

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Zemědělská fakulta

Studijní program: N4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

## **DIPLOMOVÁ PRÁCE**

Vyhodnocení vyprodukovaných emisí pachových látek a prachových částic frakce  
PM<sub>2,5</sub> z intenzivního chovu drůbeže

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Konzultant diplomové práce: Ing. Radim Kuneš

Autor: Bc. Jan Petr

České Budějovice 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě (v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných Zemědělskou fakultou JU) 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

podpis

### **Poděkování**

Touto cestou bych chtěl poděkovat vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Ivo Celjakovi, CSc. za odborné vedení, rady, které mi věnoval při zpracování mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat Ing. Radimu Kunešovi za pomoc při prováděném měření a vyhodnocování odebraných a naměřených hodnot. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat majitelům Farmy U Lesa za umožnění provádět měření na jejich farmě.

## **Abstrakt**

V dnešní době je velká řada subjektů, které znečišťují ovzduší svými emisemi a pachovými látkami a mají nemalý vliv na kvalitu životního prostředí. Mezi tyto subjekty v nemalé míře patří i zemědělské provozy. Významným producentem těchto látek v zemědělských provozech jsou velkochovy drůbeže. Tyto částice mohou poškodit nejen zdraví chovaným zvířatům, lidem pracujícím v těchto provozech, ale i lidem bydlících v blízkosti těchto subjektů.

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení vyprodukovaných emisí pachových látek a prachových částic frakce  $PM_{2,5}$  z intenzivního chovu drůbeže. Měření probíhalo ve velkochovu masné drůbeže v Sudoměřicích u Bechyně, dle platných metodik. Naměřené hodnoty koncentrace pachových látek na farmě U lesa se pohybují od 59 po 256  $ouE \cdot m^{-3}$  a výrobní měrné emise pachových látek v hodnotách od 0,02 až po 0,39  $ouE \cdot ks \cdot s^{-1}$ . Hodnoty výrobní měrné emise pachových látek v referenčním dokumentu BREF jsou udávány v rozmezí 0,032 - 0,7  $ouE \cdot ks \cdot s^{-1}$ . Hodnoty výrobní měrné emise prachových látek o velikosti  $PM_{10}$  jsou v referenčním dokumentu BREF udávány v rozmezí 0,004 – 0,025  $kg \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$ . Naměřená průměrná hodnota výrobní měrné emise prachových látek o velikosti  $PM_{10}$  je v diplomové práci 0,00168  $kg \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$  a u částic velikosti  $PM_{2,5}$  0,00213  $kg \cdot ks^{-1} \cdot rok^{-1}$ .

**Klíčová slova:** živočišná výroba; poléťavý prach; pachové látky; welfare; emise

## **Abstract**

Nowadays there is a large number of entities that pollute the air with emissions and odorous substances and they have a significant impact on the quality of the environment. Farms are among these entities. Large-scale breeding of poultry is an important producer of these substances. These particles can harm not only the health of farmed animals, people living in these farms, but also those living near these farms.

The aim of this thesis was to make the evaluation of the produced emissions of odorous substances and dust particles of PM 2.5 fraction from intensive poultry farming. Measurements were implemented according to the valid methodologies in poultry farm which is in Sudoměřice near Bechyně. The measured values of odorous concentration on the selected farm called U lesa range from 59 to 256 ouE . m<sup>-3</sup> and production specific emission of odorous substances range from 0,02 to 0,39 ouE . ks . s<sup>-1</sup>. Values of the production specific emission of odorous substances in the reference document BREF are given in the range 0,032 - 0,7 ouE . ks . s<sup>-1</sup>. Values of the production specific emission of dust particles size PM<sub>10</sub> in the reference document BREF are given in the range 0,004 – 0,025 kg . ks<sup>-1</sup> . year<sup>-1</sup>. The measured average value of the production specific emission of dust particles size PM<sub>10</sub> in this thesis is 0,00168 kg . ks<sup>-1</sup> . year<sup>-1</sup> and for size PM<sub>2,5</sub> is 0,00213 kg . ks<sup>-1</sup> . year<sup>-1</sup>.

**Keywords:** livestock production, flying dust, odorous substances, welfare, emission

ÚVOD .....	11
1 Literární přehled.....	12
1.1 Polétavý prach .....	12
1.1.2 Částice velikosti PM <sub>10</sub> .....	12
1.1.3 Částice velikosti PM <sub>1,0</sub> – PM <sub>2,5</sub> .....	13
1.1.4 Částice velikosti PM <sub>2,5</sub> .....	13
1.1.5 Účinky polétavého prachu na lidský organismus.....	13
1.1.6 Prašnost na pracovišti.....	15
1.1.7 Účinky polétavého prachu na zvířata .....	16
1.2 Pachové látky .....	17
1.2.1 Působení pachu na lidský organismus .....	18
1.3 Složení vzduchu .....	18
1.3.1 Dusík .....	19
1.3.2 Kyslík .....	19
1.3.3 Oxid uhličitý .....	20
1.3.4 Látky znečišťující vzduch .....	21
1.3.4.1 Amoniak NH <sub>3</sub> .....	21
1.3.4.2 Sirovodík H <sub>2</sub> S .....	22
1.3.4.3 Oxid dusný N <sub>2</sub> O .....	23
1.3.4.4 Metan CH <sub>4</sub> .....	24
1.4 Drůbež .....	25
1.4.1 Kur domácí.....	26
1.4.2 Masná užitkovost drůbeže.....	26
1.4.3 Slepice masného typu.....	29
1.4.4 Hybridní kombinace kuřat k produkci masa .....	31
1.5 Požadavky na chov kuřat chovaných na maso - Vyhláška č. 208/2004 Sb. ....	33
1.6 Welfare zvířat .....	35
1.7 Proudění vzduchu .....	37
1.7.1 Fyziologický význam proudění vzduchu .....	37
1.7.2 měření proudění vzduchu ve stáji .....	38
1.7.2.1 Měření směru proudění vzduchu.....	38
1.7.2.2 Měření rychlosti proudění vzduchu .....	39
1.7.3 Ventilace stáji.....	40

1.7.4	Přirozené větrání stájí.....	41
1.7.5	Nucené větrání stájí.....	42
1.7.5.1	Podtlakové nucené větrání .....	43
1.7.5.2	Přetlakové nucené větrání .....	43
1.7.5.3	Rovnotlaké nucené větrání.....	44
1.7.6	Vytápění stájí .....	45
1.7.6.1	Přímé vytápění stájí.....	45
1.7.6.2	Nepřímé vytápění stájí .....	46
1.8	Technologie chovu drůbeže .....	47
1.8.1	Podlahové systémy chovu nosnic .....	47
1.8.2	Voliérové systémy chovu nosnic .....	47
1.8.3	Klecový chov slepic .....	48
1.8.4	Technologie chovu slepic masného typu .....	50
1.8.5	Chov slepic masného typu na podestýlce.....	50
1.7.6	Chov slepic masného typu v klecích.....	51
1.8.7	Výkrm kuřat masného typu.....	51
1.8.8	Světlo a světelný režim v hale.....	52
1.8.9	Teplota při výkrmu kuřat .....	54
1.9	Relativní vlhkost při výkrmu kuřat .....	55
2.0	Podestýlka v hale.....	56
2.1	Napájení drůbeže.....	58
2.2	Krmení drůbeže .....	60
2.2.1	Řetězová krmítka .....	61
2.2.2	Misková krmítka .....	61
3.	Cíl práce .....	63
4.	Metodika .....	64
4.1.	Obecné požadavky pro měření.....	64
4.1.2	Klimatické podmínky pro měření .....	65
4.2	Použité měřicí přístroje .....	65
4.2.1	Přístroj DUST TRAK II.....	65
4.2.2	Měřicí přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1 .....	69
4.2.3	Anemometr.....	71
4.2.4	Olfaktometr T08-8 .....	72

4.3 Místo měření a odběrů vzorků .....	72
4.3.1 Technologie krmení v halách .....	74
4.3.2 Technologie napájení v halách.....	74
4.3.3 Technologie osvětlení v halách.....	75
4.3.4 Technologie ventilace v halách.....	75
4.3.5 Technologie chovu kuřat v halách .....	76
4.4 Metodika odběru vzorků emisí pachových látek .....	77
4.5 Měření a vyhodnocování koncentrace emisí pachových látek.....	79
4.6 Potřebné vzorce pro výpočet koncentrace pachových látek .....	82
4.6.1 Výpočet průměrné koncentrace pachových látek .....	82
4.6.2 Výpočet odtahu vzduchu z haly .....	83
4.6.3 Výpočet emisního toku pachových látek .....	83
4.6.4 Výpočet výrobní měrné emise pachových látek .....	83
4.7 Výpočet výrobní měrné emise prachových částic.....	84
4.8 Výpočet emisního toku prachových látek .....	84
4.9 Výpočet množství vyprodukovaných prachových emisí za rok .....	84
5 Výsledky měření .....	85
6 Diskuse.....	90
7 Závěr .....	91
8 Seznam použité literatury.....	92
9 Seznam obrázků .....	96
10 Seznam tabulek .....	98



## ÚVOD

K základním ekologickým problémům, které ovlivňují zdraví a životy lidí a také zvířat, patří nečistoty v ovzduší, které se v něm neustále vyskytují. Množství nečistot a škodlivin, které se v ovzduší nalézají, má na svědomí především člověk a jeho činnosti, které zejména v průběhu 20. stol. velmi ovlivnily kvalitu ovzduší.

Látky a jejich zvýšená přítomnost v ovzduší může značně ovlivňovat životní prostředí, životy lidí a zvířat, které jsou pro člověka důležitým zdrojem obživy. Mezi škodlivé látky patří především chlorovodíky, oxidy síry a dusíku, fluór, chlór a další (např. neviditelné a o to možná více nebezpečné radioaktivní částice). Hrozbu představují také freony, které poškozují ozónovou vrstvu.

Velmi vysoký výskyt znečišťujících látek v ovzduší je nejčastěji způsoben spalovacími tepelnými elektrárnami, které spalují uhlí, ropné produkty, plyn. Další podstatný vliv na znečištění ovzduší má také v neposlední řadě velmi rozšířená letecká a automobilová doprava. Dalším velkým producentem těchto škodlivých a pachových látek jsou zemědělské provozy a to zejména intenzivní chovy zvířat, ve kterých dochází k přepravě velikých objemů zemědělských komodit a ostatních materiálů. A to celé přispívá k většímu výskytu již zmíněných pachových látek v ovzduší.

Mezi nejčastější důsledky špatné kvality ovzduší patří různá onemocnění (např. nemoci dýchací soustavy, nemoci způsobené zvětšováním ozónové díry atd.) a dále kyselá deště, které mají značně negativní vliv na vodní plochy a lesní porosty.

# 1 Literární přehled

## 1.1 Polétavý prach

Polétavý prach (PM z anglického názvu "particulate matter") je pojem pro mikročástice o velikosti v řádech několika mikrometrů ( $\mu\text{m}$ ). Částice se specificky označují podle velikosti – například  $\text{PM}_{10}$  označuje polétavý prach o velikosti 10 mikrometrů. Běžné označení velikosti prachových částic jsou  $\text{PM}_{10}$ ,  $\text{PM}_{2,5}$  a  $\text{PM}_{1,0}$ . [27]

Čím menší velikost prachové částice mají, tím déle mohou poletovat v ovzduší. Například částice o velikosti  $\text{PM}_{10}$  se udrží ve vzduchu jen několik hodin oproti tomu částice velikosti  $\text{PM}_{1,0}$  se mohou vznášet ve vzduchu i několik týdnů, nebo dokud nejsou spláchnuty deštěm. V České republice platí zákon č. 201/2012 SB o ochraně ovzduší. Pro polétavý prach velikosti  $\text{PM}_{10}$  platí dvacetičtyřhodinový limit  $50 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$ , který smí být za rok překročen pouze 35 x. Další limit pro množství polétavého prachu stanovuje koncentraci po celý rok na  $40 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$ . I přes tyto limity je množství polétavého prachu překročeno až na jedné třetině území České republiky [28].

Polétavý prach se vyskytuje v každém prostředí na zemském povrchu. Polétavý prach lze definovat jako soubor hmotných částic různého tvaru, objemu, rozměru, chemického složení, hustoty, nebo jeho struktury včetně různých vláken. Podle působení částic polétavého prachu na lidský organismus je lze rozdělit na toxický prach a polétavý prach bez toxického účinku [31].

### 1.1.2. Částice velikosti $\text{PM}_{10}$

Tyto částice jsou nazývané jako hrubé a vyskytují se ve velikosti od 2,5 – 10 mikrometrů v průměru a mohou se dostat vdechnutím do plic a tak mohou způsobit závažné zdravotní problémy. V porovnání je jejich velikost menší než průměr jednoho lidského vlasu. Hlavním zdrojem těchto částic je prach rozvířený provozem vozidel na pozemních komunikacích [29].

### **1.1.3 Částice velikosti PM<sub>1,0</sub> – PM<sub>2,5</sub>**

Prachové částice od velikosti 1 až 2,5 mikrometru se nazývají jako jemné částice. Částice, které jsou menší, než 1 mikrometr se nazývají jako velmi jemné prachové částice. I když je množství těchto částic nejpočetnější celkem asi 90 % z jejich celkového počtu tak tyto částice přispívají jen malým procentem k jejich celkové hmotnosti [30].

### **1.1.4 Částice velikosti PM<sub>2,5</sub>**

Prachové částice PM<sub>2,5</sub> jsou jemné částice o maximální velikosti 2,5 mikrometru, nebo i menší. Tyto částice jsou viditelné pouze elektronovým mikroskopem. Zdrojem těchto částic jsou všechny typy spalování, provoz motorových vozidel, lesní požáry, zemědělské a průmyslové provozy [29].

### **1.1.5 Účinky polétavého prachu na lidský organismus**

Polétavý prach má na lidské zdraví velmi široký rozsah škodlivých účinků. Při hodnocení těchto účinků záleží zejména na jejich původu, vlastnostech a velikosti daných prachových částic. Významný vliv má také jejich koncentrace v ovzduší, délka a podmínky působení. Dalším důležitým faktorem je i individuální vnímavost člověka na dané prachové částice.

Vdechnuté prachové částice se usazují na určitém místě v dýchacím ústrojí lidského organismu. Místo, ve kterém se prachové částice usadí, záleží na velikosti vdechovaných částic. Částice, které jsou větší než 10 $\mu$ m jsou zachyceny v nose na chloupkách, nebo až na nosní sliznici. Tyto částice ve většině případů nezpůsobují zdravotní komplikace.

Prachové částice, které jsou menší než 10 $\mu$ m se usazují v průduškách a mohou způsobovat zdravotní problémy. Částice menší než 1 $\mu$ m se mohou dostat až do plicních sklípků, kde mohou způsobit vážnější zdravotní komplikace. Tyto částice

velmi často obsahují adsorbované karcinogenní sloučeniny, které poškozují plicní soustavu a mohou způsobovat chronickou bronchitidu, chronické plicní choroby a často bývají příčinou kardiovaskulárních onemocnění.

Průnik prachových částic do dýchací soustavy je závislý na rozměrech jednotlivých částic, tak jsou rozděleny podle velikostí a podle místa usazování takto:

- Usazení v nosních dutinách částice o velikosti 6 až 10  $\mu\text{m}$
- Usazení v hrtanu částice o velikosti 5 až 6  $\mu\text{m}$
- Usazení v průdušnici částice o velikosti 3 až 5  $\mu\text{m}$
- Usazení v průduškách částice o velikosti 2 až 3  $\mu\text{m}$
- Usazení v plicních sklípcích částice o velikosti menší než 1  $\mu\text{m}$

Pro snadnější představu jsou místa, ve kterých dochází k usazování prachových částic jednotlivých velikostí, jsou k vidění viz obrázek 1.

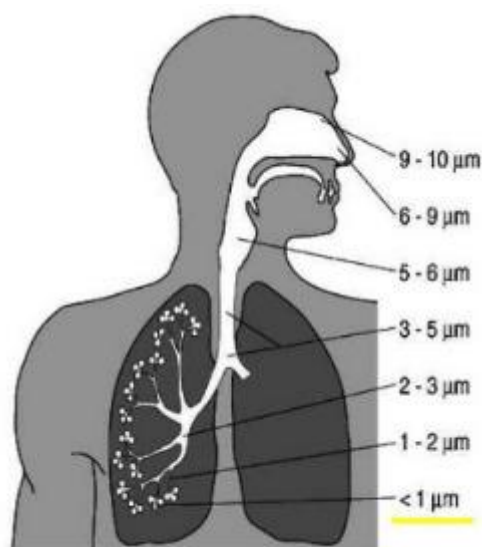


Figure 2 Particle deposition in respiratory system

**Obrázek 1** – místa usazování prachových částic v dýchací soustavě  
(zdroj: <https://www.spirion.cz/proc-cistit-vzduch.htm>)

Pro posouzení vlivu prašnosti na pracovní prostředí, se využívají termíny k jednotlivým frakcím polévatého prachu na vdechovatelná, torakální, a respirabilní

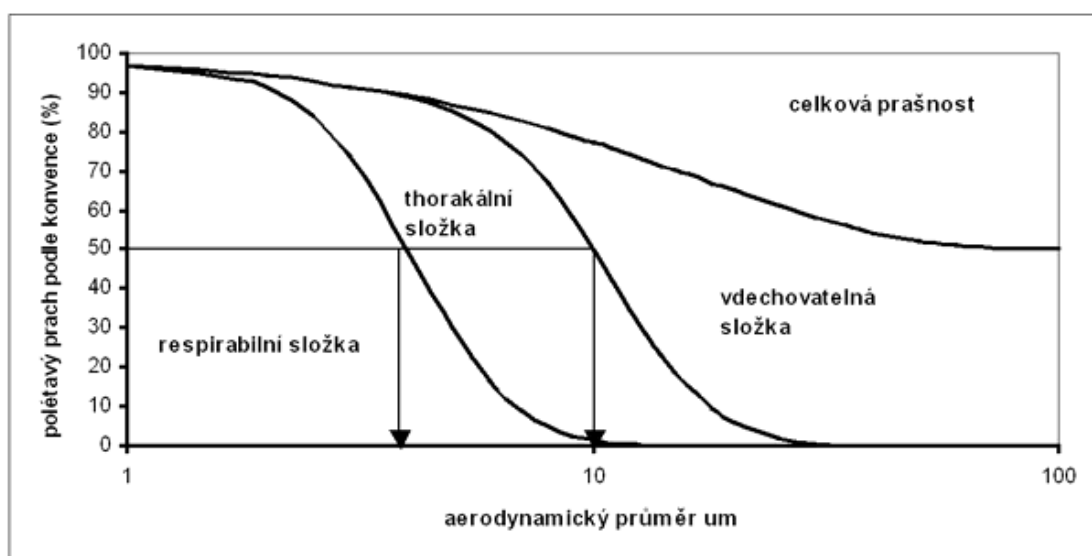
Za vdechovatelnou frakci se považuje hmotnostní vzorek částic, které jsou vdechnuty nosem, nebo ústy.

Respirabilní frakce jsou vdechované částice, které proniknou do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel. V této frakci je přibližně 50 % částic o velikosti 4  $\mu\text{m}$ .

V torakální frakci se nacházejí částice, které při vdechnutí pronikají až za hrtan. V této frakci je přibližně 50 % prachových částic o velikosti 10  $\mu\text{m}$  [31].

### 1.1.6 Prašnost na pracovišti

Při pracovních činnostech dochází k uvolňování polévatého prachu, a proto je nutné sledovat koncentrace prachu v pracovním prostředí a zavádět taková opatření aby nedocházelo k poškozování zdraví pracovníků. Taková opatření jsou obsažena v nařízení vlády č. 361/2007 Sb. Znečištění ovzduší polévatým prachem na pracovišti je vyjádřeno hmotnostní, nebo početní koncentrací aerosolu v objemové jednotce vzduchu. Pro posouzení prašnosti v pracovním prostředí se používají jednotlivé termíny k prachovým frakcím, které jsou vdechovatelná, kterou se rozumí celková prašnost, torakální a respirabilní frakce. Jednotlivé procentuální zastoupení frakcí z celkové prašnosti je zřejmé z obrázku 2 [11].



**Obrázek 2** – Procentuální zastoupení jednotlivých frakcí (zdroj: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>)

Přípustný expoziční limit polétavého prachu (PEL) je vážený průměr koncentrací plynů, prachových částic a aerosolů v ovzduší na pracovišti za pracovní dobu. Tomuto průměru může být zaměstnanec vystaven v osmihodinové, nebo kratší pracovní době, nebo při celoživotním zaměstnání aniž by byl vystaven nebezpečí poškození jeho zdraví, nebo pracovních schopností.

Pro stanovení úrovně prašnosti na pracovišti je využíváno gravimetrické metody a hmotnostní koncentrace vyjádřené v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Při stanovení prašnosti u vláknitých prachů je využíváno početní metody, ve které je zjišťován počet vláken na jednotku objemu [31].

### 1.1.7 Účinky polétavého prachu na zvířata

Ve stáji tak i v jejím okolí je ovzduší znečištěno částicemi polétavého prachu. Tyto částice se od sebe liší složením, velikostí a celkovým množstvím v jednotce vzdušného objemu. Polétavý prach ve stájích představuje významnou zátěž pro chovaná zvířata. Zátěž je dána koncentrací prachových částic ve stájovém prostoru. Částice polétavého prachu jsou významnými nosiči nežádoucích mikroorganismů, bakteriálních endotoxinů různých prachových látek a amoniaku.

Mezi hlavní zdroje částic polétavého prachu ve stáji patří suché krmné směsy. Množství prachu uvolněného z těchto směsí se odhaduje na 0,1% z celkového množství krmiva. K uvolňování prachu z krmiv dochází především při manipulaci s nimi, například při plnění zásobníků. Přibližně 50 % těchto částic se vlivem vlhkosti usazuje uvnitř stáje a jsou odstraněny společně s chlévskou mrvou, močůvkou, kejdou, nebo trusem. Zbytek těchto prachových částic za pomoci proudění vzduchu uniká do ovzduší. Největší koncentrace prachových částic bývá naměřena v chovech drůbeže.

Uvnitř stáji se vyskytují prachové částice zejména organického původu a to až z 90 %. Největší podíl zaujímají částice rostlinného a živočišného původu s minimálním obsahem anorganického prachu. Tyto částice jsou obvykle tvořeny rostlinnými součástmi, mikroorganismy hub a bakterií, částmi hmyzu, roztoči a různými alergeny, které mají podstatný vliv na zdraví chovaných zvířat.

