

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: Zemědělské inženýrství N4101

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Porovnání koncentrace emisí tuhých znečišťujících látek z rozdílných technologií
velkochovu drůbeže

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor diplomové práce: Radek Fara

České Budějovice; 2019

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Radek FARA**

Osobní číslo: **Z17094**

Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**

Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**

Název tématu: **Porovnání koncentrace emisí tuhých znečišťujících látek z rozdílných technologií velkochovu 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 drůbeží ve vybraných objektech chovu drůbeže s rozdílnou technologií ustájení.

Metodický postup:

1. Studium literatury, týkající se řešené problematiky (měření koncentrace prachu, naměřené hodnoty, způsoby měření).
2. Studium literatury, týkající se provozně technologických požadavků na chovy drůbeže.
3. Výběr vhodných objektů a dohovor na realizaci měření (dohovor na režimu a umožnění vstupu do objektu).
4. Studium zásad a postupu provádění měření hodnot koncentrace prachových částic PM₁₀ podle metodiky a jejich aplikace ve vybraných objektech.
5. Realizace měření koncentrace prachových částic a doprovodných veličin.
6. Zpracování naměřených hodnot a vypracování práce v souladu se zásadami tvorby technických a obdobných dokumentů.

Rozsah grafických prací: obrázky, fotografie, grafy dle potřeby

Rozsah pracovní zprávy: 60 - 80 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

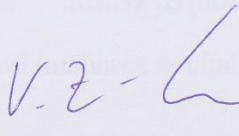
BROUČEK, J.: Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika, JU, ZF, 2011, 115 s. (dostupná v KJU);
CELJAK, I., BARTOŠ, P., DOLAN, A., ŠÍSTKOVÁ, M., DOLEJŠ, J.: Emise prachových částic v chovech drůbeže : Certifikovaná metodika, 2016, ZF, JČU České Budějovice; 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.

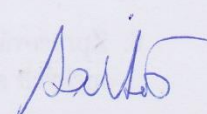
Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 18. ledna 2018

Termín odevzdání diplomové práce: 15. dubna 2019


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

JIHOČESKÁ UNIVERZITA
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA
studijní oddělení
Studentská 1898, 370 05 České Budějovice


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

V Českých Budějovicích dne 26. února 2018

Prohlášení autora, souhlas s uveřejněním práce

Prohlašuji, že svoji diplomovou 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 diplomové 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 15. 4. 2019

.....
Radek Fara

Poděkování

Tímto bych velice rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Ivu Celjakovi za odborné vedení a cenné rady, které mi pomohly při vypracování této práce.

Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Vlastislavu Machanderovi, Ph.D. za umožnění přístupu do podniku Mezinárodní testování drůbeže a umožnění měření.

Abstrakt

Tématem této diplomové práce je porovnání koncentrace emisí tuhých znečišťujících látek v rozdílných technologiích velkochovu drůbeže. Měření bylo provedeno v klecovém a ve dvou alternativních systémech ustájení v podniku Mezinárodní testování drůbeže se sídlem v Ústrašicích. K monitorování prachových částic byl použit měřicí přístroj DUSTTRAK II 8530, vlastní měření probíhalo kontinuálně v délce 24 hodin se záznamem každé 3s. Sledována byla prašnost o velikostní frakci PM₁₀. Tyto prachové částice mohou negativně ovlivňovat zdraví zaměstnanců a chované drůbeže. Měřením a následným vyhodnocením bylo zjištěno, že nejnižších hodnot prašnosti bylo dosaženo v klecovém chovu nosnic. Vzhledem k ochraně zdraví zaměstnanců a požadavkům na welfare drůbeže je nutné udržovat prašnost stájového prostředí na co nejnižší úrovni.

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

Abstract

Topic of this thesis is comparison of emission concentration of solid pollutants in intensive poultry farming with different technologies. Measurement was done in cage system and two alternative poultry housing systems in company International poultry testing based in Ústrašice. For measurement of dust particles was used measurement device DUSTTRAK II 8530, own measurement has been done continuously for 24 hours with record every 3s. Dustiness was tracked in size fraction PM₁₀. This dust particles can negatively influence health of employees and reared poultry. By measuring and following evaluation was found, that lowest value of dust particles was achieved in cage housing system. Considering health protection of employees and requirements for poultry welfare is necessary keep dustiness of stable environment on lowest level.

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

Obsah

1 Úvod.....	10
2 Literární rešerše	11
2.1 Význam chovu drůbeže.....	11
2.1.1 Nosný typ slepic.....	11
2.1.2 Masný typ slepic	12
2.2 Stavby pro chov drůbeže	12
2.3 Způsoby ustájení drůbeže.....	13
2.3.1 Podlahový chov.....	13
2.3.2 Klecový chov	14
2.3.3 Voliérový chov	15
2.4 Welfare drůbeže	15
2.5 Stájové mikroklima	16
2.5.1 Řízení větrání a vytápění v halách pro drůbež.....	17
2.5.2 Teplota	17
2.5.3 Relativní vlhkost.....	18
2.5.4 Světelný režim	18
2.6 Systémy ventilace ve stájových objektech	19
2.6.1 Přírozené větrání	20
2.6.2 Nucené větrání	20
2.6.3 Ventilace v průběhu léta	23
2.7 Složení stájového vzduchu	24
2.8 Napájení drůbeže.....	25
2.8.1 Kloboukové napáječky	25
2.8.2 Kapátkové napáječky.....	26
2.9 Výživa a technika krmení drůbeže	27
2.9.1 Řetězové krmítko	27
2.9.2 Zásobníková (misková) krmítka	27
2.10 Sběr vajec	28

2.11 Manipulace se zvířaty.....	29
2.12 Odkliz podestýlky	29
2.13 Prachové částice.....	29
2.13.1 Metody stanovení prašnosti	30
2.13.2 Účinky prachových částic na lidský organismus	31
2.13.3 Účinky prachových částic na organismus zvířat.....	33
2.13.4 Pracovní ovzduší a legislativa.....	33
3 Cíl práce	35
4 Metodika	36
4.1 Místa měření	36
4.2 Technologické vybavení stájí.....	37
4.2.1 Klecový chov „Stanice“	37
4.2.2 Volný podlahový chov v kombinaci s rošty „Prasečák“	37
4.2.3 Volný podlahový chov v kombinaci s rošty „Alternativa“	38
4.3 Pravidla pro měření	39
4.3.1 Měření koncentrace prachu v okolí objektu	39
4.3.2 Měření doplňujících údajů	40
4.4 Použité měřicí přístroje.....	41
4.4.1 Přístroj DUSTTRAK II.....	41
4.5 Přístroje pro měření doplňujících údajů.....	42
4.5.1 Měření vnitřní teploty a vlhkosti	42
4.5.2 Měření rychlosti proudění vzduchu	43
4.5.3 Měření vnější teploty a vlhkosti.....	44
4.6 Vzorce pro výpočet sledovaných hodnot	45
5 Vlastní práce	46
5.1 Místo měření č. 1 „Stanice“	46
5.1.1 Výsledky měření č. 1 „Stanice“	47
5.2 Místo měření č. 2 „Prasečák“	50
5.2.1 Výsledky měření č. 2 „Prasečák“	51

5.3 Místo měření č. 3 „Alternativa“	53
5.3.1 Výsledky měření č. 3 „Alternativa“	54
5.4 Vyhodnocení všech měření	56
6 Diskuze	58
7 Závěr.....	60
8 Seznam použité literatury.....	61
9 Internetové zdroje	63

1 Úvod

Ovzduší je jednou z nejdůležitějších složek životního prostředí. Nečistoty v ovzduší patří k základním ekologickým problémům, které výrazným způsobem ovlivňují zdraví a životy lidí. Mezi nejvýznamnější znečišťující látky patří oxid dusičitý, oxid siřičitý, suspendované částice PM₁₀, oxid uhelnatý, přízemní ozón a benzo(a)pyren. Stejně tak, jako je tomu ve světě, i v České republice je nejvíce škodlivin výsledkem antropogenní činnosti. Mezi hlavní antropogenní zdroje patří doprava, výroba elektrické energie, spalovací procesy, stavební práce atd. Suspendované částice mají v závislosti na emisním zdroji různou velikost a také různé chemické složení. Největší riziko pro lidské zdraví nepředstavují prachové částice samotné, ale jejich schopnost vázat na sebe řadu toxických látek, které mohou být karcinogenního původu.

Obecně platí, že čím menší prachová částice je, tím je nebezpečnější. Menší částice mohou totiž vstupovat přímo do plicních sklípků, kde jsou zdrojem nepříjemných zdravotních komplikací. Expozice prachu může vyvolat akutní příznaky jako například pálení očí, podráždění, pálení v hrdle, ale také mohou vést až k hospitalizaci pro akutní dýchací potíže nebo v závažnějších případech dokonce i k úmrtí pro akutní zástavu dechu, nebo poškození kardiovaskulárního systému.

Dlouhodobé vystavení vysokým koncentracím polévatého prachu velmi významným způsobem poškozuje dýchací a srdeční ústrojí a zkracuje délku života.

Úroveň znečištění ovzduší v ČR je neustále sledována Ministerstvem životního prostředí ČR, které zajišťuje posuzování úrovně znečištění a následné porovnání výsledné úrovně znečištění s imisními limity stanovenými v příloze č. 1 zákona (§ 5 odst. 1 zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší).

V experimentální části této práce bylo provedeno měření tuhých znečišťujících látek v různých systémech ustájení nosnic. Monitorována byla frakce prachových částic o velikosti PM₁₀. Vlastní měření bylo provedeno dvojicí měřicích přístrojů DUSTTRAK II 8530.

2 Literární rešerše

2.1 Význam chovu drůbeže

Účelem chovu slepic je produkce vajec a masa. Jelikož nelze do organismu jedné slepice vhodně skloubit vysokou snášku a produkci masa, bylo nutné vytvořit dva užitkové typy slepic, nosný a masný. Každý z těchto typů dosahuje ve své základní užitkové vlastnosti vysoké výkonnosti, která se zvyšuje dalším šlechtěním a optimalizací podmínek prostředí. Oba tyto užitkové typy se od sebe navzájem liší například stavbou těla a některými fyziologickými funkcemi. Tyto odlišnosti jsou dány geneticky, a proto je nutné brát v úvahu zvláštnosti obou těchto typů při navrhování odchovu i chovu (SKŘIVAN a kol., 2000).

Podle autora (LEDVINKA a kol., 2011) patří vejce mezi hlavní produkty chovu drůbeže. Jejich využití je jednak k líhnutí mláďat nebo k potravinářským účelům. Vejce mají jako potravina vysokou výživnou hodnotu, obsahují v optimálním poměru živiny a další důležité látky nezbytné pro lidský organismus. Nejvíce využívána jsou zejména vejce slepičí, ale také japonských křepelek a perliček. Stravitelnost vaječné bílkoviny je 98 %. Za problematický je někdy označován cholesterol obsažený ve vejcích, který činí 180 - 240 mg, tj. 60 % denní potřeby člověka. Na druhou stranu je však více než 60 % cholesterolu tvořeno estery nenasycených mastných kyselin, které jsou označovány jako tzv. dobrý cholesterol. Cholesterol je nezbytný jako součást buněk pro tvorbu hormonů, imunity apod.

Drůbeží maso se řadí svými nutričními a biologickými vlastnostmi mezi masa dietní. U mladé vykrmené drůbeže je maso cenné z hlediska šťavnatosti, mírné protučnělosti a lehké stravitelnosti. Obsahuje 17 – 25 % bílkovin s vysokým obsahem esenciálních aminokyselin. Podíl tuku se u kuřat pohybuje v rozmezí od 5 – 7 % (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

2.1.1 Nosný typ slepic

Chov slepic nosného typu je zaměřen zejména na produkci konzumních vajec. Této užitkové vlastnosti je přizpůsoben systém šlechtění a také volba vhodného způsobu ustájení s optimální regulací mikroklimatu (SKŘIVAN a kol., 2000).

Dle autora (ZELENKA, 2014) se kuřice mají odchovávat ve stejném systému ustájení, který budou mít v dospělosti. Odchov na podestýlce a následné přestěhování do klecí by mohlo na slepice působit jako výrazný stresogenní faktor.

Mezi nejčastější způsoby chovu nosných slepic se řadí klecové nebo alternativní (LEDVINKA, 2011).

2.1.2 Masný typ slepic

(SKŘIVAN a kol. 2000) uvádí, že masný typ slepic je chován za účelem produkce násadových vajec k líhnutí brojlerových kuřat určených k výkrmu. U tohoto typu slepic je charakteristická vyšší živá hmotnost, vysoká intenzita růstu a velmi dobře vyvinuté hrudní svalstvo a svalstvo dolních končetin. Od nosného typu se liší tím, že vyžaduje odlišnou technologii chovu a krmení.

2.2 Stavby pro chov drůbeže

(LEDVINKA a kol., 2011) uvádí, že chovy drůbeže probíhají převážně v uzavřených halách s řízeným mikroklimatem. Uzavřené haly jsou důležité z toho hlediska, že podmínky vnějšího prostředí v některých klimatických oblastech mohou zvířatům způsobovat stres. To se týká především nízkých a vysokých teplot, vystavení predátorům a parazitárním onemocněním. Systémy ustájení by měly odpovídat požadavkům chovaných zvířat a zabezpečit jejich vysokou užitkovost a dobrý zdravotní stav.

Konstrukce hal pro chov a odchov drůbeže musí být provedena tak, aby bylo vyloučeno nepohodlí, bolest nebo poranění drůbeže. Veškeré technologické vybavení dosažitelné drůbeži musí být umístěno tak, aby byl vyloučen kontakt drůbeže s ostrými hranami, který by mohl být zdrojem poranění drůbeže. Konstrukční řešení a stavební materiály použité pro výstavbu hal musí být odolné proti fyzikálním, chemickým i jiným vlivům (např. hmyz, plísně) vyskytujícím se v těchto provozech (PŘIKRYL a kol., 1997).

Veškeré povrchy a vybavení uvnitř objektu musí být navrženy a řešeny tak, aby bylo možné jejich snadné čištění a dezinfekce. Izolace všech základních konstrukčních prvků musí být provedena tak, aby bylo možné dosáhnout odpovídající tepelná bilance pro chov drůbeže (KONOPÁSEK, 1994).

2.3 Způsoby ustájení drůbeže

Z hlediska veterinární prevence se doporučuje prostorové oddělení jednotlivých druhů a věkových kategorií drůbeže, při uplatnění turnusového osazení a vyskladnění.

