

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika, obchod servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor bakalářské práce: **Radek Fara**

České Budějovice; 2017

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Radek FARA**
Osobní číslo: **Z13074**
Studijní program: **B4131 Zemědělství**
Studijní obor: **Zemědělská technika: obchod, servis a služby**
Název tématu: **Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže**
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

Cíl práce:

Cílem práce je provést měření koncentrace prachových částic PM₁₀ 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: **dle potřeby**
Rozsah pracovní zprávy: **60 stran**
Forma zpracování bakalářské 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);
ČERMÁK, B., ŠOCH, M.: Ekologické zásady chovu hospodářských zvířat. Studijní informace ÚZPI, Živočišná výroba 1997/3, s. 43; **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 Medicině, 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 bakalářské práce: **Ing. Ivo Celjak, CSc.**
Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2014**
Termín odevzdání bakalářské práce: **15. dubna 2016**


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

**JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 13
370 05 České Budějovice** ①


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

V Českých Budějovicích dne 12. března 2015

Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracoval samostatně s využitím informací z literatury, jejíž seznam je součástí této práce a je uveden v kapitole Seznam citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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

.....

Radek Fara

Poděkování

Touto cestou bych velice rád poděkoval vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Ivu Celjakovi za odborné vedení, cenné rady a připomínky které mi pomohli při vypracování, ale také za čas který mi věnoval při konzultacích.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Vlastislavu Machanderovi, Ph.D. za umožnění měření v podniku Mezinárodní testování drůbeže se sídlem v Ústrašicích.

Abstrakt

Tato bakalářská práce je zaměřena na monitorování koncentrace prachových částic uvnitř objektu nosnic masného typu. Měření proběhlo v podniku Mezinárodní testování drůbeže se sídlem v Ústrašicích. V objektu byla monitorována frakce prachových částic o velikosti PM_{10} . Tyto částice mohou mít negativní vliv na zdravotní stav zaměstnanců a chované drůbeže. Vlastní měření bylo provedeno přístrojem DUSTTRAK II 8530 a probíhalo kontinuálně v délce 24 hodin s intervalem záznamu každé 3 sekundy. Po analýze sledovaných hodnot bylo zjištěno, že hodnoty prachových částic z ustájení nosnic masného typu nebyly v hale v Ústrašicích překročeny. Je však žádoucí hodnoty prachových částic v maximální možné míře eliminovat.

Klíčová slova: prachové částice, chov drůbeže, měření emisí, prach

Abstract

This bachelor thesis is focused to monitoring concentrations of the dust particles in the object of laying hens meat-type. Measurement took place in company international poultry testing based in Ustrasice. In this object was monitored fraction of particulate matter size PM_{10} . These particles can have a negative impact on worker's health and on breeding poultry. Own measurement was done by DUSTTRAK II 8530 Measurement was carried out continuously in a period of 24 hours with a recording interval every three seconds. After analyzing monitored values it was found that the values of dust particles from the housing meat-type hens were not in the hall in Ustrasice exceeded. It is desirable levels of dust particles to the maximum extent possible to eliminate.

Keywords: dust particles, breeding poultry, measurements of emissions, dust

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Literární řešerše	11
2.1 Chov slepic masného typu	11
2.2 Stavby pro chov drůbeže	11
2.3 Systémy ustájení nosnic	12
2.3.1 Podlahový chov.....	12
2.3.2 Voliérový chov	13
2.3.3 Klecový chov	13
2.4 Stájové prostředí.....	14
2.4.1 Složení stájového vzduchu.....	15
2.5 Stájové mikroklima	16
2.5.1 Teplota	16
2.5.2. Relativní vlhkost	16
2.5.3 Světelný režim	17
2.6 Systémy ventilace v objektech pro drůbež	18
2.6.1 Přirozené větrání	18
2.6.2 Nucené větrání	19
2.6.3 Regulace větrání a vytápění	21
2.7 Voda a napájení.....	21
2.7.1 Kloboukové napáječky	22
2.7.2 Kapátkové napáječky	23
2.8 Výživa a technika krmení	24
2.9 Zařízení pro odkliz podestýlky	25
2.10 Prašnost	25
2.10.1 Polétavý prach PM ₁₀ , PM _{2,5} , PM _{1,0}	26
2.10.2 Emise a emisní limit	27
2.10.3 Imise a imisní limit	27
2.10.4 Látky znečišťující ovzduší	27
2.11 Rozptyl škodlivých látek	28

2.12 Zdroje prachu v prostředí hal	28
2.13 Účinky prachových částic na lidský organismus	29
2.13.1 Pracovní ovzduší a legislativa.....	30
2.14 Účinky prachových částic na organismus zvířat	31
2.15 Kvalita ovzduší v České republice	31
2.16 Způsoby měření prašnosti	32
2.17 Přehled měřících metod	32
2.17.1 Váhové (Gravimetrické) metody	32
2.17.2 Metody číselné (Konimetrické)	34
2.18 Metody snížení emisí prachových částic	35
2.18.1 Misting- mlhovité rozstříkávání vody	35
2.18.2 Chemická pračka.....	36
2.18.3 Ionizace vzduchu ve stáji	36
3 Cíl práce	38
4 Metodika	39
4.1 Místo měření	39
4.2 Technologické vybavení stáje	39
4.2.1 Systém ustájení a podestýlka	39
4.2.2 Technologie krmení	40
4.2.3 Technologie napájení	40
4.2.4 Systém ventilace	40
4.3 Pravidla pro měření	40
4.3.1 Měření koncentrace prachu v okolí objektu	41
4.3.2 Měření doplňujících údajů	41
4.4 Použité měřicí přístroje	42
4.4.1 Přístroj DUSTTRAK II.....	42
4.5 Přístroje pro měření doplňujících údajů	43
4.5.1 Měření vnitřní teploty a vlhkosti	43
4.5.2 Měření rychlosti proudění vzduchu	44
4.5.3 Měření vnější teploty a vlhkosti.....	44

4.6 Vzorce pro výpočet sledovaných hodnot	45
4.7 Metodika měření v Ústrašicích	46
5 Výsledky měření	48
5.1 Výpočet sledovaných hodnot	50
5.2 Vyhodnocení měření.....	51
6 Diskuze a závěr	52
7 Seznam použité literatury.....	54
8 Internetové zdroje	56

1 Úvod

Jedním z hlavních problémů životního prostředí ČR je stále se zhoršující kvalita venkovního ovzduší. Na kvalitu atmosférického vzduchu má zásadní vliv podíl tuhých znečišťujících látek, které jsou ve vzduchu obsaženy. Tyto látky mohou dle své velikostní frakce působit nepříznivě na lidské zdraví. Jde především o částice menší než 2,5 μm , které mohou proniknout do plicních sklípků, což může vést k závažným zdravotním potížím. Hlavními zdroji znečištění ovzduší v ČR jsou spalovací procesy, které v sobě zahrnují výrobu elektrické energie, tepelné energie a dopravu. Mezi další znečišťovatele se řadí průmyslová a zemědělská výroba.

Polétavý prach vypouštěný ze stáje do venkovního ovzduší může negativně ovlivňovat jeho kvalitu jak v nejbližším okolí od zdroje znečištění, tak ve vzdálenějších oblastech. Vzhledem k jeho schopnosti vázat na sebe další prvky (polutanty) vyskytující se v ovzduší, je prach nosičem typického zápachu v prostředí hal. Je však nutné podotknout že polétavý prach neovlivňuje pouze okolní prostředí haly ale především zdraví a pohodu chovaných zvířat. Emise tuhých znečišťujících látek vznikají v chovu drůbeže především pracovními operacemi, které jsou s chovem bezprostředně spojeny. Do této kategorie můžeme zařadit procesy jako je stlaní, krmení a pohyb zaměstnanců v prostředí haly. Dále se na prašnosti podílí i sama drůbež svými biologickými projevy, jako např. popelení, hrabání, hřadování.

V experimentální části této práce bylo provedeno měření tuhých znečišťujících látek v chovu nosnic masného typu. Sledována byla frakce prachu o velikosti PM_{10} . Monitorování polétavého prachu bylo provedeno přístrojem DUST TRAK II 8530 po dobu 24 hodin s intervalem záznamu každé 3 sekundy.

2 Literární rešerše

2.1 Chov slepic masného typu

Účelem chovu masného typu slepic je produkce násadových vajec s vysokou biologickou hodnotou k líhnutí brojlerových kuřat určených k výkrmu. Cílem je získání co nejvyššího počtu násadových vajec s vysokou oplozeností. Nejčastějším způsobem chovu slepic masného typu je chov na podestýlce. Na 1 m² podlahové plochy se umísťují 4 kusy včetně kohoutů. Oplozenost vajec závisí ve velké míře na správném poměru pohlaví. U masného typu je to 1 kohout na 8 – 10 slepic (1 : 8 – 10). Hala musí být vybavena dostatečným počtem snáškových hnízd, kdy jedno hnízdo připadá maximálně pro 4 nosnice. Hnízda se umísťují zpravidla 50 – 55 cm nad úroveň podestýlky. K vybavení haly patří hřady (LEDVINKA a kol. 2008).

Průběh odchovu je regulován zejména světelným režimem, výživou a technikou krmení. Kuřata se odchovávají do věku 18 – 19 týdnů, poté se přemisťují do snáškových hal. Chovné hejno se sestavuje ve věku přibližně 20 – ti týdnů (SKŘIVAN, 2000).

2.2 Stavby pro chov drůbeže

Různé kategorie chovů drůbeže mají odlišné požadavky na stavební objekty, technologii ustájení ale také na způsob větrání a vytápění. Možným nedostatkům je nutné předejít navržením vhodné stavby v kombinaci s efektivním způsobem vytápění ve vazbě na systém větrání.

Konstrukce haly pro chov, odchov a výkrm drůbeže musí být navržena tak, aby bylo vyloučeno nepohodlí, bolest, nebo poranění drůbeže. Veškerá zařízení a povrchy dosažitelné drůbeži je nutné konstruovat tak, aby vyčnívající ostré hrany a vnitřní zařízení nezpůsobovala jejich poranění. Nevhodné jsou také přímé vstupy do chovných prostorů hal, proto je účelné vstupy realizovat přes přípravnu nebo zádveří.

Materiály používané pro výstavbu hal musí být odolné vůči fyzikálním, chemickým a jiným vlivům (např. hmyz, plísně) vyskytujícím se v těchto provozech. Při výstavbě musí být zajištěna také dostatečná tepelná izolace zajišťující maximální propustnost 0,4 – 0,6 W.m⁻² K⁻¹ aby bylo možné ekonomicky dosáhnout dodržování požadovaných mikroklimatických podmínek. Vhodné je také použití izolace proti

vlhkosti na obvodový plášť a podlahu haly. Veškeré konstrukce a povrchy hal řešit tak aby umožňovaly snadné čištění a dezinfekci (PŘIKRYL a kol., 1997).

2.3 Systémy ustájení nosnic

Systémy ustájení nosnic se dělí na:

- Podlahové
- Voliérové
- Klecové (GÁLIK a kol., 2015)

2.3.1 Podlahový chov

U podlahového chovu nosnic je hala rozdělena na podestlanou plochu (hrabaniště) a zaroštovanou plochu s hřady a snáškovými hnízdy (SÝKORA, 2014). Podestýlkou musí být kryta minimálně 1/3 podlahové plochy. Hustota osazení je maximálně 9 kusů na m² (LEDVINKA a kol. 2008). Nosnice mají možnost hrabání v podestýlce, ale pod zaroštovanou část nemají přístup. Tyto systémy se používají ve dvou provedeních:

1. Plně podestlaný systém kde je celá podlahová plocha pokrytá podestýlkou
2. Částečně podestlaný systém, který využívá kombinaci roštů a podestýlky nejčastěji v těchto poměrech:

1/3 rošty – 2/3 podestýlka

1/2 rošty – 1/2 podestýlka

2/3 rošty – 1/3 podestýlka (GÁLIK, 2008)

Důležité je také věnovat pozornost podestýlkovému materiálu, který by měl být hygienicky nezávadný, mít dobrou nasávací schopnost, udržovat stále přiměřenou kyprost a být cenově dostupný (TŮMOVÁ, 1994). Jako stelivo se nejčastěji používají dřevěné hobliny, piliny nebo řezaná sláma. Podestýlka se vrství do výšky 10-15 cm (LEDVINKA a kol., 2008). Během odchovu se příliš vlhká nebo udusaná podestýlka odstraňuje a nahrazuje novou. Dobře rozloženou podestýlku při bezvadné funkci napáječek a občasném zkypření není nutno vyměňovat. Podestýlka se vyklidí až po skončení odchovu (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.3.2 Voliérový chov

Chov nosnic ve voliérách je kombinací klecového chovu s chovem na podestýlce. V hale jsou instalovány dvou až čtyřetážové baterie různým způsobem řešených klecových konstrukcí bez dělicích přepážek a dvířek (LEDVINKA, 2008). Výhodou tohoto systému je to, že využívá třetí rozměr haly, její výšku. Podle směrnice se mohou montovat maximálně čtyři úrovně nad sebou. Vzdálenost mezi nimi musí být minimálně 45 cm. Úroveň je tvořena plastovými nebo kovovými rošty, nad kterými se nacházejí bidla. Přes rošty propadává trus na dopravník trusu. Hustota osazení nesmí překročit 9 kusů na m² (GÁLIK a kol., 2015). V uličkách mezi řadami klecí je na podlaze podestýlka umožňující hrabání a popelení. V každé etáži klecí jsou instalována krmítka, napáječky, hřady a snášková hnízda (LEDVINKA, 2008). Podestýlka hrabaniště je tvořena ze směsi hoblin, slamnaté řezanky a rašeliny, zakládá se na začátku turnusu a vyklízí se po jeho skončení (SÝKORA, 2014).