Agresivita prachových částic v prostorách stáje je zapříčiněna dráždivými účinky na sliznice dýchací soustavy chovaných zvířat. Působením prachových částic může docházet také k poškození očních spojivek a kůže.

Přítomností polévatého prachu v stáji je také ovlivněna vlhkost vzduchu a snižování intenzity slunečního světla a zhoršení osvětlení uvnitř objektu.

Opětovné zvíření částic polévatého prachu je závislá na provozu ve stáji, technologií ustájení, pohybem a množstvím chovaných zvířat a činností větracích zařízení ve stáji. Maximální obsah polévatého prachu, který je přípustný v prostorách stáje je považována hranice 6 až 10 mg . m<sup>-3</sup> [31].

## 1.2 Pachové látky

Jako pachové látky lze definovat látky, které mohou u lidí a zvířat vyvolávat pachový vjem. Ve většině případů se jedná o plynné látky, nebo páchnoucí aerosoly. Na snížení pachových látek se stále častěji v intenzivních chovech zvířat používají různé nástroje, jako mohou být aditiva do vody a krmiv, biologické filtry, nebo biologická pračka vzduchu.

Vlastnosti pachových látek a aerosolů jsou vyjadřovány podle koncentrace, intenzity, charakteru a hedonického tónu.

Intenzita pachových látek se udává jako subjektivní vjem vnímaný člověkem různých stupňů od velmi slabého až nesnesitelného. Intenzita zápachu na její koncentraci je vystižena logaritmickou funkcí, která říká že: „stonásobné překročení emisního limitu nevyvolá při přímém vdechnutí stonásobný vjem, ale jen vjem několikanásobný“.

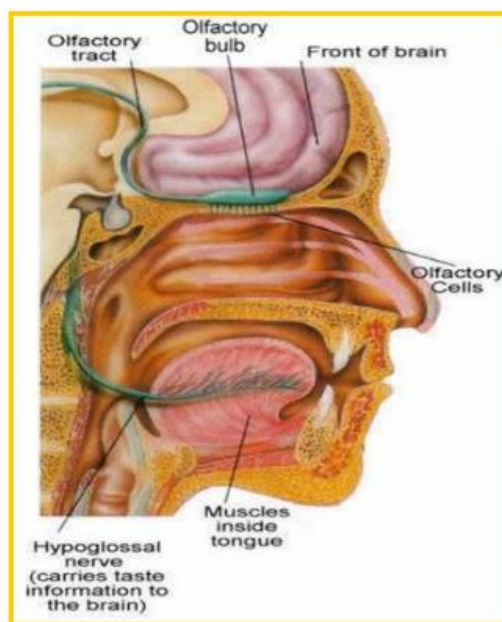
Charakter pachových látek vyjadřuje pocit osoby, která je pachu vystavena a je schopna ho definovat například pach hnoje, dobytka.

Za pomoci hedonického tónu může osoba, která je pachu vystavena určit zda je pach příjemný, nebo nepříjemný. Hedonický tón se může vlivem intenzity pachu měnit od příjemného až k nepříjemnému [33].

### 1.2.1 Působení pachu na lidský organismus

Vnímání pachových látek je velmi odlišné u každého jedince a každý ho vnímá jinak například 50 pachových jednotek  $\text{OUe} \cdot \text{m}^{-3}$  může určitému jedinci připadat jako nesnesitelný zápach a druhému jako zápach přijatelný. Také místo šíření pachových látek hraje určitou roli, protože stejný počet pachových jednotek z velkochovu drůbeže, nebo prasat se nedá porovnávat s pachovými látkami pocházejícími z výroby pečiva.

Přímý zdravotní dopad na zdraví člověka vlivem působení pachových látek nebyl prokázán, ale zdravotní rizika s nimi spojená jsou vnímána spíše jako stresové faktory. Jednotlivé pachové látky jsou rozpoznávány čichovými nervy a v jiných místech dýchací soustavy viz obrázek 3, které v podobě chloupků vybíhají do nosní dutiny, kde vstřebávají a analyzují jednotlivé molekuly vdechnutého vzduchu.



**Obrázek 3** místa vnímání pachových látek (zdroj:

[http://www.khsova.cz/docs/01\\_aktuality/files/pach\\_2011.pdf](http://www.khsova.cz/docs/01_aktuality/files/pach_2011.pdf))

### 1.3 Složení vzduchu

Vzduch je směs plyných látek tvořících atmosféru. Mezi tyto plyné látky v největší míře patří dusík, kyslík a ostatní látky jako oxid uhličitý, vzácné



plyny, vodní páru a v neposlední řadě také již zmíněné částice polétavého prachu, mikroskopické krystalky soli, nejrůznější mikroorganismy a také plísňe. Na obrázku 4 lze vidět procentuální podíl jednotlivých složek suchého čistého vzduchu ve spodních vrstvách atmosféry, tedy do přibližné výšky 20 km.

plynná složka	chemická značka	obsah složky dle		$M_m$	$\rho_o$	$t_k$	$\rho_k$
		objemu	hmotnosti				
		%	%				
dusík	N <sub>2</sub>	78,09	75,5	28,016	1,251	-147	3,393
kyslík	O <sub>2</sub>	20,95	23,17	32,000	1,428	-118,8	4,903
argon	Ar	0,93	1,286	39,944	1,783	-122	4,766
oxid uhličitý	CO <sub>2</sub>	0,03	0,043	44,010	1,964	+31,1	7,384
neon	Ne	1,8·10 <sup>-3</sup>	1,2·10 <sup>-3</sup>	20,183	0,901	-228,7	2,726
helium	He	5,24·10 <sup>-5</sup>	7,0·10 <sup>-5</sup>	4,003	0,179	-267,9	0,228
krypton	Kr	1,0·10 <sup>-4</sup>	3·10 <sup>-4</sup>	83,80	3,741	-63,8	5,501
vodík	H <sub>2</sub>	5,0·10 <sup>-5</sup>		2,016	0,090	-239,9	1,294
xenon	Xe	8,0·10 <sup>-6</sup>	4,0·10 <sup>-4</sup>	131,3	5,862	+16,6	5,874
ozon	O <sub>3</sub>	1,0·10 <sup>-6</sup>		48,000	2,143	-	-
vzduch	-	100	100	28,97	1,293	-140,7	3,766

**Obrázek 4** – Procentuální podíl jednotlivých složek suchého čistého vzduchu (zdroj: <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/74-slozeni-atmosferickeho-vzduchu>)

### 1.3.1 Dusík

Dusík patří do skupiny málo reaktivních plynů bez chuti, barvy nebo zápachu a ve vzduchu zaujímá největší podíl mezi ostatními plyny, protože jeho objem z celkového objemu vzduchu činí 78%. Díky jeho nízké reaktivnosti s okolním prostředím se v průmyslu využívá jako inertní atmosféra [39].

### 1.3.2 Kyslík

Kyslík je svým výskytem nejrozšířenějším prvkem na zemském povrchu a ve složení vzduchu zaujímá objem 21 %. Běžně se kyslík se v atmosféře vyskytuje v dvouatomové a tříatomové formě molekul. Stejně jako dusík tak i kyslík

patří do skupiny bezbarvých plynů bez jakékoli chuti a zápachu, ale na rozdíl od dusíku je kyslík vysoce reaktivní. Pro jeho reaktivnost se kyslík ve většině případů slučuje s ostatními prvky a poté vznikají oxidy těchto prvků jako například oxid uhličitý, oxid dusičitý a oxid vápenatý [40].

### 1.3.3. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý stejně jako kyslík nebo dusík patří do skupiny plynů bez barvy, chuti nebo zápachu. Ve složení vzduchu je obsažen pouze 0,03 % objemu vzduchu a je výrazně těžší než vzduch a pro tuto vlastnost má dusivé účinky. Další jeho chemickou vlastností je rozpustnost ve vodě. Jelikož jeho objem v atmosféře neustále stoupá, tak velmi výrazně napomáhá k vytváření skleníkového efektu a proto také může být společně s ostatními plyny označován jako plyny skleníkové [39].

Tento plyn ve stájovém prostředí vzniká dýcháním chovaných zvířat a mikrobiálním rozkladem organických látek ve stáji a to zejména rozkladem trusu a zbytky peří. Jako přípustná hladina koncentrace oxidu uhličitého se v ovzduší stájí, ve kterých jsou chována kuřata, se pohybuje v úzkém rozmezí od 0,25 – 0,5 %. Při vyšších koncentracích oxidu uhličitého ve stájích tj. přibližně 1 % dojde u chované drůbeže ke zrychlení dechu a také ke změně pH krve zvířat. Tím také dochází ke snížení příjmu krmiva což má za následek snížení užitkovosti chovaných zvířat a zvýšení spotřeby vody [25].

V ovzduší stájového prostředí bývá oxidu uhličitého zpravidla až desetkrát více než v atmosférickém vzduchu mimo stájový objekt. I když dojde v prostorech stáje k dosažení maximální koncentrace popsané výše, není pro chovaná zvířata toxický, ale může docházet k již zmíněným zdravotním problémům. Proto je také oxid uhličitý důležitým signalizátorem správné činnosti větrání stáje a úrovně zoohygieny.

Při zhoršených podmínkách zoohygieny ve stáji a při nedostatečném větrání stájových prostor dochází k rychlému růstu koncentrace oxidu uhličitého. Při překročení koncentrace v ovzduší stáje nad 25 obj. % celkového objemu vzduchu ve stáji již dochází k udušení chovaných zvířat. Zvýšená hladina koncentrace oxidu uhličitého v prostorách stáje bývá doprovázena vysokými koncentracemi ostatních

stájových plynů, jako jsou oxid dusný, čpavek, sirovodík, metan, tak jako zvýšenou vlhkostí, anebo mikrobiálním znečištěním stájového vzduchu [31].

### **1.3.4 Látky znečišťující vzduch**

Mezi látky, které nejvýznamněji znečišťují vzduch ve stájích, kde probíhá chov a výkrm zvířat je amoniak též nazývaný jako čpavek  $\text{NH}_3$ , oxid uhličitý, oxid uhelnatý, oxid dusný, metan, částice polévatého prachu, sirovodík a přebytečné vodní páry, které vznikají přítomností chovaných zvířat ve stáji. Tyto ovzduší kontaminující látky mají významný vliv na zdravotní vliv zvířat a to zejména vliv na dýchací ústrojí, u kterého dochází přítomností těchto látek ke snížení účinnosti dýchacích cest zvířete. Velkou roli tyto látky mají také na sníženou užitkovost chovaných brojlerových kuřat.

Časté vystavování těmto kontaminujícím látkám a vlhkému stájovému prostředí může mít za následky vyvolání řady nemocí dýchacího ústrojí zvířete. Mezi nejčastější onemocnění důsledkem vystavování těmto látkám jsou například edémová choroba a chronická nemoc dýchacího ústrojí. Takovéto znečišťující látky j výrazně ovlivňují regulaci teploty ve stáji a také přispívají ke snížení kvality podestýlky ve stájovém prostoru [41].

Nejvýznamnější vliv z těchto látek na užitkovost chovaných brojlerových kuřat má oxid uhličitý, který snižuje schopnost dýchání, čpavek a sirovodík. Tyto vyjmenované látky ve stájovém prostředí vznikají u drůbeže látkovou výměnou metabolismu a probíhajícími rozkladnými procesy v trusu zvířat [3].

#### **1.3.4.1 Amoniak $\text{NH}_3$**

Tento čichem velmi výrazný plyn vzniká rozkladem podestýlky a proteinu trusu v ní obsažených. Jeho uvolňování je závislé především na vlhkosti podestýlky, teplotě uvnitř stáji a počtu chovaných zvířat. Ke zvyšování jeho koncentrace ve stáji dochází při zvýšených teplotách a vlhké podestýlce. Při nízkých teplotách a vysoké vzdušné vlhkosti ve stájích naopak dochází ke snižování jeho tvorby. Amoniak má

negativní účinky na organismus chovaných zvířat a lidí, protože jeho přítomnost zapříčiňuje zvyšování pH krve, zrychluje dýchání a může způsobovat podráždění očních a nosních sliznic nebo jejich poleptání a je resorbován v plicích [41].

Amoniak je svými vlastnostmi toxický a při výskytu vyšších koncentrací ve stájích negativními projevy narušuje pohodu chovaných zvířat což má za následek ovlivnění příjmu a využití potravy a zhoršení zdravotního stavu zvířat. Přítomnost amoniaku ve stájových objektech lze využít jako ukazatel stavu hygieny stájového prostředí. Maximální koncentrace amoniaku a sirovodíku ve stájích s chovanými zvířaty jsou vidět v tabulce 1.

**Tabulka 1 Maximální přípustné hodnoty koncentrací amoniaku a sirovodíku**

plyn	obj,%	ppm	mg.m <sup>-3</sup>
NH <sub>3</sub>	0,0025	2 500	0,0183
H <sub>2</sub> S	0,001	10	0,0141

(zdroj:GÁLIK a kolektiv 2015)

Přítomnost amoniaku při vysokých koncentracích od 0,1 – 0,15 obj. % dochází k vyvolávání zvracení. Proto je velice důležité pro udržení přípustné koncentrace v ovzduší stáje dodržování pravidelného odklizu výkalů, popřípadě zajištění rychlého odtoku močůvky ze stáje [31].

#### 1.3.4.2 Sirovodík H<sub>2</sub>S

Tento plyn se ve stájích, ve kterých se chovají zvířata, vyskytuje ve vysokých koncentracích pouze při nedodržování hygienických podmínek. A ze všech plynů, které se vyskytují v objektech stájí, je nejjedovatější a velmi toxický. Již při dosažení koncentrace 0,2 mg . l<sup>-1</sup> může dojít k celkové otravě organismu chovaných zvířat, proto je ve stájovém prostředí přípustná koncentrace tohoto plynu okolo 0,001 % [25].

Vznik sirovodíku ve stáji je způsoben anaerobním rozkladem organických látek, mezi které patří bílkoviny se sirnými aminokyselinami. Z tohoto důvodu je sirovodík i v malých koncentracích ve stájovém prostředí velmi výrazně cítit po zkažených vejcích. Pro vznik tohoto plynu v ovzduší stáji jsou nejvíce nebezpečné stájové technologie, ve kterých dochází k podroštovému skladování tekutých a tuhých výkalů, kdy právě v tuhé složce výkalů vzniká sirovodík. Přitom k uvolňování sirovodíku do ovzduší stáje nejčastěji dochází při odstraňování těchto výkalů.

Sirovodík se do organismu chovaných zvířat a lidí dostává dýchacím ústrojím, kdy u zvířat po nadýchání má za následek snížení příjmu potravy a celkového zhoršení zdravotního stavu, kdy může docházet ke zrychlení srdeční činnosti, vyvolávání zvracení, možnému otoku plic a následnému udušení nebo k ochrnutí kardiovaskulárního systému zvířete a následné smrti. U dlouhodobého účinku sirovodíku stejně jako u amoniaku na chovaná zvířata se projevuje zejména přípravou pro jiná infekční onemocnění zvířete.

Asi nejvíce nebezpečná vlastnost sirovodíku je jeho kumulativní charakter, kdy při vdechování jeho nízkých koncentrací dochází k jeho zadržování v organismu a tak dochází k chronickým otravám chovaných zvířat. Středně smrtelná koncentrace sirovodíku ve stájovém prostředí je závislá na velikosti, hmotnosti a stáří chovaných zvířat a pohybuje se v rozmezí od 0,05 – 0,1 obj. % [31].

### **1.3.4.3 Oxid dusný N<sub>2</sub>O**

Oxid dusný též často nazývaný jako rajský plyn nebo azooxid je bezbarvý a nehořlavý plyn, který vyniká příjemnou vůní a nasládlou chutí. Tento plyn společně s ostatními plyny patří do skupiny takzvaných skleníkových plynů, které negativně působí na ozónovou vrstvu. Celková produkce oxidu dusného je odhadována na 1,5 milionu tun za rok, přičemž 40% objemu tohoto plynu je přisuzováno produkci živočišné výroby. I přes relativně velký objem tohoto plynu v ovzduší není pro koncentraci stanoven žádný limit.

Vznik oxidu dusného je zapříčiněn mikrobiální činností v půdě ze zdrojů dusíku přes fázi amonia, kdy na jeho vznik má vliv typ půdy, obsah vody v půdě a její teplota. Chovaná hospodářská zvířata sama od sebe neprodukují oxid dusný, ale ve vyprodukované moči a hnoji se dusík vyskytuje v několika různých sloučeninách.

V moči některých hospodářských zvířat jako je skot či prasata se dusík vyskytuje ve formě močoviny a u chované drůbeže se vyskytuje ve formě kyseliny močové. Pro vznik oxidu dusného je souvislost mezi dusíkem a celkovým množstvím tohoto plynu, kdy vyloučená močovina je štěpena za přítomnosti enzymu ureázy na amonium a oxid uhličitý [31].

#### **1.3.4.4 Metan CH<sub>4</sub>**

Metan patří svými vlastnostmi mezi biologické bezbarvé plyny bez zápachu, které jsou lehčí než vzduch. Vznik metanu je zapříčiněn konverzí určitých živin na mikrobiální úrovni v podmínkách bez přístupu vzduchu jako například skladovací jímky nebo trávicí ústrojí přežvýkavců. Množství tohoto plynu, které je vyprodukováno zvířaty, které nepřežvykují je velmi nižší než u přežvýkavců a to například u koní nižší přibližně o jednu třetinu a u prasat méně než 10 % z celkového množství vyprodukovaného přežvýkavci.

Roční produkce metanu se podle odhadů pohybuje okolo 260 milionu tun, přičemž, přibližně 86 milionu tun je vyprodukováno mikrobiální činností trávicího ústrojí chovaných hospodářských zvířat a to zejména přežvýkavci.

Ve stájových objektech, ve kterých jsou chována hospodářská zvířata není maximální hladina koncentrace metanu nijak stanovena, ale vyšší koncentrace metanu ve stájových objektech zapříčiňují úbytek kyslíku což se může výrazně projevit na zhoršení fyzického a psychického stavu chovaných hospodářských zvířat.

Pro snižování koncentrace metanu ve stájových objektech lze kromě běžných způsobů využívat i způsoby jiné jako je správná výživa zvířat, při které lze využít následující opatření.

- Poskytování proteinů a aminokyselin podle potřeb daných hospodářských zvířat zejména přežvýkavců
- Pro zvířata, která nepřežvykují doplňovat jejich krmnou dávku aminokyselinami.
- Zabránění příliš vysokého množství dusíku v krmné dávce hospodářských zvířat

Asi jako hlavní předpoklad pro snížení tvorby metanu do ovzduší z živočišné výroby je co možná nejpřesnější dodržování požadavků chovaných hospodářských zvířat na energii a živiny obsažené v jejich krmné dávce. V krmné dávce je také velice důležité zabránění nadbytku některých živin jako například proteinu a fosforu.[31]

#### 1.4 Drůbež

Pod pojmem drůbež si lze představit početnou skupinu domestikovaného ptactva. Drůbež zahrnuje zdomácnělé ptactvo, které je hospodářsky či jinak využitelné. Zootechnické dělení drůbeže je do několika kategorií a lze ji tedy rozlišit na:

- Drůbež hrabavá – do této kategorie patří kur domácí
- Drůbež kráčivá – do této kategorie patří krůta, perlička
- Drůbež vodní – do této kategorie patří kachna, husa
- Drůbež běhavá – do této kategorie patří pštros [9]

U drůbeže rozeznáváme přes 200 plemen kura domácího. Podle jejich primárního určení jsou rozeznávána základní plemena drůbeže a to: nosná, masná, kombinovaná, zdrobnělá a okrasná [36].

### 1.4.1 Kur domácí

Za předka kura domácího je považován kur bankivský. Některé nálezy naznačují, že ke zdomácnění kura bankivského došlo přibližně 3 200 až 2 000 let př. n. l. Často se jako předci kura domácího také uvádějí kur cejlonský, kur Sonneratův a kur džunglový. Z počátku kur domácí sloužil k náboženským a rituálním účelům [35].

Ke zdomácnění kura také vedla jeho přirozená agresivita, kterou se především vyznačovali kohouti. Tak se kur domácí začal využívat k zápasům a tím došlo k jeho rozšíření z Asie do dalších zemí. Kohoutí zápasy jsou dnes ve většině zemí zakázány kromě Bali, Filipín a některých zemí Střední Ameriky [7].

### 1.4.2 Masná užitkovost drůbeže

Jako hlavní produkční vlastnosti u drůbeže je považována produkce masa a vajec z hledisek ekonomických tak i biologických. Drůbež vyniká vysokou reprodukční schopností, intenzitou růstu a rentabilitou chovu [18].

Mezi základní druhy potravin pro lidskou výživu neodmyslitelně patří drůbeží maso. Za velkou výhodu drůbežního masa je považována nízká energetická hodnota, kterou obsahuje. Proto se drůbeží maso řadí mezi potraviny, které jsou vhodné pro dodržování racionální výživy. Drůbeží maso obsahuje přibližně 17 až 25 % bílkovin a obsahuje velké množství esenciálních aminokyselin. Obsah tuku v drůbežím masu je velice nízký a to:

- Kuřata 5 – 7 %
- Perličky, křepelky, bažanti 2 – 3 %
- Pižmové kachny 3 – 5 %
- Krůty 3 – 8 %
- Husy 11 – 30 %

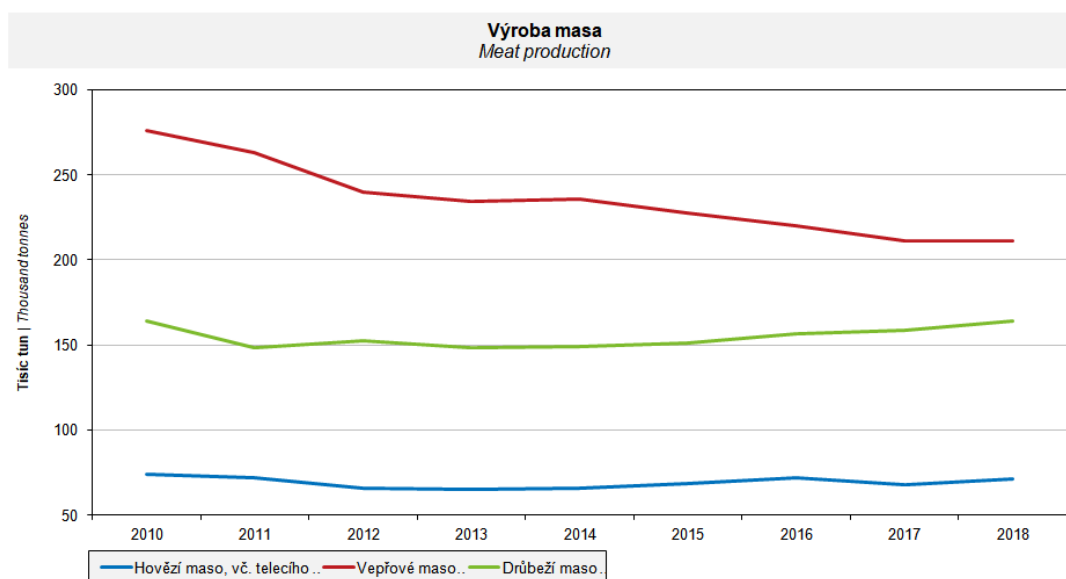
Tuk běžně konzumované drůbeže obsahuje vyšší obsah nenasycených mastných kyselin, které jsou pro lidský organismus lehce stravitelné [10].



