

# JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

## ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4101 Zemědělské inženýrství

Studijní obor: Zemědělská a dopravní technika

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

### Diplomová práce

Koncentrace tuhé znečišťující látky uvnitř stáje  
velkochovu drůbeže v závislosti na stáří drůbeže

Vedoucí práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor: Bc. David Dvořák

České Budějovice, 2018

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

Fakulta zemědělská

Akademický rok: 2016/2017

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. David DVOŘÁK**  
Osobní číslo: **Z16267**  
Studijní program: **N4101 Zemědělské inženýrství**  
Studijní obor: **Zemědělská a dopravní technika**  
Název tématu: **Koncentrace tuhé znečišťující látky uvnitř stáje velkochovu drůbeže v závislosti na stáří drůbeže**  
Zadávající katedra: **Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky**

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

#### *Cíl práce:*

Cílem práce je provést měření koncentrace prachových částic PM<sub>10</sub> emitovaných drůbeží ve vybraném objektu chovu drůbeže.

#### *Metodický postup:*

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

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

Rozsah pracovní zprávy: 60 - 80 stran

Forma zpracování diplomové práce: tištěná/elektronická

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.


Katedra zemědělské dopravní a manipulační techniky

Datum zadání diplomové práce: 31. ledna 2017

Termín odevzdání diplomové práce: 30. dubna 2018

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

  
JIHOČESKÁ UNIVERZITA  
V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH  
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA  
studijní oddělení  
Studentův 1688, 370 05 České Budějovice

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

V Českých Budějovicích dne 20. února 2017

## **Prohlášení**

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) 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**

Rád bych poděkoval vedoucímu mé diplomové práce panu Ing. Ivo Celjakovi CSc. za jeho odborné rady, pomoc, trpělivost a ochotu při zpracovávání této práce. Dále bych rád poděkoval Mgr. Tomáši Zoubkovi za pomoc a ochotu při modelování. Současně děkuji lidem, kteří umožnili měření ve svých objektech a poskytli mi informace.

## **Abstrakt**

Tato diplomová práce pojednává o problematice znečištění ovzduší tuhými látkami ve velkochovu drůbeže, porovnává úroveň plošného znečištění uvnitř objektu chovu v závislosti na stáří drůbeže.

Vlastní měření bylo provedeno v souladu s platnou metodikou, vyhodnocení a stanovení koncentrace prachových částic PM<sub>10</sub> ve vybraném velkochovu drůbeže. Měření bylo realizováno v objektu velkochovu brojlerů na rodinné farmě Farma u lesa v Sudoměřicích u Bechyně. Cílem této práce bylo měřením získat a poté vyhodnotit získané údaje. Měření probíhalo ve dvou turnusech, pro měření dvou velikostních frakcí tuhých znečišťujících látek. K měření tuhých prachových částic ve vznosu byl použit přístroj DUST TRAK II8530, zapůjčený fakultou. Dále v práci je uveden také popis a metodika měření s tímto přístrojem.

**Klíčová slova:** znečištění; prach; drůbež; PM<sub>10</sub>

## **Abstract**

This thesis deals with the issue of air pollution, emission of solid substance in the large-scale poultry. Compares the level of surface contamination inside the breeding facility, depending on the age of the poultry.

The measurements were carried out in accordance with the applicable methodology for the evaluation and the determination of the concentration of dust particles PM<sub>10</sub> in the selected large-scale poultry. Measurement was carried out in a large-scale broiler Farma u lesa in Sudoměřice u Bechyně. The aim of this work was to obtain a measurement and then evaluate the data obtained. The measurements were carried out in two rounds to measure two size fractions of solid pollutants. The DUST TRAK 8530, borrowed by the faculty, was used to measure the solid dust particles in bulge. Further, the thesis also describes description and measurement methodology with this device.

**Keywords:** pollution; dust; poultry, PM<sub>10</sub>

## Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární přehled .....	11
2.1	Chov drůbeže .....	11
2.2	Drůbež.....	11
2.2.1	Hrabavá.....	11
2.2.2	Vodní.....	11
2.2.3	Létavá .....	11
2.3	Hybridi masného typu (brojeři).....	11
2.4	Zařízení v chovu drůbeže .....	12
2.4.1	Teplota .....	12
2.4.2	Světlo .....	12
2.4.3	Ustájení .....	13
2.4.4	Ventilace.....	14
2.4.5	Krmení.....	15
2.4.6	Napájení.....	16
2.4.7	Ovzduší v hale.....	16
2.5	Dezinfekce hal.....	17
2.6	Prašnost v chovu drůbeže .....	18
3	Welfare .....	19
3.1	Hodnocení welfare.....	20
3.2	Zákon č. 246/1992 Sb.....	21
3.3	Vyhláška č. 245/1996 Sb. ....	22
4	Ovzduší .....	23
4.1	Životní prostředí.....	23
4.2	Ovzduší .....	23
4.3	Znečišťování ovzduší.....	24
4.4	Zdroje znečištění ovzduší .....	24
4.5	Základní pojmy .....	26

4.6	Ochrana ovzduší v EU.....	27
4.6.1	Zákon č. 76/2002 Sb.....	27
4.6.2	Zákon č. 472/2005 Sb.....	27
4.6.3	IPCC.....	27
4.6.4	Vídeňská úmluva a Montreálský protokol.....	28
4.6.5	Rámcová úmluva OSN o změně klimatu.....	28
4.6.6	Goteborský protokol .....	28
4.7	Látky znečišťující ovzduší.....	29
4.7.1	Oxid siřičitý .....	29
4.7.2	Oxidy dusíku.....	29
4.7.3	Oxid uhelnatý .....	30
4.7.4	Přízemní ozon .....	30
4.7.5	Saze .....	30
4.7.6	Dioxiny .....	30
4.8	Rozptyl škodlivých látek.....	31
4.9	Polétavý prach PM <sub>10</sub> .....	31
4.10	PM <sub>2,5</sub> .....	32
4.11	Druhy prachů.....	32
4.12	Kontrola znečištění ovzduší .....	33
4.13	Metody snížení prašnosti.....	34
4.14	BAT .....	34
4.15	Metody stanovení prašnosti ve stájích .....	35
5	Cíl práce .....	36
6	Metodický postup.....	37
6.1	Měření .....	37
6.1.1	Průběh měření.....	37
6.2	Zdroje prachu v chovu drůbeže .....	37
6.3	Omezení prašnosti v objektech chovu .....	37
6.4	Norma pro stanovení emisních limitů .....	38



6.5	Měřicí přístroj.....	38
6.6	Charakteristika místa měření .....	39
6.6.1	Ustájení .....	42
6.6.2	Osvětlení .....	42
6.6.3	Ventilace.....	43
6.6.4	Krmení.....	44
6.6.5	Napájení .....	44
6.6.6	Hygienická opatření.....	45
6.7	Vlastní měření .....	45
6.8	Naměřené hodnoty .....	47
7	Diskuze.....	58
8	Závěr .....	60
9	Literatura: .....	61
10	Seznam obrázků, tabulek a grafů.....	66

## 1 Úvod

Chov drůbeže je nejen v českém, ale v celosvětovém zemědělství velmi důležitou součástí. Nejedná se pouze o velkochovy. V ČR se nenajde dvorek, na kterém by se nějaká drůbež nepohybovala. Drůbeží maso je skvělou součástí jídelníčku při výživě člověka. Obsahuje mnoho bílkovin, tuk, vitamíny, minerální látky atd. Je považováno za jedno z nejzdravějších mas, je lehce stravitelné, a proto se zařazuje do dietního stravování. Nejedná se samozřejmě pouze o drůbež hrabavou, do které patří slepice, ale i o vodní a létavou.

S každou zemědělskou aktivitou, ať už se jedná o rostlinnou či živočišnou výrobu, je spojen fakt, že při ní dochází k jistému znečišťování ovzduší, z pravidla pak prachovými částicemi. V současné době je zemědělská výroba považována za jednoho z největších znečišťovatelů ovzduší. Ale nejedná se zde pouze o tuhé emise produkované zemědělskými stroji, které je produkují spalovacími motory, kterými jsou poháněny nebo svým pohybem, patří sem i emise ze samotné živočišné výroby produkované samotnými zvířaty v chovu a s operacemi souvisejícími s chovem. Kromě pevných znečišťujících látek zde vznikají samozřejmě i emisní plynné látky. Tyto látky znečišťují jak okolní ovzduší daného chovu, tak především klima v objektu daného chovu a tím ohrožují jak pracovníky, tak i zvířata, která se zde pohybují. Pro zmenšení dopadu škodlivých látek na zdraví člověka a zvířat vznikají celosvětově různé dohody a vyhlášky, které se snaží vznik a šíření škodlivých látek co nejvíce eliminovat. Tento problém se netýká pouze zemědělce s určitou výrobou nebo pouze určitého státu, je to celosvětový problém, proto je potřeba ho také celosvětově řešit. Na druhou stranu ne každý si může dovolit zavádět určitá opatření a hlídat produkci emisí, proto je na příslušných orgánech státu podpořit takovéto producenty.

V chovu drůbeže vznikají pevné znečišťující látky při pracovních operacích, které jsou nezbytně spojeny s jejich provozem. Jedná se především o podestýlku a prašné krmné směsi. Dále ten fakt, že je v hale poměrně velký počet opeřených zvířat, která se neustále pohybují a svými křídly a peřím neustále víří prach. Ten může negativně ovlivnit jak jejich organismus, tak pracovníků, kteří mají na starosti chod chovu. V zemědělství se stále více rozvíjí trend omezování produkce emisí, využívající moderní technologie, opírající se o používaná nová strojní zařízení, která pomáhají ke snížení hodnot produkovaných emisí. Ke kontrole funkcí a účinnosti těchto zařízení slouží prováděná objektivní měření, ze kterých se vyhodnocují naměřené hodnoty.

## **2 Literární přehled**

### **2.1 Chov drůbeže**

Chov drůbeže je nedílnou součástí živočišné produkce v zemědělství. I když je v počtech chovaných kusů u nás daleko za skotem nebo prasaty, je pro svou využitelnost také velmi důležitý a nepostradatelný. Drůbež se chová jak na maso, které je ze tří uvedených to nejzdravější, tak pro vejce, která jsou dalším důležitým zdrojem vitamínů a bílkovin pro člověka nebo případně i zvířata. Chovy hospodářských zvířat se musí řídit welfare pro zvířata. Platí samozřejmě, že čím spokojenější zvíře, tím vyšší produkce.

Dle Českého statistického úřadu bylo v zemědělských podnicích Jihočeského kraje k 31. 12. 2016 chováno 205 tis. kusů skotu, 106 tis. prasat a 1851 tis. kusů drůbeže[12].

V této kapitole si uvedeme základní pojmy, principy a zařízení nezbytné pro chov drůbeže.

### **2.2 Drůbež**

#### **2.2.1 Hrabavá**

Do skupiny hrabavé drůbeže patří:

- Slepice – masný užitkový tip, nosný užitkový tip, kombinovaný užitkový tip
  - o Nosní hybridi
  - o Hybridní masného tipu (brojler)
- Krůty
- Perličky

#### **2.2.2 Vodní**

- Kachny – masný tip, nosný tip, kombinovaný užitkový tip
- Husy

#### **2.2.3 Létavá**

- Holuby a holoubata

### **2.3 Hybridní masného tipu (brojleři)**

Takzvaní brojleři nejsou plnohodnotnými plemenem slepic. Jsou vyšlechtěni speciálně na rychlý výkrm k masné užitkovosti. Jsou neplodní, tudíž nesnášejí vajíčka. Tito brojleři jsou vykrmeni do porážkové hmotnosti během 6-8 týdnů, ta se

pohybuje okolo 2 kg. Rychlý nárůst hmotnosti je dosažen pomocí míchání speciálních směsí, které obsahují vysoké množství minerálních látek a hormonů[13].

Brojleři jsou samčího i samičího pohlaví, avšak vzhledem k pohlaví samci dosahují porážkové hmotnosti dříve, ale oddělování pohlaví se v provozech neprovádí, protože je pohlaví těžko rozpoznatelné v tak nízkém věku. Masní hybridi vycházejí při šlechtění z několika plemen. Jedná se o PLb – plymutka bílá, KŠb – kornýška bílá, někdy SU – sasexka.

Současný trend šlechtění brojlerů vede ke snížení celkové hmotnosti a zmenšení tělesného rámce. Je tomu tak z ekonomických důvodů, protože menší slepice mají relativně nižší spotřebu krmiva.

Mezi kombinace rozšířené v ČR patří např. typy HYBRO N, HUBBART, ROSS 208, PM 3, INDIAN RIVER atd.[10].

## **2.4 Zařízení v chovu drůbeže**

### **2.4.1 Teplota**

S ostatními hospodářskými zvířaty patří drůbež mezi tzv. homoizotermní (teplokrevné organismy). Ke svému životu potřebují stálou tělesnou teplotu i za výkyvů v teplotě prostředí. Ptáci jsou na udržení tělesné teploty náchylnější než například savci. Teplota dospělého jedince by měla činit 40,6 – 41,7 °C. Při vylíhnutí mají mláďata teplotu nižší, okolo 40,1 – 41,2 °C. K vývinu termoregulace dochází až po 3 – 6 týdnech od vylíhnutí. Teplota v hale by se měla postupně od vylíhnutí snižovat ze zhruba 33 °C na 15 – 18 °C [5].

K vytápění hal v chovu brojlerů se používají přímotopné plynové jednotky, které pomocí čidel a řídicí jednotky udržují v hale stálou teplotu. Pro rozptýlení teplého vzduchu po hale se využívá míchacích ventilátorů. Dále se mohou využívat olejové jednotky, které pracují na stejném principu s rozdílem, že pálí olej. V porodnách se využívá infralamp.

K ochlazení vnitřního klimatu se užívá tzv. odpařovacích kolon. Jedná se o zinkový rám potažený plachtou, kde spodní část slouží pro odvod vody. Kde takovou to technologii nemají, používají nejčastěji pouze ventilátory [14].