Rozdělení systémů pro chov drůbeže dle způsobu ustájení:

- na hluboké podestýlce;
- na hluboké podestýlce v kombinaci s rošty;
- v klecích;
- ve voliérách; (MZE, 1996)

Jak uvádí (MAREK, 1994) v každém z těchto systému chovu nastávají nejrůznější problémy, ať už z hlediska welfare, užitekosti či náročnosti na práci.

2.3.1 Podlahový chov

U podlahových chovů je zpravidla relativně velké množství jedinců chováno na podlaze stáje, která je pokryta vrstvou hoblin, rašeliny nebo slámy (MAREK, 1994).

Podestýlka by měla být tvořena materiálem s dobrou nasávací schopností, aby mohla vázat vlhkost a zpětně ji uvolňovat. Nejlepší nasávací schopnost má rašelina. Vhodné je i použití hoblin, ty však preferujeme především z měkkého dřeva. Jako podestýlkový materiál jsou méně vhodné piliny z důvodu vysoké prašnosti. Samotná sláma není také příliš vhodná, jelikož se rychle slehává. Je lepší vytvořit směs hoblin a drobně nařezané slámy. Z ekonomického hlediska lze využít i různý místní levný materiál, který splňuje požadavky na podestýlku (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Výška nové podestýlky se pohybuje v rozmezí 50 - 200 mm v závislosti na druhu podestýlky a také na druhu a věku drůbeže (MZE, 1996).

Tyto systémy se používají ve dvou provedeních:

1. plně podestlaný systém, kde je celá podlahová plocha pokrytá podestýlkou;
2. částečně podestlaný systém, který je kombinací podestýlky a roštů; (GÁLIK, 2015)

Dle (SÝKORA, 2014) by roštová plocha neměla být větší než 60 % z celkové plochy haly. Rošty se umísťují dvěma způsoby a to do dvou pásů po obou stranách haly nebo do středu haly. Trus pod hřady a podestýlka se vyklízí po skončení

snáškového turnusu jednorázově, proto je nutné, aby hřady a snášková hnízda byly rozebíratelné.

Krmítka a napáječky se umísťují nad rošty. Tím je docíleno prodloužení pobytu slepic na rošttech, a tak se vyšší podíl trusu zachytí v místě pod rošty. Nevýhodou tohoto systému ustájení je, že určitá část slepic nesnáší vejce do snáškových hnízd, ale do podestýlky (MAREK, 1994).

2.3.2 Klecový chov

Jedná se o celosvětově nejpoužívanější systém ustájení nosnic. Princip tohoto systému spočívá v tom, že slepice jsou během snáškového období chovány v malých skupinkách o 3-5 nosnicích v drátěných, plechových nebo plastických klecích (MAREK, 1994).

Z hlediska využití prostoru haly počtem slepic se jedná o nejkonomičtější způsob chovu, ale slepice zde mají minimum přirozeného prostředí. Klecové buňky se sestavují do jednopodlažních až čtyřpodlažních baterií. Tento systém chovu je velmi náročný na větrání, musí být zajištěno, aby se čerstvý vzduch dostal ke každé slepici. Klecová baterie tvoří překážku příčnému provětrání haly. Vzduch by měl proudit podélně, uličkami a klecemi a délka haly by měla být maximálně do 80- ti metrů (SÝKORA, 2014).

Klecové systémy se rozdělují na dva základní typy, konvenční, které zajišťují minimální potřeby a obohacené klece, které umožňují nosnicím větší komfort. V rámci Evropské unie je konvenční klecový chov od 1. 1. 2012 zakázán směrnicí EK 74/1999. Hlavním důvodem tohoto zákazu bylo to, že slepice v konvenčních klecích neměly dostatečný prostor pro pohyb, možnost popelení a plného reprodukčního chování (LEDVINKA a kol., 2011).

(GÁLIK a kol., 2015) uvádí, že podle směrnice Rady EU č. 1999/74/ES musí obohacené klecové systémy splňovat tyto podmínky:

- | | |
|--|-----------------------|
| - minimální plocha na jednu slepici | 750 cm ² |
| - celková plocha klece | 2 000 cm ² |
| - délka krmného žlábků na slepici | 12 cm |
| - počet napáječek v kleci | 2 ks |
| - výška klece | 45 cm |
| - vybavení: popeliště, hřady, zařízení na obrušování drápů | |

2.3.3 Voliérový chov

Tento systém chovu je kombinací klecového chovu s chovem na hluboké podestýlce, tím je umožněno zvýšit hustotu obsazení haly až na 20 nosnic na 1 m². V uličkách mezi dvěma řadami konstrukcí je nastlaný podestýlkový materiál, sloužící nosnicím k hrabání. Podlaha voliér je tvořena nejčastěji z plastu nebo drátěného roštu. Snášková hnízda mají většinou mírně skloněnou podlahu, tím je sníženo nebezpečí styku sneseného vejce s trusem a umožněno vykutálení vajec na sběrný pás (BROUČEK a kol. 2011).

Pod každým roštem je zabudován zachycovač trusu, aby bylo zamezeno znečišťování nosnic v nižších patrech trusem od nosnic z vyšších pater. Trus je odveden do středu konstrukce na dopravník, který jej odstraňuje z haly (MAREK, 1994).

Dle (GÁLIK a kol., 2015) výhodou tohoto systému chovu je, že se využívá třetí rozměr haly, její výška. Podle směrnice se mohou montovat maximálně čtyři úrovně nad sebou, přičemž vzdálenost mezi nimi musí být minimálně 45 cm. Podle vybavení a uspořádání je můžeme rozdělit do následujících třech systémů:

1. voliérové bez integrovaných snáškových hnízd;
2. voliérové s integrovanými snáškovými hnízdy;
3. portálové;

Voliérový chov obsahuje zpravidla hřadové rošty v několika etážích, snášková hnízda v několika etážích a mezi nimi podestlanou plochu, uspořádání je provedeno tak, že slepice můžou mezi těmito částmi volně přecházet. Každá slepice má možnost hřadování, snášení v hnízdě a také neomezený přístup ke krmným a napájecím žlábkům (SÝKORA, 2014).

Z alternativních systémů se nejčastěji využívá podestýlka, voliéry a výběhové chovy, tyto systémy ustájení by měly napodobovat přírodní podmínky (LEDVINKA, 2011).

2.4 Welfare drůbeže

Anglické slovo welfare by se volně dalo přeložit jako blaho, blahobyt nebo prospěch. Přes svůj cizí původ již v našem zemědělství zdomácnělo a ve slovníku českých chovatelů znamená pohodu zvířat (FUKA, 2003).

(KONOPÁSEK, 1994) uvádí že, veřejný zájem o welfare hospodářských zvířat se začal projevovat již od 60. let. Postupně bylo ve všech vyspělých demokratických státech legislativně akceptováno a vyjádřeno, že i zvířata v hromadných velkochovech potřebují prostor a příležitost k projevení svých přirozených potřeb a návyků.

Rada Evropy vydala směrnici o ochraně nosnic (Směrnice Rady 1999/74/ES ze dne 19. července 1999, kterou jsou stanoveny minimální požadavky na ochranu nosnic). Tato směrnice zásadním způsobem zasáhla do tehdy zavedených systémů chovu nosnic, určených k produkci vajec pro lidskou spotřebu. Přijetím tohoto právního aktu se vytvořily podmínky pro zvýšení životních standardů nosnic, chovaných hlavně ve velkokapacitních chovech. Česká republika převzala tento právní dokument ve shodě s dohodou o přidružení k Evropskému společenství do národní legislativy formou Vyhlášky č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech pro ochranu hospodářských zvířat, ze 14. dubna 2004 (BROUČEK a kol. 2011).

Dle autora (LEDVINKA a kol., 2011) není možné přírodní podmínky zajistit vždy, protože faremně chovaná drůbež pochází jak z podmínek subtropů a tropů, tak i mírného pásma. Proto by měly být maximálně respektovány potřeby jednotlivých druhů. Welfare je založen na volném pohybu realizaci celého repertoáru přirozeného chování, neustálém přístupu ke krmivu a vodě, přirozeném osvětlení a přátelských vztazích mezi zvířaty.

2.5 Stájové mikroklima

Mikroklima je komplexní pojem zahrnující vzájemnou interakci mezi různými faktory prostředí. Teplota prostředí je ovlivňována například příjmem krmiva a naopak. Prakticky proto není možné doporučit přesné hodnoty vzájemně oddělených faktorů prostředí. Teplota, relativní vlhkost, větrání a objemy pohybu vzduchu by měly být udržovány dle hodnot doporučených, drobné denní odchylky mohou být zpravidla tolerovány, za předpokladu, že se po většinu dne pohybují tyto hodnoty v rámci předepsaných parametrů (KONOPÁSEK, 1994).

Z mikroklimatických faktorů prostředí je největší důraz kladen na teplotu, relativní vlhkost vzduchu, a jeho zdravotní nezávadnost z hlediska obsahu škodlivých plynů. V souvislosti s tím je důležité navržení konkrétního způsobu vytápění chovných objektů a maximální možná výměna vzduchu v přepočtu na 1 kg živé hmotnosti ustájených zvířat (LEDVINKA, 2011).

2.5.1 Řízení větrání a vytápění v halách pro drůbež

Ve spojení s čidly a ovládacími prvky zajišťuje automatická regulace řízení klimatu (teploty a vlhkosti) v halách. Mimo této hlavní funkce může vykonávat i další řídicí a měřicí úkony, například ovládání světelného režimu, sledování a řízení spotřeby vody a krmiva a podobně. Regulátor a jeho software musí být vždy navržen a přizpůsoben individuálním požadavkům dané haly. Řízení probíhá dle požadovaných hodnot uložených v paměti regulátoru. Regulátor ELECTRINS Podzimek (obrázek č. 1) na kterém lze demonstrovat základní funkce, lze použít pro řízení v halách pro všechny kategorie a druhy drůbeže (PŘIKRYL a kol., 1997).



Obrázek 1 - Regulátor klimatu ELECTRINS Podzimek, zdroj: autor

2.5.2 Teplota

Teplota je důležitým faktorem, který ovlivňuje snášku a spotřebu krmiva. Dříve byla pro nosnice doporučována teplota v rozmezí 13-18 °C. V současné době je jako optimální teplotní rozmezí uváděno 20-22 °C, s tím že nižší hodnoty jsou doporučeny pro chov na podestýlce a vyšší pro klecový chov (SKŘIVAN a kol., 2000).

(KONOPÁSEK, 1994) uvádí, že teplota pro chov nosnic v závislosti na uplatněné metodě chovu by se měla pohybovat v rozmezí 21-24 °C.

Z ekonomického hlediska je výhodné použití přímotopných zařízení na zemní plyn nebo propan-butan. Důležité je však také, aby byla zajištěna správná funkce větrání. Optimálního řízení lze docílit použitím vhodného regulačního systému, který umožňuje řídit vytápění a ovládat klapky ve vyústkách pro přívod vzduchu (PŘIKRYL a kol., 1997).

Na vysoké teploty reaguje drůbež snížením spotřeby krmiva, zhoršením využití živin v krmivu, snížením přírůstků, zvýšenou látkovou výměnou a zvýšením produkce tepla vlivem zvyšování frekvence dechu. Kuřata nosného typu mají vyšší rezistenci proti přehřátí než kuřata masného typu (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Dle autora (LEDVINKA a kol., 2011) je teplotou ovlivněn nejen počet snesených vajec ale také jejich hmotnost. Například pokles teploty z 20 na 15 °C nesnižuje významně snášku, dochází ale ke zvýšení spotřeby krmiva o 7g na slepici a tím k nárůstu nákladů na produkci. Ve vztahu ke snášce například pokles teploty o 3 °C proti optimu vede ke snížení hmotnosti vajec o 1g. Pro nosnice jsou nepříznivé i velké výkyvy teplot.

2.5.3 Relativní vlhkost

(KONOPÁSEK, 1994) uvádí, že všeobecná úroveň relativní vlhkosti by se měla pohybovat v rozmezí 50-70 %. Zcela nevhodná je relativní vlhkost přes 70 %.

Dle autora (VÁCLAVOVSKÝ, 2000) je nutno posuzovat vlhkost vzduchu ve vzájemné souvislosti s teplotou prostředí.

Ke zvýšení vlhkosti v halách dochází především dýcháním, odpařením z výkalů a snesených vajec. Produkce vodních pár vydýcháváním se u slepic pohybuje mezi 3,6 – 5,8 g.h⁻¹ na kus při teplotě 20 °C. S vyššími teplotami výrazně narůstá, při teplotě 30 °C je produkce vodních par přibližně 6,5 g.h⁻¹.ks⁻¹. Při chovu na podestýlce se odpařuje více vody než při chovu v klecích. Za jednu hodinu se z 1 m² podestýlky odpaří 15-30g vody, ale podestýlka si zachovává svoji stabilní vlhkost. Vysoká vlhkost u podestýlky a v ovzduší zvyšuje uvolňování čpavku a sirovodíku a také počet znečištěných vajec. Při nízké vlhkosti dochází ke zvyšování prašnosti (SKŘIVAN a kol., 2000).

2.5.4 Světelný režim

Světlo je pro všechny kategorie drůbeže vnější faktor, který zásadně ovlivňuje reprodukční funkce, chování zvířat a jejich sociální interakce. Rozdělením a regulací délky světelného dne na několik period světla a tmy a různou intenzitou osvětlení je možné ovlivňovat u chovných i produkčních zvířat jejich pohlavní dospělost, dobu snášky a intenzitu páření (VÁCLAVOVSKÝ, 2000).

Podle (LEDVINKA a kol., 2011) spadá příjem potravy především do fáze světla. Kromě střídání fází světla a tmy je důležitá také intenzita osvětlení. Z počátku

chovu drůbeže je zvykem svítit intenzivněji pro lepší orientaci kuřat v novém prostředí. Požadavky na osvětlení se liší podle druhu a kategorie drůbeže.

Zvyšování délky světelného dne a intenzity světla z 5 až 10 luxů v odchovu na 15 až 20 luxů v chovu by mělo být provedeno postupně, aby se zabránilo předčasné produkci vajec s nižší hmotností. Počet hodin světla se od věku 18 týdnů postupně zvyšuje přibližně o 30 minut týdně. Ve věku 32 týdnů by měla délka světelného dne dosahovat 15 až 16 hodin a na úrovni 16 hodin zůstává až do ukončení produkčního cyklu (BROUČEK a kol., 2011).

K osvětlení hal se nejčastěji používají zářivky a žárovky nebo výbojky s možností regulace intenzity světla. Požaduje se však také možnost automatického i ručního zapínání světel (PŘIKRYL a kol., 1997).