Doba výkrmu drůbeže je velmi krátká, a oproti masu jiných hospodářských zvířat se v drůbežím masu ukládá méně škodlivých látek. Drůbeží maso také obsahuje nízký obsah pojivových látek, a proto je vhodné pro rychlé kuchyňské úpravy. Veliký význam pro konzumaci drůbežního masa je fakt, že na rozdíl od některých druhů masa jako je například vepřové, nebo hovězí není konzumace drůbežního masa zakázána v některých náboženstvích. Z poraženého a jatečně upraveného těla veškeré drůbeže je nežádanějším druhem prsní svalovina, která vyniká výbornou dietetickou hodnotou a je vhodná k mnoha různým kuchyňským úpravám. Oproti tomu stehenní svalovina obsahuje méně bílkovin a přibližně 3 až 4krát více tuku ve srovnání s prsní svalovinou. Ve stehenní svalovině je také méně příznivý poměr n-6/n-3 PUFA, který udává poměr mezi omega-6 a omega-3 mastných kyselin [21].

V České republice se produkce drůbežního masa v roce 2007 snížila přibližně o 5,3 % a tím produkce drůbežního masa v České republice klesla na úroveň roku 99 – 2000. Takovéto snížení produkce způsobila nižší poptávka na trhu a také růst cen obilovin a s tím související růst nákladů na výkrm drůbeže. [10].

Celková produkce drůbežního masa v porovnání s jinými druhy mas je znázorněna na obrázku 5 v produkci tisíce tun od roku 2010 až do roku 2018.



**Obrázek 5** – Produkce drůbežního masa v ČR v tis. tun (zdroj: <https://www.czso.cz/csu/czso/cris/zemedelstvi-4-ctvrtleti-a-rok-2018>)

Ve světové produkci drůbežního masa se na předních místech drží USA, Čína, Brazílie a za nimi země Evropské unie, které od roku 2003 postupně navyšují svoji produkci. Celosvětovou a produkci drůbežního masa vybraných států od roku 2011 až 2016 lze vidět na obrázku 6 [10].

Země	2011	2012	2013	2014	2015*	2016**	2015*/2014	2016**/2015*
USA	16 694	16 621	16 976	17 306	17 971	18 443	3,8%	2,6%
Brazílie	12 863	12 645	12 308	12 692	13 146	13 565	3,6%	3,2%
Čína	13 200	13 700	13 350	13 000	13 400	12 700	3,1%	-5,2%
EU	9 320	9 565	9 910	10 280	10 620	10 760	3,3%	1,3%
Svět	81 159	83 534	84 588	86 700	88 712	89 655	2,3%	1,1%

Pramen: USDA-FAS, výpočet ÚZEI

Poznámka: rok 2015\* odhad, rok 2016\*\* předpověď

**Obrázek 6** – Produkce drůbežního masa vybraných zemí v tis. tun vybraných zemí (zdroj: <http://www.rakchk.cz/Situacni-a-vyhledova-zprava-Drubez-a-vejce.html>)

Celková spotřeba masa včetně ryb se v České republice pohybovala v roce 2006 celkem na 80,6 kg na obyvatele a z toho drůbeží maso v množství 25,9 kg. Od této doby se spotřeba masa příliš nezměnila, kdy v roce 2011 byla spotřeba masa na obyvatele 78,6 kg. Nejvíce konzumovaným mase v České republice je vepřové maso a jako druhé je maso drůbeží, kterého se zkonsumuje přibližně stejné množství jako v roce 2006. Například v roce 2015 se spotřeba drůbežního masa pohybovala okolo 26 kg na osobu za rok. Celkově lze ale říci, že spotřeba některých druhů mas od roku 1936 stále stoupá a jiných zase klesá. Historický vývoj spotřeby vybraných druhů mas lze vidět na obrázku 7 [26].

	1936	1960	1970	1980	1990	2000	2010	2011	2012	2013	2014	2015
<b>Maso celkem:</b>	<b>38,1</b>	<b>61,0</b>	<b>77,3</b>	<b>90,3</b>	<b>96,5</b>	<b>79,4</b>	<b>79,1</b>	<b>78,6</b>	<b>77,4</b>	<b>74,8</b>	<b>75,9</b>	<b>79,3</b>
hovězí	15,2	18,3	26,2	29,2	28,0	12,3	9,4	9,1	8,1	7,5	7,9	8,1
telecí	3,1	2,1	2,1	0,8	0,4	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
vepřové	14,6	32,4	36,5	44,9	50,0	40,9	41,6	42,1	41,3	40,3	40,7	42,9
skopové, kozí	0,7	0,7	0,5	0,3	0,6	0,3	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
drůbež	2,2	3,9	7,7	11,6	13,6	22,3	24,5	24,5	25,2	24,3	24,9	26,0
zvěřina	0,5	0,3	0,4	0,3	0,5	0,4	0,9	0,7	0,9	0,9	0,9	1,0
králíci			3,8	3,2	3,4	3,0	2,2	1,8	1,4	1,3	1,0	0,8
<b>Ryby</b>	<b>2,1</b>	<b>5,4</b>	<b>6,0</b>	<b>5,8</b>	<b>5,4</b>	<b>5,4</b>	<b>5,6</b>	<b>5,4</b>	<b>5,7</b>	<b>5,3</b>	<b>5,4</b>	<b>5,5</b>

**Obrázek 7** – Vývoj celkové spotřeby masa v ČR (kg) na jednoho obyvatele za rok ([http://eagri.cz/public/web/file/554570/Situacni\\_a\\_vyhledova\\_zprava\\_Veprave\\_mas\\_o\\_21017.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/554570/Situacni_a_vyhledova_zprava_Veprave_mas_o_21017.pdf))

### 1.4.3 Slepice masného typu

Jako hlavním účelem chovu slepic masného typu je považována produkce násadových vajec, ze kterých se poté líhnou brojlerová kuřata, která jsou po skončení jejich výkrmu určena k produkci masa pro lidskou spotřebu. Velmi důležitou vlastností kuřat brojlerového typu je schopnost dosáhnout vyšší živé hmotnosti. Další požadovanou vlastností je dosahování vysoké intenzity růstu, při dobrém osvalení prsní části a dolních končetin. Chov slepic masného typu vyžaduje odlišnou technologii chovu oproti chovu slepic s nosnou užitkovostí a to výrazně přispívá ke zvýšení nákladů na násadová vejce slepic masného typu. Tyto zvýšené náklady jsou hlavně zapříčiněny krátkým snáškovým cyklem a vyšší spotřebou krmiva oproti slepicím nosného typu.

Stejně jako u slepic nosného typu se i u slepic typu masného pro zvýšení užitkovosti využívá hybridních kombinací a tyto hybridy jsou 2 – 4liniový kříženci. Genetickým základem těchto hybridů jsou plemena plymutka bílá, která je v mateřské pozici a v pozici otcovské je plemeno kornýš bílý [18].

Slepice, které jsou chovány pro masnou užitkovost lze rozdělit na tradiční masná plemena, která obvykle pro dosažení jatečné hmotnosti potřebují 12 až 16 týdnů.

Mezi standardní plemena patří plemena dlouholetých tradičních plemen, která jsou uznaná American Poultry Association a jsou též známá jako pravá plemena.

Za komerční masná plemena jsou považováni hybridní brojleři, kteří byli vyšlechtěni zejména pro velmi rychlý růst a vysokou produkci prsní svaloviny a tyto brojleři nejsou schopni se přirozeně rozmnožovat. Komerční masná plemena dosahují jatečné hmotnosti za 6 – 8 týdnů a ve většině případů nedokážou žít déle než 20 týdnů. To je zapříčiněno jejich mohutným prsním svalstvem, které je spojeno s oběhovými a srdečními problémy.

Hybridní kornýšky, které jsou nazývány též brojleři, jsou v České republice nejrozšířenější HYBRO N, ROOSS 208, ROSS 308 a etc. A v USA se jedná o nejrozšířenější komerční masné plemeno.

Komerční standardní plemena slepic tvoří výběr z plemen APA a jsou často používanými plemeny v líhních a příliš se nehodí k výstavním účelům [11].

V České republice je pro produkci kuřecího masa nejvíce využíván dovážený chovný materiál Ross 208, ISA 220, Cobb 500 a pro výkrm kuřat do vyšších hmotností bývá využíván Ross 308 [18].

Tyto hybridy, kteří vznikli z již zmíněných plemen a velmi rychle zastínili ostatní plemena, která byla dosud využívána k produkci masa, protože se z nich stala velmi vhodná plemena určená pro chov na maso.

Kříženci kornýšky a plymutky a tím vzniklí brojleři se vyznačují rychlým růstem a nenáročností na velké prostory, protože nemají potřebu se volně pohybovat. Pro tuto vlastnost jsou velice oblíbení u chovatelů, kteří nedisponují příliš velkými prostory. Tyto kříženci však nedostatkem pohybu mívají zdravotní problémy, mezi které patří otlaky na prsou, nohou a voda v břiše. Tyto zdravotní problémy jsou velkým přínosem problémů v průmyslovém výkrmu, protože rychlost vývoje těla takovýchto hybridů je velká a vývoj imunitního systému brojlera se zpožďuje.

Ptáci, kteří jsou postiženi těmito onemocněními zejména pak ascitem (vodou v břiše) vykazují vyšší úmrtnost, především jsou-li stresováni nebo rychlými teplotními změnami.

Křížence kornýšky není vhodné pro jejich velmi rychlý růst chovat společně se standardními slepicemi, protože by mohlo dojít k jejich úhynu následky pošlapání.

Proto je možné držet společně kuřata do stáří přibližně 10 dnů a poté by měla být oddělena samostatně [36].

#### **1.4.4 Hybridní kombinace kuřat k produkci masa**

V intenzivních chovech drůbeže je v současné době pro produkci drůbežího masa využíváno hybridních kombinací slepic masného typu. Pro vyšlechtění takovýchto plemen se využívají plemena s výbornými užitkovými vlastnostmi. Tyto vlastnosti jsou využívány jako výchozí materiál k získávání vysoce výkonných hybridů. Takovéto hybridní kombinace jsou získávány za pomoci liniové plemenitby a meziliniového křížení.

Pro současnou produkci kuřecího masa ve velkochovech je využíváno několika hybridních kombinací kuřat, které svými vlastnostmi dosahují srovnatelné užitkovosti.

ROSS 308 – je tříliniová dvouplemenná hybridní kombinace, která byla vyšlechtěna firmou Aviagen Broiler Breeders. Tento hybrid je velmi vhodný pro těžší brojlerový výkrm. Na konci výkrmu, který trvá 42 dní, je živá hmotnost kohoutů 2,6 kg a hmotnost slepiček 2,2 kg. Na 1 kg přírůstku živé hmotnosti u této hybridní kombinace se spotřeba krmiva předpokládá od 1,70 až 1,85 kg. Takováto spotřeba krmiva je odvislá od celkové délky výkrmu.

ROSS 508 – tato hybridní kombinace byla stejně jako ROSS 308 vyšlechtěna firmou Aviagen Broiler Breeders. Tento hybrid byl vyšlechtěn pro výkrmy, při kterých je dosahováno vyšších hmotností. Po skončení doby výkrmu, která u této hybridní kombinace trvá 42 dní, by měli kohouti dosahovat živé hmotnosti 2,5 kg a slepičky hmotnosti 2,1 kg při spotřebě 1,70 kg krmiva na kilogram přírůstku. Pokud výkrm trvá déle tak ve stáří 70 dnů kohouti dosahují živé hmotnosti 4,95 kg a slepičky 3,7 kg při spotřebě 2,19 kg krmiva na kilogram přírůstku.

COOB 500 – tato hybridní kombinace byla vyšlechtěna firmou COOB – VANTRES jako univerzální materiál pro různé druhy výkrmů a různé podmínky prostředí. Po skončení výkrmu, který trvá přibližně 42 dní, by kohoutci měli dosahovat živé hmotnosti 2,6 kg a slepičky 2,2 kg. Spotřeba krmiva na kilogram

přírůstku při standardní délce výkrmu je 1,75 kg. Při výkrmu o délce 49 dní je uváděna hmotnost kohoutů 3,2 kg a hmotnost slepiček 2,5 kg při spotřebě krmiva na kilogram přírůstku živé hmotnosti 1,83 kg.

ISA 200 - je hybridní kombinací kuřat pro brojlerové způsoby výkrmu. Při výkrmu ve stáří 42 dní se uvádí u tohoto plemena u kohoutků živá hmotnost 2,4 kg a živá hmotnost u slepiček okolo 2,1 kg. Spotřeba krmiva u této hybridní kombinace na kilogram přírůstku činí 1,80 kg.

ISA 257 - je hybridní kombinací kuřat s nižší intenzitou růstu oproti jiným hybridním kombinacím kuřat. Kuřata této kombinace dosahují ve výkrmu při stáří 47 dní 1,8 kg bez rozdílu pohlaví a živá hmotnost se ve stáří 63 dní pohybuje okolo 2,5 kg. Tato hybridní kombinace kuřat, se oproti jiným kombinacím kuřat vyznačuje specifickými vlastnostmi masa jako je obsah tuku, šřavnatost, barva a s tím i související chuť.

Hybro G - je hybridní kombinací kuřat, které jsou určeny pro výkrmy kuřat na porcování. Kohouti této kombinace dosahují ve výkrmu při stáří 42 dní živé hmotnosti 2,6 kg a hmotnost slepiček se pohybuje okolo 2,2 kg při spotřebě krmiva na kilogram přírůstku živé hmotnosti 1,71 kg. Ve stáří 56 dní kohouti dosahují živé hmotnosti 3,4 kg při spotřebě 1,83 krmiva na kilogram přírůstku živé hmotnosti.

Hybro PG - je hybridní kombinací kuřat, která je určená pro výkrm na porcování. Při výkrmu je uváděna živá hmotnost koutů 2,7 kg ve stáří 42 dní a u slepiček živá hmotnost 2,3 kg při spotřebě krmiva na přírůstek kilogramu živé hmotnosti 1,72 kg. Při delším výkrmu se uvádí hmotnost u kohoutů 3,4 kg a u slepiček 2,7 kg při spotřebě krmiva na přírůstek kilogramu živé hmotnosti 1,83 kg [37].

## **1.5 Požadavky na chov kuřat chovaných na maso - Vyhláška č. 208/2004**

**Sb.**

Tato vyhláška určuje požadavky na chov, obsah záznamů o chovu a seznam vzorků, které jsou chovatelé povinni poskytovat. Podmínky, které jsou uvedeny v této vyhlášce, musí splňovat všechna hospodářství, která se zabývají chovem kuřat chovaných na maso.

(1) V chovech, které se zabývají chovem kuřat na maso, musí být napáječky umístěny tak, aby se minimalizovalo rozlití. Krmivo musí být kuřatům neustále k dispozici, nebo může docházet k jeho dávkování, ale přitom nesmí dojít k jeho odebrání dříve než 12 hodin před porážkou vybraných kuřat.

(2) Všechna brojlerová kuřata určena k výkrmu k produkci masa musí mít neustálý přístup ke kypré a suché podestýlce ve stáji.

(3) Při chovu brojlerových kuřat musí být ve stáji zajištěno dostatečné větrání tak, aby se zabránilo přehřívání organismu chovaných zvířat a v případě potřeby, aby se odstranila přebytečná vlhkost, dojde k vytápění a současnému větrání prostor s chovanými zvířaty.

(4) Při chovu brojlerových kuřat určených na maso je důležité, aby úroveň hluku ve stáji byla snížena na minimum. Větrací a krmná technika a ostatní zařízení ve stáji musí být zkonstruována, umístěna, udržována a používána takovým způsobem, aby chovaná zvířata byla co nejméně rušena.

(5) Při chovu brojlerových kuřat určených na maso musí všechny stáje a budovy, ve kterých jsou brojlerová kuřata chována být vybaveny dostatečným osvětlením, které má intenzitu alespoň 20 luxů během doby svícení ve stájích. Úroveň osvětlení ve stájích, kde se chovají kuřata určená na maso, se měří v úrovni očí kuřat chovaných na maso. Při měření úrovně osvětlení ve stáji s chovanými kuřaty by osvětlení, které je ve stáji by mělo ozařovat nejméně 80% užitné plochy stáje. Snížení intenzity osvětlení ve stáji s chovanými kuřaty je dočasně přípustné za předpokladu doporučení veterinárního lékaře. Do sedmi dnů ve stáji od naskladnění brojlerových kuřat chovaných na maso až do tří dnů před stanoveným termínem porážky vykrmených kuřat musí osvětlení prostorů s chovanými kuřaty odpovídat čtyřicetihodinovému režimu, který musí obsahovat doby tmy, které musí trvat nejméně 6 hodin. Z dob tmy, které jsou ve stájích, musí být zajištěna alespoň jedna

nepřetržitá doba tmy, která trvá nejméně 4 hodiny. Výjimku dob tmy ve stájích tvoří doby, kdy je osvětlení v prostorách stáje tlumené.

(6) všechna brojlerová kuřata chovaná na maso, která se nachází ve stáji, musí být alespoň dvakrát denně zkontrolována pracovníky farmy. Hlavní pozornost musí pracovníci věnovat znakům, které signalizují sníženou pohodu, nebo zhoršený zdravotní stav chovaných kuřat ve stáji. Chovaná brojlerová kuřata, která se nachází ve stáji s vážnými nebo viditelnými příznaky zdravotních problémů, jako u brojlerových kuřat chovaných na maso jsou problémy s chůzí, patologický obsah tekutin v tělní dutině nebo jinými netypickými znetvořeními. Brojlerová kuřata, která jsou chována na maso a trpí těmito nebo jinými závažnými zdravotními problémy musí být vhodně ošetřena nebo bezodkladně a šetrně usmrcena. V případech, ve kterých to zdravotní stav chovaných brojlerových kuřat na maso vyžaduje, musí být kontaktován veterinární lékař, který navrhne vhodná opatření.

(7) Části stáji, vybavení, přístrojů nebo jiné technologie, které jsou používány v chovu, a které jsou v přímém styku s brojlerovými kuřaty určených na maso, musí být vždy po ukončení výkrmu a vyklizení stáje musí být daná stáj mechanicky očištěna a vydesinfikována a opatřena novým stelivem pro další výkrm nových kuřat.

(8) Chovatel musí vést pro každou stáj s chovanými kuřaty v hospodářství záznamy, které jsou stanovené jiným právním předpisem.

(9) Obsah údajů a seznam vzorků, které jsou chovatelé povinni poskytovat za každé jednotlivé hejno kuřat chovaných na maso osobě uvedené v § 20 odst. 1 písm. j.) zákona.

- a) počet brojlerových kuřat chovaných na maso v hejnu brojlerových kuřat chovaných na maso na počátku výkrmu,
- b) využitelná plocha v m<sup>2</sup>,
- c) hybrid nebo plemeno kuřat chovaných na maso, jsou-li známy,
- d) počet dní výkrmu brojlerových kuřat chovaných na maso, tedy délka jednoho výkrmového turnusu,
- e) počet brojlerových kuřat chovaných na maso odeslaných na porážku, tedy počet brojlerových kuřat chovaných na maso, která zůstala v hejnu chovaných kuřat po oddělení kuřat určených na maso, kuřat určených na



prodej po provedeném třídění, kterým se rozumí usmrcování nemocných nebo zraněných brojlerových kuřat chovaných na maso,

f) denní míra úmrtnosti hejna chovaných kuřat a kumulativní denní míra úmrtnosti hejna kuřat,

g) počet brojlerových kuřat chovaných na maso uhynulých během přepravy na jatka,

h) výsledky postmortálního vyšetření na jatkách, podle § 11a odst. 6 a 7 [38].

## 1.6 Welfare zvířat

Chov hospodářských zvířat přináší jejím chovatelům i ostatním členům společnosti užitek, a proto by se měla výše jejich užitkovosti udržovat. Proto je velmi důležité, aby jejich chovatel dodržoval správné postupy chovu zvířat a zajistil jim vyhovující podmínky pro život. Potřeby chovaných zvířat zajišťuje chovatel svým etickým přístupem k chovu. Takovýto etický způsob chovu se pojí se slovem welfare. Welfare si lze vyložit jako pohoda nebo blaho zvířat. Zjednodušeně lze říci, že welfare je stav fyzikálního a psychologického souladu mezi zvířetem a prostředím, ve kterém je chováno.

Základy welfare byly definovány již v roce 1965 ve Velké Británii komisí na ochranu práv zvířat, kdy tato komise definovala pět základních práv zvířat.

- Zvíře nesmí trpět žízní, hladem a nesmí být podvyživené,
- Zvíře musí mít vhodné prostředí, které ho chrání před vlivy vnějšího prostředí a poskytne mu místo na odpočinek,
- Zvíře nesmí trpět bolestmi těla, nesmí být poraněné a trpět různými nemocí,
- Zvíře musí mít možnost volného pohybu na dostatečném prostoru spolu s ostatními chovanými zvířaty,
- Zvíře nesmí být vystavováno nadměrnému stresu a v důsledku toho trpět.

Welfare lze také chápat jako stav nebo pokus chovaného zvířete vyrovnat se s podmínkami, ve kterých je chováno. Pokud jsou podmínky chovu pro zvíře nevyhovující, tak může docházet ze strany zvířete o jejich překonávání různými způsoby.