2.3.3 Klecový chov

Nosnice se po zavedení velkochovu začali umisťovat do klecí, čímž se zabránilo šíření chorob z kontaktu nosnic s trusem. Klece měly podlahu se sklonem, pro snadný sběr vajec ze záchytného síta. Tyto klece měly napáječku a krmný žlab (GÁLIK a kol., 2015) Na druhé straně tento systém neumožňoval volný pohyb nosnic a s ním spojené biologické projevy, jako např. popelení, hrabání, hřadování, snášku vajec do snáškových hnízd aj. Tato skutečnost byla hlavním důvodem, proč se od tohoto systému ustájení v EU na nátlak některých organizací a skupin upustilo (LEDVINKA, 2008). Chov v neobohacených klecových systémech byl v EU od 1. 1. 2012 zakázán.

Obohacené klecové systémy

Chov v obohacených klecích je z hlediska využití prostoru haly nejekonomičtější, ale slepice v něm mají minimum přirozeného prostředí. Jsou umisťovány do klecových buněk o výšce 45 – 55 cm a minimální ploše 750 cm²/ks po 3 – 4 kusech, kde tráví celou dobu chovu. Klecové buňky se sestavují do jednopodlažních až čtyřpodlažních baterií tak, že má každá klec napojení na mechanizované krmné žlábkové a napájecí zařízení. Tento způsob chovu je velice náročný na větrání, protože čerstvý vzduch se musí dostat ke každé slepici a baterie

tvoří překážku příčnému provětrání haly. Vzduch by měl proto proudit podélně, uličkami a klecemi a délka haly by neměla překročit 80 metrů (SÝKORA, 2014).

Podle směrnice Rady EU č. 1999/74/ES z 19. července 1999 pro obohacené klece platí:

- Podlahová plocha minimálně 750 cm² / nosnici
- Velikost klece minimálně 2000 cm²
- Délka krmítka minimálně 12cm / nosnici
- 2 napáječky v kleci
- Výška klece 45cm na celé ploše klece
- Sklon podlahy ne větší než 14% (8°)
- Vybavení :
 - hřady – 15cm / nosnici
 - popeliště
 - snášková hnízda
 - zařízení na obrušování drápů (LEDVINKA, 2008)

2.4 Stájové prostředí

Jedním z prvořadých úkolů, které je třeba pro dosažení dobrých výsledků v chovu nosnic zabezpečovat, je vytvořit vhodné mikroklimatické podmínky. Zdravotní stav nosnic, jejich užítkovost i spotřeba krmiv závisejí ve velké míře na tom, jaká pohoda prostředí je v ustájovacích prostorách v průběhu chovného období. Nezbytné je proto především:

- regulovat teplotu stájového vzduchu podle požadavků nosnic v průběhu letního, zimního i přechodného období, zejména zabezpečit odvod nadbytečného metabolického tepla produkovaného nosnicemi,
- zabezpečit přívod čerstvého vzduchu (kyslík) a odvod vydýchaného vzduchu, znečištěného plynnými škodlivinami (oxid uhličitý, amoniak, aj.),
- odvádět vodní páru produkovanou do stájového vzduchu především dýcháním,
- zabezpečit tepelnou pohodu prostředí, na níž se podílí kromě již zmíněné teploty vzduchu též relativní vlhkost vzduchu, povrchová teplota okolních ploch a velmi významně i rychlost proudění vzduchu, tj. vlivy které ji mohou ovlivnit v kladném i záporném smyslu především v nejteplejších a nejchladnějších obdobích roku,

- minimalizovat hluk vznikající v hale, nebo hluk do haly pronikající z okolí (BROŽ a KIC, 1995).

2.4.1 Složení stájového 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 užitek drůbeže má oxid uhličitý, čpavek a sirovodík (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Oxid uhličitý (CO₂)

Je stálou složkou stájového ovzduší a má větší hustotu než vzduch. Vzniká dýcháním zvířat a oxidačními procesy látek obsahujících uhlík (rozklad a kvašení organických látek jako je krmivo, stelivo, výkaly aj.). Za normálních podmínek v klidu se hromadí v níže položených místech (kaliště, jímky, podroštové prostory aj.). Vzhledem k neustálému pohybu stájového vzduchu dochází k jeho promíchávání, takže proudící vzduch jej unáší směrem vzhůru (KIC a BROŽ, 1995).

Amoniak (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 zvyšuje, vysoká vlhkost ve spojení s nízkou teplotou jeho tvorbu snižuje. Amoniak je vstřebáván v plicích, zvyšuje pH krve, snižuje oxidační procesy v organismu, zrychluje dýchání a dráždí sliznici dýchacích cest i očí (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Sirovodík (H₂S)

Vzniká ve střevech zvířat spolu s jinými plyny, především jsou-li krmné směsi bohaté na bílkoviny. Vzniká rozkladem bílkovin za nepřístupu vzduchu. Dalšími zdroji sirovodíku mohou být močůvkové jímky, sklady tekutých výkalů nebo podroštové prostory. Již velmi malá koncentrace sirovodíku je patrná čichem. Sirovodík zapáchá po zkažených vejcích. Při vyšších koncentracích má dráždivý účinek na oči a dýchací cesty (KIC a BROŽ, 1995).

2.5 Stájové mikroklima

2.5.1 Teplota

Jedním z nejdůležitějších faktorů pro optimální vývin kuřic je teplota. Proto je nezbytné, aby odchovna, do které mají být jednodenní kuřice umístěny, byla předem vyhřátá a teplota uvnitř byla rovnoměrně rozložena. Tělesná teplota kuřat po vylíhnutí je přibližně o 2 °C nižší než u dospělých slepic. Ke stabilizaci teploty dochází kolem 14. dne věku, kdy teplota odpovídá dospělým slepicím. Plně vyvinutou termoregulaci mají kuřata až po čtvrtém týdnu věku. Při odchovu na podestýlce se teplota měří vždy v úrovni hlavy kuřat. U klecových systémů se měří podle počtu etáží např. u dvouetážových v prvním podlaží, nebo u tříetážových v podlaží druhém. V klecovém odchovu nemají kuřata možnost vybrat si prostor s teplotou, která jim vyhovuje, proto je nutné na požadovanou teplotu vytápět rovnoměrně celou halu a potřebnou teplotu v ní přesně udržovat (TŮMOVÁ, 1994).

Optimální teplota pro chov nosnic a snášku je 20 – 22 °C. Při teplotě vyšší než 25 °C se výrazně snižuje spotřeba krmiva a zvyšuje se příjem vody, přičemž současně klesá hmotnost vajec a pevnost skořápky. K poklesu snášky dochází i při teplotě nižší než 10 °C, kdy sice dochází k vyšší spotřebě krmiva, ale jeho energie je využívána k udržení tělesné teploty (LEDVINKA a kol., 2008).

2.5.2. Relativní vlhkost

Relativní vlhkost se posuzuje vždy ve vztahu k teplotě. Nízká bývá v prvních dnech a týdnech odchovu. Vysušuje sliznice, což napomáhá rozvoji infekčních chorob, snižuje růst a zvyšuje prašnost. Poklesem relativní vlhkosti pod 30 % dochází ke zvýšení vnímavosti vůči infekčním onemocněním a to souvisí s tím, že mikroorganismy přežívají v suchém vzduchu dlouhou dobu. Ve druhé polovině odchovu bývá při nižší teplotě vysoká relativní vlhkost, ta snižuje izolační schopnosti peří, způsobuje zvlhnutí podestýlky, které vede ke zvýšené tvorbě čpavku. Do 2 týdnů věku by se měla relativní vlhkost pohybovat v rozmezí 70 – 75 %, ve 3 týdnu je možné vlhkost snížit na 65 % a od věku 4 týdnů by měla být vlhkost v rozmezí 55 – 70 %. V žádném případě by hodnota vlhkosti neměla klesnout pod 50 %, nebo překročit 75 % (SKŘIVAN a kol. 2000). Optimální vlhkost v chovu dospělých slepic by se měla pohybovat v rozmezí 60 – 75 % (LEDVINKA a kol., 2008).

2.5.3 Světelný režim

Mezi jeden z nejdůležitějších faktorů které působí na tělesný vývin kuřic a pohlavní dospělost je světelný režim. Světelný režim působí délkou světla, intenzitou a barvou. Je dobré, aby světelný režim používaný při odchovu vhodným způsobem přecházel ve světelný režim používaný ve snáškovém období. Proto je vhodné připravovat světelné režimy pro odchov a snášku společně. Mezi jeden z nejjistějších způsobů oddálení předčasné snášky patří kontrolovaný světelný režim. Světelný program se využívá převážně z důvodu, že světlo prostřednictvím zraku podporuje činnost hypofýzy, která svou regulační funkcí při uvolňování hormonů působí na růst, reprodukční funkce činnost štítné žlázy a pohlavních orgánů. Platí zásada, že délka světelného dne by neměla být u kuřic od věku asi 8. týdnů delší než délka světelného dne ve snáškovém období. V praxi to znamená to, že se světelný den ve věku 8 týdnů náhle zkrátí na 8 – 9 hodin. Další možností je zkracovat délku světelného dne postupně, tak že v posledním týdnu odchovu dosahuje 8 – 9 hodin. Zkracováním světelného dne se v době odchovu oddaluje pohlavní dospělost. V důsledku kratšího světelného dne dochází ke snížení příjmu krmiva, což vede ke snížení živé hmotnosti kuřic o 100 – 150 g. Tím je zároveň oddálena doba snesení prvního vejce a ve snáškovém období se vrcholu snášky dosáhne asi o 1 týden později. Naopak vytrvalost ve snášce je pak o 4 – 5 % vyšší. V průběhu odchovu by se, první týden nebo alespoň první 3 – 4 dny věku kuřic měl světelný režim prodloužit až na 23 hodin, aby se kuřata rychle orientovala v prostoru a navykla si na rozmístění krmítek napáječek a zdrojů tepla. Jedna hodina tmy slouží k tomu, aby si kuřice zvykly na tmu, ke které by mohlo dojít při výpadku elektrické energie. Ke konci prvního týdne můžeme světelný den zkrátit na 16 hodin světla a v 7 – 8 týdnech pak na 8 – 9 hodin světla. K prodloužení světelného dne dochází až ke konci odchovu, ve věku kolem 17. týdne (TŮMOVÁ, 1994).

Světelný režim pro dospělé slepice navazuje na světelný režim používaný při odchovu. Pro postupnou stimulaci snášky se světelný den prodlužuje až na maximální délku 17 hodin světla. Intenzita světla by se měla pohybovat v rozmezí 15 – 30 lx (HOLOUBEK a kol., 2007).

2.6 Systémy ventilace v objektech pro drůbež

Ventilace má význam pro zdravotní stav. Při ventilaci je potřeba dodržovat optimální hodnoty proudění vzduchu tak aby nedocházelo k průvanu, a tím zabezpečit odvod škodlivých plynů, nadměrné vlhkosti a prachu. Jedním z hlavních úkolů ventilace je regulace teploty během horkých letních dnů. Intenzita větrání je zpravidla řízena vnější teplotou, vlhkostí vzduchu, chemickým složením vzduchu, věkem kuřic a hustotou osazení haly (SKŘIVAN a kol. 2000).

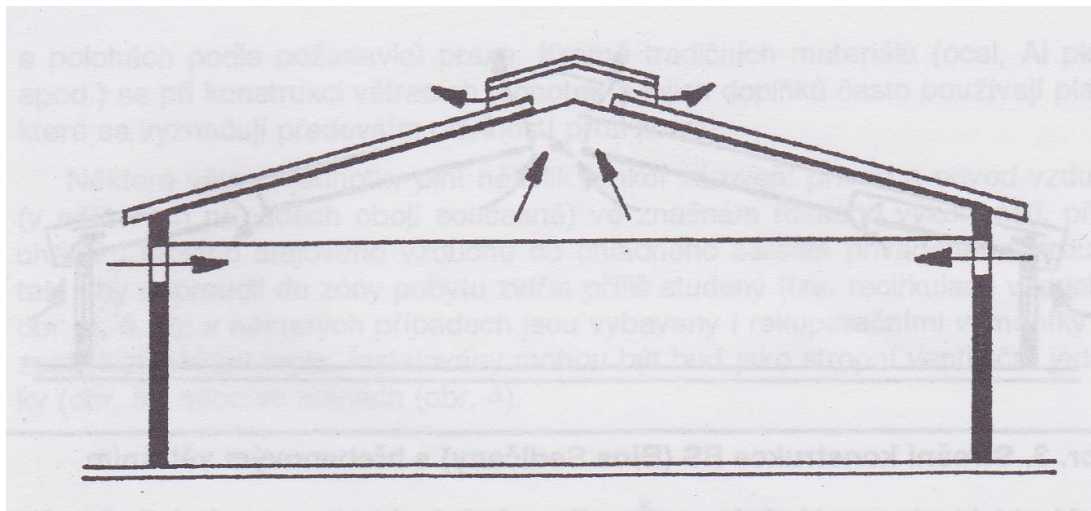
Intenzivní látková výměna, značné rozdíly v živé hmotnosti, různé požadavky na mikroklima u mladé a dospělé drůbeže, různé režimy větrání v letních i zimních měsících a v neposlední řadě nutnost brání ohledu na minimalizaci provozních nákladů navržených systémů, kladou značné nároky na řešení větrání, vytápění i osvětlení hal pro chov, odchov a výkrm drůbeže. Jednotlivé druhy drůbeže mají částečně odlišné nároky na teplotu v prvních dnech života a reagují i odlišně na podmínky prostředí haly, které jsou diametrálně odlišné od přirozených podmínek, ve kterých se drůbež vyvíjela. Zatímco kuřata je možné bez větších problémů již od prvního dne chovat ve velkých, několikatisícových skupinách, u krůt, kachňat a housat je nutné zmenšovat velikost skupin na několik set kusů a postupně je nechat zvykat na nové podmínky. Z toho potom vyplývají i odlišnosti, které je nutno respektovat při navrhování způsobu vytápění haly pro odchov a výkrm drůbeže (PŘIRYL a kol., 1997).