### **2.4.2 Světlo**

V chovu drůbeže je světelný režim velice významný. Kromě reprodukce zvířat ovlivňuje i jejich růst. Přesnou úpravou světelného režimu v halách lze docílit

vysoké snášky nebo vysoké přírůstku ve výkrmu drůbeže. Drůbež přijímá potravu především v režimu světla. Požadavky na osvětlení se liší podle věku zvířat. Pro čerstvě vylíhlé se volí nižší intenzita světla pro jejich lepší orientaci.

Ptáci jsou na rozdíl od člověka citlivější na UV záření, zejména na modrou a červenou část spektra. Tohoto faktu se využívá při osvětlení. Pro čerstvě vylíhnutá kuřata se používá režim až 23h. světla, pro jejich lepší adaptaci na nové prostředí. Poté se nejčastěji využívá režim 16h světla a 8h tmy nebo střídavý, 2h x 2h [5].

Osvětlení je realizováno pomocí úsporných žárovek modré barvy pro aktivaci krmení a zelené barvy pro útlum(viz obrázek 1)[14].



Obrázek 1 – Zelený světelný režim [43].

### 2.4.3 Ustájení

Pro ustájení drůbeže se v současné době používá v chovu nosnic buď klecového chovu s obohacenými klecemi, voliérového chovu nebo alternativního výběhového s podestýlkou. Ve výkrmu brojlerů jde o případ volného chovu na podestýlce[5].

Produkce trusu u drůbeže se dá vypočítat jako 1,5 násobek spotřeby krmiva. Denní produkce se pohybuje dle věku mezi 80-220g. Drůbeží trus převyšuje svým složením ostatní hospodářská zvířata. Je to směs výkalů a moče. Nacházejí se

v něm části nestráveného krmiva, epitelové buňky a mikroorganismy střevní flory. Po úpravě je tento trus výborný k hnojení či kompostování.

Nejčastějším chovem je chov volně v halách na podestýlce. Podestýlka je směs substrátů, které mají dobrou nasávací schopnost, zejména pro vlhkost. Jako nejvhodnější materiál je určena stelivová rašelina, avšak ta je velmi drahá a v dnešní době téměř nedostupná. Dále se na podestýlku velice dobře hodí hobliny, nejlépe z měkkého dřeva, piliny jsou méně vhodné. Další alternativou je řezaná sláma, ale ta se velmi rychle sléhává, proto se doporučuje ji míchat s hoblinami.

Vyklízení podestýlky z hal se realizuje po ukončení turnusu pomocí radlice a traktoru, kdy je vyhrnuta ven z prostoru.

V klecových chovech je trus odklizen pomocí shrnovacích lopat, gumových pásů, dopravníků apod. [3].

#### **2.4.4 Ventilace**

Ventilace hraje v chovu brojlerů důležitou roli při zajištění optimálního vnitřního prostředí. Ventilaci rozlišujeme na dva základní typy:

- přirozená
- nucená

Přirozená ventilace se řídí pomocí správného nastavení postraních záclon nebo klapek, aby do objektu mohl proudit vzduch a správně cirkulovat. Tento systém však neumožňuje rozsáhle zajištění optimálních podmínek v hale. Mohou se přidat cirkulační ventilátory, díky kterým se může vnitřní prostředí rosit či mlžit.

Při nucené cirkulaci zajišťují přívod vzduchu do haly a jeho správnou výměnu a odvod ventilátory. Tento systém umožňuje rozsáhlé nastavení hodnot pro získání optimálního vnitřního prostředí. Může být přetlaková nebo podtlaková. Většinou se využívá podtlakového systému, kdy ventilátory vytvoří v hale negativní tlak a vzduch je přisáván otvory ve stěnách.

Podtlaková ventilace se rozděluje na tři základní typy:

- minimální
- přechodová
- tunelová

Minimální ventilace zajišťuje přívod množství vzduchu, které postačuje k odvedení vlhkosti a amoniaku z vnitřního prostředí stáje. Používá se za studeného počasí, nebo v nízkém věku kuřat. V tomto systému se využívá 2 – 6 ventilátorů.

Změnu z minimální na přechodovou ventilaci zajišťuje časovač, který přepíná v závislosti na vnitřní teplotě. Potlačí tak časovač minimální ventilace, který je nastaven na určité časové intervaly. Přívod vzduchu opět zajišťují otvory ve zdech haly.

Tunelová ventilace je navržena tak, aby dokázala během jedné minuty vyměnit veškerý vzduch v hale díky rychlému proudění. Jejím hlavním cílem je chladící účinek v horkých letních dnech. Může se využít chladících rohoží, umístěných na vstupních otvorech pro vzduch do haly [50].

#### **2.4.5 Krmení**

Kapacita venkovních sil (zásobníků) by měla vystačit na pětidenní krmení s maximální spotřebou. Dle doporučení by měly u každé haly být dvě sila a být navzájem propojena dopravníkem. Z venkovních sil se krmná směs dopravuje do hal pomocí šnekového dopravníku. Dávku směsi je možné řídit pomocí mechanických vah. Špičkovým řešením je řízení pomocí počítače, který v závislosti na počtu drůbeže, její živé hmotnosti, užitkovosti a teploty vypočítává krmnou dávku [17].

Pro dopravu krmiva ke zvířatům se v současné době využívá dvou hlavních systémů. Jedná se dopravníková zásobníková krmítka. Dopravníková krmítka tvoří krmný žlábek, v němž je uložený plochý řetěz, případně pokud je žlábek nějak speciálně tvarován, je využito pro dopravu krmiva šnekovíce. U čerstvě narozených brojlerů se na zem položí papírové pásy s krmivem, které se postupem času rozpadnou.

Zásobníková (misková) krmítka jsou tvořena tubusem s objemem 1,5 – 3 kg s různě hlubokým krmným žlábkem na obvodu misky. Pro uchycení misky pod dopravníkem slouží žebra, která také zabraňují drůbeži vstupovat do misky a vyhrabávat z ní krmivo. Dopravník je uchycený pod stropem haly a ke krmítkům je směs dopravována svislými nebo šikmými trubkami. Dopravník je buď šnekový, nebo řetězový. Krmítka jsou zavěšena po 40 cm na hlavním lanu, které je nakládkách a umožňuje výškovou regulaci krmítek podle růstu zvířat.

Směsi, které jsou většinou dováženy, jsou uskladněny ve věžových silech, které jsou umístěny venku před objektem. Z nich vedou dopravníky do zásobníků, které jsou umístěny v hale a dále potom do krmítek[1].

#### 2.4.6 Napájení

K neužívanějším typům napáječek patří napáječky kloboukové. Jsou postaveny z klobouku a misky, mezi jejichž obvody vzniká napájecí žlábek. Voda do něj vytéká z otvorů, které jsou umístěny ve výšce požadované hladiny. K doplňování vody slouží pružinový ventil. Jsou zavěšeny stejně jako misková krmítka na konstrukci, která umožňuje jejich výškovou regulaci.

Dále si uvedme napáječky kapkové, které můžeme vidět na obrázku 2. Jedná se vlastně o napáječky ventilové, tzv. „nipple“. Při lehkém uvolnění špičky ventilu libovolným směrem se z napáječky uvolní kapka vody. Tyto ventily se doplňují mističkami, kvůli odkapávání vody vlivem nečistot uvnitř ventilu. Dále se dají využít napáječky miskové a kalíškové [1].



Obrázek 2 – Kapátková napáječka [44].

#### 2.4.7 Ovzduší v hale

V zemědělských objektech s chovem hospodářských zvířat se objevuje jisté množství prachových částic. Významným zdrojem tohoto prachu bývají suché krmné směsi. K rozvíření prachu dochází při manipulaci s těmito směsmi. V chovu drůbeže je to při doplňování krmítek, kdy směs pohybuje dopravník. Avšak většina



tohoto procesu se odehrává v uzavřených dopravnících, takže nemá takový vliv na znečištění ovzduší.

Dalším významným zdrojem prachu je podestýlka. Zvláště u chovu ptáků se podestýlka jeví jako primární zdroj prachových částic. Opeřenci neustále pohybem svých křídel víří prach z podestlaného materiálu. Největší prašnost bývá zaznamenána v chovech drůbeže do věků 20 dnů. Část prachových částic se usadí zpět a zbytek je odvětrán do venkovního ovzduší. Vedle plynných emisí, jako je například čpavek z exkrementů, je prachové znečištění velmi významnou škodlivou složkou stájového mikroklimatu.

Při šíření prachových částic do okolního ovzduší záleží na jejich velikosti (frakci). Větší a těžší prachové částice se usadí téměř okamžitě, zatímco menší jsou unášeny větrem po okolí. Šíření je závislé na klimatických podmínkách daného ročního období. Průměrné koncentrace prachu v odpadním vzduchu emitovaném z chovných objektů a zařízení jsou v rozmezí cca od 0,5 do 20 mg.m<sup>-3</sup>. Uvádí se, že vzdálenost pro rozptyl prachových částic z chovných objektů je 200 m.

Podle svého složení, velikosti a podle množství v jednotce vzdušného objemu znamenají větší či menší nebezpečí pro zdraví hospodářských zvířat. Zatímco prach ve stájovém ovzduší představuje prokazatelně v určitých koncentracích závažnou zátěž dýchacích cest a spojivek zvířat a lidí, po rozptýlení v okolí stájí není obvykle jeho imisní působení příliš závažné. Daleko větší význam mají prachové částice jako nosiče mikroorganismů, bakteriálních endotoxinů a prachových látek, včetně amoniaku [15].

## **2.5 Dezinfekce hal**

Aby bylo dosaženo maximální užitekosti a dobrého zdravotního stavu zvířat, je potřeba dodržovat základy čistoty a hygieny. Hygienický program musí zahrnovat: udržování čistoty v hale, skladu apod., hygienu místa, dispozice o zacházení s uhynulými kusy.

Jakmile je turnus ukončen a zvířata jsou vyskladněna, mělo by ihned následovat odstranění hmyzu, dokud je v hale ještě teplo. Zřízení v hale včetně podestýlky je nastříkáno insekticidem. Druhý postřik se provádí před zaplynováním.

Při mytí haly se využívá tlakové vody s detergentem. Jsou omyty všechny plochy, kde se usazují nečistoty, včetně stropu. Pokud hala obsahuje vybavení,

které není možno očistit, je zničeno. Vypustí se vodovodní potrubí a nádrže a jsou následně propláchnuty vodou a dezinfekcí.

Dále se provádí plynování. Tento proces je velice nebezpečný jak pro zvířata, tak pro lidi. Pracovníci musí být vybaveni ochrannými obleky, respirátory, brýlemi. Hala musí být utěsněna a vyhřátá na 21 °C. Poté se nechá látka působit 24 hodin a je následně důkladně vyvětrána. Vyklizení podestýlka musí být uložena min. 1,5 km od farmy [7].

## **2.6 Prašnost v chovu drůbeže**

Hlavním zdrojem prašnosti v chovu drůbeže nebo v ostatních hospodářských zvířat bývá nejčastěji podestýlka a suché krmné směsi. Dále jsou součástí znečištěného ovzduší v hale šupiny kůže, peří, exkrementy apod. Pro snížení prašnosti v chovu a šíření znečištěného ovzduší do okolí musí být chovy opatřeny příslušnými jednotkami a konstrukcemi a zvolit vhodné pracovní postupy. Sem patří množství a počet větracích otvorů, druh, složení a kvalita podestýlky, složení suchých krmiv a jejich doplňování. Uvádí se, že nejvíce prašnosti je kuřat do stáří 20 dnů[40].

### 3 Welfare

Definice welfare se do češtiny překládá jako pohoda. Jde o stav zvířat, kdy jim není ubližováno, mají dostatek potravy, vody, prostoru atd. Je to komplexní stav, kdy zvíře nic netrápí. Zvířata jsou jako lidé. Jsou to živé bytosti, které dokáží cítit bolest a utrpení, proto je důležité u nich zajistit takové podmínky, aby k těmto situacím nedocházelo.

V ČR zabezpečuje pohodlí zvířat zákon č.167/1993 Sb. Jde o zákon o ochraně zvířat, který upravuje činnost všech státních orgánů ochrany zvířat v republice jako např. Ministerstvo zemědělství. Zákon razantně zakazuje jakékoli činnosti, které by byly spojeny s krutostí na zvířatech, dále také zakazuje všechny druhy podpory týrání zvířat. Dle zákona nesmí zvíře zažívat bolest a utrpení, krutost, poškození zdraví a bezdůvodné zabíjení, pokud jsou způsobeny člověkem a to i v případě neznalosti či nedbalosti.

Dále zákon definuje činnosti, které jsou považovány za kruté vůči zvířatům. Vymezuje ochranu zvířat při usmrcování, ochranu zvířat při veřejném výkonu, ochranu při přepravě. Tyto podmínky se musí dodržovat při chovu hospodářských a společenských zvířat, případně pokusných zvířat [16].

Při zajišťování pohody zvířat se musí brát ohled na prostředí jejich života. Sem spadají technické, fyziologické a ekonomické aspekty. Zvíře je v tak dobrém zdravotním stavu, jak je dobré jeho životní prostředí. Tento fakt je vědecky dokázán. Samozřejmě s rostoucí pohodou zvířat roste i jejich produktivita. Fakt spokojenosti zvířat záleží na mnoha faktorech. Zda je zvíře dobře nakrmeno, napojeno, je zajištěn dobrý zdravotní stav, zda má dostatek prostoru na projevení svého přirozeného chování, netrpí nepříjemnými stavy jako je bolest, strach a nouze. Dobré životní podmínky pro chovaná zvířata znamená prevenci nemocí a veterinární léčbu, vhodné útočiště, obsluhu, výživu a humánní zacházení. Welfare vlastně znamená zajištění fyzických a duševních potřeb zvířatům.

Zásady dobrých životních podmínek:

- Odpovědné využívání zvířat pro potřeby člověka, jako je společnost, potrava, zábava, práce, vzdělání a výzkum.
- Péče o zvířata a zajištění dobrých zdravotních podmínek podle vědeckých poznatků a přihlídnutí na etické a společenské hodnoty.
- Zvířatům musí být poskytnuta voda, jídlo, správná manipulace, zdravotní péče.