Welfare lze rozdělit na tři základní jednotlivé faktory, kdy za první faktor lze považovat chovatele, u kterého je důležitá jeho etická vlastnost, vztah k chovaným

zvířatům, schopnost rozpoznávat behaviorální projevy, do kterých lze zařadit různé projevy chování jako je chůze, krmení, napájení a další různé projevy chování, které mohou vést ke snížení pohody nebo i úmrtí zvířat. A v neposlední řadě i šetrnost zacházení s chovanými zvířaty.

Za druhý základní faktor welfare lze považovat úroveň kvality chovu, do které patří pravidelnost, četnost krmení a napájení. Do tohoto faktoru dále patří velikost skupiny chovaných zvířat a její stálost. Velmi důležitá je také úroveň desinfikování a čištění stájí, spolehlivost technologie ve stájových objektech a také připravenost na havarijní situace jako je například výpadek elektrické energie nebo porucha ventilace či vytápění stájových prostor.

Třetí hlavní faktor welfare je celková kvalita chovu, kterou lze charakterizovat několika parametry jako je dostatečný prostor pro zvířata ke krmení a pití, dostatečný prostor pro odpočinek, vyhovující mikroklima pro daný druh chovaných hospodářských zvířat. Důležité je také zajištění bezpečného a volného pohybu chovaných zvířat a s tím související odpovídající materiály podlah podle druhu chovaných zvířat aby nedocházelo ke zraněním jejich volným pohybem.

Tyto uvedené základní faktory nelze ignorovat, pokud má být dosaženo naplnění potřeb chovaných zvířat. Je také důležité brát ohled na důležitost jednotlivých faktorů, kdy například volný přístup k pití a krmivu je důležitější než sociální kontakt s jinými jedinci téhož druhu.

Životní potřeby zvířat se dají rozdělit do několika skupin. V první skupině může mít nesplnění základních podmínek welfare za následek úmrtí chovaných zvířat. Ve druhé skupině může mít nesplnění podmínek za následek vznik různých onemocnění chovaných zvířat. Při nedodržení základních podmínek ve třetí skupině se následky mohou projevovat po delším čase, kdy na zvířata působí nevyhovující podmínky. Ty mohou vést ke změnám v chování zvířat jako je zvýšená citlivost nebo i agrese. Tyto veškeré podmínky lze ovlivnit vhodným způsobem ustájení pro daný druh hospodářských zvířat [31].

## 1.7 Proudění vzduchu

Proudění vzduchu, jinak též často označované jako vítr, patří mezi základní meteorologické prvky. Pod pojmem vítr se zpravidla rozumí pouze horizontální vektorová složka proudění vzduchu.

Vítr je pohyb vzduchu, který je způsobený rozdíly atmosférického tlaku, které jsou důsledky různých teplot a jim odpovídajících hustot vzduchu. Proudění vzduchu z míst vyššího tlaku do míst nižšího tlaku vzduchu a tím i rychlost větru závisí na velikosti těchto rozdílů.

Proudění vzduchu probíhá z místa s nižší teplotou s vyšším tlakem vzduchu do míst, kde je nižší teplota i tlak vzduchu. Ve stájových objektech dochází jak k turbulentnímu (vířivému) proudění vzduchu, tak i k přímočarému proudění vzduchu. Hlavní vliv na typ a směr proudění vzduchu mají konstrukce staveb, jejich systémy větrání, otevírání oken a v neposlední řadě různé netěsnosti stavby. Kvůli velkému množství faktorů ovlivňující směr proudění vzduchu ve stáji je velmi těžké odhadnout bez použití počítačových simulací nebo složitých výpočtů [14].

### 1.7.1 Fyziologický význam proudění vzduchu

Chceme-li zhodnotit vliv proudění vzduchu na organismus, musíme znát jak směr proudění vzduchu, tak rychlost proudění. Význam proudění vzduchu spočívá v ochlazování kůže zvířat a v ovlivňování vydávání tepla z organismu zvířat. Jeho účinek se zvyšuje u zvířat nedostatečně osrstěných s malou vrstvou podkožního tuku, resp. na těch částech těla, které jsou nedokonale osrstěné, jako je mléčná žláza, končetiny, oblast hlavy.

Vzduch se má v dosahu zvířat při optimálních teplotách pohybovat maximálně do rychlosti  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , při vysokých teplotách může být rychlost vyšší, u dospělých zvířat může překračovat  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Proudění vzduchu v těchto rozmezích má příznivý účinek na krevní oběh a látkovou výměnu. Při vyšších rychlostech a při nízké teplotě prostředí však nastává nadměrné ochlazení. Zvláště nepříznivé je proudění vzduchu označované jako průvan, což je jemný pohyb vzduchu v uzavřeném prostoru jedním směrem, který způsobuje ochlazování jen

určité části těla. Na těchto částech těla dochází k vazokonstrikci neboli k nedostatečnému prokrvení a tím k podchlazení. V orgánech s nedostatečným prokysličením se snižuje fagocytární schopnost a zvyšují se předpoklady pro vznik zánětů, jako např. mastitidy.

Za průvan se považuje stav, kdy rychlost proudění vzduchu převyšuje  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ . Ve stájích vzniká průvan při větrání, při příčném otevírání oken a dveří anebo při netěsnostech [42].

### **1.7.2 měření proudění vzduchu ve stáji**

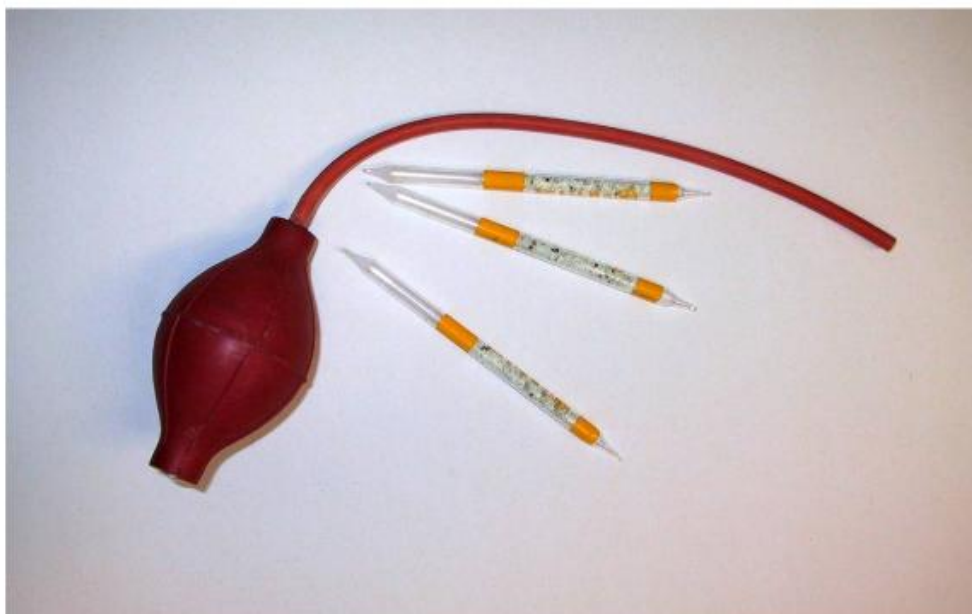
Pro měření a následné vyhodnocení proudění vzduchu se sledují dvě základní charakteristiky a to:

- Směr proudění
- Rychlost proudění [14].

#### **1.7.2.1 Měření směru proudění vzduchu**

Pro určení směru proudění vzduchu ve venkovním prostředí se používají větrné směrovky, které se umísťují na stožárech ve výšce 10 metrů nad zemským povrchem z důvodu eliminace rušivých vlivů místních překážek. Směr proudění se nejčastěji udává v úhlových stupních ( $90^\circ$  východní vítr,  $180^\circ$  jižní vítr,  $270^\circ$  západní vítr,  $360^\circ$  severní vítr,  $0^\circ$  bezvětří).

Ve stájích je určování směru proudění obtížnější, proto je zapotřebí citlivějších metod. Nejčastější metoda je na bázi vývinu určitého množství dýmu a následného pozorování jeho pohybu v různých směrech. Pro tyto účely se používají kouřové trubice, které jsou dostatečně přesné pro detekci směru proudění vzduchu. Jedná se o zatavené skleněné trubičky s obsahem granulované směsi k vidění na obrázku 8. Ze směsi v trubičce se po kontaktu se vzduchem vyvíjí určitou dobu velmi hustý dým, který lze pozorovat a tím i určit směr proudění vzduchu v dané stáji s chovanými hospodářskými zvířaty [14].



**Obrázek 8** – Kouřové trubice KT1 s dmýchacím balónkem (zdroj: <https://docplayer.cz/3419553-Mikroklimaticka-mereni-ve-stajich-pro-hospodarska-zvirata.html>)

### 1.7.2.2 Měření rychlosti proudění vzduchu

Rychlost větru je vzdálenost, kterou vzduch urazí za určitý čas. Nejčastěji se udává v metrech za sekundu. Orientačně lze rychlost proudění odhadnout pomocí Beaufortovy anemometrické stupnice síly větru, která má dvanáct stupňů. Při odhadu rychlosti proudění se orientujeme podle následků, které zanechává na krajině (pohyb vodní hladiny, stromů, kouře, prachu a jiných částic)

Pro přesné měření rychlosti proudění ve stájích se využívá anemometrů, které pracují na mechanickém, aerodynamickém a zchlazovacím principu. Ve stájích je pro měření rychlosti proudění zapotřebí použití citlivých přístrojů, kterými jsou aerodynamické, zchlazovací nebo ultrazvukové anemometry viz obrázek 9.

Pro měření rychlosti proudění větru ve venkovních prostorech se nejčastěji využívají miskové anemometry, které pracují na mechanickém principu, kdy proud vzduchu je zachycován do misek anemometru [14].



**Obrázek 9** – Anemometr pro měření rychlosti proudění vzduchu ve stáji (zdroj: <http://www.e-pristroje.cz/pictures/meteo/m319-01.jpg>)

### 1.7.3 Ventilace stáji

Pro vytvoření proudění vzduchu ve stáji je zapotřebí určitá síla. Pro přívod, rozptýlení a odvod takového množství vzduchu, které je nutné k docílení požadované kvality vzduchu a teploty ve stáji U systému přirozené ventilace je tato síla rovna rozdílu vnitřní a venkovní teploty. Při tomto způsobu ventilace se využívá takzvaného komínového efektu, přičemž i vítr může ovlivnit přirozenou ventilaci uvnitř stáje. Ve stavu, kdy je bezvětří se využívá k ventilaci pouze komínového efektu, který využívá rozdílných teplot.

U systémů s nucenou ventilací vzduchu je pohyb vzduchu uskutečněn za pomoci ventilátorů, které jsou nezávislé na vnějších podmínkách ovzduší [17].

## Způsoby větrání ve stájích se rozdělují na:

- **Přírozené** – u tohoto systému dochází k využití samovolného proudění vzduchu na základě rozdílu teplot a s tím je spojen i tlak vzduchu ve stáji a mimo stáj,
- **Nucené** – při tomto způsobu ventilace v objektech je využíváno ventilátorů [17].

### 1.7.4 Přírozené větrání stáji

Přírozené i nucené větrání stáji má za úkol výměnu vzduchu ve stájových objektech za čerstvý atmosférický vzduch. Tento stájový vzduch obsahuje snížený obsah kyslíku v prostoru stáje, zvýšený obsah oxidu uhličitého a ostatních plynů jako je amoniak, sirovodík a přebytečnou vodní páru.

Pro větrání stáji, ve kterých jsou chována hospodářská zvířata lze uplatňovat tyto obecné požadavky, které jsou:

- Větrání musí zajistit dostatečnou výměnu vzduchu v celém prostoru stáje s chovanými zvířaty,
- Větrání nesmí způsobovat vyšší proudění vzduchu ve stáji než  $0,3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,
- Čerstvý vzduch musí do stáji s chovanými zvířaty proudit několika otvory,
- Větrání stáji musí zajišťovat dobrou regulovatelnost větraného vzduchu do stájových prostor [13].

Přírozené větrání je také schopno zajistit vnitřní podmínky stájového klimatu až do rozdílu vnějších a vnitřních teplot 3–5 °C. Mezi způsoby přírodního větrání stáji lze zařadit tyto možné způsoby výměny stájového vzduchu a to: infiltrace, aerace a samotížné větrání.

Infiltrace je pronikání vzduchu do prostoru stáje porézností zdí, netěsnostmi kolem oken, vrat, dveří apod. Protože je infiltrace nekontrolovatelná, je

proto nežádoucí a pro výměnu vzduchu ve stájových objektech nemá příliš velký význam.

Aerace je jedním z nejjednodušších způsobů výměny vzduchu ve stájích. Při tomto způsobu ventilace ve stáji se jedná o větrání otevíráním vrat, dveří, oken a jiných otvorů ve stáji. Aerace jako způsob ventilace je nejvíce vhodná v létě, pokud to umožňuje druh chovaných zvířat, protože v zimním období nízké venkovní teploty způsobují uvnitř stáje kondenzování vodní páry a příliš prudké ochlazování chovaných hospodářských zvířat.

Mezi možné způsoby přirozeného větrání je samotížné větrání, nebo též nazývané výparníkové. Takovéto větrání je obvykle složeno z několika výparníků, které mají za úkol odvádění teplého stájového vzduchu a teplého vzduchu ze vzdušníků. Vzdušníky u samotížného větrání zabezpečují přívod čerstvého vzduchu z venkovního prostředí. Výparníky samotížného větrání jsou nejčastěji umístěny ve štítech stájí, nebo stropních konstrukcích. Výparníky jsou zpravidla tepelně izolovány a dostatečně dimenzovány pro dané podmínky stájového prostředí. Výparníky jsou také vybaveny deflektory pro eliminaci nežádoucích účinků povětrnostních vlivů a pro zlepšení vlastností daného výparníku a to zejména jeho tahu.

Při tomto způsobu ventilace musí namontované vzdušníky dosahovat stejného výkonu jako výparníky a musí zajišťovat dostatečné předeřívání nasávaného čerstvého vzduchu do stájového prostředí [13].

### **1.7.5 Nucené větrání stájí**

Při nuceném větrání stájových objektů se pro odvod znečištěného stájového vzduchu a přívod vzduchu čerstvého používají ventilátory. Nucené větrání stájových objektů pak lze dále rozdělit na větrání podtlakové, přetlakové a rovnotlaké.

Při využívání ventilátorů pro nucené větrání stájových objektů dosahuje tento způsob větrání mnohem vyšší účinnosti než systémy přirozené ventilace, a proto je tento způsob vhodný především v letním období. Pro tuto vlastnost je tento způsob



ventilace nutným opatřením pro stáje s velkou kapacitou chovaných hospodářských zvířat.

U systému nucené ventilace ve stájových objektech se využívá nízkotlakých ventilátorů, které vytvářejí tlak ve větracích kanálech, a tento tlak způsobuje proudění vzduchu ve stáji. Při využívání systému nízkotlakých ventilátorů ve stáji je tento systém v několika provedeních a to:

- Větrání s několika kanály a každý kanál má svůj jednotkový ventilátor
- Větrání s hlavním sacím kanálem nebo s centrálním tlakovým kanálem s jedním ventilátorem [9]

#### **1.7.5.1 Podtlakové nucené větrání**

U systému podtlakového větrání je využíváno ventilátorů, které odsávají znečištěný stájový vzduch a čerstvý vzduch z okolního prostředí je do stájových objektů je nejčastěji přiváděn vzdušníky ve stáji nebo okenními otvory popřípadě infiltrací.

Podtlakové nucené větrání je z hlediska zajištění dostatečného množství vzduchu používáno zejména v menších stájových objektech. Ventilátory pro odsávání znečištěného vzduchu bývají nejčastěji umístěny ve stropních konstrukcích stájí [13].

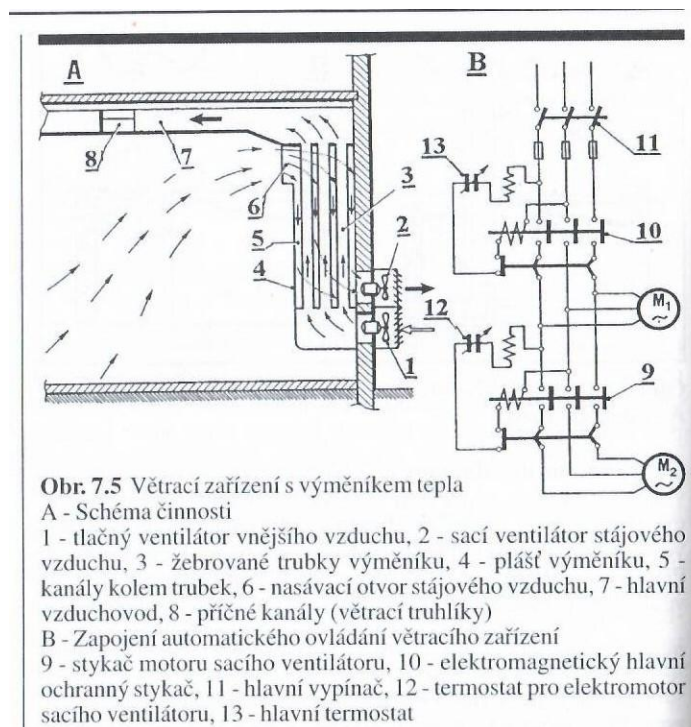
#### **1.7.5.2 Přetlakové nucené větrání**

Přetlakové nucené větrání funguje tak, že přetlakové ventilátory tlačí do stájových prostor čerstvý venkovní vzduch a teplý znečištěný a vlhký stájový vzduch je vytlačován z prostor stáje. Znečištěný stájový vzduch je odváděn při nuceném větrání stropními otvory, výparníky popřípadě okny pokud jsou ve stáji. Přetlakové nucené větrání se využívá zejména při teplovzdušném větrání nejčastěji při chovu prasat [13].

### 1.7.5.3 Rovnotlaké nucené větrání

Při používání systému rovnotlakého nuceného větrání se využívá kombinace konstrukcí podtlakového a přetlakového nuceného větrání. Tento způsob ventilace je nejčastěji využíván v chovech drůbeže a to zejména při chovu nosnic v klecích, porodnách a odchovnách a tutam tam, kde je zapotřebí, aby čerstvý přiváděný vzduch byl přehříván.

U systému rovnotlakého nuceného větrání lze velmi efektivně využívat výměníky tepla trubkové nebo laminátové konstrukce, ve kterých je čerstvý přiváděný vzduch podle konkrétních potřeb ohříván odváděným znečištěným stájovým vzduchem. Schéma funkce větracího zařízení s tepelným výměníkem je k vidění na obrázku 10. Hlavními výhodami tohoto systému ventilace je možnost automatického regulování teploty podle aktuálních potřeb v dané stáji [13].



**Obrázek 10** – Schéma větracího zařízení s tepelným výměníkem (zdroj: PŘIKRYL M., a kolektiv. *Technologická zařízení staveb živočišné výroby* 1997)

### **1.7.6 Vytápění stájí**

Pro ovlivnění zdravotního stavu, užitkovosti a dodržení správných zásad welfare je vytápění a teplota uvnitř stájových prostor jedním ze základních faktorů, protože pro některé druhy chovaných hospodářských zvířat je nízká teplota a vysoká vzdušná vlhkost uvnitř stáje velmi nepříznivá a to zejména pro mladá kuřata, selata a telata. Způsoby vytápění stájí, ve kterých jsou chována hospodářská zvířata lze rozdělit na způsoby přímé a nepřímé. Pro vytápění nebo také ohřívání stájového vzduchu lze využívat ohříváče větracího vzduchu. Takovéto ohříváče se skládají z axiálních nebo radiálních ventilátorů, které jsou poháněny elektromotorem. Ventilátory jsou propojeny s výměníky tepla, které mohou být vodní, parní nebo elektrické ohříváče. V případě potřeby jsou takovéto ohříváče větracího vzduchu doplněny o čističe vzduchu [9].

#### **1.7.6.1 Přímé vytápění stájí**

U přímého vytápění stájových objektů je teplo získáváno z jiného zdroje tepelné energie, jako jsou například elektrická topná tělesa, vyhřívané desky a etc.. Přímé vytápění stájí je založeno na principu získávání tepelné energie z tuhých, plyných nebo kapalných paliv, která jsou spalována v zařízeních tomu určených. Při spalování paliv je zvýšené nebezpečí vzniku požáru a možnost úniků oxidu uhelnatého a oxidu uhličitého do přilehlých prostor od zdroje tepelné energie.

Další možný způsob přímého vytápění je použití elektrických topných těles, která jsou vhodná pro všechny vytápěné stájové prostory. Mezi hlavní výhody vytápění elektrickými topnými tělesy je jejich čistý a bezpečný provoz a teplota vytápěných stájí je snadno regulovatelná a činnost elektrického vytápění objektů se dá lehce automatizovat. Jako zdroje tepelné energie při vytápění stájových prostor se nejčastěji podle druhu chovaných hospodářských zvířat používají infralampy, infrazářiče, elektrické kvočny nebo v chovech prasat vyhřívané desky [9].

### 1.7.6.2 Nepřímé vytápění stájí

Při využívání technologie nepřímého vytápění stájí je tepelná energie získávána mimo vytápěné prostory. Tepelná energie je do vytápěných stájí přiváděna přes médium, které nese tepelnou energii až do prostorů stájí, které je zapotřebí vytápět. Nepřímé vytápění lze také rozdělit podle média, které přivádí tepelnou energii do vytápěných objektů a to na:

- Teplovzdušné vytápění
- Parní vytápění
- Vodní vytápění

Při systému teplovzdušného vytápění objektů je vzduch, který vytápí určené prostory ohříván v tepelných výměnících nebo jiném zařízení. Ohřátý vzduch je poté do vybraných míst přiváděn buď centrálními vzduchovými rozvody, nebo jednotkovými soupravami.

Při používání centrálního rozvodu je vzduch nasáván přes čistící filtr a ohřívač, který je vytápěn vodou nebo párou tam je vzduch ohřát a poté je dopraven do rozvodového systému. U jednotkové teplovzdušné soupravy jsou použity systémy, které se skládají z ohřívače vzduchu, ventilátoru a přívodního a odvodního potrubí nasávaného a ohřátého vzduchu.

U systémů využívajících parní vytápění se vzniklá pára z kotlů přivádí do radiátorů umístěných ve stájových objektech, ve kterých dojde k tepelné výměně a po ochlazení pára zkondenzuje. Zkondenzovaná pára se poté vrací zpět do ohřívacích kotlů, kde se znova přemění na vodní páru a celý děj se opakuje.