2.6.1 Přirozené větrání

Přirozené větrání založené na rozdílné teplotě a tím i hmotnosti venkovního a vnitřního vzduchu je možné používat zejména u malokapacitních hal o šířce kolem pěti metrů.

Základ tohoto systému tvoří průběžné, cca 120cm vysoké otvory nahrazující okna, umístěné v obou podélných stěnách. Otvory jsou zakryty průhlednými tepelně izolovanými závěsy nebo panely, jejichž otevírání a zavírání rozdělené do několika sekcí je řízeno automatickým regulátorem na základě snímání teploty a vlhkosti vzduchu na různých místech haly nebo i venkovní síly větru. Samostatné otevírání či zavírání větracích otvorů v jednotlivých sekcích umožňuje minimalizovat rozdíly teplot v hale. V některých halách je příčné přirozené větrání doplněno výparníky, umístěnými ve střední části haly, které vyúsťují nad hřeben střechy a zvyšují větrací účinnost. V letních měsících, kdy výkon přirozeného větrání klesá na minimum, je

vhodné v hale umístit pod strop mísící ventilátory, které zvyšují proudění vzduchu a tím ochlazování drůbeže (VÝMOLA a kol., 1995)



Obrázek 1 – Přírozené větrání stáje s hřebenovou štěrbinou (KIC a BROŽ, 1995).

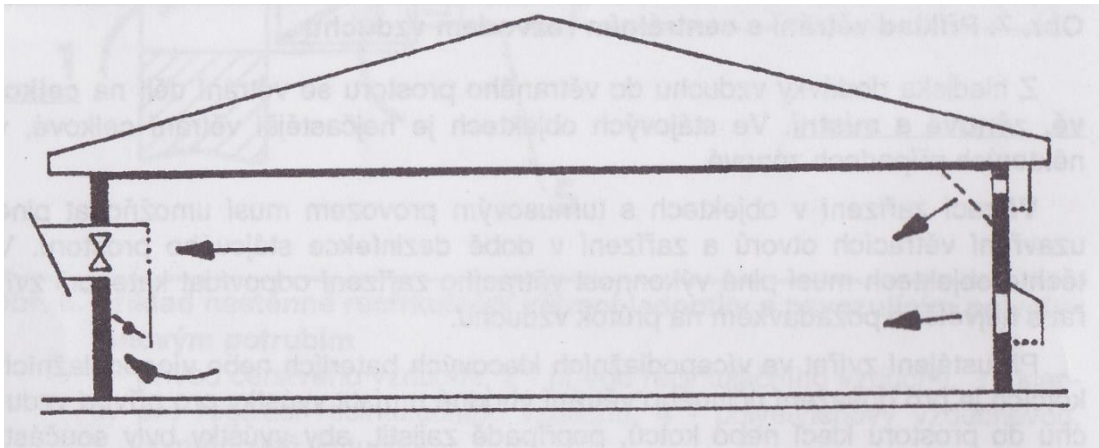
2.6.2 Nucené větrání

Nucené větrání nebo jeho kombinace s přírozeným větráním se používá v objektech, kde nelze dosáhnout požadovaných hodnot stájového vzduchu větráním přírozeným (KIC a BROŽ, 1995).

Při nuceném větrání se vzduch ve větraném prostoru vyměňuje pomocí ventilátorů. Hlavní výhodou tohoto způsobu větrání je možnost regulace vzduchu podle potřeb zvířat nezávisle na venkovních podmínkách. V principu se výměna vzduchu zajišťuje třemi větracími systémy: podtlakovým, přetlakovým a rovnotlakým (VÝMOLA a kol., 1995).

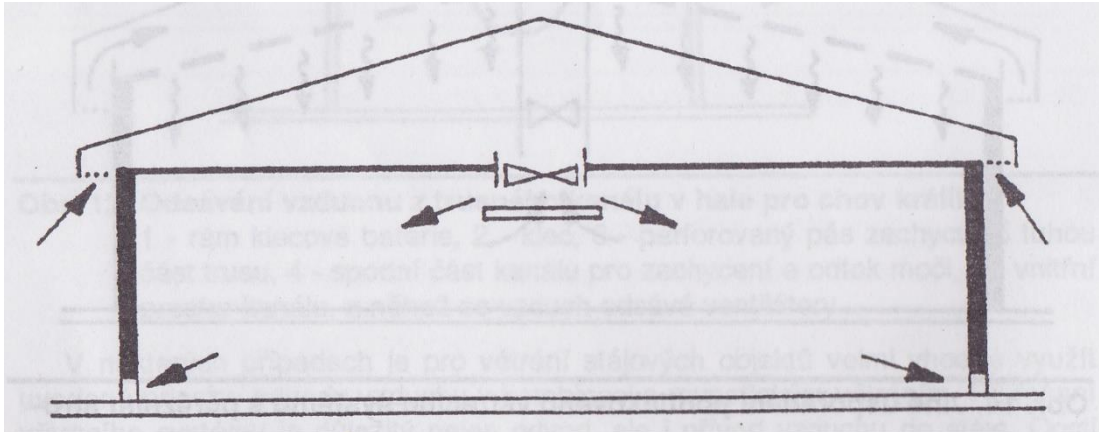
Podtlakové větrání se vyznačuje přebytkem hmotnostního průtoku nuceně odváděného vzduchu oproti přiváděnému, takže ve větraném prostoru je tlak nižší, než je tlak atmosférický. Zkažený vzduch se odsává z větraného prostoru ventilátory, které jej vyfukují do okolí (KIC a BROŽ, 1995).

Podtlakový systém větrání má ventilátory umístěny v boční stěně nebo ve svislých ventilačních šachtách, které vyúsťují nad hřeben střechy. Pro možnost regulace světelného dne se otvory pro přívod vzduchu zakrývají z vnější strany clonami zabezpečujícími průnik světla do haly (PŘIRYL a kol., 1997).



Obrázek 2 – Jednostranné podtlakové větrání (KIC a BROŽ, 1995).

Přetlakové větrání je nucené větrání, u něhož je výkonnost přívodních ventilátorů vyšší než odvádějících. Ve větraném prostoru stáje je přítom větší tlak než atmosférický. Při přetlakovém větrání se nasává venkovní vzduch, a to ventilátory, které jej tlačí do větraného prostoru, přičemž zkažený vzduch se z prostoru vytlačuje otvory (štěrbínami, šachtami apod.), určenými pro odvod zkaženého vzduchu. Velikost, počet a poloha otvorů pro přívod a odvod vzduchu se volí tak, aby se dosáhlo žádoucího proudění ve větraném prostoru (KIC a BROŽ, 1995).



Obrázek 3 – Přetlakové větrání s přívodem vzduchu stropem,
zdroj: (KIC a BROŽ, 1995).

Rovnotlaké větrání průtok nuceně přiváděného vzduchu je přibližně roven průtoku nuceně odváděného vzduchu. Je používáno hlavně u zařízení se zpětným získáváním tepla a k provětrání hal o velkém rozponu. K souběžnému chodu ventilátorů, které přivádí a odvádí vzduch, dochází zpravidla pouze při kladné tepelné bilanci haly. Jinak jsou ventilátory pro přívod vzduchu vypnuty a při chodu odsávacích ventilátorů proudí vzduch do haly komíny stojících ventilátorů. Minimální rozměry

komínů přívodních a odvodních ventilátorů, ve kterých jsou zpravidla ještě umístěné automaticky regulovatelné klapky, snižují samovolnou výměnu vzduchu a tím i tepelné ztráty haly. Při automatickém ovládní klapek v otvorech pro přívod vzduchu a pod ventilátory je možné zejména v chladnějším ročním období kombinovat přirozené větrání s nuceným (VÝMOLA a kol., 1995).

2.6.3 Regulace větrání a vytápění

Ovládní větrání a vytápění může být řešeno různými způsoby:

- 1) Regulátor ovládá všechny ventilátory plynulou změnou jejich výkonu, včetně zapínání a vypínání topení
- 2) Regulátor ovládá část ventilátorů (cca 40 – 60 %) plynulou změnou výkonu a vytápění. Zbývající část je řízena jedním nebo dvěma samostatnými termostaty.
- 3) Regulátor s jedním vnitřním a venkovním čidlem zajištuje zapínání a vypínání topení a pravidelnou výměnu vzduchu ve stanovených intervalech, přičemž doba chodu 1/3 – 1/4 ventilátorů bez regulace otáček se řídí stářím a počtem kuřat v hale i závislostí na vnější teplotě. Při zvýšení teploty v hale zapínají postupně další skupiny ventilátorů (KOŠAŘ a ŽÁKOVÁ, 1995).

2.7 Voda a napájení

Po celou dobu výkrmu musí být pro kuřata zajišten dostatek kvalitní pitné vody. Spotřeba vody v poměru ke spotřebovanému krmivu je vždy dvojnásobek spotřeby krmiva (1:2). Velkou roli však hraje složení krmiva, teplota a vlhkost v hale. K napájení kuřat se používají buď kapátkové nebo kloboukové napáječky (VÝMOLA a kol., 1995).

Podle (BROUČKA a kol., 2008) poskytnutí čisté a studené vody patří mezi základní předpoklady pro ochranu drůbeže proti vysokým teplotám. Vlivem vysokých teplot dochází u drůbeže ke ztrátě minerálií, proto je nutné, aby tyto látky byly do pitné vody přidávány. Zároveň je důležité stimulovat drůbež ke zvýšenému pití. Vhodné je také vyhnout se umístění přívodních trubek blízko stropu, kde se může voda extrémně zahřívát. Vedení vody by mělo být umístěno v zemi.

2.7.1 Kloboukové napáječky

Kloboukové napáječky jsou v nejjednodušší variantě ručně plněné, skládají se z klobouku a misky, mezi jejichž vnějšími obvody vzniká kruhový napájecí žlábek. Voda do žlábků vytéká otvory, které se nacházejí v úrovni požadované vodní hladiny. Po zakrytí otvorů vytékající vodou se vlivem podtlaku v klobouku vytékání zastaví a k obnovení vytékání dojde až po snížení hladiny vody ve žlábků. Automaticky plněné kloboukové napáječky jsou většinou vyráběny z hliníkového plechu nebo z plastických hmot. Doplnování vody je realizováno pomocí pružinového ventilu pákového nebo zapouzdřeného ve válcovém pouzdru v ose zavěšení napáječky. Zavěšují se na strop nebo pomocné konstrukce a jsou výškově stavitelné. Kromě jednožlábkového provedení se můžeme setkat i s provedením dvoužlábkovým, u kterého se plní pouze vnitřní žlábek a vnější slouží pro zachycení rozstříkované vody (ANDRT, 2011).



Obrázek 4 - Kloboukové napáječky, zdroj: autor

U kloboukových napáječek se počítá jedna napáječka na 150 - 200 kuřat. Odstup mezi jednotlivými napáječkami může být nejvýše 4m, aby kuřata z kteréhokoliv místa haly neměla vzdálenost k napáječce větší než 2m. Napáječky musí být na začátku odchovu plné vody až po okraj, později, aby se snadněji udržovala čistá voda, se hladina snižuje přibližně na 0,5 cm. Je nutné často kontrolovat stav hladiny vody v napáječkách a nastavovat výšku napáječek dle věku kuřat. Horní okraj napáječky má být vždy v úrovni hřbetu stojícího kuřete (VÝMOLA a kol., 1995).

2.7.2 Kapátkové napáječky

Konstrukčně se tyto napáječky řadí mezi ventilové napáječky. V tomto případě není voda doplňována do žlábků, ale je uvolňována k přímému napájení. V anglických a německých pramenech jsou tyto napáječky označovány jako „Nipple“. Princip jejich činnosti spočívá v nadzvednutí nebo vychýlení vyčnívající stopky ventilu. Napájecí ventily se našroubují do spodní části rozvodných trubek, ve většině případů se používají trubky čtvercového průřezu. Z hlediska životnosti je vhodné použít trubky z plastických hmot. U kovových trubek je nebezpečí elektrolytické koroze, pokud je materiál trubek rozdílný oproti materiálu tělesa napáječky. Nevýhodou kapátkových napáječek je možnost odkapávání vlivem nečistot ve vodě nebo špatné funkce. Odkapávání kapátkových napáječek se částečně předchází kombinací s miskami, které ovšem vyžadují čištění (ANDRT, 2011)



Obrázek 5 - Kapátková napáječka, zdroj: autor

U kapátkových napáječek počítáme asi 16 kuřat na jedno kapátko. Kapátkové napáječky je nutné používat již od prvního dne věku kuřat. Nedoporučuje se přidávat jakékoliv jiné miskové napáječky jednodenním kuřatům, protože si kuřata na tyto napáječky těžko odvykají a při změně na jiný typ napáječek dochází ke stresům (VÝMOLA a kol., 1995)

2.8 Výživa a technika krmení

Rozhodujícím faktorem pro řízení růstu, tělesného vývinu a užitkovosti během snáškového cyklu jsou výživa a technika krmení. Při odchovu kuřic nejde o dosažení vysokých přírůstků ale především o dosažení pohlavní dospělosti v odpovídajícím věku. Optimální věk a hmotnost kuřic se mohou u různých hybridů lišit, s čímž souvisí rozdílné požadavky na obsah živin v krmivu, případně odlišná technika krmení (TŮMOVÁ, 1994).

Podle (VÁCLAVOVSKÉHO, 2000) je vhodné před naskladněním kuřat do haly rozbalit po celé délce stáje pruh balicího papíru asi 80 cm široký, nejlépe v těsné blízkosti napáječek, nebo těsně vedle napáječek kloboukových. Papírový pás slouží k tomu, aby zvukem přitahoval kuřata k vodě a ke krmivu. Dále se na tento papír nasype v prvních dvou dnech krmivo, aby se i slabší kuřata nasytila a později přešla ke krmítkům.