- Postupy v chovu, ustájení a užívání zvířat by měly být vyhodnocovány a případně upraveny.
- Regulace populace zvířat musí být humánní, společensky a vědecky obezřetná.
- Se zvířaty se musí nakládat po dobu jejich života s respektem a důstojností a v případě potřeby jim poskytnout humánní smrt [18].

### 3.1 Hodnocení welfare

Při sledování a vyhodnocování stavu zvířat a jejich welfare se hodnotí základní kritéria, která dostanou jednotlivě známku, a poté je celé toto šetření vyhodnoceno a jsou v případě potřeby zavedena opatření.

Kritéria:

Svoboda od hladu a žízně:

- tělesná kondice
- kvalita a množství vody
- technologie krmení a napájení
- kvalita krmení

Svoboda od nepohodlí:

- podlahové plochy objektů
- výběhové plochy
- technologie stáje

Svoboda od zranění, bolesti a nemoci:

- znečištění zvířat
- zdravotní stav
- veterinární péče
- stájové klima

Svoboda od strachu a stresu:

- vhodnost plemene k danému chovu
- chování daného plemene

Svoboda přirozeného projevu:

- technologie ustájení
- svoboda pohybu
- jednotnost stáda [17].

### **3.2 Zákon č. 246/1992 Sb.**

Jedná se o zákon na ochranu zvířat proti týrání. Základní podmínky chovu drůbeže podle zákona na ochranu zvířat proti týrání vyplývají z následujících ustanovení:

- při chovu hospodářských zvířat je zakázáno chovat zvíře v izolaci, působí mu to utrpení, pokud to nevyžadují zvláštní předpisy (karanténa) a dále chovat zvíře v tak velkých nebo v tak uspořádaných skupinách anebo v takových prostorách, ve kterých je míra nebo četnost vzájemných útoků působí utrpení, které neumožňují přirozený odpočinek či řádnou péči, ve kterých nemohou uspokojit své potřeby v příjmu potravy a vody anebo jiné potřeby nezbytné pro jejich zdraví a život;
- za týrání se považuje z jiných než zdravotních nebo pokusných důvodů omezovat výživu zvířete, nestanoví-li zvláštní předpis jinak a dále podávat zvířeti potravu obsahující příměsi nebo předměty, které mu působí bolest, utrpení nebo jej jinak poškozují, překrmovat zvířata, zejména drůbež ve velkochovech násilným způsobem;
- za týrání se považuje z jiných než zdravotních nebo pokusných důvodů omezovat napájení, nestanoví-li zvláštní předpis jinak;
- za týrání se považuje vyvolávat bezdůvodně nepřiměřené působení stresových vlivů biologické, fyzikální nebo chemické povahy;
- za týrání se považuje zacházet se zvířetem, přepravovat je nebo pohánět způsobem, který vyvolává nepřiměřenou bolest, utrpení nebo poškození zdraví, anebo vede k jeho neúměrného fyzickému vyčerpání;
- za týrání se považuje podávat zvířeti bez souhlasu odborně způsobilého veterinárního pracovníka veterinární léčiva a přípravky s výjimkou přípravků, které jsou volně v prodeji,

provádět krvavé zákroky a injekční aplikace, nejsou-li prováděny způsobilou osobou;

- za týrání se považuje provádět chirurgické zákroky za účelem změny vzhledu zvířete, ničit hlasivky nebo používat jiných prostředků k omezení hlasitých projevů zvířete;
- chovatel je povinen zabezpečit nejméně jedenkrát denně pečlivou prohlídku technologického zařízení a odstranit v nejkratší době zjištěné závady;
- dojde-li k poškození zvířat v důsledku nevhodné technologie, je chovatel povinen tuto technologii upravit, nebo změnit;
- chovatel je povinen mít pohotově k dispozici nástroje a pomůcky k okamžitému poskytnutí první pomoci[8].

### **3.3 Vyhláška č. 245/1996 Sb.**

Vyhláška ministerstva zemědělství č. 245/1996 Sb. k provedení odst. 3 zákona České národní rady č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění zákona č. 162/1993 Sb. Při stanovení podmínky ochrany zvířat při přemísťování na jatka a na jatkách uvádí, že k naložení a vyložení zvířete z dopravního prostředku se používají jen místa a zařízení k tomu určená. Zvířata nebo kontejnery se zvířaty na nákladních plochách dopravních prostředků a při příhonu či jiném přemísťování na jatkách nelze:

- vystavovat extrémním klimatickým vlivům
- shazovat z ložné plochy dopravního prostředku nebo z jiného vyvýšeného místa;
- přepravovat v převrácené poloze[8].

## **4 Ovzduší**

### **4.1 Životní prostředí**

Definice životního prostředí dle zákona č.17/1992 Sb., o životním prostředí zní: „vše, co vytváří přirozené podmínky existence organismů včetně člověka a je předpokladem jejich dalšího vývoje. Jeho složkami jsou zejména: ovzduší, voda, horniny, půda, organismy, ekosystémy a energie.“ [11].

Zemědělství je neodmyslitelně spjata se životním prostředím. Zemědělská hospodářství jsou často označována jako „polopřirozené ekosystémy“. Zemědělství je jednak nedílnou součástí historie krajiny, pomáhá vytvářet její ráz a napomáhá k vytváření biologické diversity. Dále má zemědělství funkci produkční a to v závislosti na přírodních zdrojích a jejich kvalitě.

Některé studie ukazují na to, že obhospodařovaná krajina, jako domov určitých druhů, může být udržena pouze tehdy, pokud bude nadále trvat environmentálně příznivý způsob obhospodařování půdy. Zemědělství ovlivňuje životní prostředí největší měrou. V EU je obhospodařováno 50% půdy a 28% lesního porostu.

Ochrana vody, půdy a krajiny, péče o životní prostředí a dopady klimatické změny, využívání obnovitelných zdrojů energií či ekologické postupy v hospodaření jsou současné výzvy v zemědělství [19].

### **4.2 Ovzduší**

Jednou z nejdůležitějších částí životního prostředí pro život a zdraví člověka je ovzduší. Člověk do sebe vdechováním dostává okolní vzduch, včetně všeho, co obsahuje. To se pak v těle vstřebává nebo usazuje a působí na lidské zdraví. Z tohoto důvodu se na kvalitu ovzduší klade vysoký důraz, zvláště v posledních letech.

V devadesátých letech minulého století bylo v ČR investováno mnoho finančních prostředků pro snížení emisí, zvláště u velkých elektráren. Tím došlo v ČR k razantnímu zlepšení ovzduší, zejména v průmyslových regionech, které byly do té doby považovány za nejhorší na světě. Bohužel na začátku nového století se začala zvyšovat doprava a průmyslový rozvoj, což vedlo k opětovnému zhoršení kvality ovzduší. Největší problém v současné době představuje jemný prach. Ministerstvo životního prostředí zpracovalo v roce 2007 Národní program snižování emisí ČR, který byl následně schválen vládou [20].

NPSE stanovuje postupy a opatření k nápravě stávajícího špatného stavu ovzduší a lhůty k jejich dodržení. Své výsledky směřuje k roku 2020, kdy předpokládá maximální hodnoty oxidu siřičitého, oxidů dusíku, těkavých organických látek, amoniaku a jemných prachových částic. Má celkem 23 prioritních opatření, z nichž je směřováno 15 do oblasti dopravy, 3 do průmyslu, 2 do zemědělství a 3 do oblasti českých domácností. Cílem NPSE je co nejrychlejší snížení rizik plynoucích ze znečištění ovzduší a to zejména vlivem prachových částic  $PM_{2,5}$  a  $PM_{10}$  a přízemního ozonu [21].

### 4.3 Znečišťování ovzduší

Přítomnost škodlivých látek a jejich sloučenin a směsí v ovzduší je definována jako znečištění ovzduší (viz obrázek 3). Přítomnost těchto látek v ovzduší způsobuje smog a kyselý déšť. Mají negativní dopad na zdraví člověka a na veškeré živé organismy. Dle jejich složení způsobují narušení ozonové vrstvy a negativní změnu klimatu. Člověku a zvířatům způsobují vážné dýchací problémy a jiná závažná onemocnění. To, jaké škodlivé látky se ovzduší nachází, závisí na oblasti a jejím hospodaření [6].



Obrázek 3 – Znečištěné ovzduší [45].

### 4.4 Zdroje znečištění ovzduší

Zdroje znečištění ovzduší se dají rozdělit na dvě základní skupiny. Jedná se o znečištění způsobené činností lidstva a přírodní znečištění. Mezi největší znečišťovatele lidské činnosti se považuje spalování fosilních paliv při výrobě



elektřiny, v dopravě, průmyslu a v domácnostech. Z těchto oblastí pochází znečištění především prachovými částicemi.

Další významnou oblastí znečištění jsou průmyslové procesy, při kterých jsou používány různé chemické látky a rozpouštědla. Jde především o chemický průmysl a zpracování nerostných surovin.

V neposlední řadě zde máme jako zdroj znečištění zemědělství (viz obrázek 4), které je zvláště v poslední době kvůli tomuto faktu sledováno. Se zemědělskou výrobou je spojeno mnoho operací, při kterých dochází k uvolňování prachových částic do ovzduší, ať už se jedná o rostlinnou výrobu, tak o chov hospodářských zvířat. Společně se snaží zamezit dalšímu znečištění [22].



Obrázek 4 – Prašnost v zemědělství [46].

V souladu s protokolem AcETO byl zaveden termín „Správná zemědělská praxe“. Tento protokol má za úkol respektování dané specifické podmínky na daném území.

Obsahuje ustanovení týkající se:

- hospodaření s dusíkem

- nízkoemisní ustájení zvířat
- strategie krmení dobytka [4].

Posledním významným zdrojem z činnosti člověka je zpracování odpadů.

Co se týká druhé skupiny, což je přírodní znečištění, jde o znečištění prachovými částicemi ze sopečných činností, kdy se při erupci uvolňuje do vzduchu popílek, prach, který je vířen a šířen větrem, především půdní prach, emise těkavých organických látek z rostlin a solné výpary z mořské vody, o kterých většina populace obyvatelstva nikdy neslyšela [22].

#### **4.5 Základní pojmy**

Emise –v přímém slova smyslu znamená emise znečištění. Spadá sem znečištění hlukové, světelné, tepelné, prachová atd. vypouštěné do ovzduší prostřednictvím bytových, obchodních a průmyslových zařízení. Termín emise se uvádí pouze u ovzduší, ne u vody [23].

Emisní limit – určuje nejvyšší přípustné množství znečišťující látky nebo stanovené skupiny látek nebo pachových látek vypouštěné do ovzduší ze zdroje znečištění. Definice zní: hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za určitou jednotku času [24].

Znečišťující látka - pod tímto pojmem se rozumí kterákoliv látka, která vniká do ovzduší, anebo v něm druhotně vzniká. Je to látka, která má po své přeměně, ať fyzikální nebo chemické, nepříznivý a škodlivý vliv na zdraví člověka, zvířat, na jejich pohodu, dále na životní prostředí nebo klimatické změny a dokonce i na hmotný majetek

Depoziční limit - je nejvýše přípustné množství znečišťující látky usazené po dopadu na jednotku plochy zemského povrchu za jednotku času. Úplatu za znečišťování ovzduší tvoří základní sazba a přírážka, která se platí při překročení emisního limitu[4].

Pro hodnocení míry znečištění ovzduší a určování emisních limitů se používají tyto veličiny:

**hmotnostní koncentrace emisí** - je hmotnost znečišťující látky na jednotku objemu nosného plynu. Pokud není uvedeno jinak, rozumí se objem vlhkého plynu při 101.32 kPa a 0°C.

**hmotnostní tok emise** - je hmotnost znečišťující látky vypouštěné ze zdroje, vztažená na jednotku času.

**emisní faktor** - je poměr hmotnosti znečišťující látky, vypouštěné ze zdroje, k jednotce množství výrobku, polotovaru nebo suroviny dané výrobní technologie.

**tmavost kouře** - je optická vlastnost kouře, vyvolaná pohlcením světla v kouřové vlečce vystupující z komína. Vyjadřuje se ve stupních podle Ringelmanna nebo Bacharacha nebo v procentech opacity [28].

## **4.6 Ochrana ovzduší v EU**

### **4.6.1 Zákon č. 76/2002 Sb.**

Jedná se o zákon o integrované prevenci a omezování znečištění ovzduší, o integrovaném registru znečišťování stanovuje mimo jiné povinnosti provozovatelů zařízení, upravuje vydávání integrovaného povolení. Určuje způsob, kterým jsou shromažďována data o emisích a znečišťujících látkách zavedených v registru. Dále upravuje síť a způsob výměny informací o nových moderních technologiích a technikách v oblasti ochrany ovzduší. Tento zákon ochraňuje životní prostředí jako celek [4].

### **4.6.2 Zákon č. 472/2005 Sb.**

Je to zákon o ochraně ovzduší, který určuje práva a povinnosti při ochraně ovzduší co se týká znečišťujících látek spojených s činností člověka. Určuje podmínky pro snižování množství vypouštění znečišťujících látek, působících negativně na lidské a zvířecí zdraví. Udává nástroje ke snižování množství znečišťujících látek, vedoucí ke změně klimatu a světelného znečištění [4].

### **4.6.3 IPCC**

Jedná se o mezinárodní panel pro změnu klimatu. Je předním mezinárodním orgánem pro hodnocení klimatických změn. Byl založen v roce 1988 Programem OSN pro životní prostředí (UNEP) a Světovou meteorologickou organizací (World Meteorological Organisation - WMO), která poskytuje světu jasný vědecký obraz

o současném stavu znalostí o změně klimatu a možných environmentálních a sociálně-ekonomických dopadech. K práci IPCC přispívají desítky tisíc vědců ze všech členských států. Členství v tomto panelu je otevřeno všem členským státům OSN. V současné době je členy 195 zemí. IPCC přezkoumává a vyhodnocuje nejnovější vědecké, technické a sociálně-ekonomické informace, které byly vytvořeny na celém světě a které se týkají chápání změny klimatu [25].