V současné době se v drůbežárnách rozšířilo využití LED osvětlení. Mezi hlavní výhody použití této technologie patří velké úspory elektrické energie, nízké náklady na údržbu a téměř žádné opravy. Pozvolným spínáním světla se odstraní stres drůbeže, čímž dochází ke zvýšení užitkovosti (JINDRA, 2019).

2.6 Systémy ventilace ve stájových objektech

K zajištění dobré užitkovosti nosnic je v hale nutné zajistit dostatečnou výměnu vzduchu, aby nedocházelo ke zvyšování obsahu škodlivých plynů. Optimální hodnota výměny vzduchu by se měla v letním období pohybovat v rozmezí 3,5 – 5,5 m³.h⁻¹ na kg živé hmotnosti. V zimním období je důležité zajistit především stabilní teplotu a kvalitu vzduchu. Proto bývá intenzita výměny vzduchu menší než v letním období. Výměna vzduchu by měla být v zimním období 0,9 – 2 m³.h⁻¹ na kg živé hmotnosti (SKŘIVAN a kol., 2000).

Správně navržený systém větrání by měl splňovat následující důležité požadavky:

- precizní řízení minimálního stupně větrání;
- dobrou cirkulaci vzduchu k zajištění odstranění kontaminantů z ovzduší a distribuci čerstvého vzduchu;
- účinný poplašný systém zabezpečující signalizaci výpadku energie nebo extrémní zvýšení či snížení teploty;
- odpovídající náhradní zdroj a kontrola obsahu škodlivých plynů v ovzduší stáje; (KONOPÁSEK, 1994).

Drůbež je životně závislá na dobrém větrání hal a při výpadku elektrické energie může dojít k úhynu až několika tisíc kusů. Proto musí být chovatelská stanice vybavena náhradním zdrojem elektrické energie, kterým je ve většině případů dostatečně dimenzovaný diesellový agregát (SÝKORA, 2014).

2.6.1 Přirozené větrání

Tento způsob větrání je založen na rozdílné teplotě a tím i hmotnosti venkovního a vnitřního vzduchu, používá se zejména u malokapacitních hal o šířce kolem pěti metrů. Větrání se provádí převážně ručním otevíráním oken umístěných v protilehlých podélných stěnách haly (VÝMOLA a kol., 1994).

(KIC a BROŽ, 1995) uvádějí, že čím větší bude rozdíl mezi teplotami vnějšího a vnitřního prostředí, tím větší bude působení teplot na větrání. Vliv na průběh přívodu a odvodu vzduchu mají i další faktory, jako například velikost přívodních a odváděcích otvorů, jejich situování v prostoru, ochlazování a ohřívání stěn apod.

2.6.2 Nucené větrání

Při nuceném způsobu větrání je výměna vzduchu ve větraném prostoru zajištěna prostřednictvím ventilátorů. Hlavní výhodou tohoto způsobu větrání je možnost regulace výměny vzduchu nezávisle na venkovních podmínkách ale dle potřeb zvířat. Nucené větrání se rozděluje na tři základní větrací systémy: podtlakový, přetlakový a rovnotlaký (VÝMOLA a kol., 1994).

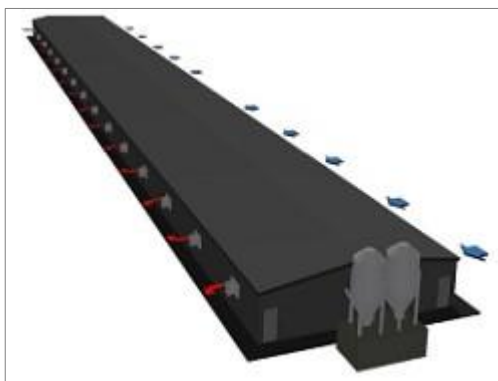
2.6.2.1 Podtlakové větrání

Používá se převážně tam, kde jsou kladeny menší požadavky na proudění vzduchu. Stájový vzduch je odsáván na vhodných místech ventilátory a čerstvý vzduch proudí do stáje vlivem rozdílu tlaků ve stáji a venku (KIC a BROŽ, 1995).

V šachtách jsou osazeny klapky ovládané servopohony a ventilátory. Spuštěním odsávacích ventilátorů při současně uzavřených klapkách dochází pouze k recirkulaci teplého vzduchu v hale. Pootevřením přívodních a odvodních klapek dochází k částečnému mísení vnitřního a venkovního vzduchu. Při zcela otevřených klapkách a plném chodu ventilátorů dochází k podtlakovému větrání s plnou výměnou stájového vzduchu (PŘIKRYL a kol., 1997).

a) Příčné provětrání haly

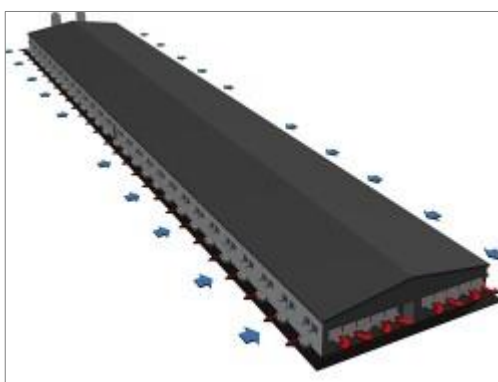
V tomto systému větrání jsou ventilátory umístěny v podélné stěně haly v jedné nebo více rovinách. Větrací otvory pro přívod vzduchu mohou být konstantní nebo regulovatelné, umístěné v různých výškách haly, nejčastěji u stropu (pro zimní větrání) a při podlaze (pro letní období), případně ve střední části stěny (pro přívod v průběhu celého roku), (VÝMOLA a kol., 1994).



Obrázek 2 - Příčné větrání, zdroj: (BAUER TECHNICS, 2019)

b) Podélné (tunelové) větrání

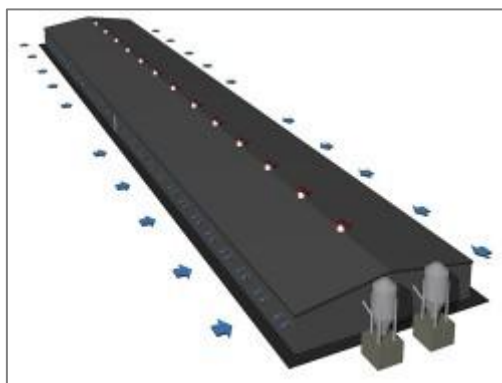
U tunelového způsobu větrání jsou všechny výstupní ventilátory umístěny na jedné čelní stěně haly a otvory pro nasávání vzduchu jsou situovány na druhém konci haly. Rychlost proudění vzduchu by neměla být vyšší než $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Zvýšením rychlosti proudění vzduchu dochází k většímu odvodu tepla. Například zvýšení rychlosti proudění vzduchu o $0,1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ snižuje tzv. pociťovanou teplotu přibližně o $1 \text{ }^\circ\text{C}$ při průměrných teplotách $30 \text{ }^\circ\text{C}$ (BROUČEK a kol., 2011).



Obrázek 3 - Tunelové větrání, zdroj: (BAUER TECHNICS, 2019)

c) Podtlakové střešní větrání

Tento systém větrání je hojně využíván při rekonstrukcích stájových objektů. Jedná se o větrání s přívodními ventily ve formě polyuretanových klapek nebo polypropylenových oken (možnost osvětlení stáje) umístěných ve stěně s odtahovými ventilátory ve střešní šachtě (BAUER TECHNICS, 2019).



Obrázek 4 - Podtlakové střešní větrání, zdroj: (BAUER TECHNICS, 2019)

2.6.2.2 Přetlakové větrání

Při tomto způsobu větrání je v hale vytvořen přetlak pomocí ventilátorů přivádějících čerstvý vzduch. Vlivem přetlaku dochází k vytlačování vzduchu s větším množstvím páry a škodlivých plynů z haly ven. Dosahuje se jím vyššího proudění vzduchu než při podtlakovém větrání (VÝMOLA a kol., 1994).

Tento systém větrání je vhodný především v období horkých letních dnů, kdy u většiny zvířat klesá vlivem vysokých stájových teplot užitkovost. Zvýšeným prouděním vzduchu lze docílit zvýšeného ochlazování zvířat konvekci. Vhodným provedením rozvodu vzduchu v hale lze u přetlakového způsobu větrání přivést čerstvý vzduch přímo do dýchací zóny nebo zóny pohybu zvířat, např. u klecového systému chovu (KIC a BROŽ, 1995).

2.6.2.3 Rovnotlaké větrání

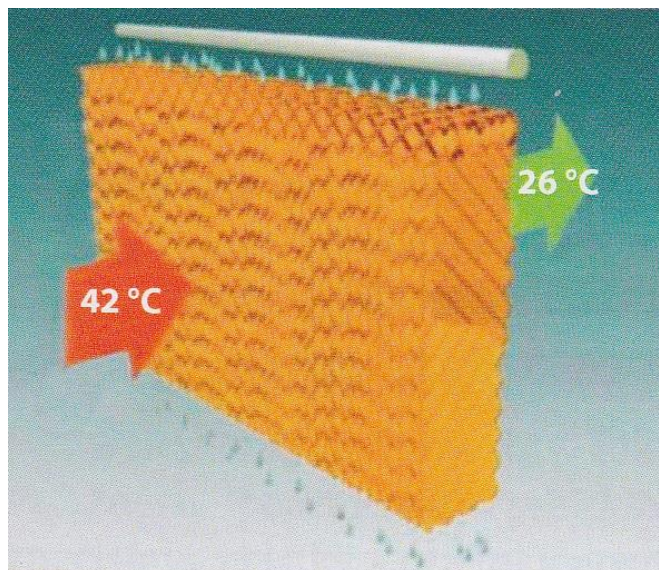
U tohoto způsobu větrání je průtok nuceně přiváděného vzduchu přibližně roven průtoku nuceně odváděného vzduchu. Rovnotlaké větrání je využíváno hlavně u zařízení se zpětným získáváním tepla a také k provětrání hal o velkém rozponu (VÝMOLA a kol., 1994).

V případě nedostatečného proudění vzduchu v hale je možné jeho zvýšení buď volně zavěšenými podávacími ventilátory, nebo velkými ventilátory osazenými ve štítové stěně, které odsávají vzduch z haly podélně (PŘIKRYL a kol., 1997).

2.6.3 Ventilace v průběhu léta

V současné době plní klimatizace chovných objektů velmi důležitou úlohu. V horkých letních obdobích trpí zvířata tepelným stresem, proto je nutné snížit teplotu stájového prostředí. Ochlazení vzduchu lze provést několika způsoby (GÁLIK a kol., 2015).

Jedním ze způsobů je použití zamlžovacích systémů, ale jen za podmínky, že bude docházet k ochlazení vzduchu bez zvlhčování podestýlky. Umístění trysek by mělo být v blízkosti přívodu vzduchu. Účinnější je použití deskového evaporačního chlazení. Zásadní rozdíl oproti zamlžovačům spočívá v tom, že vzduch je chlazený již při vhánění do objektu přechodem přes chladicí vložky. Voda cirkuluje pomocí čerpadla mezi nádrží a chladicí vložkou, k ochlazení vzduchu dochází při průchodu chladicí vložkou. Vzduch vstupující do prostředí haly má nižší teplotu a vyšší vlhkost, důležité je, že nedochází ke zvlhčování podestýlky (BROUČEK a kol., 2011).



Obrázek 5 - Vložka deskového evaporačního systému, zdroj: (GÁLIK a kol., 2015)

2.7 Složení stájového vzduchu

Za znečišťující škodlivé látky stájového vzduchu se považují škodlivé plyny a prach, které vznikají v objektech živočišné výroby provozem uvnitř stáje nebo jsou do stáje přivedeny spolu s větracím vzduchem z venkovního prostředí (KIC a BROŽ, 1995).

Oxid uhličitý (CO₂)

Vzniká mikrobiálním rozkladem organických částí a dýcháním zvířat. Přípustná hranice koncentrace CO₂ ve stájovém objektu se dle různých autorů pohybuje v rozmezí 0,25 – 0,5 %. Při obsahu CO₂ nad 1% dochází u drůbeže ke zrychlení dechu, snížení potřeby krmiva, zvýšené spotřebě vody, snížení užitkovosti a změnám pH krve (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Čpavek (NH₃)

Vzniká rozkladem proteinu v trusu a podestýlce. Jeho tvorba je závislá na hustotě osazení, teplotě prostředí a vlhkosti podestýlky. Vysoká vlhkost ve spojení s nízkou teplotou omezuje jeho výskyt. Při vyšších teplotách v kombinaci s vlhkou podestýlkou se jeho tvorba zvyšuje. Čpavek je resorbován v plicích, zvyšuje pH krve, zrychluje dýchání, dráždí sliznice dýchacích cest i oči a snižuje oxidační procesy v organismu. Člověk vnímá čichem koncentrace NH₃ od cca 20 ppm a koncentrace od 30 do 50 ppm dráždí již oční sliznici (VÝMOLA a kol., 1994).

Sirovodík (H₂S)

Je bezbarvý plyn vznikající ve střevech zvířat spolu s ostatními plyny, zvláště jsou-li krmné dávky bohaté na bílkoviny. Vzniká rozkladem bílkovin za nepřístupu vzduchu. Mezi další zdroje lze zařadit podroštové prostory, močůvkové jímky a sklady tekutých výkalů. Již malá koncentrace sirovodíku, která zdaleka nedosahuje nejvyšší přípustné hodnoty je patrná čichem. Zápach sirovodíku lze přirovnat k zápachu zkažených vajec. Při vyšší koncentraci má dráždivý účinek na dýchací cesty a oči (KIC a BROŽ, 1995).

2.8 Napájení drůbeže

(MZE, 1996) uvádí ve své příručce, že při navrhování napájecího systému se doporučuje řešit možnost dávkování léků, vakcín apod. přímo do tohoto systému.

Voda musí být čistá, nezávadná a předkládaná v přebytku. Při použití kloboukových napáječek se doporučuje několikrát za den vodu vyměnit, napáječky čistit a podle potřeby dezinfikovat. Teplota vody by se v létě měla pohybovat v rozmezí 12 – 18 °C, v zimě 18 – 22 °C. Nejmenší kategorie drůbeže musí dostat vodu odstátou, o teplotě 20 – 24 °C. Studená voda způsobuje u malých kuřat průjmy (PROMBERGEROVÁ, 2012).

Podle způsobu ovládní přítoku vody lze napáječky rozdělit na napáječky s přímým ovládním, kdy drůbež uvolňuje vodu přímým dotekem ventilu, a s nepřímým ovládním, u nichž se voda automaticky doplňuje po snížení hladiny nebo zásoby vody (KIC a BROŽ, 1995).