Při vytápění stájových prostor vodním vytápěním často nazývané též teplovodní je voda, která je v radiátorech topení umístěných ve stájích ohřívána v kotli na tuhá nebo plynná paliva dopravována takzvaným samospádem nebo oběhovým čerpadlem. Při oběhu ohřáté vody samospádem se využívá rozdílných hustot teplé a studené vody.

V systému teplovodního vytápění stájí je velice důležité kvůli fyzikálním vlastnostem vody zařadit do okruhu topení takzvanou expanzní nádrž s přepadovou trubicou nebo přetlakovým ventilem [9].

## **1.8 Technologie chovu drůbeže**

Technologie chovu hrabavé drůbeže je odlišena podle užitkovosti chovaného plemene. Takto se dají rozdělit způsoby ustájení na ustájení slepic nosného a masného typu slepic.

Systemy pro chov slepic nosného typu lze rozdělit na ustájení podlahové, voliérové a klecové [31].

### **1.8.1 Podlahové systémy chovu nosnic**

Při chovu nosnic na podlahovém systému je využito kombinace roštové a pevné podlahy stáje. Tento systém chovu bývá aplikován ve dvou provedeních. První způsob zahrnuje plné zastýlání podlahové plochy stáje. Druhý systém je způsob, kdy se využívá kombinace zastýlané podlahové plochy v kombinaci s roštovou podlahou. Kombinace zastýlané plochy a roštů bývají v následujících poměrech.

- 1/3 podlahy rošty – 2/3 podlahy podestýlka
- 1/2 podlahy rošty – 1/2 podlahy podestýlka
- 2/3 podlahy rošty – 1/3 podlahy podestýlka

Velmi důležitým komponentem pro chov slepic nosného typu na podlahovém systému je umístění snášecích hnízd uvnitř stáje. Hnízda pro snášení vajec bývají opatřena vyháněním systémem z důvodu příliš dlouhého sezení chovaných slepic v hnízdě [31].

### **1.8.2 Voliérové systémy chovu nosnic**

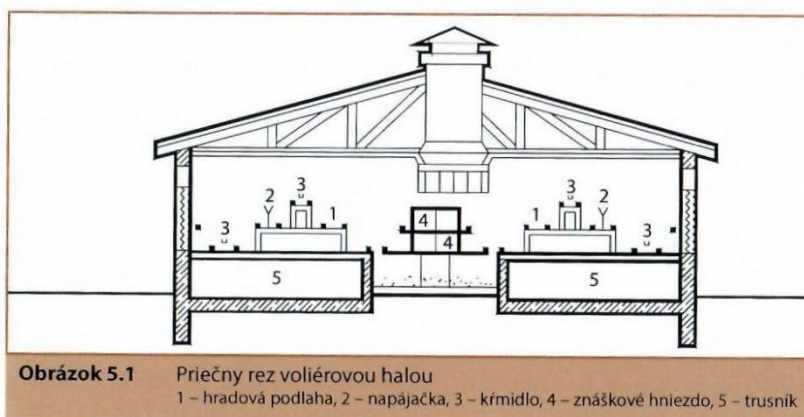
Voliérové systémy chovu slepic nosného typu se začaly používat kolem poloviny sedmdesátých let dvacátého století. Při voliérovém způsobu chovu nosnic se jedná o kombinaci halového a klecového chovu slepic. Mezi hlavní výhodu voliérového systému chovu patří lepší využití rozměrů stáje a to zejména její výšky.

Podle směrnic EÚ může být voliérový systém ve stáji namontován maximálně ve čtyřech úrovních při dodržení minimální vzdálenosti voliérových systémů 45 cm.

Voliérové systémy lze podle jejich uspořádání rozdělit do následujících systémů:

- Voliérové systémy bez integrovaných snáškových hnízd
- Voliérové systémy s integrovanými snáškovými hnízdy
- Portálové voliérové systémy

Úroveň voliérového systému bývá tvořena rošty z plastových nebo kovových materiálů a nad těmito rošty jsou umístěna bidla a volná plocha je pokryta podestýlkou. Trus od chovaných zvířat propadává rošty na dopravník, který je umístěn pod těmito rošty. Dalším možným způsobem voliérového chovu je chov s volným výběhem s možností pastvy, který lze vidět na obrázku 11. Stejným způsobem lze také chovat slepice masného tytu určené k produkci násadových vajec [31].



**Obrázek 11** – Voliérový systém ustájení (zdroj: GÁLIK, Roman, a kol. , *Technika pro chov zvířat*)

### 1.8.3 Klecový chov slepic

Klecový chov slepic lze považovat za nejvíce ekonomický způsob chovu slepic ať už počtem chovaných zvířat nebo prostorovým využitím haly, v níž jsou zvířata chována. Asi největší nevýhodou pro chovaná zvířata je minimální prostor s přirozeným prostředím. Chovaná zvířata jsou při klecovém způsobu

chovu v klecových buňkách o přibližné výšce 45 – 55 cm a minimální podlahové ploše 750 cm<sup>2</sup> po 3 – 4 kusech, ve kterých stráví celou dobu jejich chovu a to až v délce 16 měsíců.

Klece, ve kterých jsou chována zvířata, jsou v halách sestaveny až do čtyřpatrových baterií, přičemž každá klecová buňka je propojena s krmným a napájecím žlábkem. Při chovech slepic nosného typu se snesená vejce po šikmé podlaze klece skulují na dopravník a vzniklý trus propadá na trusový dopravník. Součástí technologie klecového chovu slepic nosného typu jsou zásobníky na krmivo, dopravní pásy na vejce a dopravníky na vzniklý trus. Mezi vzniklými bateriemi musí být zřízeny kontrolní uličky, které slouží pro kontrolu, naskladňování a vyskladňování chovaných zvířat.

Z důvodů velkého množství chovaných zvířat v hale jsou klecové chovy velice náročné na větrání těchto hal, protože čerstvý nasávaný vzduch se musí dostat ke každému chovanému zvířeti a vzniklé baterie z klecí kladou čerstvému vzduchu značný odpor. Z těchto důvodů nedoporučovaná délka hal s klecovými chovy 80 metrů a proudění čerstvého vzduchu v hale by mělo být v podélném směru s klecovými bateriemi [9].

Pro dosažení požadavků welfare v klecových chovech se lze setkat s obohacenými klecemi. Systém chovu v obohacených klecích se pozitivně projevuje na snížení agresivity, menšímu počtu poraněných nohou a výrazně lepšímu opeření chovaných slepic.

Pro chov slepic v obohacených klecích Evropská Unie vydala směrnici č.1999/74/ES z 19. července a podle těchto směrnic musí obohacené klece splňovat následující parametry.

- Minimální plocha pro jednu slepici je 750 cm<sup>2</sup>
- Minimální použitelná plocha pro jednu slepici je 600 cm<sup>2</sup>
- Celková minimální plocha klece je 2000 cm<sup>2</sup>
- Délka krmného žlábků pro jednu slepici je 12 cm
- Počet napáječek v kleci je 2 ks
- Výška klece 45 cm
- Délka bidla pro jednu slepici 15 cm

- Podlaha klece musí obsahovat zařízení pro obrušování drápů
- Hnízda pro snášku jsou součástí klece
- Klec musí obsahovat podestýlku, aby se slepicím umožnilo zobání a hrabání
- Vzdálenost mezi řadami klecových baterií je minimálně 90 cm

Obohacené klece jsou dále rozdělovány podle počtu chovaných slepic v klecích na malé klece, ve kterých je maximálně 15 kusů, střední klece, ve kterých je 16 – 30 kusů a na velké obohacené klece, ve kterých je 31 – 60 kusů chovaných slepic [31].

#### **1.8.4 Technologie chovu slepic masného typu**

Účelem technologie chovu slepic masného typu je produkování násadových vajec pro líhnutí brojlerových kuřat, která jsou dále určena k výkrmu za účelem produkce masa [10].

Mezi hlavní charakteristiky slepic, kuřat masného typu a jejich hybridních kombinací je vysoká intenzita růstu, vyšší živá hmotnost a velmi dobré osvalení hrudní části a dolních končetin [18].

Slepice masného typu, které jsou určeny k produkci vajec pro následné líhnutí, jsou nejčastěji chovány v halách při použití podlahového systému chovu na podestýlce. Pro dosažení dostatečné oplozenosti násadových vajec je v halách na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy umístěno 10 slepic a jeden kohout. Přitom je důležité v hale zajištění dostatečného počtu hnízd určených ke snášce. Pro jedno snáškové hnízdo je obvykle počítáno kolem 4 – 6 slepic. Snášková hnízda bývají nejčastěji umístěna nad podestýlkou ve v přibližné výšce 50 – 55 centimetrů [10].

#### **1.8.5 Chov slepic masného typu na podestýlce**

Při využití technologie chovu na podestýlce je doporučeno halu, v níž jsou slepice chovány rozdělit na jednotlivé části, ve kterých je přibližně 500 kusů slepic při dosažení přibližného počtu 3,5 – 5,5 kusů na 1 m<sup>2</sup> podlahové plochy. Velmi vhodné je umístění hřadu, který má pozitivní vliv na zlepšení zdravotního stavu



končetin slepic. Důležité je také oddělení krmítek pro slepice a kohouty z důvodů použití jiného druhu krmné směsi, a proto je vhodné použití talířových krmítek [18].

### **1.7.6 Chov slepic masného typu v klecích**

Technologie klecového chovu slepic masného typu se nejčastěji používá v případech umělé inseminace chovaných zvířat. Při nevyužívání inseminace se slepice a kohouti jsou dávány do klecí ve věku přibližně 20 týdnů, přičemž je počítáno s plochou podlahy pro slepici 700 – 900 cm<sup>2</sup> a pro kohouta 1000 cm<sup>2</sup>. Při způsobech přirozené plemenitby lze slepice a kohouty chovat ve skupinových klecích, které mohou obsahovat 20 – 30 jedinců [18].

### **1.8.7 Výkrm kuřat masného typu**

Výkrm kuřat masného typu a jejich hybridních kombinací trvá velice krátkou dobu, proto se v mase vykrmených kuřat ukládá oproti jiným druhům masa velmi malé procento škodlivých látek. Většina dnes chovaných kuřat na výkrm, ale hlavně jejich hybridní kombinace dosahují díky svým genetickým předpokladům ve stáří 35 dnů živé hmotnosti vyšší než 2 kilogramy. Z ekonomického hlediska je výhodná vlastnost u chovaných brojlerů velmi rychlý růst při dobré konverzi krmiva [21].

Na celkovou produkci drůbežího masa má kuřecí maso významný podíl na trhu a to okolo 85 – 88 % a jeho podíl neustále narůstá [18].

Z hlediska úrovně výkrmu brojlerových kuřat lze chovy charakterizovat podle:

- Délky výkrmu kuřat
- Celkové dosažené živé hmotnosti chovaných brojlerových kuřat
- Konverzí krmiva na kilogram přírůstek živé váhy kuřete
- Celkovým úhynem kuřat v hejnu za celou dobu výkrmu

Významným předpokladem pro dosahování dobrých výsledků v chovu brojlerových kuřat patří vytvoření optimálních životních podmínek v hale při dodržování zásad welfare a také výběr vhodné hybridní kombinace chovaných kuřat. Zajištění takovýchto životních podmínek znamená dostatečnou přípravu haly, ve které budou kuřata chována a tyto přípravy spočívají v mechanickém očištění vnitřních prostor haly, dezinfekce prostředí mokrým způsobem, dezinfekce prostor plynem, následné dezinfekci, deratizaci a údržby veškerého zařízení nezbytného pro výkrm brojlerových kuřat. Plynová dezinfekce vnitřních prostor haly je prováděna až po instalaci veškerého potřebného zařízení na připravené podestýlce [10].

### **1.8.8 Světlo a světelný režim v hale**

Světlo a celkový světelný režim v hale s chovanými kuřaty je významným vlivem, který má velký význam na růst chovaných kuřat. Pro výkrm kuřat se v současné době využívá několik způsobů světelného režimu. Asi nejvíce využívaným světelným režimem při výkrmu kuřat je využití nepřetržitého světelného režimu. Principem tohoto režimu je dosažení maximálního přírůstku hmotnosti při uplatňování tzv. dlouhého světelného dne, kdy světlo v hale svítí 24, 23 nebo 23,5 hodin a tma je pouze půl hodiny nebo celou hodinu.

Pro volbu světelného režimu v hale je zapotřebí zohlednit následující faktory jako jsou vybavení výkrmové haly, klimatické podmínky, zkušenosti chovatele s daným plemenem kuřat a kvalitě krmných směsí.

Stále častěji se při výkrmu využívá stálého světelného režimu, při kterém se v hale svítí 23 hodin do stáří vykrmovaných kuřat sedmi dnů a od sedmého dne stáří až do konce doby výkrmu se v hale svítí 14 – 16 hodin denně. Hlavní nevýhodou tohoto světelného režimu je snižování spotřeby krmiva a tím i následně snížení přírůstku kuřat.

Jako další možný světelný režim při výkrmu kuřat lze uplatnit střídavý světelný režim. Při tomto typu režimu se osvětlení uvnitř haly střídá s tmou a to v různých časových intervalech. Časové intervaly bývají nejčastěji v poměru 1 hodina světla a 3 hodiny tmy, nebo 2 hodiny světla a 2 hodiny tmy. Ovšem při

střídavém světelném režimu se od prvního dne výkrmu kuřat svítí 23 hodin denně a to až do stáří sedmi dnů a poté se začíná s výše zmíněnými časovými intervaly. Čas , při kterém je ve výkrmové hale tma je výhodný pro chovaná kuřata, protože u nich dochází ke snížení tělesné aktivity a ke zlepšení využívání živin z krmiva.

Střídavý světelný režim má velmi pozitivní účinky, které se významně projevují na zdravotním stavu vykrmovaných kuřat, protože snižují defekty končetin, obsah tuku v těle kuřat a spotřebu elektrické energie potřebnou pro osvětlení v hale. Tento světelný režim bývá velmi často doporučován při prodlouženém výkrmu kuřat a zároveň jsou kladeny vyšší požadavky na krmný a napájecí prostor.

Střídavý světelný režim je doporučován při výkrmu hybridních kombinací kuřat masného typu, jako je Ross nebo Isa. Poměry světla a tmy ve výkrmové hale jsou měněny po celou dobu výkrmu a jsou většinou závislé na celkové konečné živé hmotnosti kuřete. Doporučené střídání světla a tmy po celou dobu výkrmu lze vidět na obrázku 12, kde jsou zobrazeny tyto režimy pro kuřata hybridních kombinací Cobb 500, Ross a Isa.

Tab. 44: Příklady světelných režimů doporučených pro výkrm kuřat (h)

Věk (dny)	Cobb 500	Ross		ISA	
		do 2 kg	do 3 kg	do 1,7 kg	nad 2,1 kg
1-3	23S : 1T		23S : 1T		23S : 24S
4-7	23S : 1T	18S : 6T	8S : 16T		18S : 6T
8-14	23S : 1T	14S : 10T	8S : 16T	14S : 10T	12S : 12T
15-21	23S : 1T	16S : 8T	10S : 14T	16S : 8T	14S : 10T
22-28	23S : 1T	18S : 6T	12S : 12T	18S : 6T	16S : 8T
29-35	23S : 1T	23S : 1T	14S : 10T	22S : 2T	18S : 6T
36-42	23S : 1T	23S : 1T	16S : 8T	22S : 2T	20S : 4T
nad 43	23S : 1T	23S : 1T	22S : 2T		

**Obrázek 12** – Světelné režimy při výkrmu podle věku (zdroj: SKŘIVAN, 2000)

Jedním z dalších důležitých faktorů světelného režimu při výkrmu kuřat je intenzita osvětlení. Intenzita světla při výkrmu kuřat do stáří 7 dnů měla být 20 luxů, která se při stálém nebo nepřetržitém světelném režimu snižuje na přibližně 5 luxů. Při střídavém nebo proměnlivém světelném režimu je doporučována intenzita světla 10 – 15 luxů.

Dalším faktorem světelného režimu v hale je také barva světla. Ve výkrmu kuřat je běžně využíváno žlutého nebo bílého světla. Další používanou barvou světla

je také červená, která má vliv na uklidnění kuřat a s tím spojené oštipování peří. Modrá barva světla se v halách používá při vyskladňování kuřat, protože tmavomodré světlo snižuje možnost vidění a vyskladňovaná kuřata jsou více v klidu. V poslední době je také čím dál častěji využíváno zelené barvy světla, které kladně působí na pohodu vykrmovaných kuřat [18].

Nejběžnějším typem světelného zdroje v halách pro výkrm kuřat jsou žárovky nebo zářivky. Hlavní výhodou žárovek je, že poskytují dobrý spektrální rozsah a nevýhodou je, že nejsou energeticky účinné. Proto je vhodné použití žárovek s vyšším počtem Lumenů na watt a tím dojde ke snižování provozních nákladů. Použitím zářivek jako zdroje osvětlení lze docílit tři až pětkrát většího množství světla než u žárovky. Mezi hlavní nevýhody osvětlení zářivkami patří za čas snižování intenzity osvětlení, než zcela selžou. Výhodou oproti žárovkám je výrazná úspora nákladů na elektřinu.

Mezi těmito typy zdrojů světla nejsou žádné rozdíly s ohledy na užitkovost a intenzitou růstu brojlerových kuřat [20].

### **1.8.9 Teplota při výkrmu kuřat**

Teplota v hale patří k dalším důležitým faktorům vnějšího prostředí, který má vliv nejenom na růst chovaných kuřat, ale také na celkovou spotřebu krmiva. Ideální teplota při výkrmu brojlerových kuřat je po naskladnění jednodenních kuřat 30 až 33 °C. Takto malá kuřata jsou velice náchylná na rozdíly v teplotě, protože v chladném prostředí dochází k výraznému snížení tělesné teploty, což může vést k podchlazení nebo úhynu chovaných zvířat. Termoregulace u chovaných kuřat je vyvinuta ve věku 3 – 4 týdny [18].

Při výkrmu brojlerových kuřat v hale na podestýlce je teplota zajišťována buď lokálními zdroji tepla, nebo celoplošným vytápěním, které bylo popsáno v dřívější kapitole. U vytápění hal lokálními zdroji tepla se požadovaná teplota udržuje pod těmito zdroji a v ostatních částech výkrmové haly může být teplota přibližně o 6 – 10°C nižší. Jako lokální zdroje tepla se v hale umísťují takzvané elektrické kvočny, kolem kterých se vytvářejí ohrady a pod jednu kvočnu

se umisťuje až 500 jednodenních kuřat. Vytvořené ohrady kolem kvočen se odstraňují při stáří kuřat 7 – 10 dní. Teplota v halách při chovu na podestýlce je měřena ve výšce hlav chovaných kuřat. Jednotlivé teploty jsou vyobrazeny na obrázku 13, kde jsou teploty v různém stáří kuřat při lokálním nebo celoplošném vytápění [10].

Věk (týdny)	Vytápění lokálními zdroji (°C)		Celoplošné vytápění (°C)
	Teplota v hale	Teplota pod zdroji	
1	24 – 25	33	33
2	21 – 22	28	28
3	20	25	25
4	18	23	23
5	18	21	21
6	18	21	18 – 21

**Obrázek 13** – Teploty v průběhu výkrmu kuřat (zdroj: LEDVINKA, 2009)

### 1.9 Relativní vlhkost při výkrmu kuřat

Relativní vlhkost vzduchu při výkrmu kuřat je nutné porovnávat ve spojení s teplotou v hale. Velmi nízká nebo naopak velmi vysoká procentuální vlhkost vzduchu ve výkrmových halách vytváří nežádoucí prostředí pro chovaná kuřata. Takovéto stavy vlhkosti mohou zapříčinit vznik respiračních infekcí, a kromě vlivu na zdravotní stav kuřat nepříznivě působí na celkovou užitkovost. Společně s nevhodnými teplotami a prouděním čerstvého vzduchu v hale jsou negativní účinky vlhkosti ještě prohlubovány [3].

Příliš nízká vzdušná vlhkost ve výkrmových halách má za následek vzniku velkého množství prachu z podestýlky. Z tohoto důvodu se snáze mohou přenášet zárodky infekčních nemocí. Při příliš vysoké vzdušné vlhkosti v halách dochází k uvolňování vyššího množství amoniaku z trusu kuřat a z podestýlky. Amoniak poté dráždivě působí na sliznice dýchacích cest a snáze tak může dojít u kuřat k onemocnění rýmou. Příliš vysoká vlhkost také podporuje vznik plísní, které mohou způsobovat další zdravotní komplikace [1].

Optimální relativní vlhkost vzduchu je kromě teploty v hale také závislá na celkové intenzitě ventilace. Z těchto důvodů se jako optimální vlhkost vzduchu v halách při výkrmu kuřat uvádí 50 – 70 %. Při naskladnění haly kuřaty na začátku turnusového výkrmu bývá relativní vlhkost vzduchu okolo 75- 80 % [12].

## 2.0 Podestýlka v hale

Při chovu kuřat na podestýlce je důležitá její příprava a to zejména její rozvrstvení v hale. Výška podestýlky by měla být přibližně 5 – 10 cm. Při delší době výkrmu je vhodné, aby vrstva podestýlky byla vyšší z důvodu dobrého absorbování vlhkosti a aby byla měkká a pružná. Jako podestýlku není vhodné používat hobliny nebo piliny z tvrdého dřeva, protože ostré části mohou způsobit zranění kuřat. Z tohoto důvodu je vhodné využití materiálů, které se snadno vrství, jsou čisté, s nízkým obsahem prachu a bez choroboplodných zárodků [18].

Podestýlka ve výkrmových halách musí být suchá, bez plísní a měla by obsahovat co nejméně prachu. Nejvhodnějším materiálem na podestýlku jsou rozdrcené lodyhy topinamburů, které vynikají výbornou absorpční schopností a dlouho udržují drobtovitou strukturu podestýlky a dobře zadržuje teplo.

Ovšem nejlepší absorpční schopnosti z používaných podestýlek má stelivová rašelina. Její hlavní nevýhodou je její obtížná dostupnost. Jako další vhodný materiál pro podestýlku jsou hobliny z měkkých druhů dřeva a dodávají podestýlce dobrou kyprost. Často používaným materiálem jsou také plevy ovšem jejich hlavní nevýhodou je nízká absorpční schopnost a malá kuřata je mají tendenci požírat. Plevy je výhodné promíchávat s topinamburovou drtí nebo s hoblinami, protože se tím zlepšuje absorpční schopnost. Pro eliminaci prašnosti ve výkrmových halách není vůbec vhodné použití pilin jako podestýlky a také pro tendenci požíráání kuřaty. Použití jemného písku jako podestýlky je možné pouze v letním období, ale při nižších hmotnostech výkrmu, protože při vyšších hmotnostech by bylo zvýšené nebezpečí tvorby otlaků.