#### **4.6.4 Vídeňská úmluva a Montreálský protokol**

Vídeňská úmluva byla sjednána v roce 1985 na ochranu ozonové vrstvy a ochrany lidského zdraví a životního prostředí. Snaží se zabránit negativním vlivům lidské činnosti, které by mohly poškozovat ozonovou vrstvu. Konkrétní závazky naplňující cíl stanovený ve Vídeňské úmluvě jsou upraveny prováděcím Montreálským protokolem o látkách, které poškozují ozonovou vrstvu (1987). Montreálský protokol obsahuje pojmy, které omezují výrobu a spotřebu 8 základních látek. Jedná se o halogenované deriváty uhlovodíků, např. freony. Cílem Protokolu je přijímat a realizovat celosvětová opatření na vyloučení výroby a spotřeby téměř 100 regulovaných látek, které ozonovou vrstvu poškozují. Upravuje nakládání s látkami populárně označovanými jako freony a halony a dále výrobu a použití methylbromidu. Regulované látky jsou chemicky velmi stálé. Pronikají do vyšších vrstev atmosféry, kde způsobují zeslabování ozonové vrstvy, která život na Zemi chrání před vysoce intenzivním UV-zářením[4].

#### **4.6.5 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu**

Byla přijata na konferenci OSN o životním prostředí v roce 1992. Poskytuje rámec mezinárodním vyjednávání o možnostech řešení problémů spojených s probíhající změnou klimatu. Vytváří základ pro stabilizaci a redukci skleníkových plynů, vyrovnávání se s negativními dopady změny klimatu, finanční a technologickou podporu rozvojovým zemím [4].

#### **4.6.6 Goteborský protokol**

Tento protokol slouží k omezování acidifikace (okyselování), eutrofizace (oxidy dusíku a amoniak) a přízemního ozonu k úmluvě o dálkovém znečišťování ovzduší přesahujícím hranice státu. Mezi základní povinnosti smluvních stran patří dodržování emisních stropů pro oxidy síry, dusíku, těžké organické látky a amoniaku. Další povinností je aplikace BAT principu, nejlepších dostupných technik. Zaměřuje se na energetiku, chemický průmysl, dopravu a zemědělství. V ČR zodpovídá za plnění protokolu Ministerstvo životního prostředí[26].

## 4.7 Látky znečišťující ovzduší

Ovzduší a atmosféra okolo nás obsahuje kromě plynů také pevné a kapalné částice. Koncentrace jednotlivých částic tvoří komplexní směs chemických, organických a anorganických látek. Všechny tyto částice jsou přenášeny vzduchem. Pevné složky jsou označovány zkratkou PM – „Particulate Matter“. Z pevných částic je to především prach ze zemědělské činnosti a saze z výfukových plynů. Dále pak jsou to oxidy dusíku, síry, oxid uhelnatý a sulfáty.

Jako nejčastější onemocnění u člověka způsobené znečištěným ovzduším se uvádí rakovina plic. Avšak toto není jediná nemoc, kterou znečištěné ovzduší může způsobit. V závislosti na velikosti frakce mohou pronikat více či méně do dýchací soustavy. Částice  $PM_{2,5}$  pronikají do plicních sklípků, kde způsobují vznik zánětů a ty mohou dále vést k onemocněním, jako je bronchitida, astma a právě rakovina. Větší frakce ( $PM_{10}$ ) se zachycují v horních cestách dýchacích, kdy zapříčiňují zánět hltanu, průdušnice atd. [27].

### 4.7.1 Oxid siřičitý

Oxid siřičitý je jedovatý bezbarvý štiplavý plyn. Vzniká především spalováním fosilních paliv. Uhlí obsahuje síru, při jeho spalování se spaluje i síra a vzniká oxid siřičitý, který uniká do ovzduší. Čím je uhlí méně kvalitní, tím více síry je v něm obsaženo. Oxid siřičitý oxiduje s kyslíkem na oxid sírový. Oxid siřičitý pohlcuje vodní páry z ovzduší a vzniká tak kyselina sírová. Ta padá na zem jako kyselý déšť. Ten poškozuje jak živé organismy, tak půdu i budovy. Udává se, že 80% je právě ze spalování uhlí.

Oxid siřičitý má i své výhody. Používá se na síření sudů na víno a ke konzervaci potravin, kdy tento oxid zahubí nežádoucí mikroorganismy. Největší jeho výhodou je fakt, že oxid siřičitý ve formě aerosolu dokáže odrážet krátkovlnnou sluneční radiaci a tím snižuje oteplování způsobené skleníkovými plyny [35].

### 4.7.2 Oxidy dusíku

Mezi oxidy dusíku řadíme sloučeniny kyslíku a dusíku, jako jsou oxid dusnatý a oxid dusičitý. Tyto oxidy jsou přirozenou součástí životního prostředí, kdy vznikají během bouřek a produkují je mikroorganismy a dále vznikají při vysokoteplotním spalování fosilních paliv. Za 50% znečištění oxidem dusíku může doprava. Při zasažení vysokou koncentrací očí nebo kůže dochází ke vzniku vážných popálenin pokožky, sliznic, dochází k nevolnostem, křečím a může nastat i smrt. Při

vdechování nízkých koncentrací se objevuje podráždění očí a horních cest dýchacích [36].

#### **4.7.3 Oxid uhelnatý**

Oxid uhelnatý patří mezi skleníkové plyny. Je to bezbarvý hořlavý plyn bez chuti a zápachu. Vzniká při špatném spalování všech uhlíkatých materiálů. Z činnosti člověka je největším znečišťovatelem doprava a veškeré průmyslové procesy, při nichž dochází ke spalování. Otrava oxidem uhelnatým se projevuje ztmavnutím kůže, křečemi, komatem a nakonec smrtí, protože není schopný vázat kyslík jako hemoglobin. Záměrně využíván je při rafinaci surového niklu a za reakce s metanolem při průmyslové výrobě kyseliny octové. V některých zemích se užívá i jako atmosféra při balení čerstvého masa [37].

#### **4.7.4 Přízemní ozon**

Přízemní ozon patří v současné době za nejproblematictější látku v ovzduší. Má chemicky komplikovaný vznik a zánik a proto je také velmi složité omezit jeho množství v ovzduší. Nemá v ovzduší přímý emisní zdroj, vzniká z oxidů dusíku a těkavých organických látek ve složitých reakcích. Další důležitou roli při jeho vzniku hrají meteorologické podmínky (teplota, sluneční záření, vítr, ...). Ozon je silným oxidačním činidlem, působí negativně na zdraví člověka ale především na vegetaci, kdy způsobuje její úhyn, jelikož zamezuje fotosyntéze [38].

#### **4.7.5 Saze**

Jde o nespálené palivové zbytky, které jsou rozptýleny v ovzduší a usazují se v tmavých vrstvách. Vznikají při spalování organických paliv. Největší koncentrace usazení je v okolí komínů a všude tam, kde dochází k hoření. Saze se usazují pomocí gravitace. V průmyslu jsou využívány především k výrobě pneumatik a jako barvivo do inkoustů [39].

#### **4.7.6 Dioxiny**

Tyto látky vznikají např. při spalování odpadu obsahujícího chlorované látky či jako vedlejší produkty v chemické výrobě, kde se používá chlor (pesticidy, herbicidy, bělení papíru atd.). Jsou velmi nebezpečné i ve stopovém množství. Dioxiny jsou příbuzné například s látkami jako DDT či PCB, které způsobují vážné hormonální změny a poruchy, způsobují neplodnost, rakovinu a poškození imunitního systému. Mají vysokou chemickou stabilitu, a proto setrvávají dlouho v prostředí a mohou se šířit tisíce kilometrů od zdroje znečištění [40].

#### 4.8 Rozptyl škodlivých látek

Na šíření škodlivých látek v ovzduší má vliv celá řada faktorů. Nejzásadnějšími jsou faktory meteorologické. Jedná se zvláště o atmosférické proudění, přítomnost a stav vlhkosti a zejména teplotní zvrstvení atmosféry. Spodní vrstvy atmosféry jsou poměrně silně ohřívány a jejich hustota klesá oproti výše položeným chladnějším vrstvám, což vede ke vzniku vertikálního proudění. Při těchto prouděních se škodlivé látky zředňují a jsou unášeny do atmosféry. Škodlivé látky mohou být z ovzduší odděleny pomocí gravitace nebo deště. V průběhu rozptylu dochází k promíchávání jednotlivých látek, změně způsobu přenosu, k jejich separaci nebo akumulaci. Dále vznikají chemické reakce, v jejichž průběhu se látka rozkládá nebo mění.

Faktory ovlivňující rozptyl:

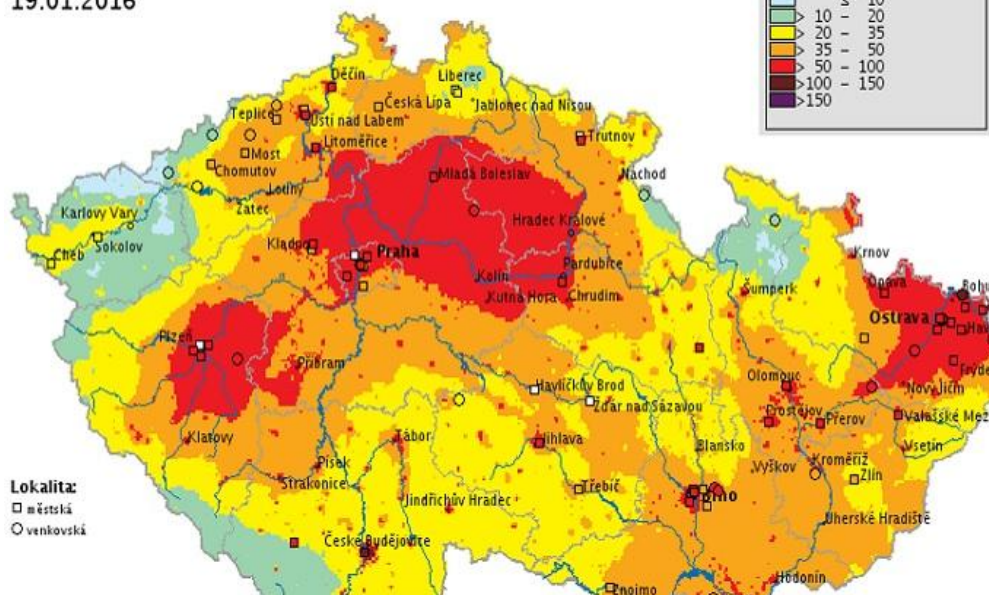
- meteorologické podmínky, tzn. rychlost větru, jeho směr a stabilitou atmosféry
- výškou zdroje emisí – přízemní, jako silniční doprava nebo vysoké (tovární komíny)
- místní nebo regionální geografické rozložení [28].

#### 4.9 Polétavý prach $PM_{10}$

Pevné částice polétavého prachu označované jako  $PM_{10}$  mají velikost frakce 10  $\mu m$ . U člověka se zachytávají v horních cestách dýchacích. Velikost a tvar částice se nemění. Tyto částice jsou tvořeny komplexní směsí mnoha různých látek např. sazí, částic síranu, kovů a anorganických solí i mořské. U této frakce hraje velkou roli zvířený prach, tímto způsobem se do ovzduší uvolňuje velké množství. Jde o sektor dopravy, těžby a stavebnictví. V domácnostech může být zdrojem lak na vlasy, plynový hořák nebo jen zapálená svíčka. Obecní emisní limit pro  $PM_{10}$  není určen. Zákon č.201/2012 Sb. určuje emisní limit pro pevné frakce o velikosti 0,1  $\mu m$  – 0,5 mm [29].

Na obrázku 5 můžeme vidět znečištění ovzduší částicemi  $PM_{10}$  v ČR při 24 hodinovém měření.

**PM<sub>10</sub> – částice PM<sub>10</sub>**  
**24hodinový průměr**  
**19.01.2016**



Obrázek 5 – Znečištění v ČR částicemi PM<sub>10</sub>, [47].

#### 4.10 PM<sub>2,5</sub>

Zde se jedná o tzv. jemné částice. Ty snadno pronikají do spodních cest dýchacích. Naše tělo jim nevystavuje žádné zábrany ani filtry. Jeho nebezpečnost se odvozuje od jeho chemického složení. Zdrojem těchto částic je veškeré hoření. Např. spalování dřeva, fosilních paliv, spalování v elektrárnách, lesní požáry a zemědělské procesy. Jsou měřitelné pouze elektronovým mikroskopem [29].

#### 4.11 Druhy prachů

**Dřevěný prach** – dřevěný prach se v ovzduší objevuje všude tam, kde se zpracovává nebo jinak manipuluje se dřevem. Tzn. na pilách, hoblovnách, truhlárnách atd. V některých zemích je klasifikován jako chemická nebezpečná látka. Způsobuje astma, podráždění očí a sliznic, záněty a bolesti hlavy. V dřevěném prachu se často vyskytují i biologické látky, jako houby, plísně dále herbicidy a pesticidy pro ochranu dřeva [30].

**Karcinogenní prach** – Karcinogenní látky se vážou především na jemné prachové částice. Proniká dýchacím ústrojím do krve člověka nebo zvířete a způsobí nádorová onemocnění. Z lidské činnosti patří mezi karcinogenní složky prachu arzen, azbest, nikl atd. Z přírodních zdrojů si uveďme prach z dubu a buku [31].



**Fibrogenní prach**–tyto prachy mohou způsobovat astma, podráždění očí, pokožky, dýchacích cest a tvorbu plicních fibróz. Jejich hlavní složkou je fibrogenní složka, která může být ze slídy, sazí, bentonitu, šamotu, slévárenského prachu, křemenu grafitu atd. [32].