Ke krmení drůbeže se u podlahových chovů nejčastěji využívají následující typy krmítek:

- dopravníková krmítka
- zásobníková krmítka
- krmná rozmetadla

Pro krmení kuřat v prvním týdnu odchovu se nejčastěji používají plochá nízká krmítka kruhového tvaru s profilovým dnem zabraňujícím vyhrabávání krmiva, nebo se krmná směs nasypává na papír, který se postupně v podestýlce rozloží.

Dopravníková krmítka – jsou tvořena krmným žlábkem, ve kterém je uložen plochý krmný řetěz. V případech kdy je krmný žlábek speciálně tvarován se používá jako dopravního elementu obvodové šnekovice (spirály), případně lana nebo řetězu, na němž jsou upevněny diskové unašeče.

Zásobníková (misková) krmítka – jedná se o malá tubusová krmítka s objemem 1,5 – 3 kg krmné směsi s různě hlubokým krmným žlábkem na obvodu misky. Žebra slouží k uchycení misky pod tubusem, zabraňují vstupu drůbeže do krmného žlábků a tím minimalizují ztráty krmiva. Plnění miskových krmítek lze realizovat dvěma způsoby. Při prvním způsobu je dopravník krmné směsi umístěn pod stropem haly a k jednotlivým miskovým krmítkům, umístěným pod dopravníkem

v jedné až třech řadách, je krmná směs dopravována šikmými nebo svislými trubkami. Tubusy miskových krmítek jsou zavěšeny na lankách upevněných na stropě haly nebo jsou zavěšeny pomocí lana a kladek, které umožňuje jejich výškovou regulaci. Pro plnění krmítek je možné použít všech druhů dopravníků (ANDRT, 2011).

2.9 Zařízení pro odkliz podestýlky

Odkliz podestýlky se provádí po skončení snáškového, odchovného nebo výkrmového cyklu. Podestýlka se vyhrne a celá hala musí být důkladně umyta a vydezinfikována. V konstrukčně vyšších halách se podestýlka nakládá přímo na přívěsy pomocí čelních nakladačů. Jinak je tomu u hal s nižší světlou výškou, kde se podestýlka vyhrnuje za pomoci čelního nakladače nebo traktoru s radlicí mimo prostor haly, kde se poté nakládá na dopravní prostředek. U hal kde není umožněn vjezd techniky, se odkliz provádí pomocí pásových dopravníků vsunutých do oken, odkud je trus dopravován přímo na dopravní prostředek. Nakládání podestýlky na dopravník se provádí ručně nebo za pomoci mechanické lopaty tažené lanem s navijákem.

Doporučený postup při odklizu podestýlky:

- Vypnutí ventilátorů
- Postřik celé plochy vnitřku haly dezinfekčním prostředkem aby byl zvlhčen prach před odstraňováním zařízení haly a podestýlky
- Veškeré zařízení a vybavení haly (napáječky, krmítka, hřady, snášková hnízda se odstraňují z haly na vnější betonovou plochu. U hal s vysokým stropem je možné ponechat zařízení, která je možno dostatečně zvednout.
- Veškerý prach pavučiny a drobné částice se odstraňují z šachet ventilátorů, nosníků, říms a vyzdívek
- Před odvozem se zakrývají korby vozů, aby nedošlo k roznesení podestýlky větrem. Před odjezdem z farmy se očišťují kola dopravních prostředků (PŘIKRYL a kol., 1997).

2.10 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. Vznik prachových částic je závislý na mnoha faktorech (fyzikálních i chemických), jedná se

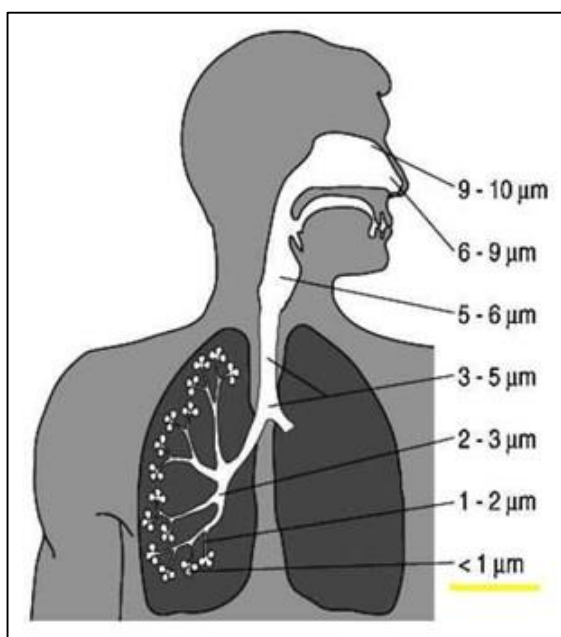
například o broušení, drcení, odlupování, přeměnu spalováním hmoty apod. Příčiny zvýšení koncentrace prachových částic v ovzduší mohou být umělého původu vznikající lidskou činností, nebo přírodního původu. Některé prachové částice zůstávají trvale na svém místě vzniku, jiné mění svou polohu v závislosti na působení rozmanitých vlivů. Například vlivem proudu vody po zemském povrchu (vodní eroze půdy a abraze hornin) nebo ve spodních vodách, další mění polohu vlivem proudění vzduchu (větrná eroze půdy a staveb), vlivem gravitace, vlivem rozmanitých sil, které mají svůj původ v přírodě (například prach ze sopečných výbuchů), (GÁLIK a kol., 2015).

2.10.1 Polétavý prach PM_{10} , $PM_{2,5}$, $PM_{1,0}$

PM je označení pro polétavý prach vycházející z anglického názvu "particulate matter". Jedná se o mikročástice o velikosti několika mikrometrů (μm). Podle své velikosti mají tyto částice své specifické označení. Na obrázku 6 můžeme vidět průnik prachových částic do dýchacích cest dle jejich velikostních frakcí.

Příklady značení nejčastěji měřených prachových částic z hlediska jejich velikosti:

- PM_{10} – jsou částice o velikosti do $10 \mu m$
- $PM_{2,5}$ – jsou částice o velikosti do $2,5 \mu m$
- $PM_{1,0}$ – jsou částice o velikosti do $1 \mu m$ (ANONYM, 2017).



Obrázek 6 – Průnik jednotlivých frakcí prachových částic do dýchacích cest, zdroj: (ANONYM 1, 2017)

2.10.2 Emise a emisní limit

Emise – vnášení jedné nebo více látek znečišťujících ovzduší do životního prostředí.

Emisní limit – maximální přípustné množství znečišťující látky nebo skupiny znečišťujících látek či pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečišťování ovzduší. Jde o hmotnostní koncentraci znečišťující látky ve vypouštěných odpadních plynech nebo o hmotnostní tok znečišťující látky za jednotku času nebo hmotnost znečišťující látky vztažená k jednotce produkce či k lidské činnosti nebo počet pachových jednotek na jednotku objemu nebo jako počet částic znečišťujících látek na jednotku objemu.

Emisní limity zákon o ovzduší člení na :

- Obecné emisní limity – ty jsou stanoveny pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich stanovené skupiny
- Specifické emisní limity – které jsou vztaženy k jednotlivým jmenovitě uvedeným stacionárním zdrojům. Tyto limity se stanovují bez přihlídnutí k obecným emisním limitům (JELÍNEK a kol., 2011).

2.10.3 Imise a imisní limit

Imise – znečištění ovzduší vyjádřené hmotnostní koncentrací znečišťující látky nebo stanovené skupiny znečišťujících látek.

Imisní limit – Je klasifikován jako hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku (tj. při teplotě 0 °C a tlaku 101,32 kPa), (ANONYM 2, 2017).

2.10.4 Látky znečišťující ovzduší

Za znečišťující látku se podle zákona 201/2012 Sb. považuje jakákoliv látka vnesená do vnějšího ovzduší nebo v něm druhotně vznikající. Je to látka, která může mít po fyzikální nebo chemické přeměně škodlivý vliv na život a zdraví lidí a zvířat, na životní prostředí, na klimatický systém Země, nebo na hmotný majetek.

Způsoby projevu škodlivého vlivu znečišťujících látek:

- Škodami na zdraví lidí a zvířat
- Poškozováním prostředí (nebo některé z jeho složek)
- Nepříznivými změnami přirozeného ovzduší
- Obtěžováním okolí, zhoršením pohody prostředí např. (pachem, prachem, snížením viditelnosti atd.), (JELÍNEK a kol., 2011).

2.11 Rozptyl škodlivých látek

Po vniknutí škodlivin do prostředí, může k jejich dalšímu šíření docházet vzduchem, půdou, vodou, živými organismy a potravou. Cesty jejich disperze jsou velice různorodé a závisejí jak na zdroji emise, tak na povaze samotné látky.

Rozptyl v ovzduší je ovlivněn mnoha faktory:

- Meteorologickými podmínkami (zejména rychlostí větru, jeho směrem a stabilitou atmosféry)
- Výškou kde k emisi dochází (existují tzv. přízemní zdroje, jako je silniční doprava nebo vysoké zdroje, jako jsou vysoké tovární komíny)
- Místní nebo regionální geografickou konfigurací
- Charakterem zdroje (ty se rozdělují na tzv. bodové zdroje, jako jsou komíny, nebo tzv. zdroje rozptýlené, mezi které se řadí například automobily (PROVAZNÍK a LENER, 1998).

2.12 Zdroje prachu v prostředí hal

Prostředí hal pro odchov a výkrm drůbeže je poměrně prašné. Zdrojem prachu jsou krmné směsi, podestýlka, suchý trus, peří a částičky pokožky. 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.m⁻³, v halách pro odchov kuřat v klecích v rozmezí 2 – 15 mg.m⁻³ a v halách pro chov nosnic v rozmezí 6 – 12 mg.m⁻³. Hygienická norma požaduje dosažení prašnosti ovzduší pod 10 mg.m⁻³ vzduchu. Na prachových součástech 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., 2000).

2.13 Účinky prachových částic na lidský organismus

Prach můžeme rozdělit podle různých kritérií, základní rozdělení je na toxický a netoxický prach. Jedním z hlavních a nejčastějších způsobů vstupu prachových částic do lidského organismu jsou dýchací cesty (HOLLEROVÁ, 2007).

Dle adsorbovaných látek a svého složení může mít prach účinky dráždivé, toxické, fibrogenní i alergizující. Polévatý prach je vzhledem ke svým fyzikálním vlastnostem (velký povrch často opatřený elektrickým nábojem) ideálním nosičem celé řady speciálních polutantů s vysokým rizikovým potenciálem. V praxi to znamená, že nejenom prach samotný může být složen z rizikové látky, ale jde především o jeho schopnost vázat na sebe další prvky (polutanty) vyskytující se v ovzduší (ANONYM 4, 2017). Při klasifikaci negativních účinků prachových částic na lidské zdraví je možné rozlišovat dvě hlavní kategorie zdravotních důsledků: akutní (tj. krátce trvající) a chronické (tj. dlouhotrvající). Rozsah závažnosti zdravotních potíží se může pohybovat od velice mírného onemocnění nebo jen dýchacích potíží až po smrt. Prach nebo jiné škodlivé látky v ovzduší mohou vyvolat akutní příznaky jako např. podráždění, pálení očí, pálení v hrdle, ale také mohou vést až k hospitalizaci pro akutní dýchací potíže (PROVAZNÍK a LENER, 1997). Z hlediska ohrožení lidského zdraví má kromě chemických, fyzikálních a biologických vlastností velký význam velikost částic prachu, a pro zhodnocení zdravotního rizika je nejdůležitějším kritériem skutečnost jak hluboko mohou částice proniknout do dýchacího ústrojí (HOLLEROVÁ, 2007).

Zatímco částice o velikosti 5 – 10 μm jsou zachyceny v horních cestách dýchacích řasinkovým epitelem a následně za pomoci těchto řasinek a hlenových žlázek odstraněny z těla vykašláním, spolknutím nebo nosním sekretem, u částic menších než 5 μm se předešlý mechanismus neuplatní. Tyto částice pak pronikají do průdušek a např. částice o velikosti 1 μm a menší se dostávají až do plicních sklípků. Částice, které proniknou do plicních sklípků, musí být odstraněny pomocí makrofágů (buněk imunitní soustavy). Jde o schopnost plic zbavovat se prachu, která je často nazývána jako „samočisticí funkce plic“ (ANONYM 3, 2017). Vstup prachových částic do plicních sklípků s sebou přináší závažnější zdravotní potíže, a to z toho

hlediska, že tyto částice často obsahují karcinogenní sloučeniny. Tyto částice poškozují plicní systém a způsobují chronickou bronchitidu, chronické plicní choroby a také mohou způsobovat kardiovaskulární problémy (GÁLIK a kol., 2015). Nejhorší situace nastává v případě velkého usazování prachových částic v plicích, kdy se plíce nejsou schopny zbavit veškerých částic a tak dochází k zanášení plicního systému, což vede ke změnám plicních funkcí. Tyto změny mohou pak vést ke změnám sycení krve kyslíkem, následně k přetížení srdce kdy může dojít až ke smrti. Do skupiny nejvíce ohrožených obyvatel z hlediska prachových částic se řadí především děti, těhotné ženy, senioři, chronicky nemocní a alergici, u nichž mohou mít tyto změny fatální důsledky (ANONYM 3, 2017).

2.13.1 Pracovní ovzduší a legislativa

Při většině pracovních činností člověka dochází k uvolňování prachu, je proto nutné koncentrace prachu v pracovním ovzduší sledovat, vyhodnocovat a následně navrhnout taková opatření aby nedocházelo k poškozování zdraví, případně aby poškození zdraví bylo co nejmenší.