2.8.1 Kloboukové napáječky

K velmi často využívaným typům napáječek patří napáječky kloboukové. Konstrukčně nejjednodušší jsou ručně plněné, které se skládají z klobouku a misky, mezi jejichž vnějšími obvodů vzniká kruhový napájecí žlábek. Voda vtéká do žlábků otvory, které jsou v úrovni požadované vodní hladiny. Zakrytím otvorů vytékající vodou se vlivem podtlaku v klobouku napáječky vytékání zastaví a k obnově dodávky dojde po snížení vodní hladiny (ANDRT, 2011).



Obrázek 6 - Ručně plněné kloboukové napáječky, zdroj: autor

Automaticky plněné kloboukové napáječky se zavěšují na strop nebo pomocné konstrukce, umožňují výškové nastavení dle stáří drůbeže. Doplňování vody je zabezpečeno pružinovým ventilem v provedení pákovém, nebo zapouzdřeném ve válcovém pouzdru v ose zavěšení napáječky. Pro eliminaci rozstříku vody se vyrábějí napáječky dvoužlábkové, u kterých se plní pouze vnitřní žlábek a vnější slouží pouze k zachycení rozstříkované vody (KIC a Brož, 1995).

Dle autora (PŘIKRYL a kol., 1997) se od použití kruhových napáječek upouští z důvodu velkého rozstříku vody kolem napáječky a také pro nutnost častého čištění.

2.8.2 Kapátkové napáječky

Tyto napáječky se konstrukčně řadí mezi ventilové a jsou nejčastěji používaným typem napáječek v podestýlkových chovech. Voda není v tomto případě doplňována do napájecího žlábků, ale je uvolňována v kapkách při mírném nadzdvihnutí, nebo vychýlení vyčnívající stopky ventilu. Ventily napáječek se vyrábějí nejčastěji z nerezové oceli nebo v kombinaci s plasty. Instalují se do spodní části rozvodných trubek, které mají většinou čtvercový průřez. Nevýhodou těchto napáječek je, že vlivem nečistot ve vodě může dojít k jejich odkapávání. Nadměrnému odkapávání lze částečně předejít kombinací s miskami, které však vyžadují čištění (BROUČEK a kol., 2011).

(VÝMOLA a kol., 1994) uvádí, že při použití kapátkových napáječek počítáme asi 16 kuřat na jedno kapátko. Důležité je aby se tento typ napáječek používal již od prvního dne chovu, aby bylo vyloučeno pozdější působení stresu při přechodu z jiného typu napáječek.



Obrázek 7 - Kapátková napáječka, zdroj: autor

2.9 Výživa a technika krmení drůbeže

Při sestavování krmných směsí pro drůbež je nutné brát v patrnost řadu faktorů. Obsah živin v krmné směsi je vhodné regulovat v závislosti na způsobu chovu, teplotě, genotypu či při stresové situaci. Krmná směs by měla být sestavena tak aby byla zajištěna vysoká užitkovost při současném dosažení ekonomické efektivnosti (SKŘIVAN a kol., 2000).

Je důležité, aby kuřata ihned po naskladnění do haly začala přijímat krmivo a pít. Vzhledem k tomu, že jsou kuřata dezorientovaná, je důležité jim v prvních dnech věnovat maximální pozornost. Před naskladněním kuřat se doporučuje rozbalit po hale úzký pruh balicího papíru asi 80 cm široký ideálně v blízkosti napáječek. Tento papírový pás slouží k tomu, aby svým zvukem přitahoval kuřata ke krmení a vodě (VÝMOLA a kol., 1994).

2.9.1 Řetězové krmítko

V chovu na hluboké podestýlce a roštových podlahách se ke krmení drůbeže používají převážně řetězová krmítka. Jsou stavebnicové konstrukce a skládají se ze zásobníku krmiva, odkud vychází jeden nebo dva dopravní okruhy. Součástí rámu zásobníku je elektromotor s převodovkou a hnacím ozubeným kolem. Krmná linka je tvořena žlábků, ve kterých se pohybuje plochý krmný řetěz, který umožňuje rozpojení v každém článku, rohové kladky a spojky žlábků s podstavci (PŘIKRYL a kol., 1997).

Článekový řetěz je vložen ve žlábcích a probíhá pod násypkou krmiva, kde nabírá krmnou směs a dopravuje ji do krmného okruhu. Vazba jednotlivých článků řetězu je provedena takovým způsobem, že je umožněn snadný přechod přes rohové kladky. Rohové kladky mohou být řešeny pro různé úhly změny směru od 45 do 180°. Rychlost pohybu řetězu je 3 až 8 m.min⁻¹, čemuž odpovídá dopravované množství do 1,2 m³.h⁻¹ (KIC a BROŽ, 1995).

Dle autora (ZELENKA, 2014) by mělo na jeden kus drůbeže připadat 2,5cm řetězového krmítka.

2.9.2 Zásobníková (misková) krmítka

Zásobníková krmítka, označovaná velmi často jako tubusová, se používají v podlahových chovech pro suché krmné směsi. Zásobníky jsou válcového nebo

kruhového tvaru, upravené tak aby docházelo k samočinnému sesypávání krmiva do obvodového žlábků spodní mísy (KIC a BROŽ, 1995).

Zásobníková krmítka jsou nejčastěji vyráběna o objemech 1,5 – 3 kg krmné směsi a s různě hlubokým krmným žlábkem na obvodu mísy. Plnění miskových krmítek lze provést dvěma způsoby. Při prvním je krmná směs dopravována svislými nebo šikmými trubkami z dopravníku umístěného pod stropem. Pro umožnění výškového nastavení jsou tubusy miskových krmítek zavěšeny na lankách upevněných na stropě haly nebo jsou přes kladku ovládány navijákem s rohatkou. U druhého způsobu plnění jsou krmítka zavěšena přímo na dopravníku krmiva, výhodou tohoto systému je, že po odpojení násypky zásobníku lze krmítka jednoduše odstavit vytažením pod strop haly (ANDRT, 2011).

2.10 Sběr vajec

Jak uvádí (BROUČEK a kol. 2011) základním zařízením pro sběr vajec jsou snášková hnízda. V menších chovech se nejčastěji využívají hnízda s ručním sběrem vajec. Při větších koncentracích je základem sběru vajec samostatné vykutálení snesených vajec ze snáškového hnízda a následný ruční nebo mechanizovaný sběr. Nezbytnou podmínkou pro vykutálení vajec je správný sklon podlahy. Ke spolehlivému vykutálení dochází již při sklonu 8 – 10°, pokud je dno udržováno v čistém stavu.

Dle (MZE, 1996) se v užitkových chovech nosnic na podlaze doporučuje na jedno individuální hnízdo 6 až 8 kusů nosnic a u skupinových hnízd 1,2 – 1,5 m² plochy hnízda na 100 nosnic. Konstrukce má zajišťovat podle druhu a plemene chované drůbeže bezztrátový sběr snesených vajec.

Sběr vajec probíhá u většiny klecových baterií a podlahových chovů pomocí vertikálních dopravníků, jimiž jsou vejce dopravována na sběrné stoly v přípravně haly, kde se vejce ručně ukládají do proložek (SKŘIVAN, 2000).

U snáškových hnízd je požadováno, aby byla zhotovena z hladkých snadno čistitelných materiálů, byla prostorná, v době mimo snášku uzavíratelná a navržena tak aby byl minimalizován počet špinavých vajec (PŘIKRYL a kol., 1997).

V klecových chovech se snesená vajíčka vykulují do žlábků, který je tvořen prodlouženou podlahou klecí. Z tohoto žlábků mohou být sbírána ručně, nebo jsou pomocí pásu dopravována k dalším operacím (ANDRT, 2011).

2.11 Manipulace se zvířaty

Základním pravidlem je, že ke zvířatům se přistupuje klidně. Rozrušená zvířata se totiž daleko hůře chytají a může dojít i k jejich poranění. Odchyt se provádí šetrně za trup, ne jen za křídla, ocas, krk nebo běháky. Významným pomocníkem při odchytu může být skládací plot, který slouží jako zábrana k omezení volného pohybu drůbeže a umožňuje její snazší odchyt (PROMBERGEROVÁ, 2012).

Mechanizovaný způsob odchytu drůbeže je limitován minimální světlou výškou haly, která by umožnila volný pohyb stroje či zařízení pro odchyt (KONOPÁSEK, 1994).

2.12 Odkliz podestýlky

Způsob odklizu podestýlky je závislý na technologii chovu a použité technice. Při chovu drůbeže na roštových podlahách nebo na kombinaci roštů s hlubokou podestýlkou se provádí odkliz trusu z trusných kanálů buď průběžně, nebo jednorázově po skončení turnusu a vyskladnění drůbeže (PŘIKRYL a kol., 1997).

Podlahový chov se ve srovnání s ostatními alternativními systémy chovu nosnic jeví jako nejjednodušší. Je však nutné dodržet určité zásady. Při ponechání trusu po celou dobu snáškového cyklu je vhodné zvýšit konstrukci roštové podlahy, aby ke konci turnusu nedocházelo ke kontaktu roštu s nahromaděným trusem. Odkliz trusu na konci turnusu se provádí nejčastěji malotraktorem s čelním nakladačem, kterým je naložen na dopravní prostředek (BROUČEK a kol., 2011).

2.13 Prachové částice

PM z anglického názvu "particulate matter" je označení pro polétavý prach, jedná se o mikročástice o velikosti v řádu několika mikrometrů (μm). Tyto částice mají své specifické označení dle velikostní frakce – například PM10 je označení pro prachové částice o velikosti 10 μm (ČISTÉ NEBE, 2019).

(VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000) uvádí, že nejčastějšími zdroji prachu jsou krmné směsi, podestýlka, suchý trus, peří a částičky epidermisu. Obsah prachových částic ve stájovém vzduchu závisí z velké části na vlhkosti podestýlky, vlhkosti vzduchu a v neposlední řadě také na aktivitě drůbeže.

Tvorba prachu v halách pro chov nosnic se pohybuje v rozmezí 6-12 mg/m^3 . Hygienická norma požaduje dosažení prašnosti ovzduší pod 10 mg/m^3 . Prachové

částice jsou nosiči patogenních mikroorganismů, virů i plísní a společně s prachem jsou unášeny do značné vzdálenosti od hal (VÝMOLA a kol., 1994).

Některé prachové částice zůstávají trvale uloženy na svém místě vzniku, jiné mění svoji polohu vlivem působení rozmanitých vlivů. Jedním z nich je například proudění vody po zemském povrchu (vodní eroze hornin a abraze hornin), další mění svou polohu vlivem proudění vzduchu (větrná eroze půdy a staveb), (GÁLIK a kol., 2015).

2.13.1 Metody stanovení prašnosti

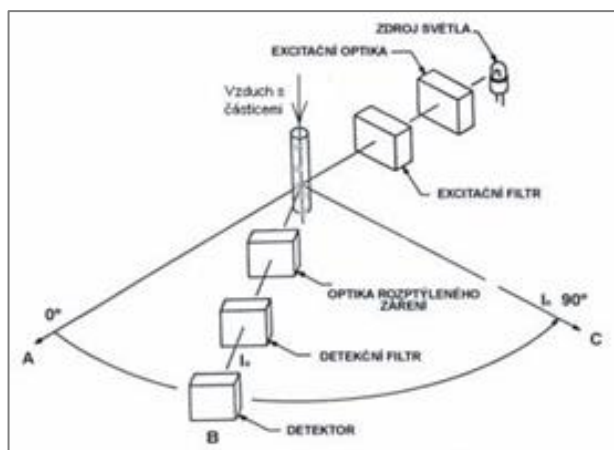
Míru znečištění ovzduší prachovými částicemi lze určit buď hmotnostně (tj. hmotností veškerých částic obsažených v jednotce objemu vzduchu), nebo početně (tj. počtem částic v jednotce objemu vzduchu); (VÚBP, 2019).

➤ Prašný spad

Orientační, avšak velice známou charakteristikou znečištění ovzduší, je hodnota prašného spadu, jejíž měření provádí hygienická služba pomocí informativní sedimentační metody. Odběrová nádoba je po dobu jednoho měsíce exponována prašnému spadu a vzorek je gravimetricky vyhodnocen (ŠOLC a POSPÍŠILOVÁ, 2000).

➤ Optoelektronická metoda

Tato metoda měření obsahu prachových částic je založena na ortogonální nefelometrii – zjednodušeně řečeno proud vzduchu je prosvěcován pod úhlem 90° laserovým paprskem. Při průchodu prachové částice paprsek nepokračuje přímo, ale mírně se odrazí, úhel odrazu poté určuje velikost částic. Měřicí přístroj je schopen najednou zaznamenat počet a velikost částic. Pomocí matematických výpočtů pak umí vyhodnotit koncentrace PM_{10} , $PM_{2,5}$ a PM_1 . Výhodou tohoto přístroje je, že je možné měřit více frakcí najednou (ELFENBEIN a kol., 2019).



Obrázek 8 – Optoelektronická metoda měření prašnosti, zdroj: (ELFENBEIN a kol., 2019).

2.13.2 Účinky prachových částic na lidský organismus

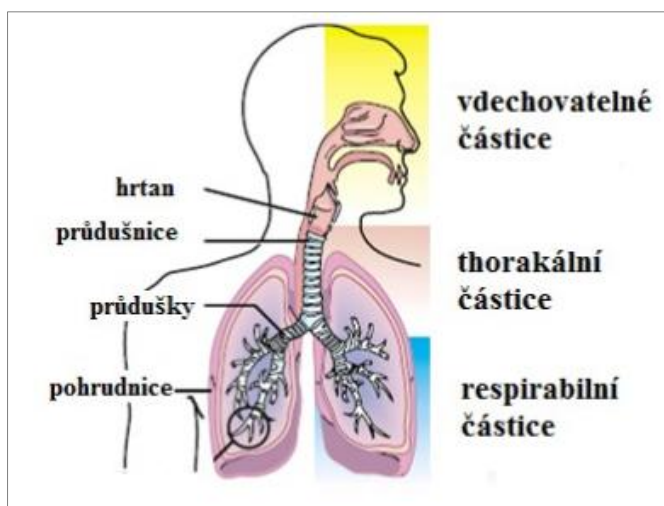
Účinky znečištěného ovzduší na lidské zdraví se rozdělují do dvou hlavních kategorií zdravotních důsledků: akutní (tj. krátce trvající) a chronické (tj. dlouhotrvající). V obou těchto případech se může závažnost zdravotních potíží pohybovat v rozsahu od velmi mírného onemocnění nebo jen dýchacích potíží až po vážné zdravotní komplikace, které mohou skončit smrtí (PROVAZNÍK a kol., 1998).