**Toxický prach** – součástí tohoto prachu jsou těžké kovy a chemikálie. Ty vnikají do těla dýchacím ústrojím, které poškozují a dále způsobují intoxikaci celého organismu, jelikož jsou absorbovány krví. Skupiny látek, které se zde mohou vyskytnout, jsou: ftaláty, bromové chemikálie, parafíny, organické sloučeniny cínu apod. Většina těchto látek způsobuje hormonální změny [33].

**Infekční prach** – složky tohoto prachu jsou biologické. Jedná se o zárodky plísňí, hub, infekcí a nemocí. Jde o tzv. bioaerosol. Zárodky jsou přichycené na pevné částici prachu. Následky jsou u člověka rýma, kašel, spalničky, zarděnky, příušnice a meningitida [34].

#### **4.12 Kontrola znečištění ovzduší**

V ochraně ovzduší se vyskytují dva způsoby měření – emisní a imisní. Ty se od sebe liší jak měřenou koncentrací, tak podmínkami, při nichž je měření prováděno. Emisní měření se provádí jednorázově, kontinuálně nebo poloautomaticky. Imisní měření se provádí kontinuálně nebo v určitých intervalech v bodech, které jsou pevně určeny. Provádí se buď stacionárními, nebo mobilními měřicími jednotkami.

**Emisní měření** – v současné době se pro měření používají kontinuální metody. Provoz emisních monitorovacích systémů se ve vyspělých zemích řídí směrnicemi, vydávanými na úrovni orgánů státní správy, které obvykle specifikují:

- minimální požadavky, podle nichž je vhodnost přístrojů hodnocena
- zkušební ústavy, oprávněné schvalování provádět
- postup schvalovacího řízení
- návody pro postup při osazování, kalibraci, použití a údržbě měřicích zařízení

Při emisním měření jde především o sledování koncentrace oxidu uhelnatého, siřičitého, dusnatého a pevných částic. Při měření koncentrací oxidů se

používá analyzátorů pracujících na principu nedisperzní infračervené fotometrie. Ke stanovení tuhých částic se užívá fotometrické nebo radiometrické měření.

**Imisní měření**—imisní metody měření rozdělujeme na manuální a kontinuální. Metody manuální pracují na principu převedení stanovované složky do roztoku a její stanovení klasickými titračními nebo elektrochemickými metodami.

Látky, které se pomocí této metody měří: oxid siřičitý, uhelnatý, oxidy dusíku, chlor, sloučeniny fluoru, sulfan, čpavek, formaldehyd.

Při kontinuálních metodách se nejčastěji sledují koncentrace oxidu siřičitého a oxidy dusíku. Ze starších metod si uveďme coulometrickou metodu a z novějších pulzní fluorescence[28].

#### **4.13 Metody snížení prašnosti**

V zemědělské praxi se pozornost soustřeďuje především na zamezování eroze půdy a tím zabránění uvolňování prachových částic. K tomu slouží správné osevní postupy, kdy jednotlivé plodiny zajišťují správné složení půdy. Dále se v některých zemích aplikují letní závlahy vyschlé půdy a co největší osazení nebo zatravnění půdních ploch. Dalším účinným řešením je pěstování ozimých plodin.

V chovu hospodářských zvířat se pro snížení prachových emisí zkracují doby ustájení zvířat a zvyšování doby na pastvinách a ve volných výbězích. Pro stále ustájená zvířata se pak do hal aplikují různá zařízení pro snižování prašnosti, jako např. odsávačky prachu, vzduchové pračky s vodním sprchováním, ionizace vzduchu ve stáji (ultrafialové záření, tepelná energie), kropící zařízení podestýlky pomocí oleje a vody, instalace uzavřené dopravní sítě krmiva, dobře zvolený systém větrání proti víření prachu v hale [41].

#### **4.14 BAT**

Anglický termín Best Available Techniques znamená v překladu nejlepší dostupné technologie. Ta má odpovídat nejúčinnější existující technologie v nejpokročilejším stádiu jejího vývoje při optimálním způsobu provozování, který bude mít za následek co nejmenší možné vlivy na životní prostředí. Jde o kombinaci aplikaci nejmodernějších technologií a kontroly jejich ekologických dopadů.

Tyto technologie jsou definovány v protokolu IPPC jako:

- technikami se rozumí jak použitá technologie, tak způsob, jakým je zařízení navrženo, vybudováno, provozováno, udržováno a vyřazováno z provozu,

- dostupnými se rozumí techniky vyvinuté v měřítku umožňujícím zavedení,

v příslušném průmyslovém odvětví za ekonomicky a technicky přijatelných podmínek s ohledem na náklady a přínosy, pokud jsou provozovateli za rozumných podmínek dostupné bez ohledu na to, zda jsou používány nebo vyráběny v České republice,

- nejlepšími se rozumí nejúčinnější technika z hlediska dosažení vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku.

Aplikace nejlepších dostupných technik je cílem integrovaného povolování. Jde o srovnávání dané technologie a výrobních postupů zejména v oblasti účinnosti a emisí škodlivých látek do životního prostředí [42].

#### **4.15 Metody stanovení prašnosti ve stájích**

##### **Metody váhové**

###### **Sedimentační**

Při tomto typu měření se využívá skleněného válce vysokého 30 cm o průměru 20 cm. Ty jsou naplněny destilovanou vodou, aby se v ní prach usadil. Po dokončení odběru se obsah vylije do předem zvážené misky, a vysuší se při teplotě 105 °C. Poté se vysušený obsah zváží a zjistí se množství usazeného prachu v mg. Tato metoda slouží k dlouhodobému odběru (30 dní).

###### **Filtrační**

Vatové filtry – Přes vatový filtr je prosán určitý objem vzduchu. Poté se filtr zváží a po odečtení hmotnosti od čistého filtru se zjistí obsah prachu v objemu vzduchu.

Rozpustné filtry – filtr je vytvořen z rozpustné látky (fruktóza). Filtrem se prosaje určitý objem vzduchu a filtr se poté rozpustí a vypaří. Zbytek je prach, který se zváží.

Membránové filtry - Provádí se pomocí běžného sání (vysavač) a sond, do kterých se vkládají filtry. Množství prosátého vzduchu se při tom měří průtokoměry. Množství prachu se vypočte jako rozdíl hmotnosti filtru po a před odběrem známého množství vzduchu [48].

## 5 Cíl práce

Cílem této diplomové práce bylo změřeni a vyhodnocení polétavých pevných částic prachu o velikosti  $PM_{10}$ , které vznikají v chovu masné drůbeže (brojlerů) v závislosti na jejich stáří. Pro splnění cíle bylo nutné získat objektivní hodnoty koncentrace prachových částic, které vznikají v objektu v běžném režimu chovu v závislosti na stáří, počtu a hmotnosti drůbeže. Pro identifikaci zdrojů dílčí prašnosti, projevující se především pohybem zvířat, při kterém se víří podestýlka a uvolňují se částičky peří a kůže drůbeže, při doplňování suchého krmiva do zásobních krmítek, vlivem systému ventilace v závislosti na vývoji a stavu vnějšího a vnitřního prostředí, bylo nutné provést několik měření v rozmanitých měřicích místech v objektu chovu. Měření bylo prováděno v jednom chovu v průběhu výkrmu v jednom turnusu brojlerů. Měření bylo prováděno za běžných denních podmínek a činností, které jsou v chovu prováděny.

## **6 Metodický postup**

1. Studium literatury, týkající se problematiky (měření koncentrace prachu, naměřené hodnoty, způsoby měření).
2. Studium literatury, týkající se provozně technologických požadavků na chovy drůbeže.
3. Výběr vhodného objektu a dohovor na realizaci měření.
4. Studium zásad a postupu provádění měření hodnot koncentrace prachu PM<sub>10</sub> podle metodiky a jejich aplikace ve vybraném objektu.
5. Realizace měření koncentrace prachových částic a doprovodných veličin.
6. Zpracování naměřených hodnot a vypracování práce v souladu se zásadami tvorby technických a obdobných dokumentů.

### **6.1 Měření**

Pro samotné měření by měl být splněn předpoklad, že vnitřní ovzduší nebude nadměrně kontaminováno venkovním ovzduším, tzn. prachovými částicemi z okolí, mlhou, vlhkostí a větrem. Jelikož byl objekt v době měření větrán v běžném automatickém režimu, bylo možné zjistit koncentraci prachových částic vstupujících do objektu větracími štěrbínami a tuto hodnotu odečíst od hodnot naměřených v jednotlivých měřicích místech uvnitř objektu.

#### **6.1.1 Průběh měření**

Objekty v chovu drůbeže jsou vždy jinak konstrukčně realizovány, proto není přesně určeno, na kterých místech se má měření provádět. Je třeba vybrat místa, u kterých se dá předpokládat vyšší koncentrace prachových částic, která umožní posoudit vliv dílčích zdrojů prachových částic, resp. pokud je systém zajišťující chov rozprostřen rovnoměrně, mohou být rovnoměrně po celém objektu.

### **6.2 Zdroje prachu v chovu drůbeže**

- podestýlka
- krmivo
- peří a kůže drůbeže
- Zaschlý trus

### **6.3 Omezení prašnosti v objektech chovu**

1. Přirozené větrání okny s hlubokou podestýlkou
2. Nepoužívat prašná krmiva

3. Pravidelné čištění usazených nečistot (prachu)
4. Zvlhčování vnitřního mikroklimatu
5. Používat méně prašné podestýlky
6. Používat vnitřní cirkulaci vzduchu s filtrací
7. Nucené větrání s podestýlkou pomocí ventilátoru
8. Používat vhodnou dopravu a zásobování krmiva

#### **6.4 Norma pro stanovení emisních limitů**

ČSN EN 12 341: Kvalita ovzduší – stanovení frakce PM<sub>10</sub> aerosolových částic. Referenční metoda a postup při terénní zkoušce ověření požadované těsnosti shody mezi výsledky referenční a hodnocené metody.

#### **6.5 Měřicí přístroj**

Pro měření prachových částic byl použit školní přístroj Dust TRAK II 8530 (viz obrázek 6). Podstatou metody měření prachových částic je prosávání okolního vzduchu zařízením s filtrem, v němž se určitá velikostní frakce zachytí. Princip je založen na odrazu infračerveného paprsku od prachových částic ve sběrné komoře. Vstupním zařízením je impaktor, který zachycuje odlučované frakce prachu. Hodnoty jsou přístrojem zaznamenávány v mg·m<sup>-3</sup>. Přístroj měří v rozmezí intervalu jedné sekundy až jedné hodiny. Díky vyměnitelným impaktorům je možno měřit prachové částice o velikosti PM<sub>10</sub>; PM<sub>2,5</sub>; PM<sub>1</sub>. Přístroj si jednotlivá měření ukládá do paměti včetně příslušných grafů a poté je možno díky jinému softwaru a zařízení jejich další zpracování. Rozsah měření přístroje je 0,001 – 150 mg·m<sup>-3</sup>. Přístroj používá systému dobíjení baterií, tudíž by měl být na měření nabitý, nebo by měla být možnost jeho připojení do elektrické sítě.

Postup měření DustTRAKEM:

Před každým jednotlivým měřením bylo nutné přístroj kalibrovat, aby nebyly výsledky ovlivňovány předchozím měřením.

- na přístroj se nasadí kalibrovací filtr
- v systému se spustí režim kalibrováníZeroCal + start, který trvá 1 minutu
- po dokončení kalibrace systém oznámí konec
- poté je možnost kalibrovací filtr sundat

Vlastní měření:

- na přístroj se nasadí požadovaný filtr (v mém případě 10μm)

- v systému je možno nastavit si dobu trvání měření (5 minut) nebo jej vypnout ručně
- poté se spustí měření pomocí tlačítka START
- na displeji se ukazují měřené hodnoty v  $\text{mg m}^{-3}$
- když uběhne čas měření, je proces ukončen a data jsou uložena do paměti pod jednotlivými čísly měření
- poté je možno si data stáhnout přes USB do počítače, nebo se na ně přímo podívat v přístroji pomocí tlačítka DATA, zde uživatel vidí dobu měření, maximální a minimální naměřenou hodnotu a průměrnou hodnotu