Mezi nejpoužívanější materiály jako podestýlka z důvodu dostupnosti je sláma. Největší nevýhodou použití slámy jako podestýlky je její rychlá sléhavost. Nejvhodnějším druhem slámy na podestýlku je pšeničná nebo ječná. Naprosto

nevhodnou slámou je ovesná a žitná. Při použití slámy je vhodné ji pro zmenšení sléhavosti promíchávat s hoblinami z měkkého dřeva. Pro lepší přehled jsou nejčastěji používané druhy podestýlky s jejich vlastnostmi k vidění v tabulce 2 [19].

**Tabulka 2 přehled vlastností běžných podestýlkových materiálů**

<b>Materiál</b>	<b>Vlastnosti</b>
Hobliny z bílého dřeva	Dobrá absorpce a rozklad Možná kontaminace toxickými insekticidy a jinými chemickými látkami
Sekaná sláma	Přednost má pšeničná sláma Možná kontaminace agrochemikáliemi, plísněmi a mytoxiny Pomalý rozklad Nejlépe napůl smíchat s bílými hoblinami
Drcený papír	Obtížná manipulace za vlhkých podmínek Lesklý papír je nevhodný
Řezanka a slupky	Není příliš absorpční Nejlépe ve spojení s ostatními materiály Může dojít k pozření
Piliny	Nevhodné Prašné a mohou být pozřeny
Chemicky ošetřené slámové pelety	Používejte dle doporučení chovatele
Písek	Lze jej použít v suchých prostorách na betonových podlahách Je-li příliš hluboký, překáží pohybu ptáků Vyžaduje správnou péči
Rašelina	Lze úspěšně použít, dobře saje

(Zdroj: AVIAGEN, 2009)

V průběhu výkrmu kuřat je podestýlka ve výkrmové hale podrobována biochemickým pochodům bakteriální mikroflóry. Při takovýchto procesech

dochází k zušlechťování původních substrátů, protože celulóza těchto substrátů je do určité míry hydrolyzována na stravitelnější složky.

Kromě volného čpavkového dusíku a amonných solí, tvoří více než polovinu celkové frakce dusíku kyselina močová. Mezi další významné složky patří do určitého stupně metabolizovaný bílkovinový dusík a bílkoviny dusíkatého původu. Podestýlka ve výkrmových halách také obsahuje dusíkaté látky a vlákninu. Je také poměrně málo bohatá na energetické živiny a využitelný fosfor [23].

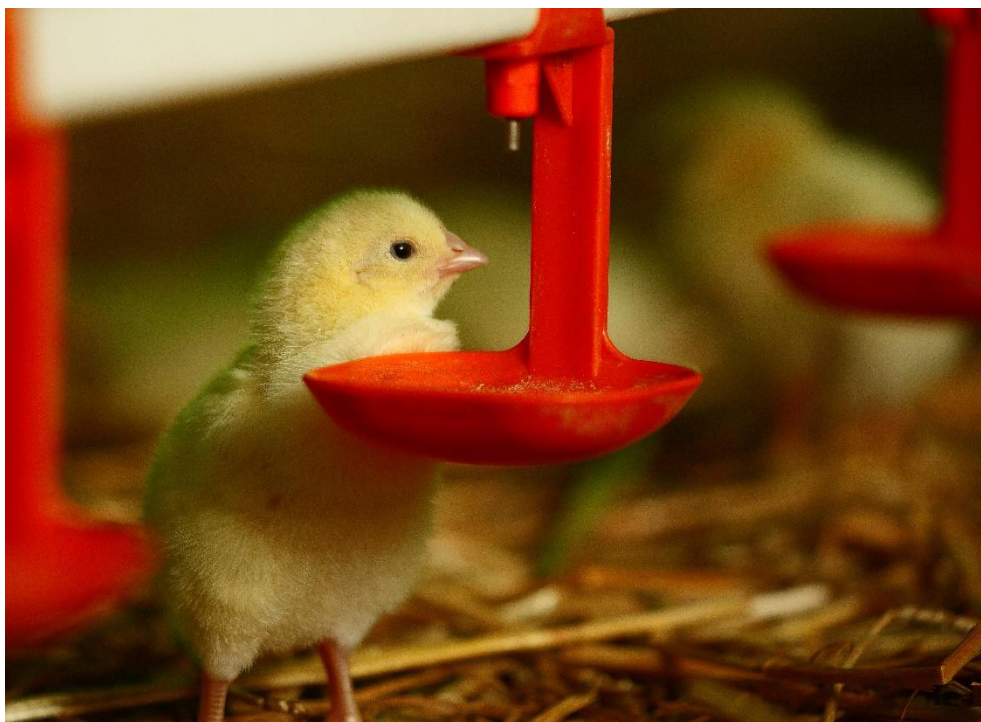
## 2.1 Napájení drůbeže

Pro napájení drůbeže zajišťuje dostatečné množství vody napájecí zařízení. Nejčastějším druhem napájecího zařízení jsou oboustranně přístupné žlábkové nebo kruhové napáječky přístupné pouze na vnějším obvodu. Často používané kloboukové napáječky disponují hlubokým kruhovým žlábkem, který zamezuje zbytečnému rozstříkávání vody z napáječky. Podle možných způsobů plnění napáječek je lze rozdělit na plněné ručně nebo automaticky. Mezi hlavní požadavky na napáječky patří dodávka čisté vody a možnost snadného čištění.

Kloboukové napáječky s automatickým doplňováním vody pracují na váhovém principu a výši hladiny vody ve žlábků. Výše hladiny u kloboukové napáječky lze nastavit seřiditelným ventilem. Po naskladnění haly kuřaty lze pro první dny výkrmu přidat talířové napáječky, které jsou připojeny hadičkami. V současné době se od kloboukových napáječek postupně ustupuje a jsou nahrazovány napáječkami odlišné konstrukce, které lépe zabraňují rozstříku vody, snižují její spotřebu, jsou jednodušší na údržbu, čištění nebo ji nepotřebují a ve výkrmové hale zabírají menší prostor [24].

Dnes nejrozšířenějším druhem napájecího zařízení jsou kapátkové napáječky. Skládají se z dutého válcovitého tělesa, které je zašroubované, nebo jiným způsobem připevněné k vodovodnímu rozvodnému potrubí. Kapátková napáječka je v horní a střední části opatřena dvěma šikmými ploškami, na které dosedají rozšířené části tyčinky. Tyčinka vyčnívá z dolní části napáječky a v její horní části je závaží. Pro lepší představu kapátkovou napáječku s odkapovou miskou lze vidět na obrázku 14 [3].



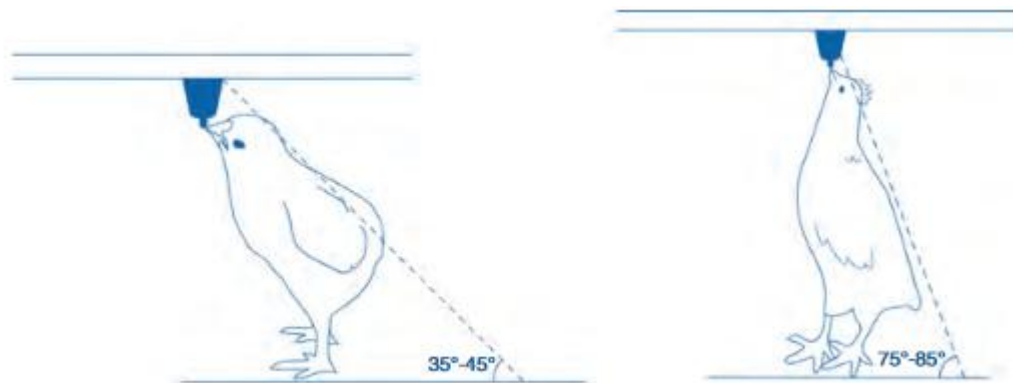


**Obrázek 14** – Kapátková napáječka s miskou (zdroj:

[http://www.crestcom.cz/resources/f/1/84/Farma\\_Horsov\\_2.jpg](http://www.crestcom.cz/resources/f/1/84/Farma_Horsov_2.jpg), „staženo dne 19.3. 2019“)

Pro napití kuřat z kapátkové napáječky je nutné, aby kuřata zdvihla přečnávající část tyčinky a podle toho jak tyčinku zdvihnou tak vytéká určité množství vody. Materiál napáječek je nečastěji plas v kombinaci s kovem. Při výkrmu a odchovu kuřat jsou využívány napáječky, u kterých dojde k vytékání vody i při bočním vychýlení tyčinky [3].

Pro dostatečný počet kapátkových napáječek v hale je nutné počítat s 12 kuřaty na jednu tyčinku. Umístění napáječek v hale by při počáteční fázi výkrmu mělo být vedení napáječek v takové výšce, ve které jsou kuřata schopna přijímat vodu. V prvotní fázi by hřbet kuřete při pití měl s podlahou svírat úhel 35 - 45 °. V průběhu růstu kuřat by napáječky měly být ustavovány do takové výšky, aby hřbet kuřete svíral s podlahou úhel 75 - 85° a aby se kuřata pro napití musela mírně natáhnout. Pro lepší znázornění lze na obrázku 15 vidět správné umístění kapátkové napáječky [22].



**Obrázek 15** – Správná poloha umístění napáječky (zdroj: AVIAGEN, 2009)

## 2.2 Krmení drůbeže

Pro zajištění dostatečného množství krmiva ve velkochovech drůbeže se velmi často využívají zásobníky pro příjem volně loženého krmiva. Doplňování takovýchto zásobníků je prováděno za pomoci speciálních vozidel pro míchání krmných směsí, která jsou vybavena pneumatickým systémem pro plnění takovýchto zásobníků. Pro skladování volně loženého krmiva se nejčastěji používají zásobníky z kovových materiálů, které jsou instalovány v blízkosti výkrmových hal, viz obrázek 16, ale mohou být vyrobeny i z jiných materiálů jako je plast nebo laminát.



**Obrázek 16** – Zásobníky krmiva (zdroj: <https://www.kovobel.cz/zasobniky-krmiva>„staženo dne 20. 3. 2019“)

Kovové zásobníky volně ložených krmiv jsou v posledních letech stále častěji nahrazovány sklolaminátovými zásobníky, které jsou sice náročnější na pořízení i výrobu, ale oproti plechovým disponují delší životností.

Zásobníky jsou v dolní části opatřeny vyprazdňovacím otvorem, ze kterého je krmivo dopravováno šnekovým, spirálovitým dopravníkem nebo jejich kombinací podle trasy, kterou je krmivo dopravováno. Velikost dávky, která je dopravována je řízena pomocí počítače, který umožňuje nastavení počtu opakujících se dávek. Pro takovouto dopravu je nejvhodnější využití spirálového dopravníku, který umožňuje dopravu krmiva přímo do zásobníků krmítek s možností dávkování přes automatické váhy [3].

Při krmení drůbeže je velice důležité, aby kuřata při krmení přirozenou polohu. Proto je doporučováno, aby dno krmítek bylo umístěno v úrovni podlahy v hale [31].

### **2.2.1 Řetězová krmítka**

Pro výkrm kuřat v halách na hluboké podestýlce a na roštových podlahách se ve velké míře využívá řetězových krmítek. Jedná se o stavebnicový systém k dopravě suchých krmiv. Řetězové krmítko je složeno ze zásobníku, ze kterého vedou až dvě dopravní trasy. Zásobník je také vybaven čechracím zařízením a pohonnou jednotkou. Krmná linka u řetězového krmítka je tvořena žlábkem, ve kterém se pohybuje řetěz unášející krmivo. Rychlost dopravního řetězu se pohybuje v rozmezí od  $2 - 6 \text{ m.s}^{-1}$  a množství dopravovaného krmiva je regulováno mezerou šoupěte na zásobníku [9].

### **2.2.2 Misková krmítka**

Stále častěji jsou při výkrmu brojlerových kuřat používána misková krmítka, která pomalu nahrazují krmítka řetězová. Misková krmítka jsou malá tubusová krmítka o objemu 1, - 3 kg krmné směsi. Jsou vybaveny různě hlubokými krmnými

žlábků po celém obvodu misky. Pro snížení ztrát krmiva a zamezení vstupu kuřat do krmítek jsou opatřeny žebry uchycenými pod tubusem.

Plnění miskových krmítek může probíhat několika způsoby, kdy v prvním případě jsou krmítka zavěšena na lankách s možností výškové regulace ve stropě haly a jsou plněna z dopravníků krmiva umístěných pod stropy hal a odtud je krmivo dopraveno svislými trubkami přímo do tubusu krmítka.

Častější způsob plnění je zavěšení řady krmítek přímo na dopravníky krmiva viz obrázek 17, které jsou zavěšeny na lankách pod stropem haly [9].



**Obrázek 17** – Misková krmítka zavěšena na dopravníku krmiva (zdroj: <https://www.agrico.cz/krmny-system-1-94.html> „staženo dne 23. 3. 2019“)

### **3. Cíl práce**

Cílem diplomové práce je zjistit hodnoty koncentrace prachových částic  $PM_{2,5}$  v intenzivním chovu drůbeže, za pomoci přístroje DUST TRAK 8530 II. Druhým cílem je vyhodnocení vyprodukovaných emisí pachových látek v intenzivním chovu drůbeže, za pomoci olfaktometru. Výsledné hodnoty porovnat s hodnotami, které jsou uvedeny v tabulce dokumentu Final TWG meeting for review of the IRPP BREF.

## 4. Metodika

Měření prašnosti v intenzivním chovu drůbeže bylo prováděno dle platné metodiky měření emisí prachových částic v chovech drůbeže k integrované prevenci a omezení znečištění, která je k dispozici v BAT centru Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích. V této práci byla provedena měření koncentrace frakce prachových částic  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  a měření několika dalších doplňujících údajů.

Také byl prováděn odběr vzorků vyprodukovaných emisí pachových látek z objektu výkrmové haly. Odebrané vzorky poté byly vyhodnoceny pomocí olfaktometru na pracovišti Jihočeské univerzity.

Hlavními a doplňujícími měřenými údaji jsou:

- Koncentrace prašnosti vycházející z ventilátorů u měřeného objektu
- Teplota, relativní vlhkost vzduchu: uvnitř i vně objektu
- Atmosférický tlak vzduchu [hPa]

### 4.1. Obecné požadavky pro měření

Pro zajištění dostatečné vědecké úrovně měření hodnot koncentrace prachových částic  $PM_{2,5}$ ,  $PM_{2,5}$  a měření emisí pachových látek v chovech zvířat je nutné dodržovat stanovené zásady a je zapotřebí dodržení několika zásadních požadavků.

- na začátku a po ukončení daného měření je zapotřebí provést měření koncentrace prachových částic na vstupu (návětrná strana) a výstupu vzduchu do objektu
- před samotným měřením je nutné znát rychlost a směr větru
- je nutné znát počet kusů chovaných zvířat v hale a průměrnou hmotnost jednoho kusu
- vypočítá se celková hmotnost kusů zvířat ve stáji
- zjistí se délka výkrmového cyklu
- zjistí se počet turnusů za rok (kolik dní je hala obsazena)

- specifikovat technologii ustájení a pořídit nákres s označením jednotlivých měřicích míst (charakter podestýlky, nebo zda se vyklízí v průběhu výkrmu)
- charakterizovat krmivo (označení) a způsob distribuce
- technické parametry vzduchotechnického zařízení zejména výkonnost v  $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$

#### **4.1.2 Klimatické podmínky pro měření**

Průměrná relativní vlhkost vzduchu před plánovaným měřením nesmí za 48 hodin překročit hranici 80%, kdy je venkovní teplota nižší než 10 °C. Optimální venkovní teplota pro plánované měření se pohybuje v rozmezí + 10 až + 30 °C.

### **4.2 Použité měřicí přístroje**

Pro prováděná měření a stanovení hodnot částic polévatého prachu jsme použily měřicí přístroj DUST TRAK II.

Ke zjištění venkovní teploty při prováděném měření hodnot polévatého prachu a při odběru emisí pachových látek byl použit přístroj Voltcraft Vc 4 IN 1.

Pro určení rychlosti proudění vzduchu při prováděném měření a odběrech se použil přístroj anemometr.

Pro následné vyhodnocování odebraných vzorků emisí pachových látek se použil přístroj olfaktometr TO8-8

#### **4.2.1 Přístroj DUST TRAK II**

Měřicí přístroj DUST TRAK II určený pro měření hodnot polévatého prachu je vyroben americkou společností TSI Incorporated. Princip funkce tohoto měřicího přístroje je založena na principu odrazu laserového paprsku od částic polévatého prachu v měřicí buňce a následného vyhodnocení. Měřicí přístroj DUST TRAK II umožňuje měření částic polévatého prachu o velikostech 0,1 - 15  $\mu\text{m}$  a rozsah měření

je od  $0,001 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$  po  $150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Naměřené hodnoty jsou ukládány do paměti přístroje a je umožněno jejich zobrazení na displeji přístroje, viz obrázek 18



**Obrázek 18** – Měřicí přístroj DUST TRAK II 8530 (zdroj: Autor)

#### **Technické parametry:**

Rozsah měření:  $0,001 - 150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$

Rozsah velikosti částic:  $0,1 - 15 \mu\text{m}$

Členění:

- $\text{PM}_{10}$  – prachové částice (tuhé i kapalné) do průměru  $10 \mu\text{m}$
- $\text{PM}_{2,5}$ ..... $2,5 \mu\text{m}$
- $\text{PM}_1$ .....  $1 \mu\text{m}$
- Respiratorn.....  $4 \mu\text{m}$



Přesnost měření:

- $\pm 0,1\%$  z naměřené hodnoty, resp.  $0,001 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ , podle toho která hodnota je vyšší

Průtok vzduchu:  $3,0 \text{ l}\cdot\text{min}^{-1}$

Časová konstanta: 1 – 60 s

Záznam údajů: 45 dní při 1 minutových vzorcích

Interval zaznamenávaných údajů: 1 s až 1 hodina

Prostředí: 0 až  $+ 50^{\circ}\text{C}$

Provozní vlhkost: 0 až 95 % (nekondenzující)

Hmotnost: 2 kg s 1 baterií (2,5 kg se 2 bateriemi)

Napájení: Síťový napáječ nebo 2 baterie Li-ion s výdrží 9 hodin.

Příslušenství:

- Kalibrační impaktor  $2,5 \mu\text{m}$
- Kalibrační impaktor  $10 \mu\text{m}$
- Průtokoměr pro kalibraci
- Cyklon pro měření respiračního prachu ( $\leq 4 \mu\text{m}$ )

Režim provozu:

- Interval zaznamenávaných údajů lze nastavit od 1 sekundy do 60 minut (jde o časový interval mezi jednotlivými zaznamenanými údaji).
- Délku měření lze nastavit od 1 minuty až po limit daný kapacitou paměti. Doba mezi jednotlivými měřeními může být 1 minuta až 30 dní.

Údržba přístroje:

- vstupní port (po odšroubování vstupní trysky) po 350 hodinách při  $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$

- čištění 2,5  $\mu\text{m}$  destičky kalibračního impaktoru před každým použitím (aplikace 2 kapek oleje (je součástí přístrojového vybavení)).
- výměna interních filtrů po 350 hodinách při  $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

### Ovládání přístroje DUST Trak 8530

a) Dotykem stylusu přístroje nebo koncem prstu se aktivuje ikona Setup a poté se objeví ovládací políčka umístěná svisle vlevo a na obrazovce se zobrazí údaje o měřicím přístroji.

b) Dotykem na políčko Zero Cal se provede kalibrace měřidla, přičemž musí být nasazen nulovací filtr (bílý váleček s nápisem FLOW s hadičkou). Tato kalibrace se musí provádět před každým měřením.

c) Dotykem na zelené políčko Start, se objeví nápis „Zero calibration is in process.“ a probíhá odpočítávání 60 sekund. Po ukončení kalibrace se objeví „Zero Cal Complete“.

d) Po kalibraci se sejme nulovací filtr.

e) Dotykem na ikonu v levém dolním rohu Main, se nastaví režim RunMode: Manual (pokud již není nastaven) políčkem RunMode. Nastaví se také datum a další požadované údaje týkající se měření (interval, celková doba měření). Přístroj umožňuje záznam dat 45 dní v minutových intervalech. Interval měření lze nastavit v rozsahu 1 sekunda až 1 hodina.

f) Po tomto nastavení se nasadí příslušný filtr, na kterém je v horní části vyznačena velikost prachových částic  $\text{PM}_{xx}$ . Uvnitř filtru je záchytná destička a spodní část je přizpůsobena k těsnému nasazení na měřicí přístroj za pomoci pryžového kroužku. Spodní a horní část impaktoru je spojena závitem. Záchytná destička filtru se vkládá do spodní části stříbrnou stranou nahoru.

g) Dotykem na zelenou ikonu Start se přístroj aktivuje. Měřicí přístroj zobrazuje hodnoty prachových částic v  $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$  a v levém dolním rohu je odpočítáván čas, který je nastaven.

h) Dotykem na políčko Stats se v pravé části obrazovky se zobrazí hodnoty minimální, maximální a průměrné. A je možné zjistit dobu měření, interval a počet naměřených hodnot.

ch) Dotykem na ikonu Graph se zobrazí graf, na jehož ose x je čas v sekundách a ose y jsou hodnoty prachových částic.

i) Dotykem na ikonu Data lze hodnoty uložit pod názvem souboru (Filename), který byl předtím zvolen. Název souboru se zvolí, aby přesně identifikoval místo měření.

j) Vypnutí přístroje se provádí tlačítkem, kterým byl zapnut, stiskne se políčko Yes a přístroj se po chvíli vypne [40].

#### 4.2.2 Měřicí přístroj Volcraft Vc 4 IN 1

Měřicí přístroj životního prostředí Volcraft 4 IN 1 je zařízení, které je určeno pro měření úrovně hladiny zvuku a zároveň je opatřen senzory pro měření úrovně osvětlení, vlhkosti a teploty vzduchu prostředí. Pro účely tohoto měření byl využíván přístroj pro měření aktuální teploty a vlhkosti ve venkovním prostředí při odebrání pachových vzorků a měření polétavého prachu.