V současné době je kladen důraz na velikost, tvar a chemické složení suspendovaných částic. Pro průnik a depozici v dýchacím traktu je rozhodujícím faktorem zejména velikost prachových částic (EHRlich, 2013).

Větší částice se zachycují na chloupkách v nose a nezpůsobují žádné větší potíže. Částice o velikosti menší než $10\mu\text{m}$ (PM_{10}) se mohou usazovat v průduškách a tím způsobovat zdravotní komplikace. Nejnebezpečnější jsou prachové částice o velikosti menší než $1\mu\text{m}$, které mohou vstupovat do plicních sklípků, což s sebou přináší závažnější zdravotní problémy (ČISTÉ NEBE, 2019).

Rozdělení frakcí prachových částic podle průniku do lidského organismu:

- **Vdechovatelná (*inhalable*) frakce** – jde o frakci polévatého prachu, která je vdechnuta nosem a ústy;
- **Thorakální (*thoracic*) frakce** – tyto částice pronikají až za hrtan;
- **Respirabilní (*respirable*) frakce** - hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel; (HOLLEROVÁ, 2007).



Obrázek 9 - Průnik prachových částic, zdroj: (PUČEK, 2012)

Inhalace PM₁₀ poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobou expozicí se snižuje délka dožití člověka. Může způsobovat chronické plicní choroby a chronickou bronchitidu. V důsledku adsorpce organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky může dlouhodobější expozice v prostředí se zvýšeným výskytem PM₁₀ způsobovat rakovinu (IRZ, 2019).

Populace citlivá na ovzduší znečištěné prachovými částicemi:

- Lidé s existujícími srdečními potížemi, např. srdeční selhání, onemocnění koronárních tepen
- Lidé s existujícími plicními potížemi, např. astma, chronická obstrukční plicní choroba

Do rizikové skupiny spadají také starší lidé, u kterých se mohou vyskytnout náhlé nediagnostikované stavy srdce nebo plic. Expozice v prašném prostředí může ohrozit také děti, jejichž srdce a plíce se stále vyvíjejí (UTAHAIR, 2019).

2.13.3 Účinky prachových částic na organismus zvířat

Dle autora (GÁLIK a kol., 2015) představuje obsah prachových částic ve stájovém ovzduší v určitých koncentracích závažnou zátěž pro chovaná zvířata. Velká pozornost je věnována zejména mikroorganismům, bakteriálním endotoxinům a amoniaku, které se vážou na prachové částice a jsou jejich prostřednictvím šířeny do okolí. Mezi hlavní zdroje prašnosti ve stájovém prostředí se řadí suché krmné směsi. Nejvyšší koncentrace je dosaženo zejména při manipulaci s těmito krmivy, například při doplňování zásobníku krmiv.

V halách pro chov nosnic se prašnost pohybuje v rozmezí 6 – 12 mg.m⁻³. Optimální hranice prašnosti je pod 10 mg.m⁻³, kterou požaduje hygienická norma. (VÁCLAVOVSKÝ a kol., 2000).

Vdechováním stájového vzduchu s obsahem prachových částic dochází k dráždění sliznic dýchacích cest mechanicky i chemicky a tím je usnadněn přenos infekce. Prach se také řadí mezi příčiny typického zápachu kolem hal a v řadě případu dochází i k ničení vegetace (VÝMOLA a kol., 1994).

2.13.4 Pracovní ovzduší a legislativa

Při většině pracovních činností člověka dochází k uvolňování prachu do ovzduší, proto je důležité koncentraci prachu v pracovním ovzduší sledovat, hodnotit a zajistit taková opatření, aby nedošlo k poškození zdraví (INECO, 2016).

Ochrana ovzduší se řídí zákonem č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší a prováděcími předpisy. Imisní limity jsou řešeny v příloze č. 1 zákona č. 201/2012Sb., o ochraně ovzduší, způsob a vyhodnocování úrovně znečištění a způsobu posuzování a vyhodnocování je obsaženo ve vyhlášce č. 330/2012Sb. a ve vyhlášce 415/2012Sb (MČP, 2019).

Norma ČSN EN 481 definuje konvence pro odběr vzorků velikostních frakcí, jež musí být používány při hodnocení možných účinků poletavého prachu vdechovaného na pracovišti na zdraví (ŘEZNÍČEK, 2018).

Přípustný expoziční limit (PEL) – jde o celosměnové časově vážené průměry koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž mohou být vystaveni zaměstnanci po dobu osmihodinové pracovní doby, aniž by u nich došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jejich pracovní

schopnosti a výkonnosti. Výkyvy koncentrace nad hodnotu přípustného expozičního limitu až do hodnoty nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) musí být v průběhu celé směny kompenzovány jejím poklesem tak, aby nebyla hodnota přípustného expozičního limitu překročena. Přípustné expoziční limity platí za předpokladu, že zaměstnanec je zatěžován tělesnou prací, při které nedochází k překročení průměrné plicní ventilace nad hodnotu 20 litrů za minutu, a doba výkonu práce je nejvýše 8 hodin (SZÚ, 2007).

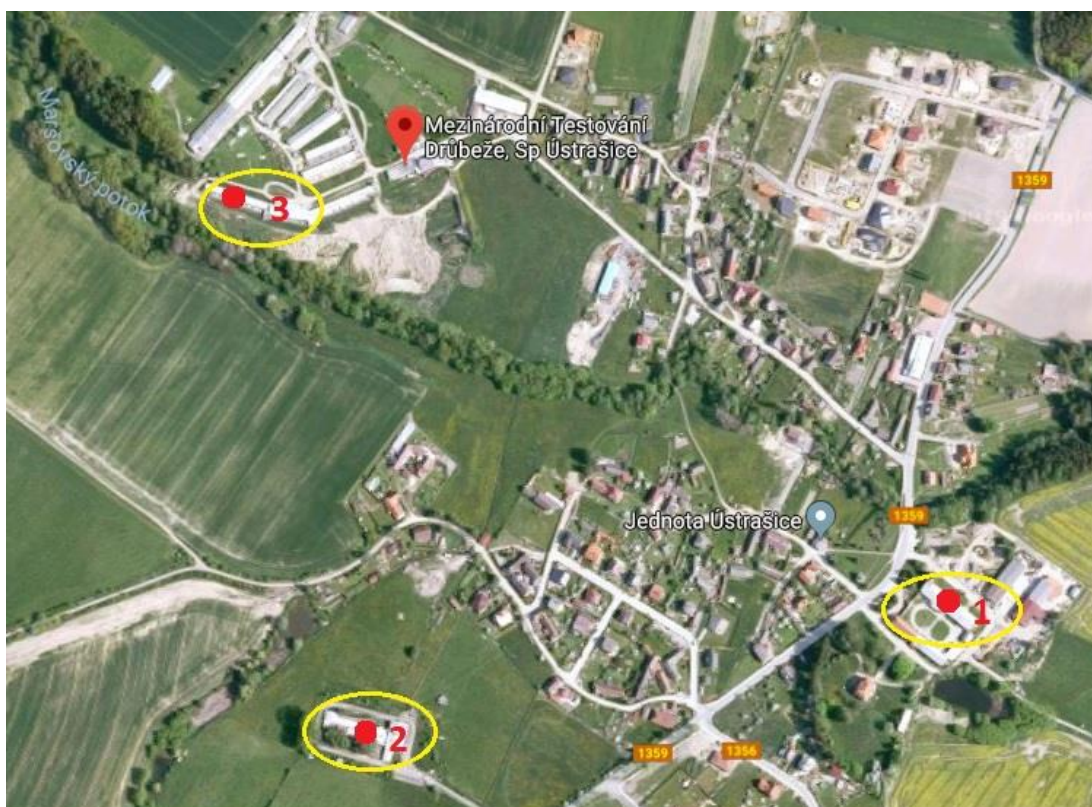
3 Cíl práce

Cílem této diplomové práce je měření koncentrace prachových částic o velikosti PM_{10} v různých systémech ustájení nosnic ve vybraném podniku v souladu s platnou metodikou. Následně porovnat, ve kterém systému ustájení byla prašnost nejvyšší a naopak, kde byla nejnižší.

4 Metodika

4.1 Místa měření

K monitorování frakce aerosolů PM₁₀ jsem si vybral podnik Mezinárodní testování drůbeže sídlící v obci Ústrašice nedaleko města Tábor (Jihočeský kraj). Náplní tohoto podniku je kontrola užitečnosti a vedení ústřední evidence drůbeže. Svou kapacitou při jednorázovém zástavu okolo 40 tisíc kusů hrabavé a vodní drůbeže se řadí testovací stanice v Ústrašicích k největším svého typu v Evropě. Měření bylo provedeno ve třech systémech ustájení drůbeže. Prvním typem byl chov v obohacených klecích, druhým chov na podestýlce v kombinaci s rošty a třetím chov na podestýlce v kombinaci s rošty v jednotlivých boxech.



Obrázek 10 - Letecký pohled na jednotlivá místa měření: 1. Klecový chov, 2. Volný podestýlkový chov v kombinaci s rošty, 3. Podestýlkový chov v kombinaci s rošty v boxech, zdroj: (GOOGLE, 2019)

4.2 Technologické vybavení stájí

4.2.1 Klecový chov „Stanice“

➤ Systém ustájení a podestýlka

Slepice jsou chovány v bezokenní hale klecového způsobu chovu o rozměrech (24 x 11,5 x 3 m) s nuceným větráním a umělým osvětlením. V hale jsou 3 řady tříetážových klecových baterií v počtu 16 ks klecí pro jednu etáž. Trus je pravidelně odklizen pásovými dopravníky umístěnými v každé etáži klecí.

➤ Technologie krmení

Nosnice jsou krmeny drcenou krmnou směsí. Směs je zkrmována v suché formě. Krmná směs je manuálně podávána do krmných žlábků klecových baterií.

➤ Technologie napájení

Napájení drůbeže je v tomto způsobu chovu řešeno kapátkovými napáječkami v počtu 3 ks kapátek na jednu klec.

➤ Systém ventilace

Výměna vzduchu v hale je zabezpečena podtlakovým příčným způsobem větrání. Ventilace je tvořena 6 ks ventilátorů o průměru 50 cm. Vzduch přiváděný do stájového objektu je regulován pomocí 7 ks řízených větracích klapek.

4.2.2 Volný podlahový chov v kombinaci s rošty „Prasečák“

➤ Systém ustájení a podestýlka

Chov probíhá v bezokenní hale o rozměrech (65 x 12 x 3 m) 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 zde používají sterilní bezprašné hobliny dodávané externí firmou.

➤ **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.

➤ **Technologie napájení**

K napájení drůbeže jsou v hale instalovány dvě řady kapátkových napáječek v počtu 250 ks pro jednu stranu haly. Napáječky jsou umístěny v prostoru roštové podlahy.

➤ **Systém ventilace**

Ventilace je provedena podtlakovým odvětráváním 6 – ti ventilátory o průměru 65 cm umístěnými ve stropních šachtách. Přiváděný venkovní vzduch je regulován za pomoci 23 ks řízených větracích klapek umístěných po obou stranách haly.

4.2.3 Volný podlahový chov v kombinaci s rošty „Alternativa“

➤ **Systém ustájení a podestýlka**

Nosnice jsou chovány v hale podlahového chovu v kombinaci s rošty v boxech s nuceným větráním a umělým osvětlením. Hala je rozdělena na 16 dílčích boxů o rozměrech (4 x 3 m). Snášková hnízda jsou umístěna směrem k manipulační chodbě pro snadný sběr vajec ze záchytných sít. V prostoru před hnízdy jsou v mírném sklonu umístěny roštové podlahy. Podestýlkový materiál tvoří sterilní bezprašné hobliny.

➤ **Technologie krmení**

Nosnice jsou krmeny drcenou krmnou směsí. Směs je zkrmována v suché formě. Krmná směs je zaměstnancem manuálně doplňována do dvojice tubusových krmítek.

➤ **Technologie napájení**

K napájení v tomto systému ustájení slouží kapátkové napáječky s počtem 10 ks kapátek na jeden box.

➤ **System ventilace**

K intenzivní výměně vzduchu je v hale instalováno 9 ks ventilátorů o průměru 50cm. Je zde příčný způsob větrání a regulace přiváděného vzduchu je řízena pomocí 16 ks klapek umístěných na protější straně od ventilátorů.

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 [$\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$] – vnitřní, venkovní (pro výpočet emisí)
- Atmosférický tlak vzduchu [hPa].

Pro měření koncentrace frakce prachu (umístění přístrojů – vzorkovací hlavy) se volí reprezentativní místa. Jeden přístroj se umístí před větrací klapku pro měření koncentrace PM na vstupu do objektu. Druhý se umístí před odsávací ventilátor, buď pod stropní, nebo štítový ventilátor pro měření koncentrace na výstupu ze stájového objektu (CELJAK a kol., 2016).

4.3.1 Měření koncentrace prachu v okolí objektu

Cílem měření je stanovení úrovně zátěže okolního prostředí prachem. Zátěž prachem úzce souvisí 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

Pro měření prašnosti v daném objektu byl použit měřicí přístroj DUSTTRAK II vyrobený firmou TSI Incorporated v USA. 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 $10 \text{ }\mu\text{m}$	
PM _{2,5}	$2,5 \text{ }\mu\text{m}$
PM ₁	$1 \text{ }\mu\text{m}$
Respiratorní	$4 \text{ }\mu\text{m}$

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 ($2,5 \text{ kg}$ se 2 bateriemi). K napájení slouží 2 Li – ion baterie s výdrží 9 hodin, nebo je možné použít síťové napájení.

Příslušenství přístroje:

Kalibrační impaktor $2,5 \mu\text{m}$

Kalibrační impaktor $10 \mu\text{m}$

Průtokoměr pro kalibraci

Cyklon pro měření respiratorního prachu ($\leq 4 \mu\text{m}$)

Interval mezi záznamem jednotlivých hodnot lze nastavit od 1 sekundy po 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.