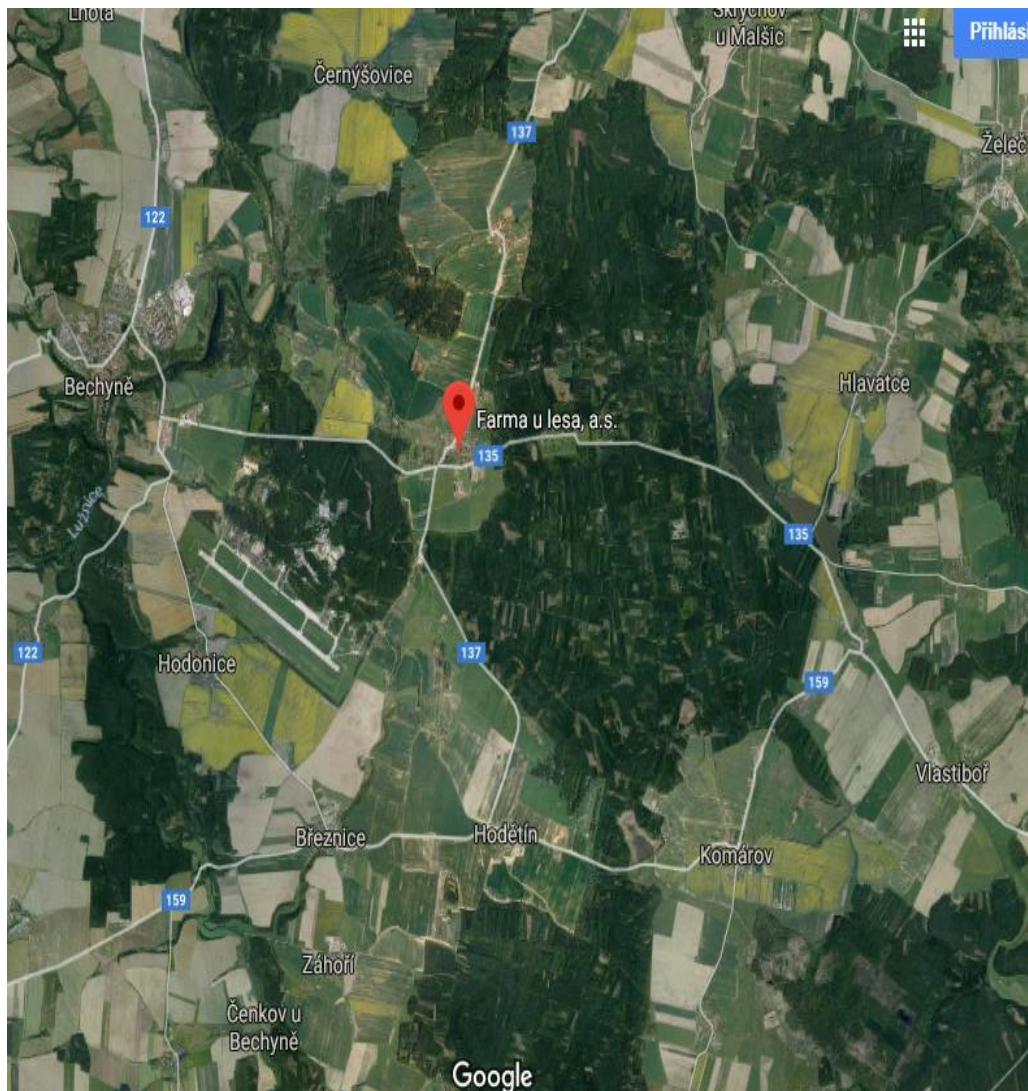
Obrázek 6 - Dust TRAK II 8530

## 6.6 Charakteristika objektu měření

Pro měření byl vybrán objekt chovu v komplexu Farmy u lesa. Tato farma se nachází v Sudoměřicích u Bechyně nedaleko Tábora (viz obrázek 7). Jedná se o rodinnou farmu rodiny Šonkových. Zabývají se především živočišnou produkcí. Primárně se zabývají výkrmem brojlerů, dále výkrmem a prodejem kuřic a krůt, chovem koní a v poslední řadě chovem masného skotu Angus. Dále farma poskytuje možnost agroturistiky, výcvik koní a jezdců a k tomu ubytování. Farma hospodaří na 80 ha pastvin a 20 ha luk.

V komplexu se nacházejí čtyři haly, ve kterých se v jednotlivých turnusech (6-7/rok) vykrmuje zhruba 100 000 ks kuřat. Výkrm brojlerů a tím i délka turnusu trvá

34 dní, při čemž vykrmený kus váží průměrně 1,9 kg. Po vyskladnění kuřat trvá dalších 12 desinfekce a příprava haly na další turnus. Na farmě si kuřata sami nelíhnou, ale kupují je od firmy Xavergen. Po vykrmení brojlerů jsou prodáni do drůbežářského závodu v Klatovech.



Obrázek 7 – Farma u lesa[49].





Obrázek 8 – Hala č. 4



Obrázek 9 – Ovládání systému

### 6.6.1 Ustájení

Brojeři jsou vykrmováni v hale o rozměrech 102x15m a výšce 8m. Jako podestýlka se používá řezaná pšeničná sláma, na kterou jsou kladeny vysoké nároky na čistotu, aby zvířata neonemocněla. Pod podestýlkou je rovná, plná betonová podlaha, která umožňuje po vyskladnění vyhrnutí mechanickou lopatou. Tloušťka podestýlky je cca 10 cm. V průběhu výkrmu turnusu se již nepřidává. Hala má předsíň, ve které je umístěn počítač a veškeré kontrolní a ovládací zařízení (viz obrázek 9). V hale se při jednotlivých turnusech nachází přibližně 25 000 kusů zvířat.



Obrázek 10 – Hala pro výkrm brojlerů

### 6.6.2 Osvětlení

Pro správný výkrm a růst zvířat je potřeba správná regulace osvětlení, Hala je bez oken. Osvětlení je zajištěno pomocí barevných zářivek (viz obrázek 11). Na začátku výkrmu je intenzita světla 30 luxů a v průběhu je snížena na 6 luxů. Intenzita světla se reguluje automaticky.



Obrázek 11 – Zelené osvětlení

### 6.6.3 Ventilace

Ve stěně v čele budovy je umístěno 5 ventilátorů (viz obrázek 12), které zajišťují nucené podtlakové větrání. Na bočních stěnách budovy je umístěno po 60 kusech větracích klapek, které zajišťují přívod vzduchu do objektu. Veškeré ovládání ventilátorů a klapek je prováděno pomocí počítače v předsíni haly. Ten zjišťuje momentální vlhkost, teplotu a venkovní teplotu. Pro vytápění jsou zde umístěna plynová tepelná děla.



Obrázek 12– Ventilace



Obrázek 13 – Větrací otvory

#### **6.6.4 Krmení**

Krmivo je skladováno mimo halu v zásobnících a do haly a následně do krmítek je dopravováno pomocí šnekových dopravníků. V hale jsou zavěšeny jednotlivé krmné linky, na kterých jsou umístěna misková krmítka. Linky jsou zavěšeny na ocelových lanech a dle stáří a výšky kuřat je měněna jejich výšková pozice. Brojleři jsou vykrmováni granulovou směsí BR – 1 do 12 dne stáří. Poté se přechází na směs BR – 2A do stáří 21 dní, BR – 2B Cobb do 30 dní a do konce výkrmu BR – 3 Cobb.

#### **6.6.5 Napájení**

Stejně jako linky krmení jsou i linky napájení zavěšeny na ocelových lanech ke stropu a zajišťují měnitelnou výšku dle stáří kuřat. Zde jsou použity miskové kapátkové napáječky. Krmné linky musí zajišťovat dostatečný přísun vody. Mají průtok  $90 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1}$ . V případě potřeby je možno do systému napájení přidat léčivo.

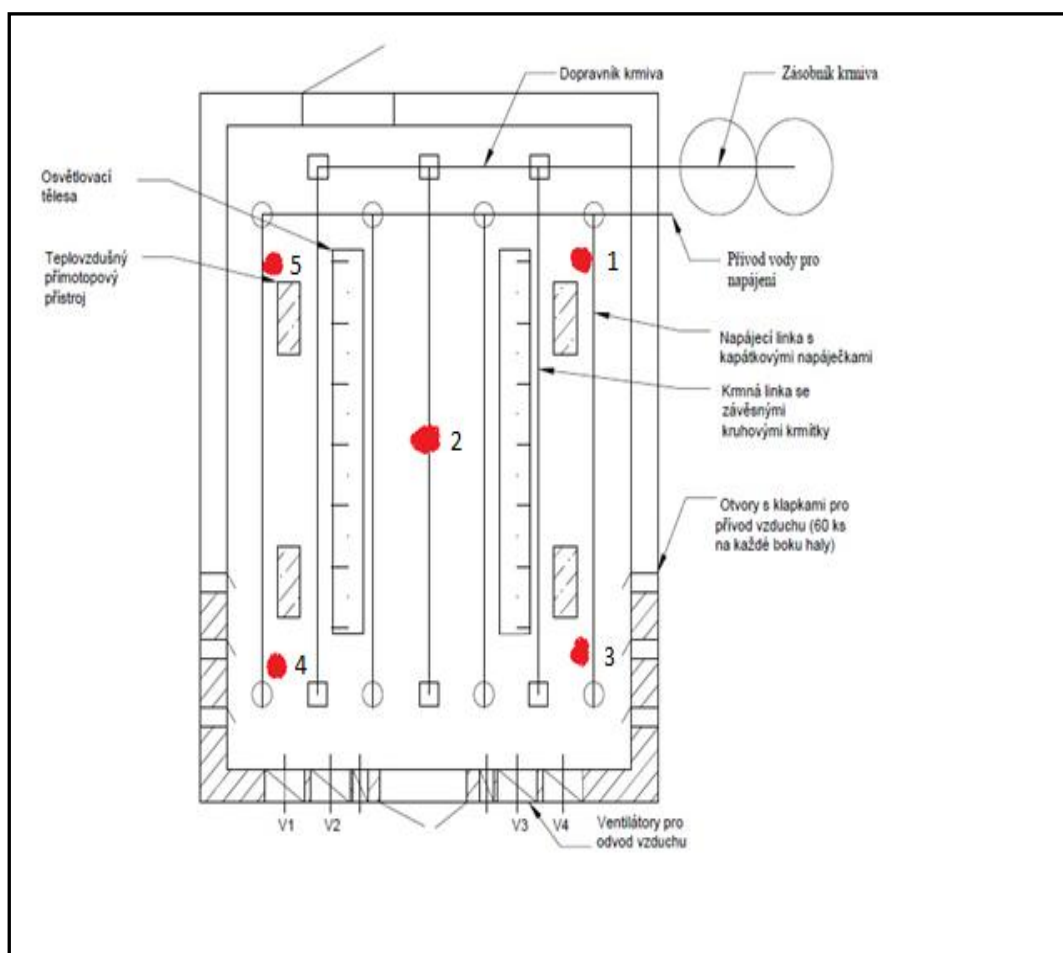
### 6.6.6 Hygienická opatření

Pro vstup do hal se zvířaty platí přísné podmínky. Musí být užito čistého bezpečnostního oděvu a obuvi, případně čistých návleků. Po vyskladnění brojlerů je specializovanou firmou hala důkladně vydezinfikována.

Jelikož je v chovu drůbeže očekáván nepatrný úhyn, musí se každý den uhynulé kusy odklízet. Pro tento účel je na farmě zajištěna kafilemní nádoba, která je specializovanou firmou vyvážena obden.

### 6.7 Vlastní měření

Realizace měření probíhala ve dnech 9.5., 17.5., 23.5., 30.5., 6.6.2017. V hale bylo vybráno 5 měřících míst (viz obrázek 14), která byla rozmístěna rovnoměrně vzhledem k ploše.



Obrázek 14 – Místa měření

V tabulce 1 jsou uvedeny jednotlivé údaje o stavu zvířat a podmínkách v objektu v době jednotlivých měření.

**Tabulka 1 – Naměřené doprovodné hodnoty a doplňující údaje**

Číslo měření	Datum	Staří zvířat [den]	Průměrná hmotnost zvířat [g]	Počet ustájených zvířat [ks]	Vnitřní teplota [°C]	Vnější teplota [°C]	Vnitřní vlhkost [%]	Rychlost proudění vzduchu za ventilátorem [km.h <sup>-1</sup> ]
1	9.5.	5	131	25 459	30,5	10	-	16,2
2	17.5.	13	407	24 596	27,9	20,6	43	25,92
3	23.5.	19	720	22 470	26,6	20,8	55	28,8
4	30.5.	26	1300	20 021	26,8	25,8	-	75,24
5	6.6.	33	1623	19 970	24,6	23,1	32,3	75,24

## 6.8 Naměřené hodnoty

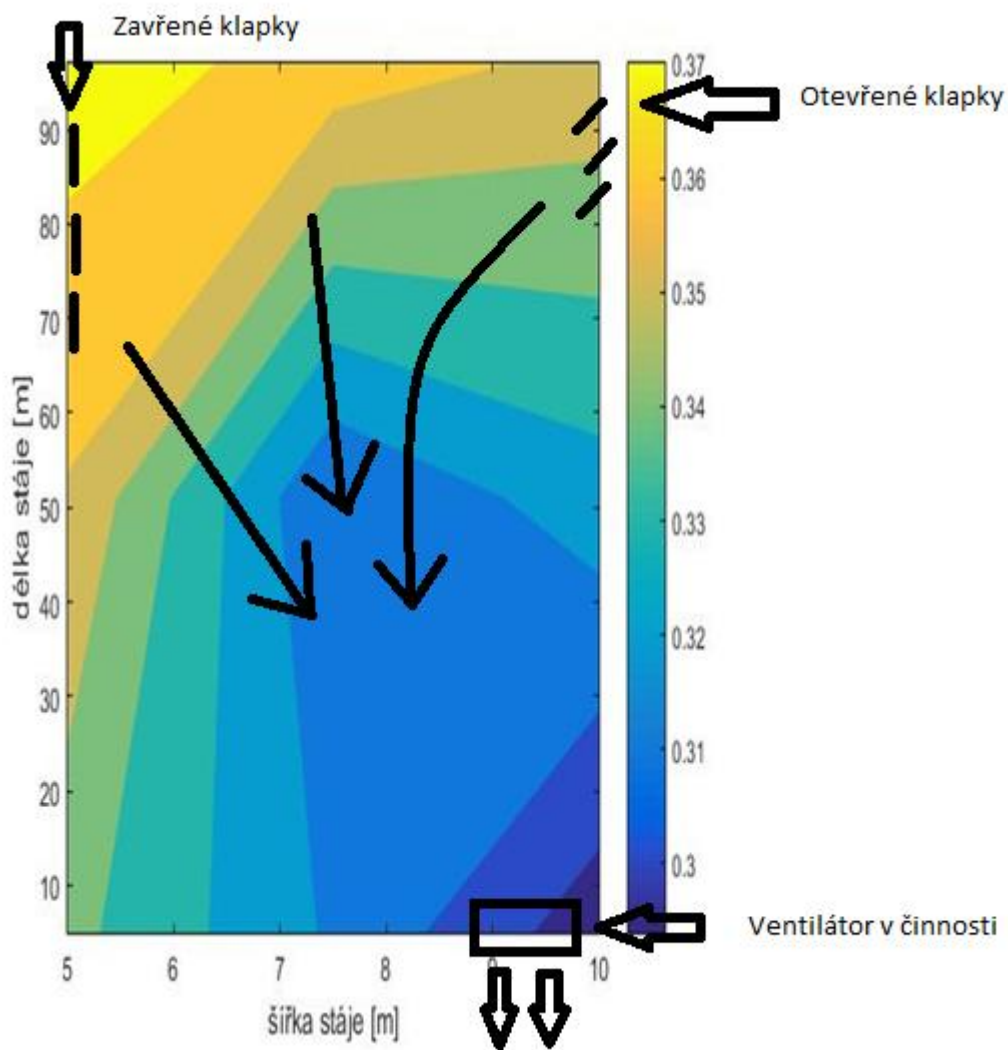
V tabulce 2 jsou uvedeny minimální, maximální a průměrné hodnoty koncentrace prachových částic v jednotlivých místech měření z měření č.1.

