbeže v závislosti na stáří drůbeže* [Diplomová práce], České Budějovice 62 s., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky.

GÁLIK R., MIHINA Š., BOĐO Š., KNÍŽKOVÁ I., KUNC P., CELJAK I., ŠÍSTKOVÁ M., BOTTO Ľ., BRESTENSKÝ V. (2015) *Technika pre chov zvierat*.1.vyd. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 255 s., ISBN 978-80-552-1407-8

LEDVINKA Z., TŮMOVÁ E., ZITA L., SKŘIVÁNKOVÁ E. (2011) *Chov drůbeže I*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 143 s. ISBN 978-80-213-2164-9

PETER V., HALAJ M., LAZAR V., MIKOLÁŠEK A., SKŘIVAN M., ŠPAČEK F. (1986) *Chov hydiny*. 1. Vyd. Příroda: vydavatelstvo kníh a časopisov, n. p. v Bratislavě, 368 s. Tématická sk. a podsk. 301-04-51 – číslo publikace 5973

PŘIKRYL M., DOLEŽAL O., HÁJEK J., KOŠAŘ K., MALEŘ J., MALOUN J., MÁTLOVÁ V., MATOUŠEK A. (1997): *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*, 1. vyd. Praha: TEMPO PRESS II, 276 s. ISBN 80-901052-0-3

SKŘIVAN M., TŮMOVÁ E., VONDRKA K., DOUSEK J., LANCOVÁ B., OUŘEDNÍK J., OPLT J. (2000) *Drůbežnictví*. 1. vyd. Praha: Agrospoj, 203 s.

ŠONKA F., PETRŽÍLKA S., ZADINA J., HORÁK F., DUBEN J., *Drobnochovy hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 8086726193.

ŠONKA F. (1997) *Chov a výkrm drůbeže v drobných chovech*. České Budějovice: Dona, ISBN 80-85463-85-7

ŠONKA J. (2015) *Měření emisí tuhých znečišťujících látek v intenzivních chovech drůbeže* [Bakalářská práce]. České Budějovice, 63 s., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky.

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

VACOVSKÝ M., (2015) *Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže* [Diplomová práce], České Budějovice, 101 s., Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky.

VÝMOLA J., KOŠAŘ K., MATĚJKA J., MATOUŠEK A., SOCHOR O., TLÁSKAL J. (1995) *Drůbež na farmách a drobném chovu*. 1. vyd. Praha: Apros, 192 s. ISBN 80-901100-4-5

Internetové zdroje

<http://www.zoochleby.cz/kur-domaci-hedvabnicka-6192/>, („staženo dne: 20. 11. 2017“)

<https://www.biolib.cz/IMG/GAL/234557.jpg>, („staženo dne: 20. 11. 2017“)

<https://pl.all.biz/img/pl/catalog/140007.jpeg>, („staženo dne: 26. 11. 2017“)

www.stpcr.cz/?download=articles/vvi-2006-02_s90.pdf, („staženo dne: 20. 12. 2017“)

http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_Tech_Docs/CSEHnetre.pdf („staženo dne: 6. 1. 2018“)

<http://eagri.cz/public/web/mze/potraviny/bezpecnost-potravin/environmentalni-techniky-a-technologie/ippc/zpravy-studie-k-vyrobnim-cinnostem/tps-kategorie-6-6/analyza-bat-kategorie-6-6-velkochovy.html> („staženo dne 8. 1. 2018“).

<http://static.construct-yourself.com/wp-content/uploads/2016/9/construction-19857.jpg>, („staženo dne: 2. 2. 2018“)

<http://www.enviweb.cz/eslovník/269>, („staženo dne: 12. 2. 2018“)

Ostatní zdroje

System ASPI - stav k 28. 12. 2017

9 Seznam obrázků

Obrázek 1 – Kur bankivský

Obrázek 2 – Miskové krmítko

Obrázek 3 – Kapátková napáječka

Obrázek 4 – Antropogenní zdroj částic (Sklízecí mlátička s drtičem slámy a plev)

Obrázek 5 – Vdechovatelná, torakální a respirabilní konvence jako procenta polétavého prachu

Obrázek 6 – Farma U lesa

Obrázek 7 – Počítač DR 2

Obrázek 8 – Pohled na stěnu s ventilátory

Obrázek 9 – Haly na výkrm se zásobníky volně loženého krmiva

Obrázek 10 – DUST TRAK II

Obrázek 11 – Schéma polohy měřicího přístroje

10 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Přípustná koncentrace toxických plynů v halách pro drůbež

Tabulka 2 – Koncentrace kuřat dle hmotnosti

Tabulka 3 – Obecné informace k měření č. 1

Tabulka 4 – Naměřené hodnoty 1. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Tabulka 5 – Obecné informace k měření č. 2

Tabulka 6 – Naměřené hodnoty 2. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Tabulka 7 – Obecné informace k měření č. 3

Tabulka 8 – Naměřené hodnoty 3. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Tabulka 9 – Obecné informace k měření č. 4

Tabulka 10 – Naměřené hodnoty 4. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Tabulka 11 – Obecné informace k měření č. 5

Tabulka 12 – Naměřené hodnoty 5. měření [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$]

Tabulka 13 – Výsledky všech měření

Tabulka 14 – Srovnání s BAT - AEL

Tabulka 15 – Naměřené hodnoty dle článku a mého měření

Tabulka 16 – Porovnání hodnot před a za ventilátorem (Dvořák – Blažek)

Tabulka 17 – Porovnání hodnot Šonka – Blažek

Tabulka 18 – Porovnání hodnot Vacovský – Blažek

11 Seznam grafů

Graf 1 – Průběh měření prachových částic (měření č. 1)

Graf 2 – Průběh měření prachových částic (měření č. 2)

Graf 3 – Průběh měření prachových částic (měření č. 3)

Graf 4 – Průběh měření prachových částic (měření č. 4)

Graf 5 – Průběh měření prachových částic (měření č. 5)