Základní normou je ČSN EN 481 Ovzduší na pracovišti. Touto normou jsou definovány konvence pro odběr vzorků velikostních frakcí, které musí být používány pro hodnocení účinků prachových částic vdechovaných na pracovišti. (HOLLEROVÁ, 2007)

Přípustný expoziční limit (PEL) – jde o časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší za pracovní směnu, jímž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec po dobu osmihodinové nebo zkrácené pracovní doby aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví či k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti (GÁLIK a kol., 2015).

Pro pracovní prostředí jsou prachové částice rozděleny z hygienického hlediska na jednotlivé frakce:

- **Vdechovatelná (inhalable) frakce** – hmotnostní frakce polévatého prachu která je vdechnuta nosem a ústy.
- **Thorakální (thoracic) frakce** – hmotnostní frakce vdechovaných částic pronikajících za hrtan.

- **Respirabilní** (respirable) **frakce** – hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde se nenachází řasinkový epitel. Přibližně 50 % polétavého prachu o velikosti 4 μm je v respirabilní frakci (HOLLEROVÁ, 2007).

2.14 Účinky prachových částic na organismus zvířat

Jednou z hlavních znečišťujících látek stájového ovzduší je prach. Polétavý prach se může lišit složením, velikostí a množstvím v jednotce vzdušného objemu. Prachové částice nacházející se uvnitř stájového prostředí představují v určitých koncentracích závažnou zátěž pro chovaná zvířata. Velký význam mají tyto částice v tom, že fungují jako nosiče mikroorganismů, bakteriálních endotoxinů a pachových látek. Hlavním producentem prachu ve stájích jsou obvykle suché krmné směsi. Především jejich manipulací jako například plnění zásobníků krmiv zvláště nejsou-li jejich výdechové hlavice opatřeny filtry, dochází k největšímu uvolňování prachových částic.

Biologická agresivita prachových částic ve stájovém prostředí je dána zejména jeho dráždivými účinky na sliznici dýchacích cest. Působení prachových částic se nepřímo projevuje ve snižování relativní vlhkosti vzduchu a zmenšováním intenzity osvětlení stáje. Resuspenze prachových částic závisí na provozu, charakteru a technologii ustájení, pohybu zvířat a intenzitě proudění vzduchu respektive činnosti ventilace. Hranice 6 – 10 $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ je považována za maximální přípustný obsah prachu ve stájovém ovzduší (GÁLIK a kol., 2015).

2.15 Kvalita ovzduší v České republice

Jako kvalitu vnějšího ovzduší označujeme úroveň znečištění vnějšího ovzduší, která může svými účinky ovlivňovat lidské zdraví, vegetaci i celé ekosystémy. Tato úroveň znečištění vnějšího ovzduší je způsobena vypouštěním znečišťujících látek z různých zdrojů v důsledku lidské činnosti (např. doprava, spalování, průmyslová výroba, a další), (MŽP, 2017). Do 90. let minulého století patřily některé regiony České republiky svými emisemi k nejhorším na světě. Díky investici do technologií na snížení emisí (zejména z velkých elektráren) bylo dosaženo zlepšení tohoto stavu (ADÁMEK, 2017).

Rozvojem průmyslu a nárůstem dopravy po roce 2000 došlo k opětovnému zvýšení emisí a kvalita ovzduší v České republice se opět začala zhoršovat (MŽP, 2017).

Nebezpečí znečištění z dopravy spočívá v tom, že k produkování znečišťujících látek dochází v přízemní vrstvě atmosféry, kde dýcháme, na rozdíl od průmyslu a energetiky, jejichž komíny umožňují snazší rozptyl (EHRLICH, 2011).

2.16 Způsoby měření prašnosti

(HOLLEROVÁ, 2007) uvádí, že míra znečištění ovzduší prachem se vyjadřuje buď metodou hmotnostní, nebo početní v objemové jednotce vzduchu. Pro stanovení prašnosti je nejpoužívanější metodou gravimetrická metoda a zjištěné hmotnostní koncentrace prachu se vyjadřují v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. U vláknitých prachů se pro posouzení prašnosti používá tzv. početní koncentrace tj. počet vláken na jednotku objemu ($\text{vl}\cdot\text{cm}^{-3}$). Výpočet počtu vláken probíhá mikroskopicky z odebraných vzorků.

2.17 Přehled měřících metod

Váhové (Gravimetrické) metody

- a) Metoda stanovení prašného spadu
- b) Filtrační (vatové, rozpustné, těkavé nebo membránové filtry)

Číselné (Konimetrické) metody

- a) Konimetr
- b) Absorpce v kapalinách i v pevném prostředí
- c) Termo a elektro precipitace (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008)

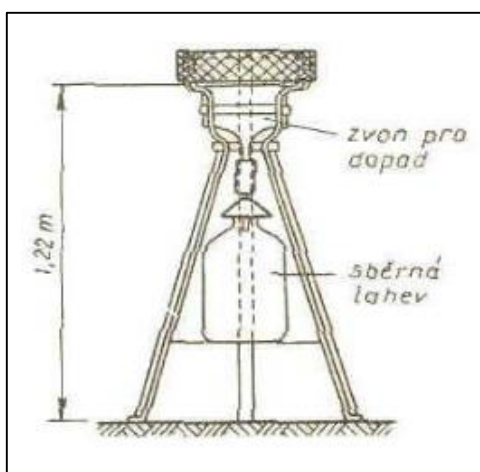
2.17.1 Váhové (Gravimetrické) metody

Principem gravimetrické metody je vážení. V prvním kroku měření se provede zvážení čistého filtru v laboratoři. Ten se poté umístí na místo měření, kde je jím profiltrován vzduch odběrovým zařízením po dobu 24 hodin, přičemž prach obsažený ve vzduchu zůstává zachycen na filtru. Pro měření jednotlivých frakcí prachu musí být odběrová zařízení vybavena speciálními separačními hlavicemi, které umožní propustit např. jenom prachových částic do velikosti PM_{10} nebo $\text{PM}_{2.5}$. Po expozici je filtr přemístěn zpět do laboratoře, kde je zvážen a rozdíl mezi čistým a exponovaným filtrem udává přesné množství prachových částic. Společným výpočtem navážky s

množstvím prosátého vzduchu zaznamenaného odběrovým zařízením, získáme výslednou koncentraci částic v ovzduší ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$), (ANONYM 4, 2017).

a) Metoda stanovení prašného spadu

Tato metoda je obdobná jako měření atmosférických srážek s tím rozdílem, že do sběrné lahve je po dobu expozice zachytáván prach. Analyzuje se, obsah prachových částic tzn. množství a vlastnosti prachových částic. Tato metoda je vhodnější pro dlouhodobější expozice, ze kterých se poté vytváří průměry. Výsledky jsou vyhodnoceny pomocí přesné laboratorní váhy (ČVUT, 2017).



Obrázek 7 – Způsob měření prašného spadu, zdroj: (ČVUT, 2017).

b) Filtrační metody

Metoda vatových filtrů – přes filtr se prosaje známý objem vzduchu a z rozdílu hmotnosti filtru před a po prosátí vzduchu vypočítáme hmotnost prachu v daném objemu vzduchu.

Metoda rozpustných filtrů – (sacharóza, dusičnan draselný, kyselina salicylová aj.) po prosátí vzduchu se filtr rozpustí, odpaří a zváží se přímo hmotnost prachu.

Metoda těkavých filtrů – (antracen, naftalin aj.) po prosátí vzduchu se oddestilují a zváží se zbylý prach

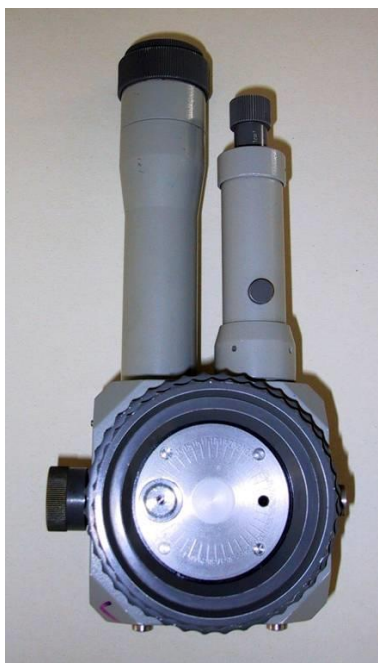
Metoda membránových filtrů – Tato metoda se provádí za pomoci různých druhů sání a sond, do kterých se vkládají filtry. Výpočtem rozdílu hmotnosti filtru před a po odběru získáme výsledné množství prachu, přičemž musíme znát množství prosátého vzduchu (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).

2.17.2 Metody číselné (Konimetrické)

Při konimetrické metodě jsou části prachu zachytávány na skle (nebo jiném materiálu) při průchodu vzduchu tryskou. Po nárazu na sklo se částice zachytí (usazení je někdy podporováno pokrytím skla tenkou vrstvou lepkavé hmoty). Výsledný počet částic na sklíčku se poté vizuálně počítá pod mikroskopem (FRANCL, 2005).

a) Konimetr

Koniometr slouží k zachycení prachových částic ze vzdušného aerosolu a k optickému stanovení počtu a velikosti těchto částic. Skládá se ze vzduchové a optické části. Vzduchová část je tvořena pístem zakončeným tryskou, která nasává vzduch. Množství nasávaného vzduchu lze nastavit dle předpokládané prašnosti v ovzduší na pístu konimetru na hodnotu 1; 2,5 nebo 5cm³. Optická část je tvořena otočným kruhovým podložním sklíčkem, které je opatřeno lepkavým nátěrem (směs želatiny a glycerinu). Na podložním sklíčku je od sebe odděleno čtyřicet políček, určených k zachycení nasátých prachových částic. S jedním podložním sklíčkem může být provedeno maximálně 40 měření. K optické části také řadíme okulár, opatřený mikrometrickým měřítkem, které slouží k odlišení prachových částic větších než 5μm (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).



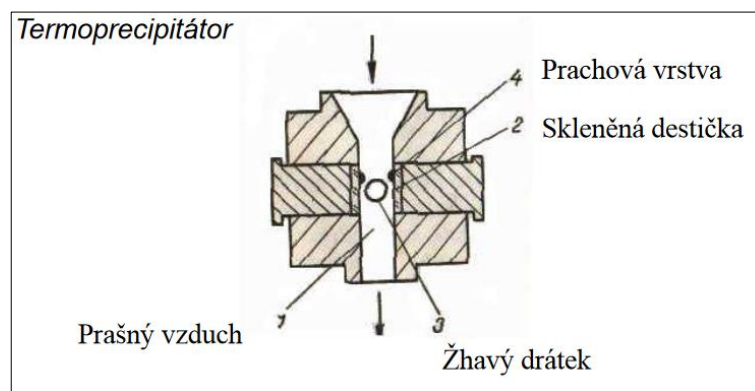
Obrázek 8 – Konimetr, zdroj: (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).

b) Absorpce v kapalinách i v pevném prostředí

Tato metoda spočívá v prosátí vzduchu přes nádobku (impinger) s kapalinou (nejčastěji alkoholem) po dobu alespoň 20- ti minut rychlostí $4 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$. Výsledný počet prachových částic se počítá pod mikroskopem ve 4 Bürkerových komůrkách (CHLOUPEK a SUCHÝ, 2008).

c) Termoprecipitátor

Další z metod měření je pomocí termoprecipitátoru kdy se 20 až 400 cm^3 prašného vzduchu se vede štěrbinou rychlostí $5 - 6 \text{ cm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Termodifuzí se zachycují prachové částice na sklíčkách. Odečet výsledných hodnot se provádí pod mikroskopem v laboratoři. Tato metoda měření disponuje vysokou přesností měření (ČVUT, 2017).



Obrázek 9 – Schéma Termoprecipitátoru, zdroj: (ČVUT, 2017).

2.18 Metody snížení emisí prachových částic

Emise z objektů pro chov zvířat mohou být významně sníženy použitím vhodného krmiva, technologií skladování a odstraňování hnoje a samotnou hygienou objektu. Jedna z hlavních metod snižování emisí amoniaku z objektů pro chov hospodářských zvířat a drůbeže je snížení vylučovaného dusíku a to prostřednictvím krmení nízkoproteinovými krmivy (KARANDUŠOVSKÁ a kol., 2009).

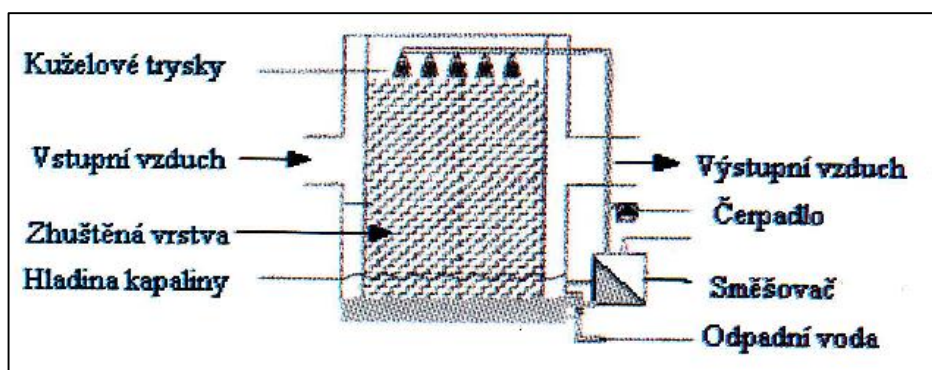
2.18.1 Misting- mlhovitě rozstříkávání vody

Misting je technologie založená na používání vodní mlhy za účelem ochlazování vzduchu, zvlhčování prostoru, regulace vlhkosti v halách a snižování prašnosti. Po celé délce haly je voda je rozvedena vysokotlakými rozvody a za pomoci vysokotlakých trysek se vytváří velmi jemná vodní mlha (CHEMIE STAR, 2011). Obdobou je sprejování podestýlky s tím rozdílem že se využívá suspenze vody a

rostlinného oleje, která se využívá především ve výkrmu brojlerů. Nevýhodou však je zvýšená úroveň zápachu způsobená mikrobiologickým rozkladem (CELJAK a kol., 2016)

2.18.2 Chemická pračka

Její činnost je založená na zachycení veškerého větracího stájového vzduchu před vypuštěním ze stáje. Veškerý větrací vzduch je před vypuštěním do ovzduší veden přes chemickou čisticí jednotku. V jednotce je čerpána čisticí tekutina – kyselina do prostoru nasávaného vzduchu a dochází ke kontaktu čisticí tekutiny a ventilačního vzduchu. Tato tekutina na sebe váže amoniak a jednotku pak opouští vyčištěný vzduch. Jako čisticí médium se nejčastěji používá kyselina sírová nebo lze použít i kyselinu chlorovodíkovou (JELÍNEK a kol. 2011).