**Tabulka 2 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 1**

Datum měření	9. 5. 2017			
Pozice měření	Min. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Max. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota na kg živé váhy [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
1	0,127	0,894	0,375	0,000112
2	0,130	0,868	0,310	0,000093
3	0,101	0,842	0,294	0,000088
4	0,159	0,732	0,343	0,00010
5	0,143	0,919	0,357	0,00011

Níže uvedené grafy 1 – 5 byly vymodelovány programovým systémem Matlab (Matrix Laboratory) na základě naměřených hodnot, s cílem komplexně vizualizovat koncentraci prachových částic uvnitř objektu. To umožňuje pochopit vývoj koncentrace prachových částic ve vazbě na systém odvětrávání stáje.

Z uvedeného grafu 1 vytvořené v modelovacím programu Matlabe lze vidět šíření a rozptyl prachových částic v objektu při měření č. 1. Nejvyšší koncentrace prachových částic je vlevo, naproti odsávacím (větracím) ventilátorům, kde byly v době měření větrací klapky zavřené. Těmito klapkami vstupuje vzduch (viz popis objektu). Nejnižší koncentrace ( $0,31 \text{ mg.m}^{-3}$ ) je u pravého ventilátoru v čele (spodní část obrázku), který byl v činnosti. Levý ventilátor nebyl automatickým systémem uveden v činnost, proto je v levé části koncentrace vyšší ( $0,35 \text{ mg.m}^{-3}$ ). Znárodněno v grafu 1.



**Graf 1 – Rozptyl prachových částic při měření č. 1.**

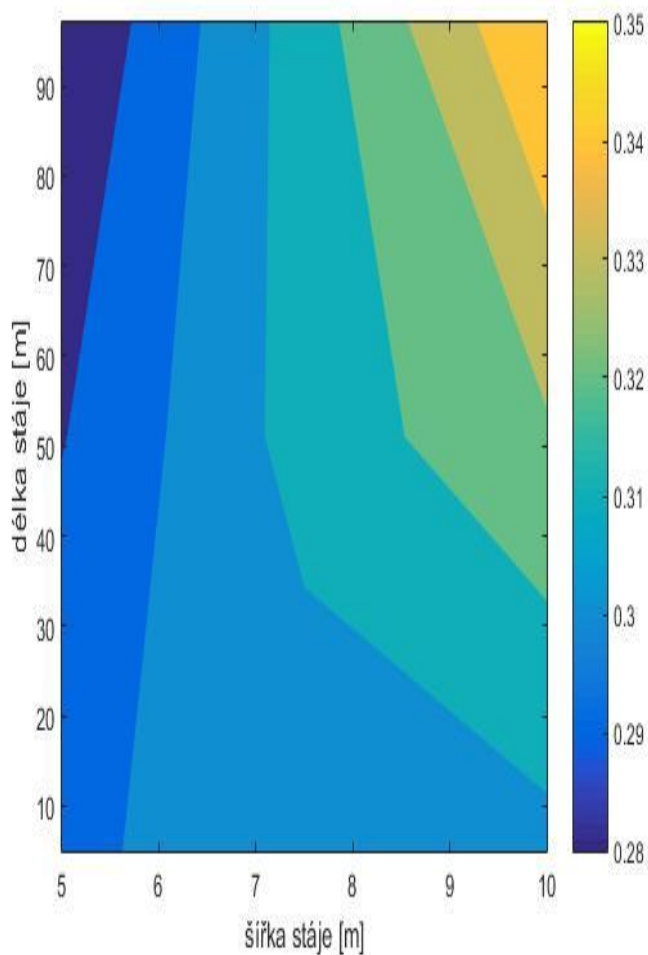


V tabulce 3 jsou uvedeny minimální, maximální a průměrné hodnoty koncentrace prachových částic v jednotlivých místech měření z měření č.2.

**Tabulka 3 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 2**

Datum měření	17. 5. 2017			
Pozice měření	Min. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Max. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota na kg živé váhy [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
1	0,093	0,938	0,223	0,000022
2	0,109	0,757	0,321	0,000032
3	0,097	1,09	0,295	0,000029
4	0,097	0,946	0,263	0,000026
5	0,102	0,772	0,250	0,000025

Z grafu 2 lze vidět šíření a rozptyl prachových částic v objektu při měření č. 2. Nejvyšší koncentrace prachových částic je vpravo, naproti odsávacím ventilátorům, kde byly v době měření větrací klapky zavřené. Nejnižší koncentrace je u levého ventilátoru v čele, který byl v činnosti. Pravý ventilátor nebyl automatickým systémem uveden v činnost, proto je v levé části koncentrace vyšší



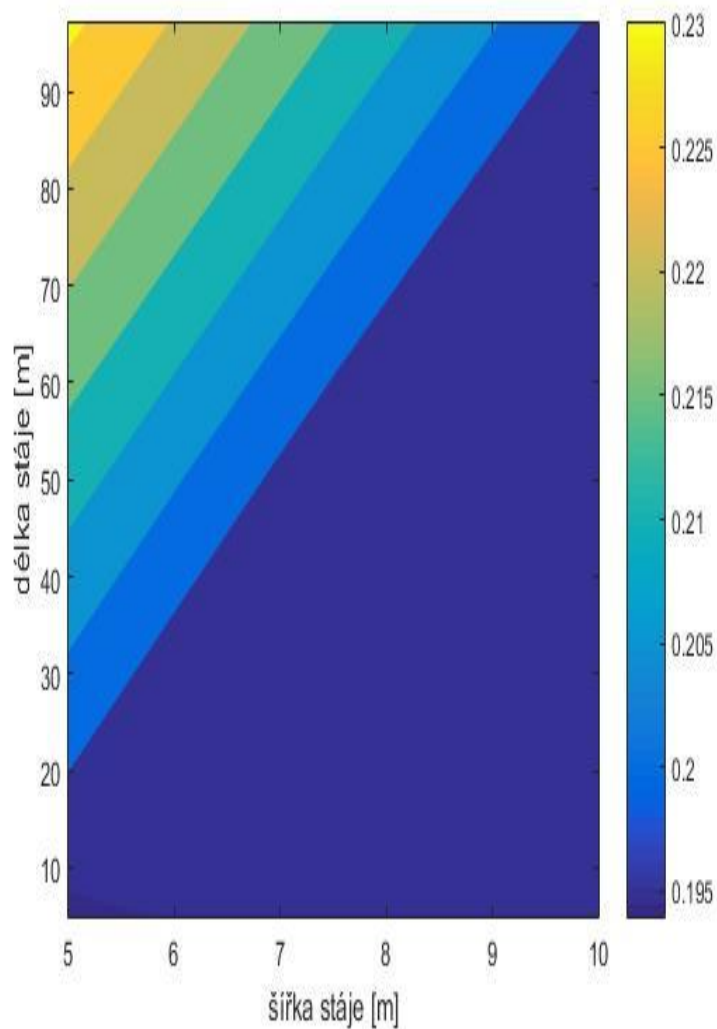
**Graf 2 – Rozptyl prachových částic při měření č. 2**

Průměrné, maximální a minimální hodnoty z měření č. 3 jsou uvedeny v tabulce 4.

**Tabulka 4 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 3**

Datum měření	23. 5. 2017			
Pozice měření	Min. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Max. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota na kg živé váhy [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
1	0,086	0,658	0,231	0,000014
2	0,068	1,08	0,320	0,000020
3	0,063	0,755	0,302	0,000019
4	0,056	0,639	0,315	0,000019
5	0,067	0,614	0,371	0,000023

Z grafu 3 je patrné šíření a rozptyl prachových částic v objektu při měření č. 3. Nejvyšší koncentrace prachových částic je vlevo. Nejnižší je u pravého ventilátoru v čele, který byl v činnosti. Levý ventilátor nebyl v činnosti.



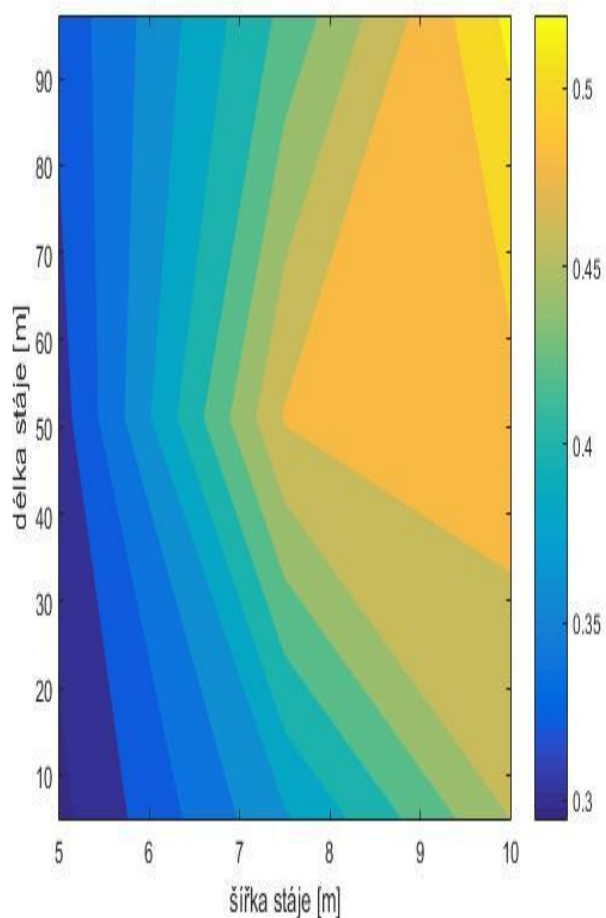
**Graf 3 – Rozptyl prachových částic při měření č. 3**

Průměrné, maximální a minimální hodnoty z měření č. 4 jsou uvedeny v tabulce 5.

**Tabulka 5 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 4**

Datum měření	30. 5. 2017			
Pozice měření	Min. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Max. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota na kg živé váhy [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
1	0,161	0,632	0,326	0,000013
2	0,245	0,868	0,482	0,000019
3	0,254	0,821	0,460	0,000018
4	0,170	0,498	0,295	0,000011
5	0,160	2,19	0,525	0,000020

Z uvedeného grafu 4 vytvořeném v modelovacím programu Matlablze vidět šíření a rozptyl prachových částic v objektu při měření č. 4. Nejvyšší koncentrace prachových částic je vpravo, naproti odsávacím (větracím) ventilátorům, kde byly v době měření větrací klapky zavřené. Těmito klapkami vstupuje vzduch (viz popis objektu). Nejnižší koncentrace je u levého ventilátoru v čele (spodní část obrázku), který byl v činnosti. Pravý ventilátor nebyl automatickým systémem uveden v činnost, proto je v levé části koncentrace vyšší.



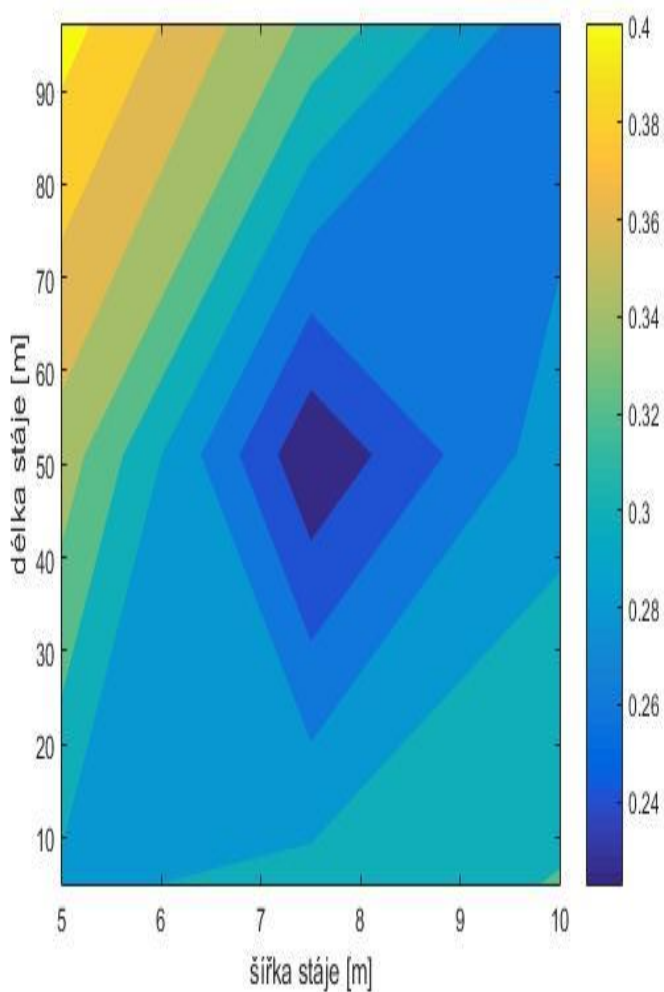
**Graf 4 – Rozptyl prachových částic při měření č. 4**

Průměrné, maximální a minimální hodnoty z měření č. 5 jsou uvedeny v tabulce 6.