##### Technické parametry:

Rozměry:	(Š x V x H) 85 x 85 x 30 mm
Výrobce:	DT 8820
Typ čidla:	K
Základní přesnost:	+/- 3%
Napájení:	baterie 9V
Teplotní rozsah:	-20 až + 50 °C (teplota přístroje) / -20 až + 750 °C (teplota čidla)
Hmotnost přístroje:	250 g
Rozsah zvukoměru:	35 až 130 dB, při rozlišení 0,1 dB
Frekvenční průběh:	32 Hz až 10 kHz

Luxmetr: 0,01 až 20 000 luxů  
Rozsah vlhkoměru: 20 až 95 % RH  
Rozlišení vlhkoměru: 0,1 %  
Hmotnost přístroje: 250 g

### **Obsah balení:**

V obsahu balení měřicího přístroje Voltcraft 4 IN1 je jako příslušenství čidlo typu K, senzor pro měření hladiny zvuku, který je zabudovaný, senzor pro měření vlhkosti vzduchu a senzor zvuku. Tento přístroj včetně příslušenství a 9 V baterie je uložen v přepravním pouzdře viz obrázek 19.



**Obrázek 19** – Měřicí přístroj Voltcraft 4 IN1 (zdroj: <http://www.voltcraft.cz/meric-zivotniho-prostredi-4-v-1.k101040#> „staženo dne 28. 3. 2019“)

### 4.2.3 Anemometr

Dalším měřicím přístrojem, který jsme využili při měření, byl ruční anemometr - viz obrázek 20. Ruční anemometr slouží k měření a následnému zjištění rychlosti proudění větru v různých jednotkách, jako jsou míle/h, km/h, uzly nebo m/s. Přístroj je vybaven podsvíceným lcd displejem a páskem na nošení. Anemometr je také chráněn proti působení vody.

#### Technické parametry:

Napájení:	1 x 3V lithiová baterie
Rozsah měření	0,2 až 30 m/s
Přesnost	+/- 5%
Rozměry	98 x 39 x 17 mm



**Obrázek 20** – Ruční anemometr (zdroj: <https://www.eshop-zemedelske-potreby.cz/vetromer-rucni-anemometr-agrotop-p5528/> „staženo dne 28. 3. 2019“)

#### **4.2.4 Olfaktometr T08-8**

Stanovení koncentrace pachových látek bylo provedeno kalibrovaným olfaktometrem německé výroby model č. TO8-8 – systém Mannebeck, výrobce ECOMA GmbH, Navighorster Weg – 12, D 24211 Honigsee. Olfaktometr splňuje normu ČSN EN 13 725. K mísení vzorku byl použit pachově neutrální vzduch z bezolejového kompresoru Med – Dr. Sonic 320 – 50V – ES – 3M 23050 italské výroby.

#### **4.3 Místo měření a odběrů vzorků**

Měření prachových částic  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  a odběr vzorků pachových látek probíhal na rodinné farmě U lesa, která se nachází v Sudoměřicích u Bechyně nedaleko Tábora. Tato rodinná farma se zabývá zejména živočišnou výrobou, a to především výkrmem brojlerů, chovem 50 matek masného skotu Aberdeen Angus, chovem a ustájením 30 koní, a v neposlední řadě Agroturistikou.

Rodinnou farmu U lesa založil pan Jiří Šonka výstavbou 2 výkrmových hal v roce 1992 na zelené louce a další 2 výkrmové haly přistavěl v roce 1995 a 1997. V roce 2000 pan Jiří Šonka začal s chovem masného skotu plemene Aberdeen Angus. Chov koní se na této rodinné farmě rozšířil v roce 2010, kdy majitelé postavili stáj pro koně, která je konstrukčně řešená k volnému ustájení koní. Prozatím posledním významným krokem na farmě U lesa byla výstavba jezdecké haly s potřebným zázemím, která se uskutečnila v roce 2014. Polohu farmy lze vidět na obrázku 21.



**Obrázek 21** – poloha farmy U lesa (zdroj:

<https://www.google.com/maps/@49.2873686,14.5353737,1098m/data=!3m1!1e3>  
„staženo dne 29. 3. 2019“)

Výkrm brojlerů na farmě U lesa probíhá celkem ve čtyřech výkrmových halách s celkovou kapacitou 103000 ks kuřat. Jednodenní kuřata ROSS 308 nebo COBB 500, která jsou na farmě chována, jsou dodávána firmou Xavergen. Veškeré krmné směsi potřebné pro výkrm brojlerových kuřat farma odebírá od zemědělské společnosti Zemědělské služby Dynín (ZSD). Výkrmový turnus na farmě trvá 34 dní, kdy mají kuřata průměrnou hmotnost 2,10 kg živé hmotnosti při konverzi krmiva 1,70 kg. Vykrmená kuřata farma dodává do drůbežářského závodu Klatovy a.s. (DZ Klatovy). Drůbež je na farmě vykrmovaná 238 dní v průběhu kalendářního roku celkem po 7 turnusech. Délka jednoho turnusu je 34 dní a zhruba 14 dní trvá příprava hal na další výkrmový turnus.

Haly pro výkrm brojlerových kuřat na vybrané farmě jsou výkrmové haly typu BIOS. Celé technologické řešení a všechny důležité procesy v nich jako je ventilace, krmení a osvětlení je řízeno počítačem DR 2.

### **4.3.1 Technologie krmení v halách**

Naskladněná kuřata ve výkrmové hale jsou krmena kompletní granulovanou krmnou směsí s označením BR-1 Ross do 12 dní stáří kuřat, krmnou směsí BR 2A Cobb do 21 dní stáří vykrmovaných kuřat, krmnou směsí BR – 2B Cobb do 30 dní stáří kuřete a krmná směs BR 3 Cobb je zkrmována až do konce výkrmu. Krmná směs je zkrmována v suché formě v miskových krmítkách umístěných na dopravníku krmiva, které je možné pomocí navijáků zvedat podle růstu a potřeb vykrmovaných kuřat, nebo je lze zvednout až ke stropu. Kompletní krmná směs je automaticky doplňována do krmítek, za pomoci spirálovitých dopravníků z venkovních zásobníků určených pro skladování volně ložených krmiv. Celá krmná linka ve výkrmové hale je vyrobena firmou Big Duchman.

### **4.3.2 Technologie napájení v halách**

Napájení brojlerových kuřat ve výkrmové hale je zajištěno pomocí kapátkových napáječek od firmy Big Duchman, které lze stejně jako krmítka pomocí navijáků zdvihát dle potřeb a stáří kuřat nebo je zdvihnout až ke stropu haly viz obrázek 22. Tyto napáječky disponují průtokem  $8090 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ . Napáječky v hale se skládají z regulátoru tlaku se zařízením, které umožňuje jejich proplach, hliníkového profilu s antihřadovacím lankem, kapátky s podšálky, které zabraňují nadměrnému úniku vody a ventilu pro připojení medikátoru (medikace vody).





**Obrázek 22** – Napáječky v hale na farmě U lesa (zdroj: Bc. Jan Šonka)

#### **4.3.3 Technologie osvětlení v halách**

Na rodinné farmě U lesa je ve výkrmových halách pro kuřata instalováno zelené welfare osvětlení. Zelené osvětlení ve výkrmových halách má velice pozitivní účinky na klid, pohodu a růst brojlerových kuřat. Osvětlení v halách s kuřaty je zajištěno prostřednictvím zářivek a celé osvětlení je plynule regulovatelné podle aktuálních potřeb na farmě.

#### **4.3.4 Technologie ventilace v halách**

Ventilaci ve výkrmových halách na farmě je zajišťována za pomoci čtyř podtlakových štítových ventilátorů, viz obrázek 23, s teoretickou výkonností  $44000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$  a 6 malými ventilátory s výkonností  $22000 \text{ m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ . Tyto ventilátory jsou původní technologií od firmy Big Duchman. Ventilace výkrmových hal je plně automatizována a je řízena počítačem DR 2. Na obou stranách výkrmové haly je ještě 60 jednotlivých větracích klapek. Tyto klapky regulují přiváděný vzduch do haly jejich otevíráním a zavíráním.



**Obrázek 23** – Výkrmová hala se štítovými ventilátory (zdroj: Ing. Radim Kuneš)

#### **4.3.5 Technologie chovu kuřat v halách**

Měření hodnot částic polévatého prachu a odběr vzorků pachových látek bylo prováděno v hale o rozměrech: délka 102 m, šířka 15 m a výška 3 m. Jako stelivo se v hale na farmě při výkrmu kuřat používá pšeničná sláma. Sláma se v hale stele a rozprostírá ručně na betonovou podlahu haly přibližně v tloušťce 10-15 cm. Pšeničnou slámu na farmě lisují do válcových balíků a poté ji uskladní pod střechu, aby ji uchránily před povětrnostními vlivy. Před každým výkrmovým turnusem je sláma navážena do hal za pomoci manipulátoru po 8 balících a poté je ručně rozvrstvena. V průběhu výkrmu se v hale sláma nepřistýlá.

Po ukončení turnusu je odklíz podestýlky z výkrmových hal proveden manipulátorem a upraveným traktorem s radlicí. Odvoz podestýlky farma zajišťuje za pomoci služeb sousední firmou, která se zabývá pouze rostlinnou výrobou. Tato sousední firma pak rodinné farmě U lesa za poskytnutou chlěvskou mrvu poskytuje možnost ke slisování pšeničné slámy pro podestýlku. Po odklizení podestýlky z výkrmové haly následuje její mytí, desinfekce, dezinfekce a deratizace. Všechny tyto činnosti pro farmu U lesa zajišťuje firma Askura.

Během turnusového výkrmu kuřat jsou v halách dodržovány přísné veterinární zásady, které jsou:

- zákaz vstupu cizích osob do výkrmové haly
- vstup do výkrmové haly pouze s dohledem odpovědného pracovníka
- vstup ošetřovatele pouze v ochranném obleku

Pro dostatečné dodržování veterinárních zásad na farmě pracovníci sbírají uhynulá kuřata, která ukládají do kafilerního boxu. Odvoz uhynulých zvířat z kafilerního boxu pro farmu zajišťuje firma Vetas a to celkem 3x týdně.

#### **4.4 Metodika odběru vzorků emisí pachových látek**

Při odběru vzorku je velmi důležité dbát na zajištění bezpečnosti a ochraně zdraví osob provádějících odběr vzorků. Tyto osoby nesmějí být na vzorkovacím stanovišti ohroženy. Ohrožen může být především jejich zrak odlétajícími prachovými částicemi z ventilace stájí [4].

Celkem bylo provedeno v intenzivním chovu drůbeže na rodinné farmě farma U lesa v Sudoměřici u Bechyně měření ve dvou výkrmových turnusech. Měření a odebírané vzorky byly odebírány v prvním turnusu 23.10., 30.10 a 6. 11. 2017 z haly pro výkrm brojlerových kuřat. Odběry vzorků emisí pachových látek a měření hodnot koncentrace polévatého prachu v druhém výkrmovém turnusu byly provedeny 4.4., 11.4., 16.4. a 23.4. 2018. Vzorky byly odebírány na vnější straně výkrmové haly vždy z výdechu počítačem řízené ventilace

Před každým měřením byly zjištěny počty chovaných kuřat ve výkrmové hale, jejich průměrná hmotnost, vnitřní teplota ve stáji a vlhkost vzduchu. Pomocí multifunkčního přístroje Voltcraft 4 IN1 byla změřena venkovní vlhkost a teplota vzduchu v okolí stáje. Anemometrem byla změřena rychlost proudění vzduchu za šachtou ventilátoru. Všechny hodnoty byly zaznamenávány do protokolu měření.

Vzorek emisí pachových látek znečištěného vzduchu byl při odběru nasát do jednorázového polyethenteraftalátového vaku (známého též pod zkratkou PET či obchodním názvem nalophan) se vstupní trubicí z teflonu, pomocí vakuové

vzorkovací nádoby s regulací průtoku vzduchu viz obrázek 25. Pro vhodnost použití materiálu pro vzorkovací vaky musí být odzkoušen, zda je materiál pachově neutrální a schopen uchovávat vzorek nejméně 24 hodin s minimálními změnami jejich vlastností. Při odběru vzorku je z vakuové nádoby za pomoci vývěvy odčerpán vzduch a podtlak v nádobě zapříčiní naplnění vaku stejným objemem vzduchu, který byl z nádoby odčerpán [4].



**Obrázek 25** nádoba k odběru vzorků pachových látek (zdroj: Autor)

Po provedeném odběru vzorků byly odvezeny do neutrálního prostředí laboratoře k měření. Analýza odebraných vzorků by měla proběhnout v co možná nejkratším čase po odběru, aby se předešlo rozkladu pachových látek difúzí, absorpcí či chemickou přeměnou. Všechny děje nabývají s postupujícím časem na intenzitě, a proto je důležité, aby časový interval mezi odběrem vzorků pachových emisí a jejich analýzou nepřesáhl delší dobu než 30 hodin. Proces chemické přeměny odebraných vzorků lze zpomalit tak, že odebrané vzorky budou naředěny suchým dusíkem. Delší uchovávání odebraných vzorků než po dobu 30 hodin zatím není možné, protože v současné době nejsou k dispozici dostatečné údaje o uchovatelnosti vzorku.

Po odběru potřebných vzorků by vzorky, až do doby kdy budou vyhodnocovány, by měly být chráněny před přímým denním světlem a to z důvodu omezení (foto)chemické reakce a difúze. Důležitá je také teplota skladování odebraných vzorků, která by měla být do 25 °C, protože při působení vyšších teplot může docházet u odebraných vzorků ke kondenzaci analytů. Z tohoto důvodu je velice důležité, aby teplota při jejich skladování byla udržována nad teplotou rosného bodu [4].

## 4.5 Měření a vyhodnocování koncentrace emisí pachových látek

Každý pach je tvořen jedním nebo více druhů plynů. Současné technologie měření a vyhodnocování umožňují stanovit jednotlivé koncentrace látek obsažených v plynech. Tato získaná data, ale nevypovídají o intenzitě pachu, protože jednotlivé látky se vzájemně ovlivňují, kombinují a vytváří tak proměnlivý charakter pachu. Takovéto interakce nejsou dosud dostatečně popsány. Vzhledem k možnému množství a různých kombinací látek nebylo dosud možné vytvořit databázi jednotlivých směsí pachu.

K měření koncentrací pachu, proto byla vyvinuta metoda dynamické olfaktometrie. Tato metoda je založena na subjektivním pozorování podobně, jako posuzování vůně různých nápojů či jiných věcí, ale za použití statických výpočtů vycházející z logaritmického vnímání intenzity pachů, výběru komise a přísných omezení při měření je eliminován maximální počet vnějších rušivých vlivů. Metoda olfaktometrie je v současné době považována za nejobektivnější metodu měření pachu [8].

Princip metody olfaktometrie spočívá v naředění vzorku emisí pachových látek s takovým množstvím neutrálního plynu, tak aby bylo dosaženo co nejmenší koncentrace pachu, kterou je schopna komise posuzovatelů zaznamenat tzv. čichový práh. Čichový práh je roven jedné pachové jednotce  $ou_E$ .

Koncentrace emisí pachových látek v odebraném plynném vzorku se stanoví jeho podáním dané komisi posuzovatelů, přičemž dochází ke změně koncentrace pachových látek, která je uskutečněna naředěním odebraného vzorku neutrálním plynem tak, aby byl určen zředovací poměr při 50% prahové koncentraci. Při takovém zředovacím poměru je definičně koncentrace pachových látek rovna  $1 ou_E \cdot m^3$ . Koncentrace pachových látek ve sledovaném vzorku se pak vytvoří jako násobek shodný se zředovacím faktorem při dosažení 50% poměru prahové koncentrace jedné evropské pachové jednotky na krychlový metr [ $ou_E \cdot m^{-3}$ ].

Každý odebraný vzorek emisí pachových látek je měřen 3x v minimálně 10 koncentracích ředění, které jsou prováděny počítačem. Do speciálních portů směřujících k čichovým receptorům lidských subjektů panelistů viz obrázek 25 je

střídavě přiváděn čistý vzduch a ředěný vzorek v intervalech 2,2 s a rychlosti nižší než  $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , panelisté stiskem tlačítka potvrzují, zda zaznamenali pach či nikoli a počítačový program ze zjištěných údajů následně vyhodnotí intenzitu pachu.



**Obrázek 25** – Port k čichovým receptorům s tlačítkem (zdroj: Autor)

Časová prodleva mezi dvěma podněty musí být dostatečně dlouhá, aby si posuzovatelé na zápach nezvykli. Na kontrolní vzorek neutrálního plynu musí posuzovatel odpovědět negativně, pokud některý z členů komise odpoví na slepé pokusy z více jak 20 % pozitivně, musí být z měření vyloučen. Teprve potom je vzorek vyhodnocen s 95% pravděpodobností.

Měření se může zúčastnit až 8 členů komise, protože daný olfaktometr nedisponuje více místy pro hodnotící komisy viz obrázek 26 přičemž minimálním počtem jsou 4. Počet platných odezev hodnotící komise nesmí být menší než 4, proto se z důvodu zlepšení meze opakovatelnosti a shodnosti doporučuje větší počet platných členů. Výsledek dílčích měření je uznatelný pouze v případě, odpoví-li kladně 50 % panelistů. V případě, že některý z členů hodnotící komise vykazuje velké odchylky od průměru, musí být z měření vyloučen. Členové hodnotící komise mohou být pouze lidé s dobrými čichovými vlastnostmi [4].



**Obrázek 26** – Olfaktometr s osmy místy pro hodnotící komisy (zdroj: Autor)

K dosažení opakovatelnosti vyhodnocování pachových látek členy komise, je komise volena z posuzovatelů se specifickou citlivostí vůči referenční pachové látce – n – butanolu. Definovaný rozsah posuzovatelů olfaktometrického měření je potom daleko užší než podobný rozsah běžné populace.

Pro zařazení osob do komise pro posuzování pachových látek musí být vybrané osoby starší 16 - ti let a být motivováni ke svědomitému provedení svého úkolu. Důležité je také aby každý člen hodnotící komise dodržoval kodex určitého chování, ke kterému se vztahuje:

- 30 minut před začátkem a v průběhu měření se nesmí kouřit, jíst, pít (s výjimkou vody), jíst bonbóny a používat žvýkačky,
- z důvodu přizpůsobení danému pachovému prostředí v laboratoři musí být členové hodnotící komise 15 minut před začátkem měření přítomni v pachové laboratoři,
- členové hodnotící komise, kteří trpí nachlazením nebo jinými zdravotními komplikacemi, které ovlivňují jejich vnímání, musí být z komise vyloučeni,

- členové hodnotící komise nesmí narušovat soustředění své nebo ostatních členů komise nedostatečnou osobní hygienou nebo použitím parfémů či deodorantů,
- členové hodnotící komise musí absolvovat celé měření a během něj nesmí komunikovat o výsledcích [4].

#### 4.6 Potřebné vzorce pro výpočet koncentrace pachových látek

Evropská pachová jednotka  $ouE$  určuje takové množství pachových látek, které při odpaření do 1 krychlového metru neutrálního plynu za normálních podmínek vyvolává fyziologickou reakci hodnotící komise posuzovatelů (prahová koncentrace detekce pachu) shodnou s reakcí vyvolanou dávkou 123 g v n-butanolu rozptýleného v 1 m<sup>3</sup> neutrálního plynu za běžných podmínek [43].

Z toho vyplývá, že koncentrace emisí pachových látek je vyjádřena jako násobek jedné jednotky  $ouE$  v 1 m<sup>-3</sup> neutrálního plynu. Koncentrace pachových látek v  $ouE \cdot m^{-3}$  lze použít stejným způsobem jako hmotnostní koncentrace  $kg \cdot m^{-3}$  [4].

##### 4.6.1 Výpočet průměrné koncentrace pachových látek

Průměrná koncentrace pachových látek je vypočtena vynásobením geometrického průměru všech platných členů komise to znamená, že údaj vyhodnocený počítačovým programem sloužícím k měření pachových látek a evropskou pachovou jednotkou.

$$cod = Z \cdot 1ouE [ouE \cdot m^{-3}] \quad (1)$$

kde:  $Z$  – geometrický průměr všech platných členů komise

$ouE$  – evropská pachová jednotka podle ČSN EN 13725



#### 4.6.2 Výpočet odtahu vzduchu z haly

Výpočet odtahu vzduchu z haly je vypočítán vynásobením plochy odtahového ventilátoru, která je 1,326 m<sup>2</sup> a rychlostí proudění odsávaného vzduchu změřeného anemometrem. Pro zajištění výsledku odtahu vzduchu z haly ve správných jednotkách je nutné vzorec pro tento výpočet ještě vynásobit kvocientem 3600.

$$Qv = S \cdot v \cdot 3600 \text{ [m}^3 \cdot \text{h}^{-1}\text{]} \quad (2)$$

kde:  $S$  – Plocha průřezu větrací šachty ventilátoru [m<sup>2</sup>]

$v$  – rychlost proudění odsávaného vzduchu [m.s<sup>-1</sup>]

#### 4.6.3 Výpočet emisního toku pachových látek

Výpočet emisního toku pachových látek je složen ze součinu koncentrace pachových látek a množství odtahu vzduchu z haly za hodinu.

$$Et = cod \cdot Qv \text{ [ouE} \cdot \text{h}^{-1}\text{]} \quad (3)$$

kde:  $cod$  – koncentrace pachových látek [ouE . m<sup>-3</sup>]

$Qv$  – odtah vzduchu z haly [m<sup>3</sup> . h<sup>-1</sup>]

#### 4.6.4 Výpočet výrobní měrné emise pachových látek

Výrobní měrné emise pachových látek jsou vypočteny podílem emisního toku pachových látek, počtem kusů chovaných kuřat v hale a matematickým kvocientem 3600.

$$Eks = Et / ks / 3600 \text{ [ouE} \cdot \text{ks} \cdot \text{s}^{-1}\text{]} \quad (4)$$

kde:  $ks$  – počet kusů kuřat v hale [ks]

$Et$  – emisní tok pachových látek [ouE . h<sup>-1</sup>]

#### 4.7 Výpočet výrobní měrné emise prachových částic

Hodnoty výrobní měrné emise byly vypočteny podílem emisního toku prachových částic, počtem chovaných zvířat v hale a matematickým kvocientem 3600.

$$Eks = Et / ks / 3600 \text{ [mg} \cdot \text{ks} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (5)$$

kde:  $ks$  – počet kusů zvířat v hale [ks]

$Et$  – emisní tok prachových látek [ $\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$ ]

#### 4.8 Výpočet emisního toku prachových látek

Tento výpočet je složen ze součinu koncentrace prachových látek a množství odtahu vzduchu za hodinu.

$$Et = cod \cdot Qv \text{ [mg} \cdot \text{h}^{-1}] \quad (6)$$

kde:  $cod$  – koncentrace prachových látek [ $\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}$ ]

$Qv$  – odtah vzduchu z haly [ $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ ]

#### 4.9 Výpočet množství vyprodukovaných prachových emisí za rok

Výpočet průměrného množství vyprodukovaných prachových emisí za rok  $\text{PM}_{10}$  a  $\text{PM}_{2,5}$  ze stáje je vypočítána na základě průměrných emisních toků vyprodukovaných částic za hodinu, vynásobena počtem dní výkrmu a koeficientem 24.

$$\text{Emr} = \text{Ef} \cdot t \cdot 24 \text{ [kg} \cdot \text{rok}^{-1}] \quad (7)$$

kde:  $\text{Ef}$  – průměrný emisní faktor [ $\text{mg} \cdot \text{h}^{-1}$ ]

$t$  – počet dní výkrmu

24 – koeficient 24 h

## 5 Výsledky měření

Pro zpracování a vyhodnocení výsledku prováděných na rodinné farmě U lesa v Sudoměřici u Bechyně bylo nutné pro výpočty koncentrace emisí pachových látek zjistit doplňující informace jako jsou: stáří kuřat, jejich průměrná hmotnost, počet chovaných kuřat v hale, vnitřní teplotu a vlhkost v hale, vnější teplotu a relativní vlhkost a atmosférický tlak.