Obrázek 10 - Schéma provedení chemické pračky, autor: (JELÍNEK a kol., 2011).

2.18.3 Ionizace vzduchu ve stáji

Proces ionizace plynných složek vzduchu probíhá v atmosféře nepřetržitě. Princip ionizace a její fyzikální a fyzikálně chemický průběh jsou známy již od počátku 19. století. K iniciaci ionizace dochází dodáním externí energie. Mezi umělé zdroje energie lze zařadit ultrafialové záření, tepelná a hydrodynamická energie a elektrická energie (lavinová ionizace – tichý výboj). Ionizace molekuly plynu je dána rychlým sledem stádií, následujících po iniciaci (dodání energie). Dodaná energie musí být dostatečná k tomu, aby byl z neutrální molekuly plynu uvolněn elektron. Dodatečná energie musí překonat elektrostatickou přitažlivost mezi jádrem a elektronem. Pro začátek ionizačního procesu je potřebná ionizační energie (eV) která je pro každou molekulu plynu různá. První fází ionizace je stádium fyzikální, následované stádium fyzikálně chemickým a završené stádium chemickým. Takto vytvořené ionty nejsou stabilní a vlivem okolního prostředí podléhají řadě změn, kdy

dochází nejen ke změně jejich velikosti ale také jejich pohyblivosti případně k rekombinačnímu zániku. Lehké vzdušné ionty reagují v prostředí s dalšími molekulami a tvoří větší iontové útvary nebo se ukládají v aerosolech či na prachových částicích. Potom pochopitelně ztrácejí svou rychlost, podléhají gravitaci a sedimentují. Životnost iontů v aktivním stavu je od jedné tisícině sekundy po několik minut. Přesto je v případě stálého místního zdroje ionizující energie v dané lokalitě vytvořena rovnovážná iontová koncentrace, neboli vzniká tzv. „dynamická rovnováha iontů“ (DOLEJŠ, 2011).

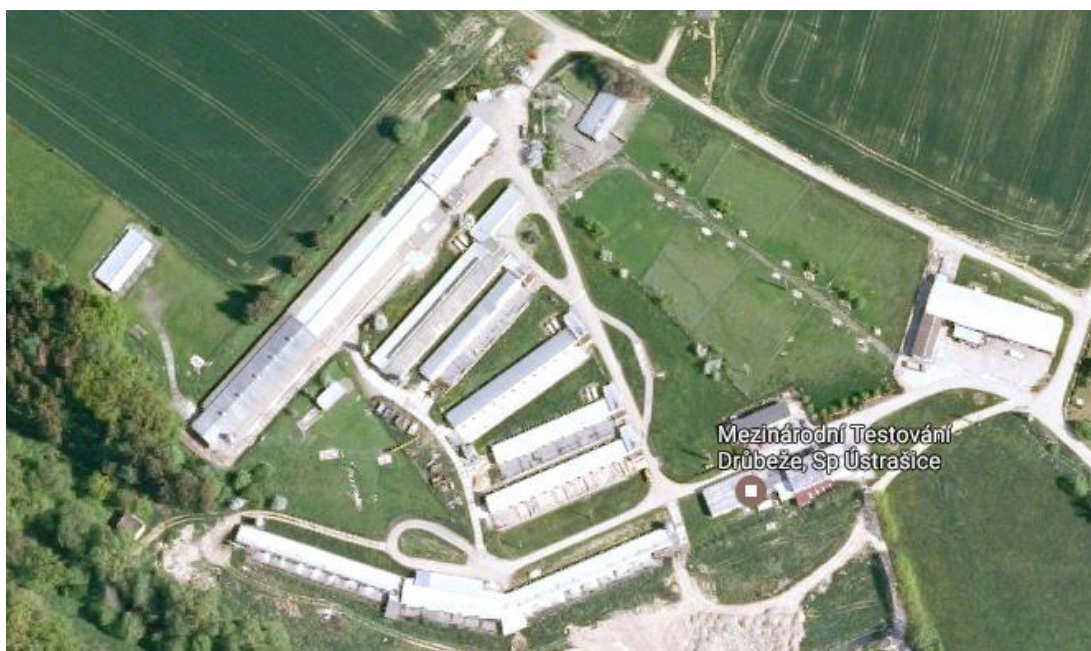
3 Cíl práce

Cílem této práce je měření koncentrace prachových částic o velikosti PM_{10} v chovu nosnic masného typu ve vybraném podniku v souladu s platnou metodikou.

4 Metodika

4.1 Místo měření

Měření prašnosti proběhlo ve státním podniku Mezinárodní testování drůbeže, který se nachází v obci Ústrašice v Jihočeském kraji. Tento podnik se zabývá kontrolou užítkovosti a vedením ústřední evidence drůbeže. Kapacitou odpovídající jednorázovému zástavu okolo 40 tisíc kusů hrabavé a vodní drůbeže se testovací stanice v Ústrašicích řadí k největším svého typu v Evropě.



Obrázek 11 – Letecký pohled na areál podniku, zdroj: (GOOGLE, 2017).

4.2 Technologické vybavení stáje

4.2.1 Systém ustájení a podestýlka

Slepice jsou chovány v bezokenní hale s nuceným větráním a umělým osvětlením v kombinaci hluboké podestýlky a roštové podlahy s mírným sklonem od hnízd. Výška roštů nad podlahou je 0,5 metrů, šířka roštů před hnízdy je 1,5 m. Roštové podlahy jsou umístěny ve střední části haly ve dvou řadách, jedna řada pro každou polovinu haly. Jako stelivový materiál se používá směs hoblin ze smrkového a borového dřeva.

4.2.2 Technologie krmení

Nosnice jsou krmeny drcenou krmnou směsí NR-JA/DN Dynín. Směs je zkrmována v suché formě. Krmná směs je dopravována do krmné linky pomocí spirálových dopravníků. Krmení kohoutů je realizováno závěsnými žlábkovými krmítky.

4.2.3 Technologie napájení

Napájení je provedeno dvěma řadami kapátkových napáječek umístěnými nad rošty v blízkosti snáškových hnízd. Počet kapátek na jednu stranu haly je 150 kusů.

4.2.4 Systém ventilace

Ventilace je provedena podtlakovým systémem větrání 5 – ti ventilátory s regulačními přívěrami v šachtách, které jsou umístěny nad hřeben střechy haly. Regulace přiváděného vzduchu je provedena regulovatelnými klapkami v počtu 10ks pro každou stranu haly.

4.3 Pravidla pro měření

Měří se koncentrace frakce prachových částic PM₁₀, PM_{2,5}. Měření dalších rozměrů částic má specifický charakter.

Měření doplňujících údajů:

- Koncentrace venkovní prašnosti v okolí měřeného objektu, na návětrné straně
- Teplota, relativní vlhkost vzduchu: vnitřní, venkovní
- Rychlost proudění vzduchu [m.s⁻¹] – vnitřní, venkovní (pro výpočet emisí)
- Atmosférický tlak vzduchu [hPa].

Jako místo měření koncentrace frakce prachu (umístění přístrojů – vzorkovací hlavy) se volí reprezentativní místa. Jeden přístroj se umístí před větrací klapkou pro měření koncentrace PM na vstupu. Druhý se umístí před odsávací ventilátor, buď pod stropní, nebo štítový ventilátor pro měření koncentrace na výstupu z objektu chovu drůbeže (CELJAK a kol., 2016).

4.3.1 Měření koncentrace prachu v okolí objektu

Cílem měření je stanovení úrovně zátěže okolního prostředí prachem. Zátěž prachem bude úzce souviset se šířením zápachu.

Umístění přístrojů je ve směru po větru, tj. na návětrné straně objektu ve vzdálenosti:

- do 20 m od objektu
- 100 m od hranice farmy
- 500 m od hranice farmy (pokud v cestě nebude jiný zdroj prachu)
- Na hranici farmy – na návětrné straně od objektu (imise do měřeného objektu), (CELJAK a kol., 2016).

4.3.2 Měření doplňujících údajů

Podmínky pro měření teploty, relativní vlhkosti a atmosférického tlaku vzduchu.

- Měření teploty vnitřního prostředí haly není vhodné provádět, pokud venkovní teplota vzduchu ve stínu přesáhne 30 °C
- Měření teploty se provádí přístroji s minimálním rozlišením 0,5 °C
- Měření se provádí ve stejných místech a výškách, ve kterých jsou umístěny přístroje nebo sběrné sondy pro měření koncentrací frakcí prachu
- Doplňkové měření vnější teploty vzduchu se provádí ve stínu ve výšce jeden metr nad zemí a minimálně jeden metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu
- Relativní vlhkost vzduchu uvnitř haly není vhodné měřit tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod 10 °C
- Pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70%, provede se opakované měření ve stejných měřicích místech nejdříve po 24 hodinách. Bude-li při opakovaném měření zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70% provede se měření po 48 hodinách (CELJAK a kol. 2016).

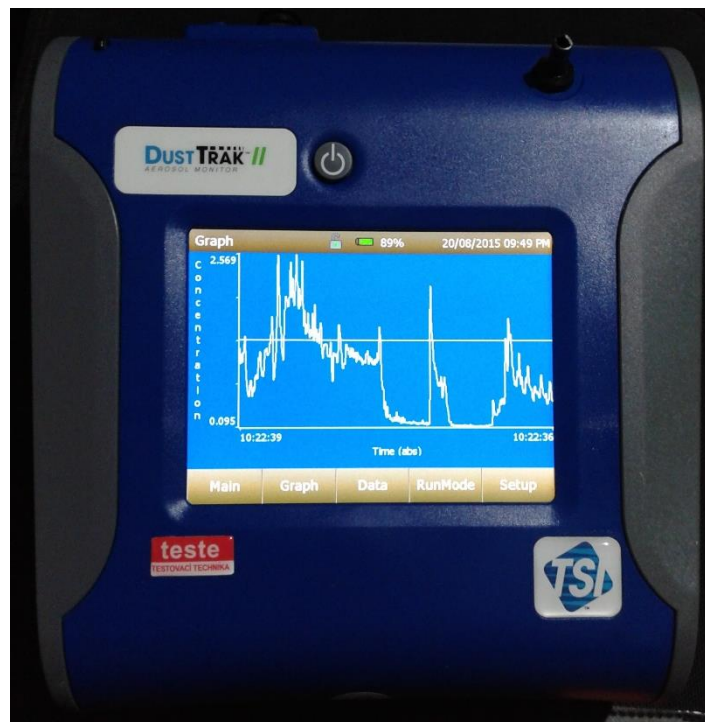
4.4 Použité měřicí přístroje

4.4.1 Přístroj DUSTTRAK II

Měření prašnosti v daném objektu bylo provedeno měřicím přístrojem DUSTTRAK II vyrobeným v USA firmou TSI Incorporated. Přístroj pracuje na principu odrazu laserového paprsku od prachových částic v měřicí buňce a následném elektronickém vyhodnocení. Rozsah měření přístroje je od $0,001 - 150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a rozsah velikosti částic je od $0,1 - 15 \text{ }\mu\text{m}$.

Podle své velikosti jsou částice členěny do několika skupin:

PM ₁₀ – prachové částice (tuhé i kapalné) do průměru 10 μm	
PM _{2,5}	2,5 μm
PM ₁	1 μm
Respiratorní	4 μm



Obrázek 12 – Přístroj DUST TRAK II, zdroj: autor

Přístroj disponuje přesností měření $\pm 0,1\%$ z naměřené hodnoty, respektive $0,001 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ podle toho která z hodnot je vyšší. Průtok vzduchu je $3,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$. Měření je možné provádět v prostředí s teplotou od $0 - 50 \text{ }^\circ\text{C}$ a vlhkostí od $0 - 95 \%$, podmínkou u vlhkosti je aby nedocházelo ke kondenzaci. Hmotnost přístroje je 2 kg

s 1 baterií (2,5kg se 2 bateriemi). K napájení slouží 2 Li – ion baterie s výdrží 9 hodin, nebo je možné použít síťové napájení.

Příslušenství přístroje:

Kalibrační impaktor 2,5 μ m

Kalibrační impaktor 10 μ m

Průtokoměr pro kalibraci

Cyklon pro měření respiračního prachu ($\leq 4\mu$ m)

Interval mezi jednotlivými zaznamenávanými údaji lze nastavit od 1 sekundy do 60 minut. Délku měření lze nastavit od 1 minuty až po limit daný kapacitou paměti. Doba mezi jednotlivými měřeními může být 1 minuta až 30 dní (CELJAK a kol. 2016).

4.5 Přístroje pro měření doplňujících údajů

4.5.1 Měření vnitřní teploty a vlhkosti

Měření teploty a vlhkosti uvnitř objektu bylo provedeno přístrojem Voltcraft DT 8820. Jedná se o kombinovaný měřicí přístroj, kterým je možné měřit teplotu, vlhkost, úroveň hluku a intenzitu osvětlení.