Obrázek 11 - Dvojice měřících přístrojů DUST TRAK II 8530, zdroj: autor

4.5 Přístroje pro měření doplňujících údajů

4.5.1 Měření vnitřní teploty a vlhkosti

Měření teploty a vlhkosti uvnitř objektu bylo provedeno přístrojem Comet S3120E, kterým lze změřit teplotu, relativní vlhkost a rosný bod. Rozsah pro měření teploty se pohybuje v rozmezí -30 až $+70$ °C s přesností $\pm 0,6$ °C. Senzor teploty disponuje rozlišením $0,1$ °C. Senzor pro měření vlhkosti má rozsah $0 - 100$ % RV a je schopen měřit s přesností ± 3 % RV. Rosný bod lze měřit v rozsahu -60 až $+70$ °C přičemž je přesnost měření ± 2 °C při okolní teplotě $T < 25$ °C a $RV > 30$ %. Měřicí přístroj je vybaven vlastní pamětí o kapacitě 32 000 hodnot (v necyklickém záznamu). Interval záznamu hodnot je nastavitelný od 10 sekund do 24 hodin. Při vlastním měření je možné vybrat ze dvou způsobů záznamu hodnot: necyklický (po zaplnění paměti se záznam zastaví); cyklický (po zaplnění se nejstarší hodnoty nahrazují novými). Přístroj je napájen lithiovou baterií typu AA 3,6 V. Rozměr přístroje je 93 x 64 x 29 mm. Hmotnost včetně baterie je 115g.



Obrázek 12 - Měřicí přístroj Comet, zdroj: autor

4.5.2 Měření rychlosti proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu byla zjištěna pomocí analyzátoru prostředí Testo 435. Tímto přístrojem lze za použití různých měřicích sond měřit proudění a teplotou vzduchu, objemový průtok, vlhkost a intenzitu osvětlení (lux). Paměť měřicího přístroje pojme až 10 000 hodnot. V našem případě byla použita vrtulková sonda (\varnothing 16 mm), která je vybavena teleskopem o délce až 890 mm. Měřicí rozsah této sondy je $0,6 - 40 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Data z přístroje lze přehrát do počítače pomocí USB kabelu. S analyzátozem Testo 435 lze propojit až tři rádiové sondy pro snímání teploty bezdrátově až na vzdálenost 20m, tím lze předejít poškození kabelu ve špatně dostupných místech.



Obrázek 13 - Analyzátor prostředí Testo 435, zdroj: autor

4.5.3 Měření vnější teploty a vlhkosti

Ke zjištění hodnot vnější teploty a vlhkosti byla použita meteorologická stanice Auriol Z31915-RX vybavená externím senzorem pro snímání venkovní teploty, vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku vzduchu. Rozsah senzoru pro měření venkovní teploty je -20 °C až $+65\text{ °C}$ s přesností $\pm 1\text{ °C}$. Vlhkost lze měřit v rozmezí 20% až 95% s přesností 1%. Napájení 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

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

Kde:

E_{FN} = emise frakce z objektu

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

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

Q = průtok vzduchu [m³.h⁻¹]

Vztah pro přepočítání hodinové produkce na denní produkci:

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

kde

24 = 1 den

Přepočítání emise na 1 ks za den:

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

kde

k = celkový počet kusů drůbeže v hale (ks)

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

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

kde

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

5 Vlastní práce

5.1 Místo měření č. 1 „Stanice“

První měření probíhalo v hale pro chov nosnic v klecovém systému ustájení ve dnech 30. 11. a 1. 12. 2018. V době měření byl počet nosnic v hale 2880 ks ve staří 35 týdnů. Nosnice jsou chovány v hale o následujících rozměrech: délka 24m, šířka 11,5 m a výška 3m, ve třech řadách třítážových klecí.

Pro měření prašnosti byla použita dvojice měřicích přístrojů DUST TRAK II 8530. Délka měření byla 24 hodin. Záznam hodnot byl nastaven v intervalu 3 sekund. V objektu byla sledována frakce o velikosti PM₁₀.

Měřicí přístroj č. 1 byl umístěn v přívodní větrací klapce z vnější strany haly, tak aby byla zjištěna frakce prachových částic vstupujících do objektu spolu s nasávaným venkovním vzduchem. Zároveň byl měřicí přístroj umístěn takovým způsobem, aby nedošlo k ovlivnění měření vnosem prachových částic, ke kterému dochází uvnitř haly.



Obrázek 14 - Umístění Měřicího přístroje DUSTTRAK II v přívodní větrací klapce, zdroj: autor

Druhý přístroj byl umístěn v blízkosti odsávacího ventilátoru ve vzdálenosti 30 cm, tak aby byla měřena frakce prachových částic opouštějících stájový objekt. Společně s měřicím přístrojem byla na ochranné síti ventilátoru umístěna sonda záznamového anemometru, pro zjištění doby chodu ventilátoru.



Obrázek 15 - Umístění měřicích přístrojů v blízkosti ventilátoru, zdroj: autor

5.1.1 Výsledky měření č. 1 „Stanice“

Měření prašnosti v objektu klecového chovu bylo provedeno v souladu s platnou metodikou. Po dobu měření byly v hale vykonávány každodenní činnosti jako sběr vajec, krmení a zametání uliček mezi řadami klecí.

K výpočtům sledovaných hodnot bylo nutné znát hodnotu celkového průtoku vzduchu, pro její výpočet bylo nezbytné změřit průměrnou hodnotu rychlosti proudění nasávaného vzduchu v ($\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$). Při měření byla průměrná rychlost proudění vzduchu ventilátoru $1,95 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Plocha průřezu otvoru ventilátoru S (m^2) je $0,1964 \text{ m}^2$

Hodnota průměrného průtoku vzduchu Q v době měření byla $8\,270,24 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

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	0,051	0,150	0,766
2	0,031	0,182	1,10

V tabulce 1 jsou uvedeny minimální, průměrné a maximální hodnoty v mg.m⁻³ naměřené měřicím přístrojem DUST TRAK II 8530 v době měření tj. v rozmezí 24 hodin.

Přístroj umístěný v přívodní větrací klapce zaznamenal průměrnou hodnotu emisní koncentrace prachu 0,150 mg.m⁻³. Druhý přístroj umístěný v blízkosti ventilátoru dosáhl průměrné emisní koncentrace prachu 0,182 mg.m⁻³.

Tabulka 2 – Záznam doplňujících fyzikálních veličin

Veličina	Průměrná hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu uvnitř haly	17,9	(°C)
Teplota vzduchu vně haly	0,5	(°C)
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	52,2	%
Vlhkost vzduchu vně haly	58	%
Rychlost proudění vzduchu	1,95	(m.s⁻¹)
Tlak vzduchu	1001,2	(hPa)

V tabulce 2 jsou uvedeny doplňující údaje, které bylo nutné zjistit, aby se ověřilo, zda byly splněny všechny podmínky stanovené metodikou. Při měření byly tyto podmínky splněny a měření se mohlo uskutečnit v daném termínu.

5.1.1.1 Výpočet sledovaných hodnot

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

Výpočet emise frakce z objektu

$$E_{FN} = (0,182 - 0,150) \cdot 8270,24 = 264,65 \quad [\text{mg.h}^{-1}]$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_D = 264,65 \cdot 24 = 6\,351,6 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

$$E_{KS} = 6\,351,6 \cdot 2880^{-1} = 2,21 \quad [\text{mg.ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 2,21 \cdot 392 = 0,000866 \quad [\text{kg.ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

5.2 Místo měření č. 2 „Prasečák“

Druhé měření se uskutečnilo v hale pro chov nosnic na podestýlce v kombinaci s roštovou podlahou ve dnech 15. a 16. 12. 2018. Zde se jedná o přestavbu budovy bývalé chovné stanice prasat. Hala byla v roce 2013 uzpůsobena pro chov drůbeže. V době měření se na hale nacházelo 3611 ks slepic a 386 kohoutů. V průběhu měření byl věk nosnic 37 týdnů. Hala má délku 65m, šířku 12m a výšku stropu 3m.



Obrázek 16 - Umístění měřicího přístroje DUSTTRAK II v přívodní klapce,
zdroj: autor



Obrázek 17 - Umístění měřicích přístrojů v blízkosti ventilátoru, zdroj: autor

5.2.1 Výsledky měření č. 2 „Prasečák“

Měření prašnosti v objektu volného podlahového chovu v kombinaci s roštovými podlahami probíhalo obdobným způsobem jako měření č. 1 „Stanice“.

Rychlost proudění vzduchu ventilátoru byla v době měření $1,51 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a plocha průřezu otvoru ventilátoru $S \text{ (m}^2\text{)}$ je $0,3318$.

Průměrný průtok vzduchu Q byl v době měření byl $10\,822,99 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

Tabulka – 3 Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM₁₀

Pozice přístroje DUST TRAK II	Minimální hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	Průměrná hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	Maximální hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]
1	0,040	0,070	0,872
2	0,104	0,643	3,21

Na pozici číslo 1 v tabulce – 3 jsou uvedeny minimální, průměrné a maximální hodnoty naměřené na vstupní klapce do budovy. Na pozici číslo 2 jsou uvedeny hodnoty naměřené na výstupu v blízkosti ventilátoru.

Tabulka 4 – Záznam doplňujících fyzikálních veličin

Veličina	Průměrná hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu uvnitř haly	18,7	(°C)
Teplota vzduchu vně haly	1,2	(°C)
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	78,7	%
Vlhkost vzduchu vně haly	82,1	%
Rychlost proudění vzduchu	1,51	(m.s ⁻¹)
Tlak vzduchu	999,7	(hPa)

5.2.1.1 Výpočet sledovaných hodnot

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

Výpočet emise frakce z objektu

$$E_{FN} = (0,643 - 0,070) \cdot 10\,822,99 = 6\,201,57 \quad [\text{mg.h}^{-1}]$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_D = 6\,201,57 \cdot 24 = 148\,837,68 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

$$E_{KS} = 148\,837,68 \cdot 3997^{-1} = 37,23 \quad [\text{mg.ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 37,23 \cdot 364 = 0,01355 \quad [\text{kg.ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

5.3 Místo měření č. 3 „Alternativa“

Posledním měřicím místem byla hala pro chov nosnic na podestýlce v kombinaci s rošty. Tato hala je rozdělena do 16 – ti dílčích boxů. Nosnice byly v době měření ve věku 41 týdnů a nacházelo se zde celkem 1273 ks slepic.



Obrázek 18 - Umístění Měřicího přístroje DUSTTRAK II v přívodní větrací klapce, zdroj: autor



Obrázek 19 - Umístění měřicího přístroje DUSTTRAK II v blízkosti ventilátoru, zdroj: autor

5.3.1 Výsledky měření č. 3 „Alternativa“

I v tomto případě bylo měření provedeno stejným postupem jako předchozí měření, s tím rozdílem, že rychlost proudění vzduchu ventilátoru byla $0,33 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ a plocha průřezu otvoru ventilátoru $S \text{ (m}^2\text{)}$ je $0,1964$. Měření bylo provedeno v hale podlahového chovu v kombinaci s rošty v boxovém uspořádání.

Průměrná hodnota průtoku vzduchu Q byla v době měření $2\,111,7 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

Tabulka – 5 Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic PM₁₀

Pozice přístroje DUST TRAK II	Minimální hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	Průměrná hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	Maximální hodnota PM ₁₀ [mg.m ⁻³]
1	0,00	1,06	9,55
2	0,255	1,39	9,71

Tabulka 6 – Záznam doplňujících fyzikálních veličin

Veličina	Průměrná hodnota	Jednotka
Teplota vzduchu uvnitř haly	16,9	(°C)
Teplota vzduchu vně haly	13,2	(°C)
Vlhkost vzduchu uvnitř haly	52,3	%
Vlhkost vzduchu vně haly	81,2	%
Rychlost proudění vzduchu	0,33	(m.s ⁻¹)
Tlak vzduchu	1000,3	(hPa)

5.3.1.1 Výpočet sledovaných hodnot

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

Výpočet emise frakce z objektu

$$E_{FN} = (1,39 - 1,06) \cdot 2\,111,7 = 696,86 \quad [\text{mg.h}^{-1}]$$

Přepočet hodinové produkce na denní produkci:

$$Q_D = 696,86 \cdot 24 = 16\,724,64 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

Přepočet emise na 1 ks za den:

$$E_{KS} = 16\,724,64 \cdot 1273^{-1} = 13,14 \quad [\text{mg.ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru) za rok:

$$E_{VM} = 10^{-6} \cdot 13,14 \cdot 392 = 0,00515 \quad [\text{kg.ks}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}]$$

5.4 Vyhodnocení všech měření

Pro emise prachu jsou stanoveny hodnoty BAT (AEL) uvedené v tabulce 7, ty jsou rozděleny pro jednotlivé kategorie drůbeže. Tyto hodnoty jsou převzaty z dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF.

V Přílohách A, B, C, D, E, F této práce jsou vloženy jednotlivé grafy s celkovými průběhy naměřených hodnot.

Tabulka 7 – Úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení 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 8 – Porovnání stanovených a naměřených hodnot v chovu drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže a systém ustájení	BAT – AEL (kg dust/animal/place/ year)	Naměřené hodnoty (kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹) Ústrašice
Prach	Nosnice – klecový chov	0,03 – 0,06	0,000866
Prach	Nosnice – podestýlka s rošty (volný chov)	0,03 – 0,06	0,01355
Prach	Nosnice – podestýlka s rošty (v boxech)	0,03 – 0,06	0,00515

Z tabulky 8 je patrné, že nejvyšší hodnoty koncentrace prachových částic bylo dosaženo v hale pro chov nosnic na podestýlce v kombinaci s rošty (volný chov). Druhá nejvyšší prašnost byla naměřena v chovu nosnic na podestýlce v kombinaci s rošty (v boxech). Nejnižší prašnost byla zaznamenána v klecovém chovu nosnic („Stanice“). Hodnoty emisí spojené s BAT (AEL) nebyly na žádné z monitorovaných hal v Ústrašicích překročeny.

Na nízkou prašnost v klecovém chovu („Stanice“) má zásadní vliv to, že se jedná o bezstelivový systém na rozdíl od následujících dvou monitorovaných hal a chovaná drůbež má v klecích omezený pohyb. Dále je hala pravidelně zametána, aby nedocházelo k opětovnému víření usazených prachových částic vlivem proudění vzduchu.

V podlahovém systému chovu v kombinaci s rošty v boxovém uspořádání („Alternativa“) se provádí pravidelné splachování manipulační chodby v hale proudem vody. Touto operací je zabráněno opětovnému vznosu prachových částic, které se zde usadily.

Ve volném chovu nosnic na podestýlce v kombinaci s rošty je pro snížení prašnosti prováděno pravidelné sprášování usazeného prachu z technologického vybavení haly.