Všechny tyto potřebné údaje při prvním výkrmovém turnuse, kdy bylo prováděno měření, jsou zobrazeny v tabulce 3.

**Tabulka 3 doplňující informace k prováděným výpočtům**

Číslo měření	Datum	Stáří zvířat (den)	Průměrná hmotnost (g)	Počet ustájených zvířat (ks)	Vnitřní teplota (°C)	Vnější teplota (°C)	Vnitřní vlhkost (%)	Vnější Vlhkost (%)	Atmosférický tlak (hPa)
1	23.10.2017	12	362	23250	-	12,9	-	81,7	1015
2	30.10.2017	19	741	23150	-	12,7	-	67,3	1017
3	6.11.2017	26	1241	23000	24,5	5,5	65	88	1017

Při provádění prvního a druhého měření v prvním výkrmovém turnuse nebyla zjištěna vnitřní teplota a vnitřní relativní vlhkost v hale s kuřaty, protože řídicí počítač uvnitř výkrmové haly tyto hodnoty neukazoval a proto nejsou zaznamenány v tabulce 3.

Výsledky výpočtů provedených podle již zmíněných vzorců jsou uvedeny v tabulce 4 a jedná se zejména o výpočty průměrné koncentrace pachových látek, rychlost proudění vzduchu za ventilátorem, odtah vzduchu z haly, emisní tok pachových látek a výrobní měrná emise pachových látek.

**Tabulka 4 hodnoty koncentrace emisí pachových látek**

Číslo měření	Naměřené hodnoty individuálních odhadů prahové koncentrace pachu	Průměrná koncentrace pach. látek ( $\text{OU}_E \cdot \text{m}^{-3}$ )	Proudění vzduchu za ventilátorem ( $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ )	Odtah vzduchu z haly $Q_v$ ( $\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$ )	Emisní tok pachových látek $\dot{E}_t$ ( $\text{OU}_E \cdot \text{h}^{-1}$ )	Výrobní měrná emise pachových látek ( $\text{OU}_E \cdot \text{k}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$ )
1	125	121	69	91 176	11 032 267	0,13
	122					
	117					
2	240	228	76	100 246	22 855 997	0,27
	234					
	211					
3	265	256	95	126 500	32 384 102	0,39
	254					
	248					

Výsledné hodnoty z provedených měření v prvním výkrmovém turnuse, kdy se měřila průměrná hodnota koncentrace prachových částic  $\text{PM}_{2,5}$  a poté se zjišťoval emisní tok prachových částic a výrobní měrná emise prachových částic. Všechny tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 5.

**Tabulka 5 hodnoty provedených měření a výpočtů PM<sub>2,5</sub>**

Číslo měření	Průměrná hodnota koncentrace prachových částic PM <sub>2,5</sub> (mg · m <sup>-3</sup> )	Emisní tok prachových částic Et (mg · h <sup>-1</sup> )	Výrobní měrná emise prachových částic (mg · k <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> )
1	0,1535	13995	1,67E-04
2	0,066	6616	7,93E-05
3	0,042	5313	6,41E-05

Ve druhém výkrmovém turnuse byl proveden stejný druh měření pro zjištění koncentrace emisí pachových látek. V tomto turnuse byla provedena celkem čtyři měření. Stejně jako při předešlých měřeních, bylo nutné zjistit doplňující informace, které jsou uvedeny v tabulce 6.

**Tabulka 6 potřebné hodnoty pro výpočty**

Číslo měření	Datum	Stáří zvířat (den)	Průměrná hmotnost (g)	Počet ustájených zvířat (ks)	Vnitřní teplota (°C)	Vnější teplota (°C)	Vnitřní vlhkost (%)	Vnější Vlhkost (%)	Atmosférický tlak (kPa)
1	4.4.2018	8	212	23830	30	14,2	-	60	1010
2	11.4.2018	15	506	23300	27,9	8,00	-	64,2	1007
3	16.4.2018	20	806	20548	27	18,20	37	84	1015
4	23.4.2018	27	1329	17129	24,8	24,00	48	26,4	1016

Při provádění prvních dvou měření se nepodařilo zjistit vnitřní relativní vlhkost uvnitř výkrmové haly, protože řídicí stájový počítač ji nezobrazoval.

Výsledky měření a provedených výpočtech koncentrace emisí pachových látek jsou zaznamenány v tabulce 7.

**Tabulka 7 hodnoty koncentrace emisí pachových látek**

Číslo měření	Naměřené hodnoty individuálních odhadů prahové koncentrace pachu	Průměrná koncentrace pach. látek ( $OU_E \cdot m^{-3}$ )	Proudění vzduchu za ventilátorem ( $km \cdot h^{-1}$ )	Odtah vzduchu z haly $Q_v$ ( $m^{-3} \cdot h^{-1}$ )	Emisní tok pachových látek $E_t$ ( $OU_E \cdot h^{-1}$ )	Výrobní měrná emise pachových látek ( $OU_E \cdot k^{-1} \cdot s^{-1}$ )
1	65	59	21	27 687	1 633 526	0,02
	58					
	53					
2	198	181	24	32 460	5 875 347	0,07
	186					
	160					
3	192	175	35	46 399	8 119 894	0,11
	185					
	149					
4	120	114	50	66 830	7 618 666	0,12
	116					
	107					

Výsledné hodnoty z provedených měření ve druhém výkrmovém turnuse, kdy se měřila průměrná hodnota koncentrace prachových částic  $PM_{10}$  a poté se zjišťoval emisní tok prachových částic a výrobní měrná emise prachových částic podle uvedených vzorců. Všechny tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 8

**Tabulka 8 hodnoty provedených měření a výpočtů PM<sub>10</sub>**

Číslo měření	Průměrná hodnota koncentrace prachových částic PM <sub>10</sub> (mg . m <sup>-3</sup> )	Emisní tok prachových částic Et (mg . h <sup>-1</sup> )	Výrobní měrná emise prachových částic (mg . k <sup>-1</sup> . s <sup>-1</sup> )
1	0,234	6512	7,59E-05
2	0,099	3251	3,87E-05
3	0,196	9169	1,23E-04
4	0,09	6015	9,75E-05

V tabulce 9 jsou uvedeny průměrné hodnoty výrobních měrných emisí prachových látek o velikosti polévatého prachu PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>. Tyto hodnoty jsou v tabulce uvedeny v průměrném množství kg . rok<sup>-1</sup> a kg . ks<sup>-1</sup> . rok<sup>-1</sup>.

**Tabulka 9 Hodnoty průměrných výrobních emisí**

Frakce polévatého prachu	Ef – průměrný emisní faktor (mg . h <sup>-1</sup> )	Průměrná výrobní měrná emise prachových částic(kg . rok <sup>-1</sup> )	Průměrná výrobní měrná emise prachových částic (kg . ks <sup>-1</sup> . rok <sup>-1</sup> )
PM <sub>10</sub>	6236	35.62	0,00168
PM <sub>2,5</sub>	8641	49,36	0,00213

## 6 Diskuse

Výsledné hodnoty koncentrace emisí pachových látek v diplomové práci se příliš neodlišují od dat, která byla uveřejněna v článku *Technology for Intensive Poultry Production as a Source of Odour Emissions with Time-Varying Intensity* (KUNEŠ a kol., 2017). Naměřená koncentrace pachových emisí zde byla od 45 po 259 ouE . m<sup>-3</sup>. Po přepočtu hodnot na výrobní měrné emise od 0,02 až 0,1 ouE . ks . s<sup>-1</sup>. A v mé diplomové práci se naměřené hodnoty koncentrace pachových látek pohybují od 59 po 256 ouE . m<sup>-3</sup> a výrobní měrné emise pachových látek v hodnotách od 0,02 až po 0,39 ouE . ks . s<sup>-1</sup>.

Podle porovnání s referenčními dokumenty BREF, které uvádí hodnoty výrobní měrné emise 0,032 - 0,7 ouE . ks . s<sup>-1</sup>, tak lze konstatovat, že hodnoty uvedené v diplomové práci jsou celkově nižší.

Další prováděná měření v diplomové práci se zabývala měřením koncentrací polévatého prachu. Referenční dokument BREF uvádí hodnoty výrobní měrné emise prachových částic polévatého prachu PM<sub>10</sub> 0,004 – 0,025 kg . ks<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>. V diplomové práci jsou se průměrné hodnoty výrobní měrné emise prachových částic PM<sub>10</sub> pohybují v průměrném množství 0,00168 kg . ks<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>. V porovnání s hodnotami udávanými v referenčním dokumentu BREF jsou hodnoty polévatého prachu o velikosti PM<sub>10</sub> nižší.

Průměrné hodnoty výrobní měrné emise prachových částic polévatého prachu o velikosti PM<sub>2,5</sub> jsou v diplomové práci 0,00213 kg . ks<sup>-1</sup>. rok<sup>-1</sup>. Tyto naměřené hodnoty nemohly být porovnány s hodnotami PM<sub>2,5</sub> v referenčním dokumentu BREF, protože tento dokument tyto hodnoty nezahrnuje.



## 7 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo měření koncentrace pachových látek z intenzivního chovu drůbeže a měření hodnot polétavého prachu  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$ . Měření probíhalo na rodinné farmě Šonkových v Sudoměřicích u Bechyně ve výkrmových halách pro výkrm brojlerových kuřat. Odebrané vzorky emisí pachových látek a naměřené hodnoty polétavého prachu byly vyhodnoceny na katedře zemědělské, dopravní a manipulační techniky Jihočeské univerzity.

Stanovení koncentrace pachových látek z intenzivního chovu drůbeže bylo provedeno dynamickou olfaktometrií dle normy ČSN EN 13725 za pomoci 4 až 8 členné komise posuzovatelů se specifickou citlivostí vůči referenční pachové látce n – butanolu. Kalibrovaným olfaktometrem ECOMA německé výroby s pomocí bezolejového kompresoru generujícího pachově neutrální vzduch byla vyhodnocena výrobní měrná emise pachových látek.

Při měření pachových látek z intenzivního chovu drůbeže bylo prokázáno, že žádná z naměřených hodnot nepřekročila standartní velikost vznikajících emisí zápachu dle dokumentu BREF. To je to důkazem především použití nejlepších dostupných BAT technik

K eliminaci zápachu a vzniku většího množství polétavého prachu je třeba přistupovat už od jeho vzniku např. přidáváním biotechnologických přípravků do krmiva, správném typu ustájení, použití vhodné podestýlky, odklizu podestýlky z výkrmových hal s následným uskladněním nebo aplikací na pozemky. Vznikající zápach ze stájí je možné snižovat biologickými či chemickými pračkami vzduchu. Množství polétavého prachu lze regulovat použitím různých filtrů ve ventilačním systému výkrmových hal.

## 8 Seznam použité literatury

- [1] AVIAGEN., Příručka pro chovatele, *Technologický postup pro výkrm broilerů ROSS*, 2009.
- [2] AVIAGEN., Příručka pro chovatele, *Řízení prostředí v hale pro výkrm brojlerů ROSS*, 2010.
- [3] BOĎO, Š., GÁLIK, R., MIHINA, Š., :*Vliv technológie chovu na produkciu emisií amoniaku a skleníkových plynov v objektoch pre hydinu*. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, Nitra, 2013. ISBN 978-80-552-1068-1
- [4] BROUČEK, J., *Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare: certifikovaná metodika*. V Českých Budějovicích: Jihočeská univerzita, Zemědělská fakulta, 2011. ISBN 9788073943370
- [5] CELJAK I., KUNEŠ R., HAVELKA Z., BARTOŠ P., ŠÍSTKOVÁ M. (2016): *Problematika velkochovů drůbeže jako zdrojů pachových látek*. *Náš chov*, LXXVI: 80 – 82, ISSN 0027 – 8068
- [6] CELJAK, I., *Zásady provádění měření hmotnostní koncentrace polévatého prachu monitorem DustTrak 8530*. BAT centrum Jihočeské univerzity v Č.Budějovicích 2011
- [7] ČERVENÁ, A., ANDĚRA, M., *Svět zvířat XII domácí zvířata*, Abatros Praha, 2001, 182 s, ISBN 80-00-00974-9
- [8] ČSN EN (2003): *Česká technická norma ČSN EN 13 725. Kvalita ovzduší – Stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií*. Praha, český normalizační institut. 68s
- [9] DOBŠINSKÝ, O., FRAIS, Z., KURSA, J.: *Zoohygiena a prevence. Skripta, I. Díl*, VŠZ Praha, 1976, 126 s.
- [10] DROWNS, G.:*Chov drůbeže*. Praha knižní klub, 2014. ISBN 978-80-242-4212-5
- [11] GÁLIK, R., a kolektiv., *Technika pre chov zvierat*. Nitra: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2015., 255 s ISBN 978-80-552-1407-8
- [12] HAVLÍN, J, a kolektiv., *Domáci chov zvierat*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1984
- [13] HOJOVEC, J. – ZEMAN, J. – PROCHÁZKA, Z. – FIŠER, A. – KUBÍČEK, K.: *Hygiena hospodářských zvířat. Část obecná. Studijní informace ÚDVVL, ÚVO Pardubice*, 1982, 278 s

- [14] KIC, P., BROŽ, V., *Tvorba stájového prostředí*. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR, 1995. Stavebnictví (šedá ř.). ISBN 80-7105-1063.
- [15] KŘÍŽ, L., *Základy výživy a technika krmení drůbeže.*, Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR v Praze. 1997., 48 s., ISBN 80-7105-142-X
- [16] KUNEŠ, R., BARTOŠ, P., CELJAK, I., a kol. (2017). *Technology for Intensive Poultry Production as a Source of Odour Emissions with Time-Varying Intensity*. Acta Technologica Agriculturae, 20(4), pp. 91-95. Retrieved 18 Apr. 2018, from doi:10.1515/ata-2017-0018
- [17] KURSA, J., JÍLEK, F.: *Zoohygiena a prevence chorob hospodářských zvířat*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 1998. 122 s. ISBN 80-213-0419-7.
- [18] LEDVINKA, Z., ZITA, L., TŮMOVÁ, E.: *Vybrané kapitoly z chovu drůbeže*. Česká zemědělská univerzita v Praze, 2009. ISBN 978-80-213-1921-9
- [19] PROMBERGEROVÁ, I., *Drůbež na vašem dvoře*. Praha: Brázda, 2012. ISBN 978-80-209-0395-
- [20] PŘIKRYL, M., DOLEŽAL, O., HÁJEK, J., KOSAŘ, K., MALEŘ, J., MALOUN, J., MÁTLOVÁ, V., MATOUŠEK, A.: *Technologická zařízení staveb živočišné výroby.*, TEMPO PRESS II Praha, 1997. 276 s ISBN 80-901052-0-3
- [21] SKŘIVAN, M., TŮMOVÁ, E., VONDRKA, K., DOUSEK, J., LANCOVÁ, B., OUŘEDNÍK, J., OPLT, J.: *Drůbežnictví*. Praha: Agrospoj, 2000. ISBN 80-239-4225-5.
- [22] SÝKORA, J.: *Zemědělské stavby základy navrhování.*, Grada Publishing, a.s., 2014., 128 s., ISBN 978-80-247-5273-0
- [23] ŠONKA, F, a kolektiv., *Drobnochovy hospodářských zvířat*. Praha: Profi Press, 2006. ISBN 8086726193
- [24] VÁCLAVOVSKÝ, J., a kolektiv., *Chov drůbeže*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2000. ISBN 80-7040-446-9
- [25] VÝMOLA, J. a kolektiv. *Drůbež na farmách a v drobném chovu*. Praha : APROS, 1995., 192 s.. ISBN 5611-564-645-15

[26] ZELENKA, J.,: *Výživa a krmení drůbeže*, 1. vyd. Olomouc: Agriprint 2014. 160 s. ISBN 978-8087091-53-1

### **Internetové zdroje:**

[27] <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/3benzoapyren?gclid=CL-vwvDm6MICFUT3wgodcRIATQ>, „staženo dne 27. 12. 2018“

[28] <https://www.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/74-slozeni-atmosferickeho-vzduchu>, „ staženo dne 27. 12. 2018“

[29] <http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach-%e2%80%93-neviditelna-hrozba/>, „staženo dne 27.12.2018“

[30] <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.particle> „staženo dne 28.12.2018“

[31] <https://www.greenfacts.org/en/particulate-matter-pm/level-2/01-presentation.htm> , „staženo dne 28. 12. 2018“

[32] <https://www.spirion.cz/proc-cistit-vzduch.htm>, „staženo dne 28. 12. 2018“

[33] <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1> „staženo dne 1.1.2019“

[34] <https://odpady-online.cz/pachove-latky-a-jejich-vliv-na-okoli/> „staženo dne 2.1.2019“

[35] [http://www.khsova.cz/docs/01\\_aktuality/files/pach\\_2011.pdf](http://www.khsova.cz/docs/01_aktuality/files/pach_2011.pdf) „staženo dne 2.1.2019“

[36] <https://www.abicko.cz/clanek/precti-si-priroda/17536/posvatne-slepice-dejiny-kura-domaciho.html> „staženo dne 2.1.2019“

[37] <http://www.agropress.cz/spotreba-masa-v-cr/> „staženo dne 3.1.2019“

[38] <https://fvhe.vfu.cz/files/hygiena-a-technologie-drubeze-vajec-a-zveriny.pdf> „staženo 10.2.2019“

[39] <http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/100049543.html> „staženo 21.2.2019“

[40] <https://eluc.kr-olomoucky.cz/verejne/lekce/2570> „staženo 23.2.2019“

[41] <http://ucebnicechemie.wz.cz/index.php?prvek=kyslik> „staženo 23.2.2019“

[42] CHALOUPEK, J. – SUCHÝ, P.: *Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata*. Multimediální učební text. [online]. Brno 2008. [cit. 2019-02-24]. Dostupné z: <https://cit.vfu.cz/mikroklima/www/5%20Proudeni.htm>

[43] ODOUR : *Vyhodnocení úrovně pachových emisí v potravinářství, zemědělství a asanačních zařízeních*. 2017. [ cit. 2019-03-24] Dostupné z: [http://eagri.cz/public/web/file/41234/\\_2007\\_MZe\\_potravinari\\_a\\_pachy.pdf](http://eagri.cz/public/web/file/41234/_2007_MZe_potravinari_a_pachy.pdf)

[44] BREF : *Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs* . 2017. [cit. 2019-04-2] Dostupné z: [http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP\\_Final\\_Draft\\_082015\\_bw.pdf](http://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/BREF/IRPP_Final_Draft_082015_bw.pdf)

## 9 Seznam obrázků

- Obrázek 1 – Místa usazování prachových částic v dýchací soustavě
- Obrázek 2 – Procentuální zastoupení jednotlivých frakcí
- Obrázek 3 – Místa vnímání pachových látek
- Obrázek 4 – Procentuální podíl jednotlivých složek suchého čistého vzduchu
- Obrázek 5 – Maximální přípustné hodnoty koncentrací amoniaku
- Obrázek 6 – Produkce drůbežího masa v ČR v tis. tun
- Obrázek 7 – Produkce drůbežího masa v tis. tun vybraných zemí
- Obrázek 8 – Vývoj celkové spotřeby masa v ČR na jednoho obyvatele za rok
- Obrázek 9 – Kouřové trubice KT1 s dmýchacím balónkem
- Obrázek 10 – Anemometr pro měření rychlosti proudění vzduchu ve stáji
- Obrázek 11 – Schéma větracího zařízení s tepelným výměníkem
- Obrázek 12 – Voliérový systém ustájení
- Obrázek 13 – Světelné režimy při výkrmu podle věku
- Obrázek 14 – Teploty v průběhu výkrmu kuřat
- Obrázek 15 – Kapátková napáječka s miskou
- Obrázek 16 – Správná poloha umístění napáječky
- Obrázek 17 – Zásobníky krmiva
- Obrázek 18 – Misková krmítka zavěšena na dopravníku krmiva
- Obrázek 19 – Měřicí přístroj DUST TRAK II 8530
- Obrázek 20 – Měřicí přístroj Voltcraft 4 IN1
- Obrázek 21 – Ruční anemometr
- Obrázek 22- Poloha farmy U lesa
- Obrázek 23 – Napáječky v hale na farmě U lesa
- Obrázek 24 – Výkrmová hala se štítovými ventilátory

Obrázek 25 – Nádoba k odběru vzorků pachových látek

Obrázek 26 – Port k čichovým receptorům s tlačítkem

Obrázek 27 – Olfaktometr s osmy místy pro hodnotící komisy

## 10 Seznam tabulek

Tabulka 1 – Maximální přípustné hodnoty koncentrací amoniaku a sirovodíku

Tabulka 2 – Přehled vlastností běžných podestýlkových materiálů

Tabulka 3 – Doplnující informace k prováděným výpočtům

Tabulka 4 – Hodnoty koncentrace emisí pachových látek

Tabulka 5 – Hodnoty provedených měření a výpočtů  $PM_{2,5}$

Tabulka 6 – Potřebné hodnoty pro výpočty

Tabulka 7 – Hodnoty koncentrace emisí pachových látek

Tabulka 8 – Hodnoty provedených měření a výpočtů  $PM_{10}$

Tabulka 9 – hodnoty průměrných výrobních emisí