Obrázek 13 – Měřicí přístroj Voltcraft DT 8820, zdroj: autor

Rozsah teplot, ve kterých je možné provádět měření je od -20 až po $+50$ °C, pokud je přístroj vybaven čidlem typu K, je rozsah pro vyšší teploty zvýšen až na $+750$ °C přičemž dolní hranice teploty zůstává stejná. Přesnost při měření teploty je $0,1$ °C. Zvukoměr disponuje rozsahem $35 - 130$ dB a frekvenčním průběhem 10 Hz až 10 kHz. Luxmetr je schopen měřit od $0,01$ až po $20\,000$ luxů s rozlišením $0,01$ luxů. Měření vlhkosti lze provést v rozmezí 25% až 95% s rozlišením $0,1\%$. Přístroj je napájen $9V$ baterií.

4.5.2 Měření rychlosti proudění vzduchu

Ke zjištění rychlosti proudění vzduchu byl použit anemometr, Techno Line EA3000. Přístroj disponuje rozsahem měření od $0,2$ $m.s^{-1}$ do 30 $m.s^{-1}$ a přesností měření ± 5 %. Měřenou veličinu je možné zobrazit dle nastavení přístroje v kilometrech za hodinu ($km.h^{-1}$), metrech za sekundu ($m.s^{-1}$), mílich za hodinu (mph) nebo v uzlech (kt). Napájení anemometru je provedeno baterií typu CR 2032.



Obrázek 14 – Anemometr Techno Line EA3000, zdroj: autor

4.5.3 Měření vnější teploty a vlhkosti

K měření vnější teploty a vlhkosti byla použita meteorologická stanice Auriol Z31915-RX vybavená senzorem pro snímání venkovní teploty, vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku vzduchu. Rozsah měření senzoru venkovní teploty je -20 °C až $+65$ °C s přesností ± 1 °C. Vlhkost lze měřit v rozmezí 20% až 95% s přesností 1% . Napájení meteorologické stanice je řešeno třemi kusy AA baterií, a napájení venkovního senzoru dvěma kusy AA baterií.

4.6 Vzorce pro výpočet sledovaných hodnot

Vztah pro výpočet emise frakce z objektu

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

Kde:

E_{FN} = emise frakce z objektu

k_{out} = koncentrace frakce prachu ve výduchu odsávacích ventilátorů [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]

k_{in} = koncentrace frakce prachu na vstupu do objektu (ve štěrbině) [$\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$]

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

Vztah pro přepočítání hodinové produkce na denní produkci:

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

Kde:

24 = 1 den

Přepočítání emise na 1 ks za den:

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

Kde:

k = celkový počet kusů drůbeže v hale (ks)

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot E_{KS} \cdot D_Z \text{ [kg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}\text{]} \quad (5)$$

Kde:

D_Z = počet dní zástavu kuřat v objektu během kalendářního roku ($\text{den} \cdot \text{rok}^{-1}$).

4.7 Metodika měření v Ústrašicích

Měření probíhalo v hale pro chov nosnic masného typu v podniku Mezinárodní testování drůbeže v Ústrašicích ve dnech 19. a 20. 8. 2015. V době měření byl počet nosnic 3310 ks a počet kohoutů 299. Celkový počet drůbeže v hale při měření byl 3609 ks. Nosnice jsou chovány v bezokenní hale o následujících rozměrech: délka 50 m, šířka 12 m a výška 2,85 m.

Při měření prašnosti byly použity dva přístroje DUSTTRAK II 8530. Měření probíhalo kontinuálně po dobu 24 hodin. Naměřené hodnoty byly zaznamenávány do paměti přístroje v intervalu 3 sekund. Velikostní frakce měřených prachových částic byla PM_{10} .

Přístroj DUSTTRAK II č. 1 byl umístěn v přívodní větrací klapce z vnější strany haly (obrázek 11), tak aby byla měřena koncentrace prachových částic, které jsou nasávány z prostředí mimo halu. Zároveň bylo umístění přístroje provedeno takovým způsobem, aby bylo eliminováno ovlivnění měření vzhledem prachových částic, ke kterému dochází uvnitř haly.



Obrázek – 15 Umístění přístroje v přívodní větrací klapce, zdroj: autor

Měřicí přístroj DUST TRAK II č. 2, byl umístěn pod stropní větrací šachtou ve vzdálenosti 60cm od klapky ventilátoru, tak aby byla měřena koncentrace prachových částic opouštějících objekt.



Obrázek 16 – Umístění měřicího přístroje pod ventilátorem v šachtě č. 1,
zdroj: autor

5 Výsledky měření

Měření v objektu bylo provedeno za podmínek stanovených metodikou. Během měření byly v hale vykonávány každodenní činnosti jako sběr vajec z podestýlky, sběrného pásu a krmení.

Pro výpočet sledovaných hodnot bylo nutné zjistit hodnotu celkového průtoku vzduchu, pro jeho zjištění byla změřena rychlost proudění nasávaného vzduchu v (m.s⁻¹) u měřeného ventilátoru v šachtě č. 1. Průměrná rychlost proudění vzduchu pro ventilátor byla 6,26 m.s⁻¹. Plocha průřezu otvoru S (m²) ventilátoru je 0,2100 m².

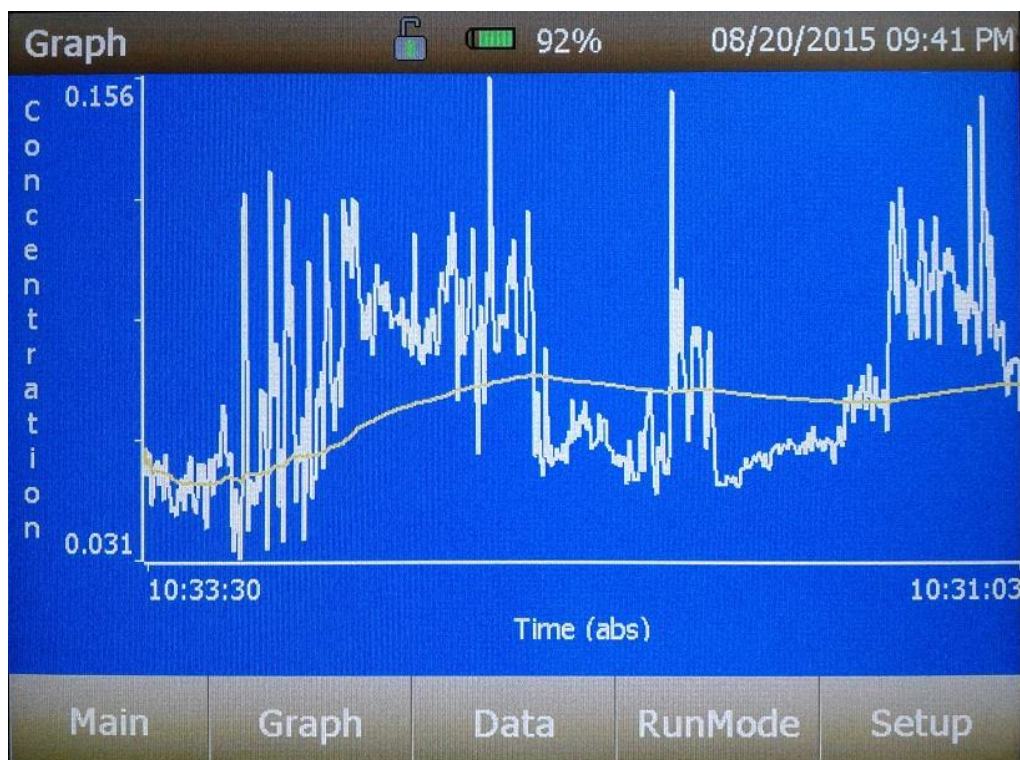
Celková hodnota průměrného průtoku vzduchu Q v době měření byla 23 662,8 m³.h⁻¹.

Tabulka 1 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM₁₀

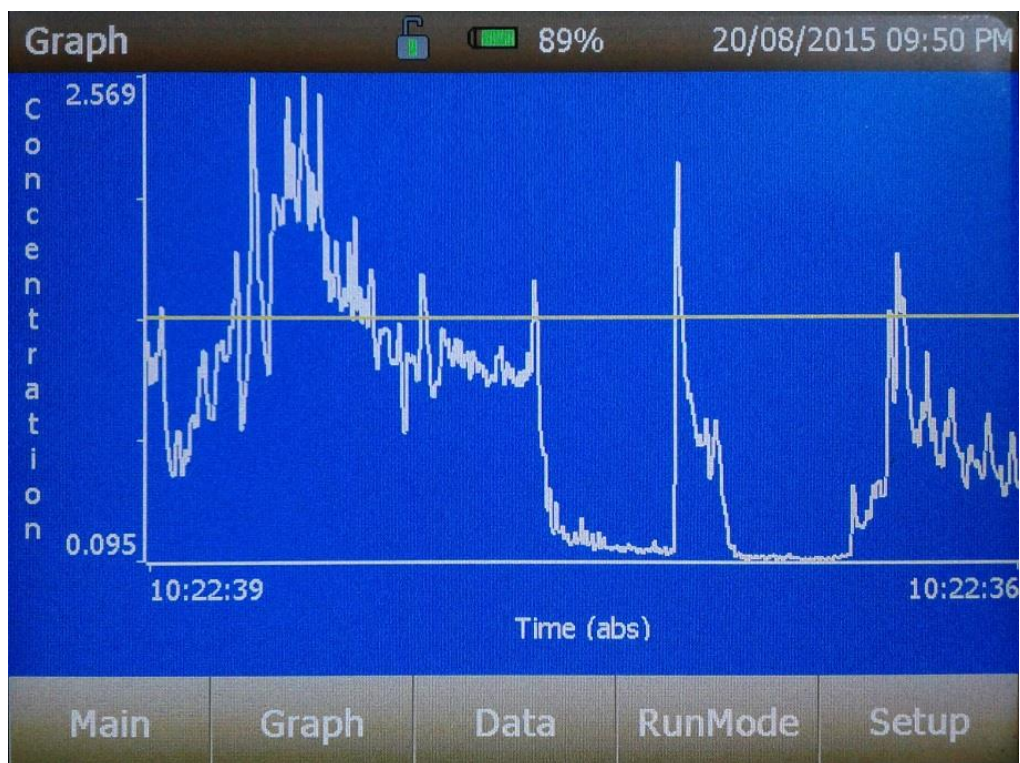
Pozice přístroje DUST TRAK II	Minimální hodnota PM₁₀ [mg.m⁻³]	Průměrná hodnota PM₁₀ [mg.m⁻³]	Maximální hodnota PM₁₀ [mg.m⁻³]
1	0,011	0,076	1,00
2	0,074	0,811	15,2

V tabulce 1 jsou uvedeny naměřené minimální, průměrné a maximální hodnoty v mg.m⁻³, kterých bylo dosaženo v době měření tj. v rozmezí 24 hodin. Přístroj DUSTTRAK umístěný na pozici 1 v přívodní větrací klapce dosáhl průměrné hodnoty emisní koncentrace prachu 0,076 mg.m⁻³. Druhý přístroj umístěný na pozici 2 v šachtě pod ventilátorem dosáhl průměrné emisní koncentrace prachu 0,811 mg.m⁻³.

Na obrázcích 13 a 14 můžete vidět části průběhů měření provedeného přístroji DUSTTRAK 8530 II. Grafy celkových průběhů naměřených hodnot jsou umístěny v příloze této bakalářské práce.



Obrázek 17 – Záznam hodnot z přístroje umístěného v přívodní klapce vzduchu, zdroj: autor



Obrázek 18 – Záznam hodnot z přístroje umístěného v šachtě pod ventilátorem, zdroj: autor

Tabulka 2 – Naměřené doplňující údaje

Veličina	Průměrná hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu uvnitř haly	23,2	(°C)
Teplota vzduchu vně haly	16,6	(°C)
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	76,4	%
Vlhkost vzduchu vně haly	82,6	%
Rychlost proudění vzduchu	0,1	(m.s ⁻¹)
Tlak vzduchu	999,3	(hPa)

V tabulce 2 jsou uvedeny doplňující údaje, které bylo nutné naměřit, aby se zjistilo, zda byly při měření koncentrace prachových částic zajištěny optimální podmínky. V mém případě byly podmínky splněny a měření se mohlo uskutečnit v daném termínu.

5.1 Výpočet sledovaných hodnot

Výpočty jsou provedeny dle vztahů pro výpočet sledovaných hodnot uvedených v metodice.

Výpočet emise frakce z objektu

$$E_{FN} = (0,811 - 0,076) \cdot 23\,662,8 = 17\,392,158 \quad [\text{mg.h}^{-1}]$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_D = 17\,392,158 \cdot 24 = 417\,411,79 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

$$E_{KS} = 417\,411,79 \cdot 3609 = 115,6 \quad [\text{mg.ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 115,6 \cdot 365 = 2574,49 \cdot 10^{-6} = 0,042219 \quad [\text{kg.ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

5.2 Vyhodnocení měření

V tabulce 3 jsou uvedeny hodnoty emisí prachu spojené s BAT (AEL) pro jednotlivé kategorie drůbeže. Tyto hodnoty jsou převzaty z tabulky uvedené v referenčním dokumentu IRPP BREF na straně 157.

Tabulka 3 – Úrovně emisí prachu spojené s BAT (AEL) pro jednotlivé kategorie drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT - AEL (kg dust/animal/place/year)
Prach	Nosnice	0,03 – 0,06
Prach	Brojleři	< 0,02
Prach	Kachny	< 0,05
Prach	Krůty	0,1 – 0,4

Tabulka 4 – Porovnání stanovených a naměřených hodnot v chovu drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/place/year)	Naměřené hodnoty (kg.ks⁻¹.rok⁻¹) Ústrašice
Prach	Nosnice	0,03 – 0,06	0,042

Z tabulky 4 je patrné, že emisní hodnoty prachu spojené s BAT (AEL) nebyly v hale chovu nosnic farmy Ústrašice překročeny.

6 Diskuze a závěr

V současné době nejsou v České republice stanoveny žádné emisní limity pro chov drůbeže, pouze (GÁLIK a kol., 2015) uvádí, že hranice 6 – 10 mg.m⁻³ je považována za maximální přípustný obsah prachu ve stájovém vzduchu.