6 Diskuze

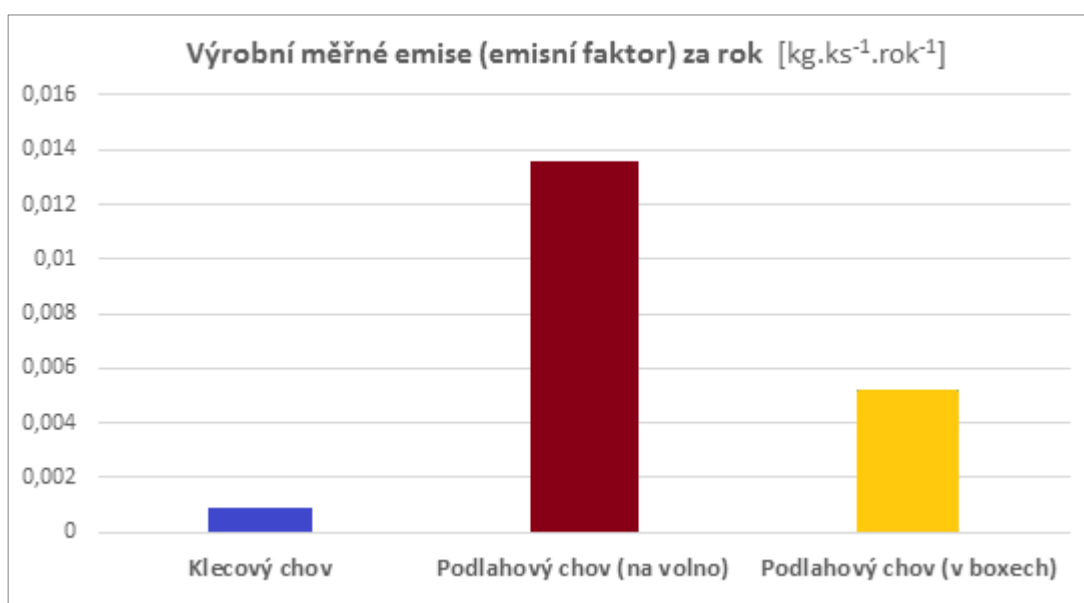
V rámci České republiky nejsou dosud stanoveny žádné emisní limity pro chov drůbeže. Stanoveny jsou pouze hodnoty úrovně emisí spojené s BAT (AEL) stanovené v referenčním dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF.

Autor (VÝMOLA a kol., 1994) uvádí, že hygienická norma požaduje dosažení prašnosti pod 10 mg.m^{-3} . Prach je jednou z příčin typického zápachu kolem hal. Šířením prachu dochází k silnému znečištění a v řadě případů i ke zničení okolní vegetace.

Dle (GÁLIK a kol., 2015) se za maximální přípustný obsah prachu ve stájovém ovzduší považuje hranice $6 - 10 \text{ mg.m}^{-3}$.

(H. H. ELLEN a kol., 2000) prezentovali na mezinárodním sympoziu „Kontrola prachu v zařízeních živočišné výroby“ v Dánsku, že stájové objekty s chovem nosnic v klecích vykazovaly nejnižší koncentrace prachu tj. méně než 2 mg.m^{-3} . V ostatních systémech ustájení byly tyto hodnoty čtyřikrát až pětkrát vyšší. Dále bylo ve voliérovém chovu zjištěno snížení inhalovatelného prachu o 50 – 65 % po postřiku vody s 10% oleje. Obdobných výsledků bylo dosaženo i při měření koncentrace prachových částic v Ústrašicích, kdy nejnižší koncentrace byla zaznamenána v klecovém systému chovu. V ostatních systémech ustájení byl obsah prachových částic vyšší, jak je patrné z Grafu 1.

Graf 1 – Výsledky měření v jednotlivých systémech ustájení



(A. J. A. AARNINK a kol., 2011) zkoumali ve své studii účinek postřiku řepkového oleje na snížení prašnosti, přičemž byla zkoumána dávka oleje a odezva drůbeže. Bylo prokázáno, že rozstříkem řepkového oleje se výrazně snižuje koncentrace prachu a emise z objektu. Při dávce 24 ml oleje $m^2 \cdot d^{-1}$ byla redukce 82% pro koncentraci PM_{10} a 87% pro emise PM_{10} . Vyšší dávka oleje (24 ml) měla negativní vliv na zdravotní stav v oblasti končetin drůbeže. Aby se zabránilo nepříznivým účinkům na chovanou drůbež, doporučuje se dávka 16ml oleje na $m^2 \cdot d^{-1}$.

Pozitivní vliv na snížení prašnosti má také ionizace vzduchu ve stáji. V objektu drůbežárny v Norsku bylo provedeno experimentální měření, které tuto informaci potvrzuje. Monitorování prašnosti bylo rozděleno na sedmidenní časové úseky s vlivem ionizace bez ionizace. Výsledky prokázaly, že prašnost s vlivem ionizace byla o 12 % nižší (DOLEJŠ, 2011).

7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo monitorování frakce prachových částic o velikosti PM_{10} ve třech různých systémech ustájení nosnic. Prachové částice vstupují do objektu chované drůbeže vstupními klapkami, rovněž se ale vytváří v prostředí haly. Zdrojem těchto částic mohou být krmné směsi, peří, suchý trus a podestýlka.

Měřením a následným vyhodnocením bylo zjištěno, že koncentrace prachových částic na monitorovaných halách v Ústrašicích jsou na velmi nízké úrovni. Nejnižší úrovně koncentrace aerosolů bylo naměřeno v klecovém chovu.

8 Seznam použité literatury

A. J. A. AARNINK, J. van HARN, T. G. van HATTUM, Y. ZHAO, N. W. M. OGINK (2011) *Dust Reduction in Broiler Houses by Spraying Rapeseed Oil*. Transactions of the ASABE. 54(4): 1479-1489. (doi: 10.13031/2013.39028)

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

BROUČEK, J., BENKOVÁ, J., ŠOCH, M., PODSEDNÍČEK, M. (2011) *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare*. 1. vyd., České Budějovice, Jihočeská univerzita, ISBN 978-80-7394-337-0

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) Seville, 17 – 21 November 2014, EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE Institute for Prospective Technological Studies (Seville) Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau

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

H. H. ELLEN, R. W. BOTTCHEER, E. von WACHENFELT, H. TAKAI (2000) *Dust Levels and Control Methods in Poultry Houses*. Journal of Agricultural Safety and Health. 6(4): 275-282 . (doi: 10.13031/2013.1910)

KIC, P. a BROŽ, V. (1995) *Tvorba stájového prostředí*. Praha, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, ISBN 80-7105-106-3

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

- KONOPÁSEK, V., (1994) *Stavby pro chov drůbeže z hlediska welfare*. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, ISSN 0862-3562
- LEDVINKA, Z., TŮMOVÁ, E., ZITA, L., SKŘIVANOVÁ, E. (2011) *Chov drůbeže I*. Česká zemědělská univerzita v Praze, Powerprint s. r. o., ISBN 978-80-213-2174-8
- LEDVINKA, Z., ZITA, L., TŮMOVÁ, E., (2008) *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Praha, Powerprint s. r. o., ISBN 978-80-213-1852-6
- MAREK, J. a LIDICKÁ, M., (1994) *Alternativní způsoby chovu nosnic*. Praha, Ústav zemědělských a potravinářských informací, ISSN 0862-3562
- MZE ČR, (1996) *Požadavky na stavby a zařízení pro hospodářská zvířata*. Praha, Ministerstvo zemědělství České republiky
- PROMBERGEROVÁ, I. (2012) *Drůbež na vašem dvoře*. Praha, Brázda, s. r. o., ISBN 978-80-209-0395-2
- 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., OPLT, J., (2000) *Drůbežnictví 2000*. Praha, AGROSPOL
- SÝKORA, J., (2014) *Zemědělské stavby*. Praha, Grada Publishing, a. s., ISBN 978-80-247-5273-0
- VÁCLAVOVSKÝ, J., KERNEROVÁ, N., MATOUŠEK, V., SCHACHERLOVÁ, A. (2000) *Chov drůbeže*. České Budějovice, Jihočeská univerzita, ISBN 80-7040-446-9
- VÝMOLA, J., KOŠAŘ, K., MATĚJKA, J., MATOUŠEK, A., SOCHOR, O., TLÁSKAL, J., (1994) *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Praha, NATURAL s. r. o., ISBN 80-901100-4-5
- ZELENKA, J. (2014) *Výživa a krmení drůbeže*. 1. vyd. Olomouc, Agripint, ISBN 978-80-87091-53-1

9 Internetové zdroje

BAUER TECHNICS (2019) *Ventilace všeobecně* <http://www.microclimasystems.com/cz/ventilace-vseobecne> „staženo dne 27. 11. 2018“

ČISTÉ NEBE (2019) *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 24. 1. 2019“

EHRLICH (2013) *Suspendované částice (aerosol)* http://www.vitejtenazemi.cz/archiv/vzduch_cs/susp_castice.pdf „staženo dne 27. 1. 2019“

ELFENBEIN, SEJKOROVÁ, GREPL (2019) *Metody měření – měřicí přístroje* <http://www.virtualnicentrum.cz/vzdelavaci-moduly/modul-ovzdusi/znecisteni-ovzdusi/prach/metody-mereni/> „staženo dne 19. 2. 2019“

FUKA, V. (2003) *Welfare v chovech drůbeže*. Náš chov. <https://naschov.cz/welfare-v-chovech-drubeze/> „staženo dne 27. 11. 2018“

GOOGLE (2019) <https://www.google.cz/maps/place/Mezin%C3%A1rodn%C3%AD+Testov%C3%A1n%C3%AD+Dr%C5%AFbe%C5%BEE,+S.p.+%C3%9Astra%C5%Alice/@49.3434002,14.6792303,511m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470cbc9604f8094d:0x83fef23f5a6f21de!8m2!3d49.343344!4d14.679575> „staženo dne 24. 2. 2019“

HOLLEROVÁ, J. (2007) *Prašnost na pracovišti*. <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1> „staženo dne 12. 1. 2019“

INECO, (2016) *Stanovení prašnosti na pracovišti – měření pracovního prostředí, ovzduší* <https://www.ineco.cz/stanoveni-prasnosti-na-pracovisti-mereni-pracovniho-prostredi-ovzdusi/> „staženo dne 2. 3. 2019“

IRZ (2019) *Polétavý prach PM₁₀* https://www.irz.cz/repository/latky/poletavy_prach.pdf „staženo dne 9. 1. 2019“

JINDRA, R. (2019) *Inovativní osvětlení v drůbežárnách*. <http://leda-int.com/cs/informace/clanek/inovativni-osvetleni-v-drubezarnach/> „staženo dne 27. 1. 2019“ „staženo dne 17. 12. 2018“

MČP (2019) *Ovzduší* <https://www.praha14.cz/urad-mestske-casti/hledam-informaci/zivotni-prostredi/znecisteni-ovzdusi/> „staženo dne 21. 3. 2019“

PUČEK, J. (2012) *Velikostní frakce prachu vybraných zdrojů v pracovním ovzduší*.
https://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/94377/PUC042_FBI_N3908_3908T002_2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y „staženo dne 10. 12. 2018“

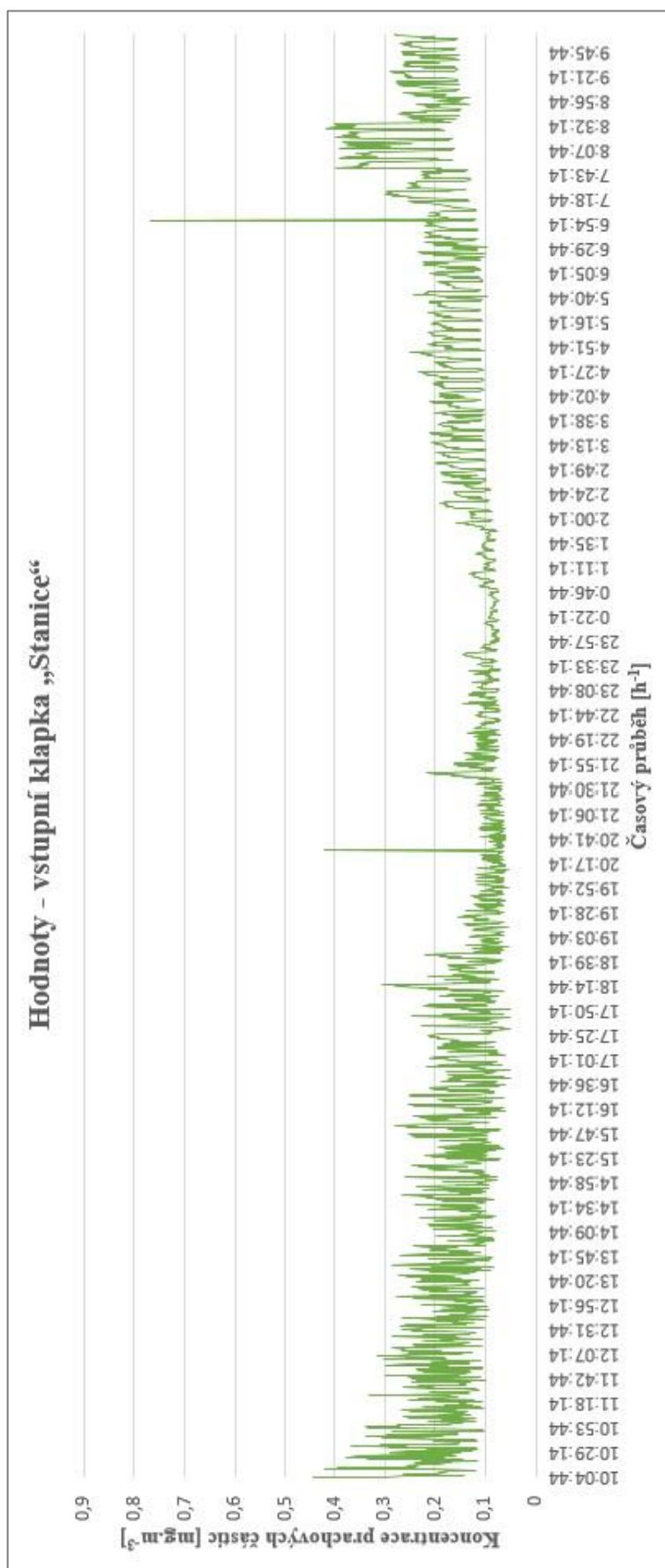
ŘEZNÍČEK, J. (2018) *Technické normy* http://www.technicke-normy-csn.cz/833621-csn-en-481_4_16728.html „staženo dne 14. 12. 2018“

SZÚ (2007) *Přípustné expoziční limity chemických látek v pracovním prostředí*
<https://www.bozpinfo.cz/pripustne-expozicni-limity-chemicky-latek-v-pracovnim-prostredi> „staženo dne 27. 12. 2018“