V rámci České republiky je stanoven imisní limit pro ochranu zdraví obyvatelstva dle zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší, který stanovuje jeho hodnotu na 50 µg.m⁻³. Tato hodnota smí být překročena maximálně 35x za rok.

V následující tabulce jsou uvedeny naměřené hodnoty ve srovnání s hodnotami BAT (AEL) stanovenými v dokumentu IRPP BREF.

Tabulka 5 – Porovnání naměřených hodnot s hodnotami BAT (AEL)

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL (kg dust/animal/place/year)	Naměřené hodnoty (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹) Ústrašice
Prach	Nosnice	0,03 – 0,06	0,042

Z tabulky 5 je patrné, že naměřené hodnoty frakce prachu o velikosti PM₁₀ vyhovují požadavkům BAT (AEL).

Světová zdravotnická organizace (WHO) poukazuje na negativní působení prachových částic na lidský organismus. Proto je nutné tyto částice eliminovat v maximální možné míře (PROVAZNÍK a LENER, 1998).

Jak uvádí (DOLEJŠ, 2011) ve své práci na snížení prašnosti má pozitivní vliv ionizace vzduchu ve stáji. Tuto informaci potvrzuje experimentální měření, které bylo provedeno v objektu drůbežárny v Norsku. Měření probíhalo tím způsobem, že byly porovnávány 7 denní časové úseky s vlivem ionizace a bez ionizace. K zachycení prachu byly použity speciální filtry a výsledná hodnota prašnosti byla stanovena gravimetrickou metodou. Výsledky prokázaly, že celková prašnost s vlivem ionizace byla o 12% nižší než bez ionizace.

Z hlediska ochrany zdraví zaměstnanců je stanoven PEL (přípustný expoziční limit), který vychází z nařízení vlády 361/2007 Sb. tímto nařízením jsou stanoveny podmínky ochrany zdraví při práci. V příloze č. 3 tohoto nařízení jsou v části A uvedeny seznamy prachů a jejich přípustné expoziční limity. V kategorii živočišných

prachů je pro peří stanovena hodnota $4 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a pro ostatní živočišné prachy $6 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, dále je v kategorii ostatních rostlinných prachů stanovena hodnota $6 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.

Dýchací cesty zaměstnance lze zčásti chránit použitím respirátoru, který je zaměstnavatel povinen dle § 104 zákona č. 262/2006 Sb., zákoníku práce poskytnout zaměstnanci.

Z grafu umístěného v příloze 1 této práce jsou patrné zvýšené hodnoty prašnosti u vstupní klapky nasávaného vzduchu. Vyšší koncentrace prachu mohla být zapříčiněna vypouštěním znečištěného vzduchu z vedlejší haly. Dalším možným zdrojem mohl být vznesený půdní prach z výběhů pro husy, které se nacházejí v těsné blízkosti haly z obou stran.

Z grafu výstupních hodnot uvedených v příloze 2 této práce je patrné, že nejvyšších hodnot koncentrace prachových částic bylo dosaženo při přepnutí osvětlení na noční režim, kdy zřejmě došlo k vyplašení chovaného hejna nosnic. Z průběhu hodnot v grafu také vyplývá, že důležitým faktorem je také režim chovu drůbeže, kdy jsou minimalizovány rušivé vlivy, které by drůbež plašily.

7 Seznam použité literatury

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

BROUČEK, J., BOTTO, L. a ŠOCH, M. (2008) *Ochrana skotu, prasat a drůbeže proti vysokým teplotám*. 1.vyd., České Budějovice, Jihočeská univerzita, ISBN 978-80-7394-095-9

BROŽ, V. a KIC, P. (1995) *Technika v chovech nosnic*. Praha, Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, ISBN 80-7105-105-5

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

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

Final Meeting of the Technical Working Group (TWG) for the review of the BAT reference document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (IRPP BREF), EUROPEAN COMMISSION (2014), SEVILLE, Institute for Prospective Technological Studies, Ares (2014)3363782

GÁLIK, R., MIHINA, Š., BOĎO, Š., KNÍŽKOVÁ, I., KUNC, P., CELJAK, I., ŠÍSTKOVÁ, M., BOTTO, L. a BRESTENSKÝ, V. (2015) *Technika pre chov zvierat*. 1.vyd. Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita, ISBN 978-80-552-1407-8

HOLOUBEK, J., LEDVINKA Z., SKŘIVAN, M. a TŮMOVÁ, E. (2007) *Základy chovu drůbeže*. Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-0660-8

JELÍNEK, A., ŠÍSTKOVÁ, M. a MAŠÁTOVÁ, R. (2011) *Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch*. 1. vyd. Náměšť nad Oslavou, Zemědělská a ekologická regionální agentura, o. s., ISBN 978-80-86884-59-2

KARANDUŠOVSKÁ, I., POGRAN, Š. a KNÍŽATOVÁ, M. (2009) *Posudzovanie produkcie škodlivín v objektoch pre chov dojníc a hydiny*. Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita, ISBN 978-80-552-0302-7

- KIC, P. a BROŽ, V. (1995) *Tvorba stájového prostředí*. Praha, Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, ISBN 80-7105-106-3
- KOŠAŘ, K. a ŽÁKOVÁ, I. (1995) *Drůbež*. Technické doporučení informační list, Ministerstvo zemědělství České republiky
- LEDVINKA, Z., ZITA, L. a TŮMOVÁ, E. (2008): *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Praha, Česká zemědělská univerzita, ISBN 978-80-213-1852-6.
- PROVAZNÍK, K. a LENER, J. (1998) *Ovzduší a zdraví*. (WHO) Praha, Státní zdravotní ústav, Fortuna ISBN 80-7071-103-5
- PŘIKRYL, M., DOLEŽAL, O., HÁJEK, J., KOŠAŘ, K., MALEŘ, J., MALOUN, J., MÁTLOVÁ, V., MATOUŠEK, A. (1997) *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*. Praha, TEMPO PRESS II, ISBN 80-901052-0-3
- SKŘIVAN, M., TŮMOVÁ, E., VONDRKA, K., DOUSEK, J., LANCOVÁ, B., OUŘEDNÍK, J. a OPLT, J. (2000) *Drůbežnictví 2000*. Praha, František Savov – AGROSPOJ.
- SÝKORA, J. (2014) *Zemědělské stavby*. Praha, Grada Publishing, a. s., ISBN 978-80-247-5273-0
- TŮMOVÁ, E. (1994): *Základy chovu hrabavé drůbeže*. Praha, Institut výchovy a vzdělání Ministerstva zemědělství České republiky, ISBN 80-7105-086-5.
- VÁCLAVOVSKÝ, J., KERNEROVÁ, N., MATOUŠEK, V. a SCHACHERLOVÁ, A. (2000) *Chov drůbeže*. České Budějovice, Jihočeská univerzita, ISBN 80-7040-446-9
- VÝMOLA, J., KOŠAŘ, K., MATĚJKA, J., MATOUŠEK, A., SOCHOR, O. a TLÁSKAL, J. (1994) *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Praha, Natural s. r. o., ISBN 80-901100-4-5

8 Internetové zdroje

ADÁMEK, R. (2017) *Kvalita ovzduší v ČR.* http://www.bids.cz/cz/archiv/konference/Kvalita_ovzdusi_v_CR/371 „staženo dne 27. 3. 2017“

ANONYM (2017) *Polétavý prach PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}.* <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10> „staženo dne 14. 1. 2017“

ANONYM 1 (2017) *Měření prašnosti.* <http://www.filtroyostrava.cz/mereni-prasnosti> „staženo dne 16. 1. 2017“

ANONYM 2 (2017) *Imise.* <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/7-imise> „staženo dne 24. 1. 2017“

ANONYM 3 (2017) *Suspendované částice a frakce PM₁₀.* <http://zivotniprostredi.koprivnice.org/index.php?art=226> „staženo dne 15. 2. 2017“

ANONYM 4 (2017) *Prach. Charakteristika a popis chování v atmosféře* <http://www.virtualnicentrum.cz/vzdelavaci-moduly/modul-ovzdusi/zneocisteniovdusi/prach/charakteristika/> „staženo dne 16. 3. 2017“

ČVUT (2017) *Degradační působení prachu* <http://martin.feld.cvut.cz/~kudlacek/EKP/prach.pdf> „staženo dne 24. 2. 2017“

EHRlich, P. (2011) *Kvalita ovzduší v ČR.* http://www.vitejtenazemi.cz/cenia/index.php?p=kvalita_ovzdusi_na_uzemi_cr&site=doprava „staženo dne 27. 3. 2017“

FRANCL, J. (2005) *Indikace znečišťujících látek a plísňové kontaminace v ovzduší jako významný faktor pro zlepšení stavu knihovních fondů v Národní knihovně ČR* http://wwwold.nkp.cz/restauratori/2005/Francl_2005.pdf „staženo dne 21. 2. 2017“

GOOGLE (2017) *Mapy.* <https://www.google.cz/maps/place/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD+Testov%C3%A1n%C3%AD+Dr%C5%AFbe%C5%BEe,+S.p.+%C3%A9Astra%C5%A1ice/@49.3436323,14.6778692,301m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x0:0x83fef23f5a6f21de!8m2!3d49.3433442!4d14.679575> „staženo dne 15. 2. 2017“

HOLLEROVÁ, J. (2007) *Státní zdravotní ústav*, <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti> „staženo dne 12. 2. 2017“

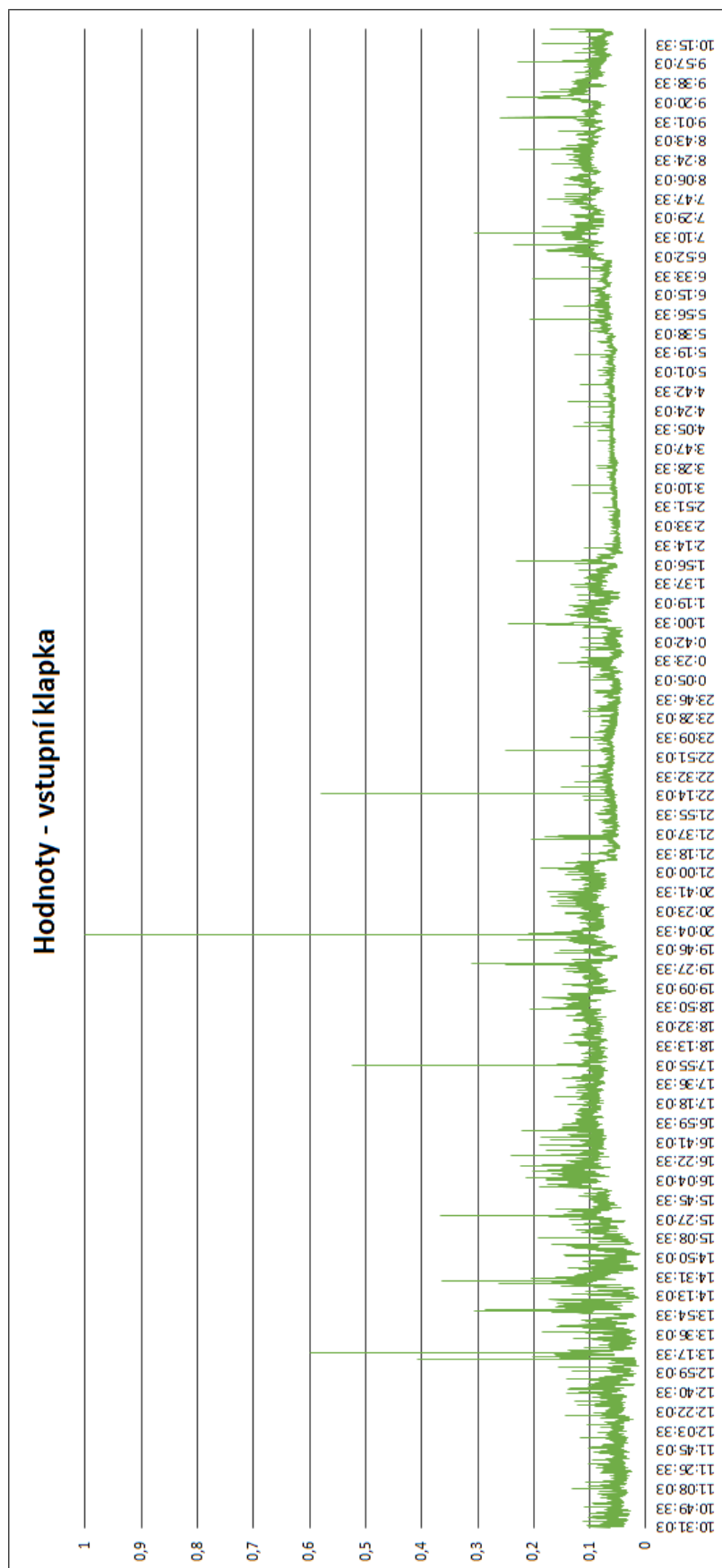
CHEMIE STAR (2011) *Misting ochlazování vzduchu vodní mlhou*. <https://www.chemiestar.cz/misting-ochlazovani-vzduchu-vodni-mlhou>

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P. (2008) *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. Brno, Veterinární a farmaceutická univerzita, Fakulta veterinární hygieny a ekologie, <http://cit.vfu.cz/mikroklima/mikroklima.pdf> „staženo dne 14. 3. 2017“

MŽP (2017) *Kvalita ovzduší*. http://www.mzp.cz/cz/kvalita_ovzdusi „staženo dne 27. 3. 2017“

Příloha 1 – Koncentrace prachových částic na vstupní klapce vzduchu

(Na ose X je uveden časový průběh v hodinách, na ose Y koncentrace prachových částic v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)



Příloha 2 – Koncentrace prachových částic na výstupu z ventilátoru

(Na ose X je uveden časový průběh v hodinách, na ose Y koncentrace prachových částic v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$)