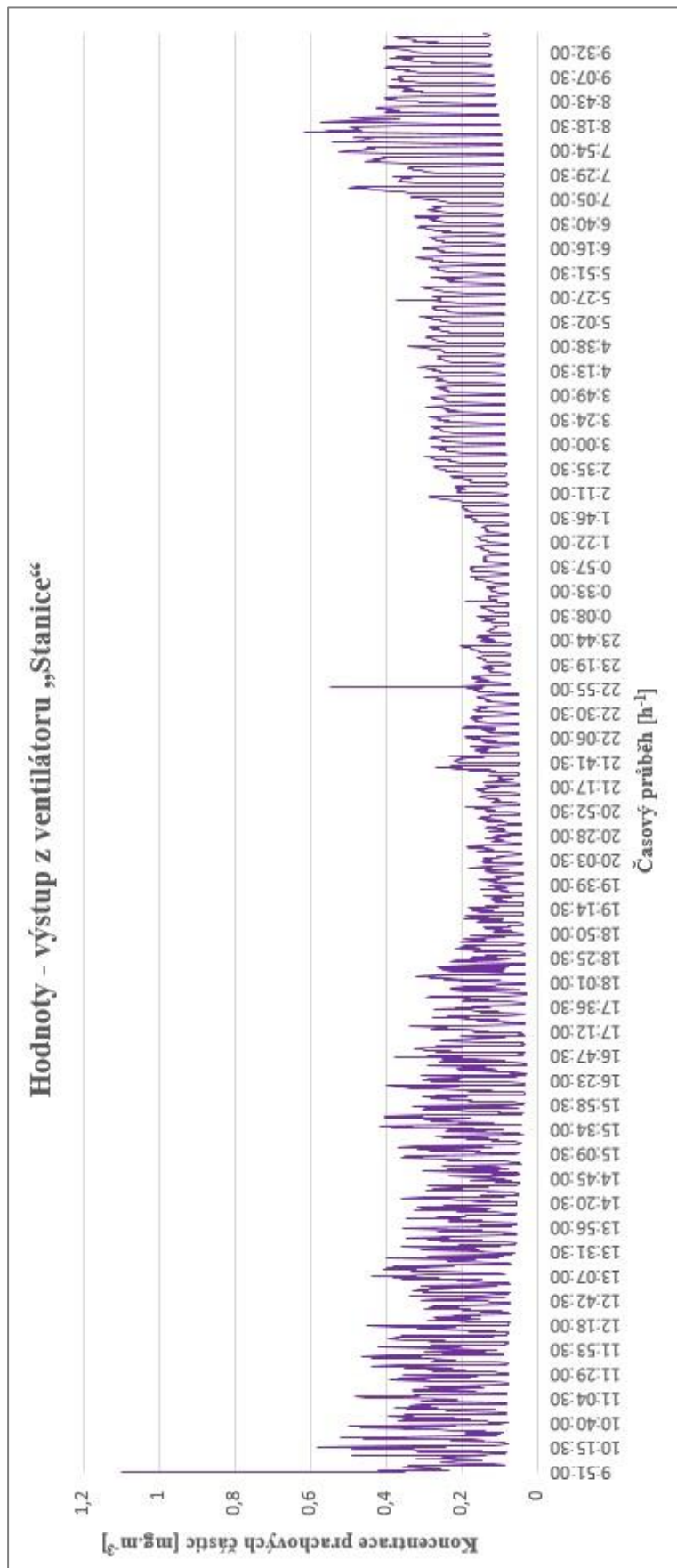
UTAHAIR, (2019) *Pollutants* <http://www.health.utah.gov/utahair/pollutants/PM>
„staženo dne 9. 11. 2018“

VÚBP (2019) *Prašnost na pracovišti* <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-factory/106-prasnost-na-pracovisti> „staženo dne 15. 3. 2019“

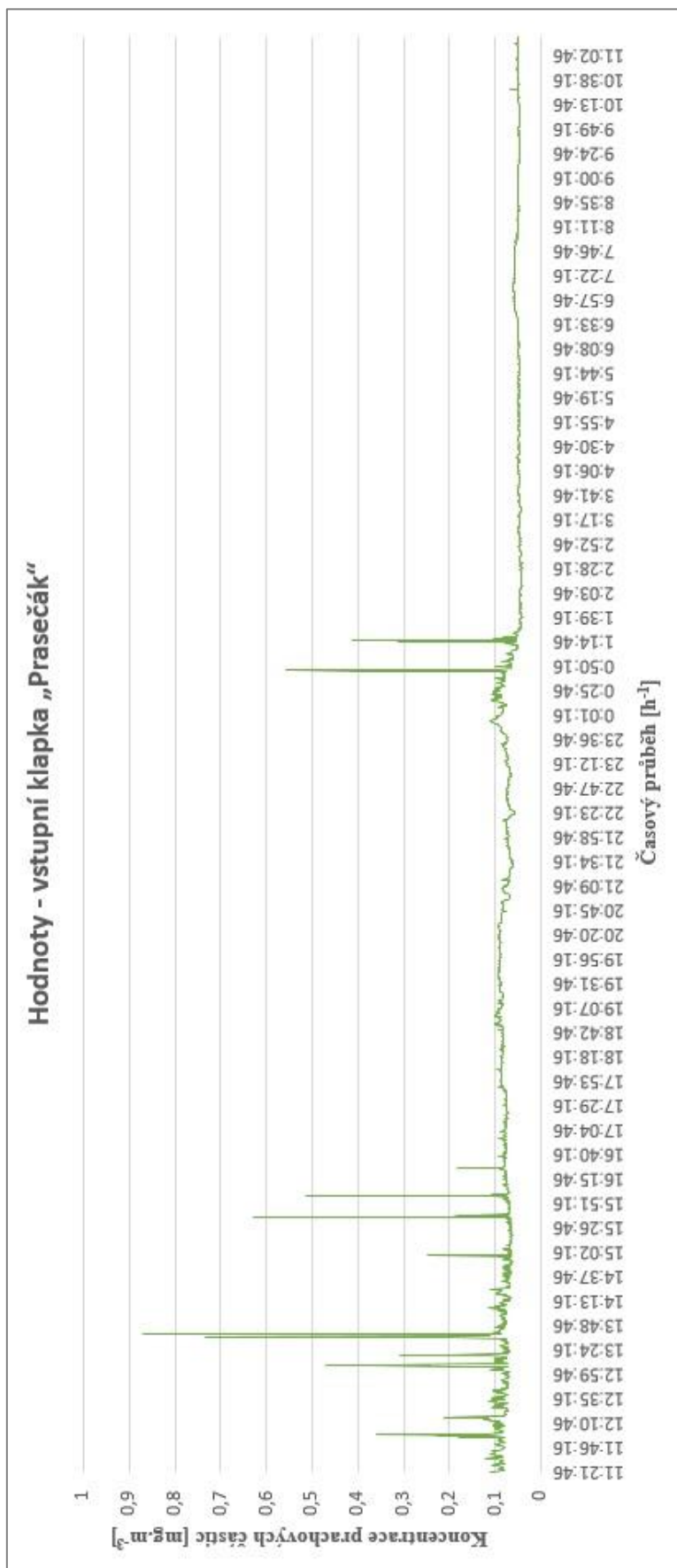
Příloha A – Koncentrace prachových částic na vstupní klapce vzduchu „Stanice“



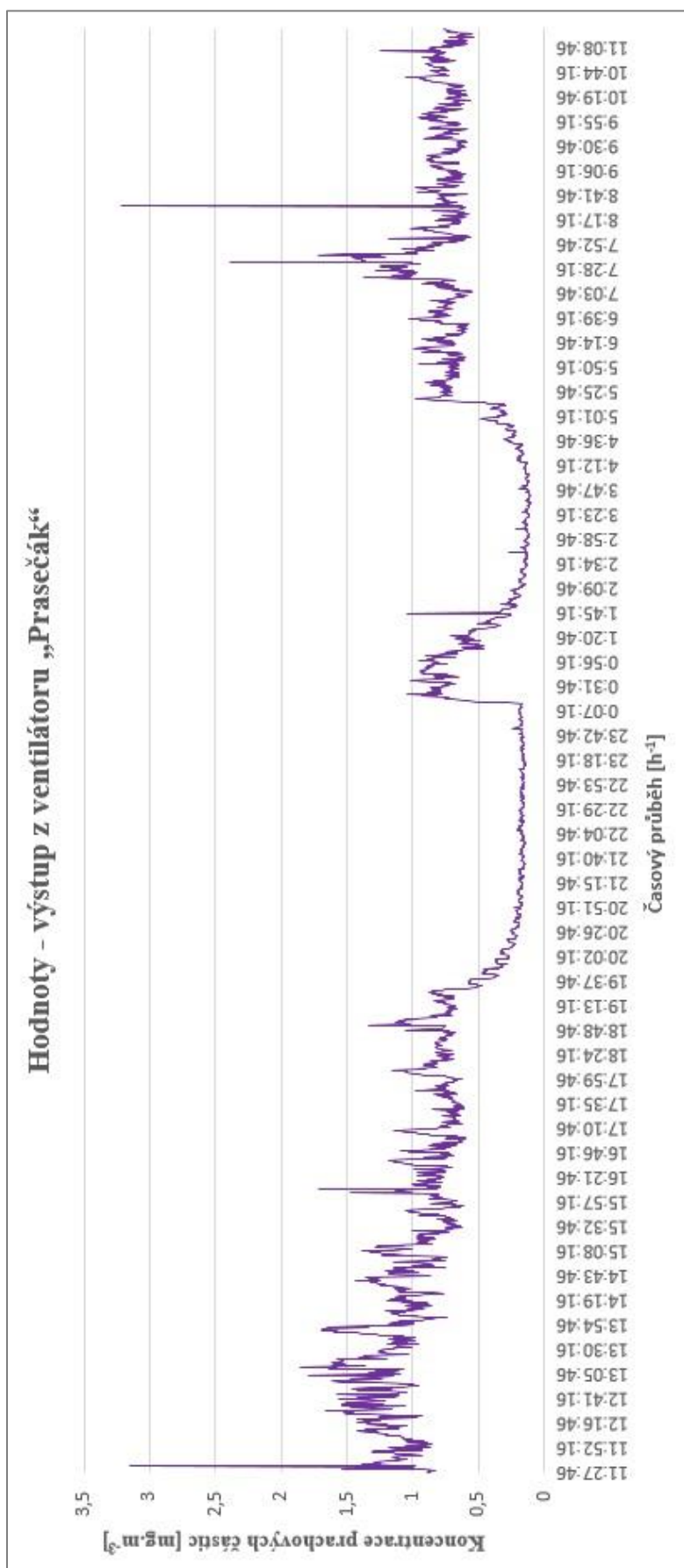
Příloha B - Koncentrace prachových částic na výstupu z ventilátoru „Stanice“



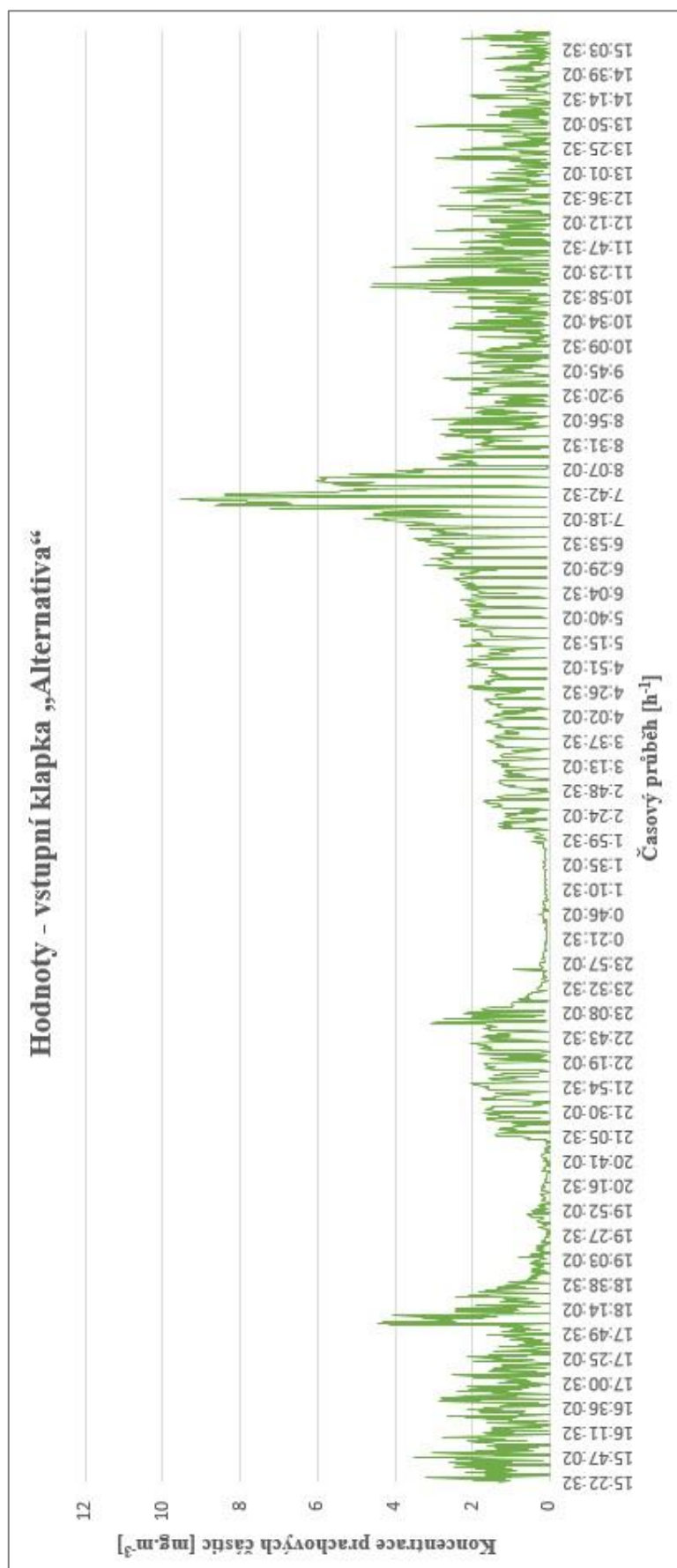
Příloha C – Koncentrace prachových částic na vstupní klapce vzduchu „Prasečák“



Příloha D - Koncentrace prachových částic na výstupu z ventilátoru „Prasečák“



Příloha E – Koncentrace prachových částic na vstupní klapce vzduchu „Alternativa“



Příloha F - Koncentrace prachových částic na výstupu z ventilátoru „Alternativa“