**Tabulka 6 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 5**

Datum měření	6. 6. 2017			
Pozice měření	Min. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Max. [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]	Průměrná hodnota na kg živé váhy [ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
1	0,226	0,823	0,487	0,000015
2	0,404	1,14	0,689	0,000021
3	0,238	1,38	0,472	0,000015
4	0,201	1,02	0,408	0,000013
5	0,268	1,50	0,650	0,000020

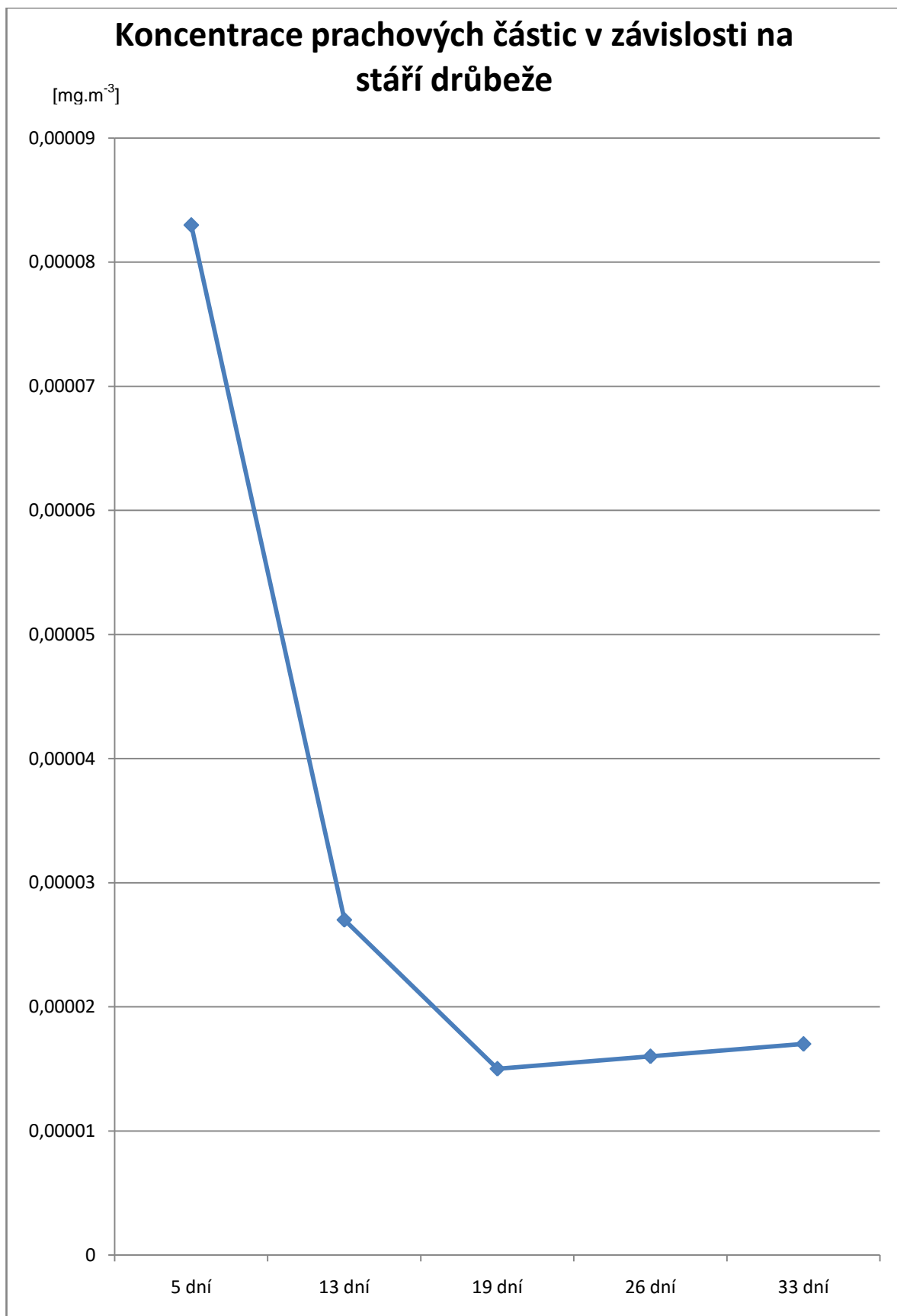
V grafu 5je vidět šíření a rozptyl prachových částic v objektu při měření č. 5. Nejvyšší koncentrace prachových částic je vlevo, naproti odsávacím (větracím) ventilátorům. Nejnižší koncentrace je u pravého ventilátoru v čele (spodní část obrázku), který byl v činnosti. Levý ventilátor nebyl automatickým systémem uveden v činnost.



**Graf 5 – Rozptyl prachových částic při měření č. 5**

Průměrné hodnoty znečištění prachovými částicemi na kilogram živé váhy v závislosti na stáří, hmotnosti a počtu zvířat jsou promítnuty do grafu 6.





**Graf 6 – Koncentrace prachových částic v závislosti na stáří drůbeže**

## 7 Diskuze

Hlavním zdrojem prachových částic ve vnitřním ovzduší stáje jsou především odpadlé šupinky kůže drůbeže a slamnatá podestýlka. Jejich rozptyl do ovzduší způsobuje pohyb zvířat po ploše. Množství rozvířených prachových částic závisí na počtu zvířat, jejich hmotnosti, tělesné kondici, temperamentu, denním režimu atd. Mnou provedené měření probíhalo za denního režimu, konkrétně krmného světelného režimu, tudíž se dá předpokládat, že byl pohyb zvířat největší a docházelo tak k největšímu víření prachových částic. Dá se tedy předpokládat, že v režimu útlumu jsou hodnoty výrazně nižší. Tudíž byla obsluha při provádění kontroly v režimu krmení vystavena většímu znečištění.

V České Republice nejsou stanoveny žádné prachové limity v chovu drůbeže. Pouze vyhláška č. 208/2004 o ochraně hospodářský zvířat udává požadavek na zlepšení výměny vnitřního vzduchu a dále definuje obecný požadavek na čistotu.

Dále dle zákona 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší pro ochranu zdraví obyvatelstva, který jsem již uvedl výše, je imisní limit v ČR stanoven na  $50 \text{ mg.m}^{-3}$ . Tato hodnota smí být do roka překročena 35x.

Dále Gálík a kol. uvádí, že ve vnitřním prostředí chovného objektu je maximální přípustná hodnota prachové koncentrace  $6 - 10 \text{ mg.m}^{-3}$ . Tato číselná hodnota se týká objektů s chovem drůbeže [2].

Pro ochranu zdraví zaměstnanců je v České Republice vydáno nařízení na ochranu 361/2007 Sb. V tomto nařízení jsou udány veškeré podmínky ochrany zdraví člověka při vykonávání svého zaměstnání. Mimo jiné jsou zde uvedeny limity pro prachové znečištění v živočišné výrobě. Pro prach uvolnění z peří drůbeže se udává hodnota  $4 \text{ mg.m}^{-3}$  a pro ostatní prachy živočišné výroby  $6 \text{ mg.m}^{-3}$ .

Z tabulek 2 – 6 je vidět, že naměřené hodnoty prachových částic se pohybují ve velmi nízkých hodnotách a k předepisovaným hodnotám v zákonech České Republiky se ani maximální hodnoty zdaleka nepřibližují. V objektu chovu neprobíhají žádné operace spojené například s krmením či nastýláním a nepohybují se zde žádné stroje, tudíž k víření prachových částic dochází pouze zvířaty.

Co se týká vlivu stáří zvířat na produkci prachových částic, může se zdát dle naměřených hodnot, že se se zvyšujícím stářím zvířat zvyšují i prachové koncentrace v hale. Je však třeba brát v potaz nejen stáří zvířat, ale i jejich

hmotnost a počet. Po přepočtení naměřených hodnot na 1 kilogram živé váhy je vidět, že se hodnoty příliš nemění. Jsou zde patrné menší rozdíly, ale ty jsou téměř zanedbatelné. Jak je vidět z grafu 6, koncentrace prachových částic  $PM_{10}$  je téměř konstantní do stáří 33 dnů zvířat, kdy byla měření prováděna.

Z grafů 1-5 je vidět rozptyl prachových částic ve vnitřním prostředí stáje v závislosti na naměřených hodnotách a místech měření. Tyto grafy byly zpracovány v modelovacím prostředí programu MATLAB.

Ze všech grafů je patrné, že prachové částice jsou unášeny proudem vzduchu, který je přísávan větracími otvory a unášen proudem vzniklým ventilátory. Nejmenší koncentrace se vyskytuje na konci haly, kde jsou umístěny ventilátory. Řídící místnost s počítačem je umístěna na protilehlé stěně a u ní se vyskytují vyšší koncentrace prachových částic.

Na grafech 1, 3, 5 je vidět, že se koncentrace zvyšuje na levé straně, to znamená, že byl v činnosti ventilátor umístěný vpravo, tedy úhlopříčně od nejvyšší koncentrace. Částice prachu jsou unášeny proudem vzduchu od ventilátoru ven, ale zůstávají v odlehlých rozích haly. Naopak na grafech 2 a 4 se koncentrace zvyšuje na protilehlé straně, to znamená, že byl spuštěn ventilátor na druhé straně.

Ze všech grafů je tedy patrné, že se koncentrace prachových částic snižuje u stěny s ventilátory a je tam tedy nejméně znečištěné ovzduší.

## 8 Závěr

Cílem této diplomové práce bylo naměření hmotnostní koncentrace prachových částic  $PM_{10}$  polévatého prachu ve vybraném chovu brojlerů na Farmě u lesa, sběr dat a jejich následné vyhodnocení v závislosti na stáří drůbeže. Měření probíhala v ranních hodinách, kdy měla zvířata nastavena denní režim krmení.

Měření byla prováděna přístrojem DustTrak 8530 s impaktorem  $10\ \mu\text{m}$ . Uvnitř haly bylo měřeno na pěti místech rovnoměrně rozložených vzhledem k situování stáje. Díky měření na těchto jednotlivých místech byly poté v programu Matlab vymodelovány mapy rozptylu prachových částic po objektu vzhledem k umístění ventilátorů.

Vnitřní prostředí nebylo ničím narušováno, neprobíhaly zde žádné operace, pouze kontrola a sběr uhynulých kusů s dostatečně dlouhou dobou pro zklidnění drůbeže. Samozřejmě při mém pohybu po objektu se drůbež více plašila, tudíž mohlo dojít k většímu zvíření prachových částic, ale vyčkal jsem dostatečně dlouhou dobu, než bylo zahájeno měření. Podlé mého názoru zde nešlo o takový rozdíl, protože jsem se pohyboval pomalu s ohledem na zvířata. Druhým faktem je to, že kuřata jsou poměrně velice temperamentní již od raného věku, takže míra jejich pohybu zůstala spíše stejná.

Vzhledem k technologiím, které jsou zde používány a které jsem uvedl v kapitole 5.8, by se dalo dojít z mé strany ke dvěma doporučením. Co se týká vnitřního prostředí vymodelovaného v programu Matlab, doporučoval bych změnu ventilace. Ventilace s ventilátory umístěnými v čelní stěně haly způsobuje to, že dochází k nerovnoměrné výměně vnitřního vzduchu a tudíž k nedostatečnému odvodu prachových částic z celé plochy haly. Avšak toto řešení má samozřejmě své výhody v jednoduchosti stavby a nízké ceně. Prachové částice, které unášejí proud vzduchu od ventilátoru, jsou vysáty ven. V protilehlých rozích pak zůstává vyšší koncentrace a je zde poté vyšší riziko ohrožení zdraví personálu a zvířat. Proto bych doporučoval zavést kombinaci s komínovou ventilací, která zaručí rovnoměrné větrání a odvod prachových částic. Také zajistí rychlejší výměnu vnitřního vzduchu, díky větší kapacitě. Komínová ventilace však musí být v kombinaci s minimální (přechodovou), protože pro nově naskladněná kuřata je výkon komínové ventilace moc silný a vznikl by pro ně škodlivý průvan, proto bych použil kombinaci, nejdříve minimální (přechodovou) a poté komínovou ventilaci.

## 9 Literatura:

- [1] ANDRT M. (2011): *Technologie a technika pro chov zvířat*, 1. vyd., Česká zemědělská univerzita v Praze, Provozně ekonomická fakulta, Praha, 98s., ISBN 978-80-213-2164-9
- [2] GÁLIK, R., MIHINA, Š., BOĎO, Š., KNÍŽKOVÁ, I., KUNC, P., CELJAK, I., ŠÍSTKOVÁ, M., BOTTO, L. a BRESTENSKÝ, V. (2015) *Technika pre chov zvierat*. 1.vyd. Nitra, Slovenská poľnohospodárska univerzita, ISBN 978-80-552-1407-8
- [3] HARAJ M., LAZAR V., MIKOLÁŠEK A., PETER V., SKŘIVAN M., ŠPAČEK F. (1986): *Chov hydiny*, Příroda, Praha, 374s.,
- [4] JELÍNEK A., ŠÍSTKOVÁ M., MAŠÁTOVÁ R. (2011): Vzdělávací modul *Ochrana životního prostředí Vzduch*, 1. vyd. Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., Náměšř nad Oslavou, 174s., ISBN 978-80-86884-59-2
- [5] LEDVINKA Z., TŮMOVÁ E., ZITA L., (2011): *Chov drůbeže*, Česká zemědělská univerzita v Praze, 143s., ISBN 978-80-213-2164-9
- [6] MARKVART K., KAZMAROVÁ H. (1998): *Ovzduší a zdraví*, Fortuna, Praha, 28s., ISBN 80-7071-103-5
- [7] PŘIKRYL, M., HÁJEK J., DOLEŽAL O., KOŠAŘ K., MALEŘ J., MALOUN J., MÁTLOVÁ V., MATOUŠEK A. (1997): *Technologická zařízení staveb živočišné výroby*, 1. vyd. Tempo Press II, Praha, 276 s. ISBN 80-901052-0-3
- [8] ŠKRIVAN M., TŮMOVÁ E., VONDRKA K., DOUSEK J., LANCOVÁ B., OUŘEDNÍK J., OPLT J. (2000): *Drůbežnictví*, Ing. František Savov – AGROSPŮJ, Praha, 203s.
- [9] TUPÝ P., NÁVAROVÁ A. (2005): *Zoohygienické a veterinární faktory ve výkrmu brojlerů*, *Náš chov*, roč. 65, č.6
- [10] VEJČÍK A. a kol. (2001): *Chov hospodářských zvířat*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 178s., ISBN 80-7040-514-7
- [11] Zákon č.17/1992 Sb., o životním prostředí

## Internetové zdroje:

- [12] <https://www.czso.cz/csu/xc/chov-skotu-prasat-a-drubeze-v-jihoceskem-kraji-v-roce-2016>, „staženo dne 16. 12.2017“
- [13] <http://www.gyron.cz/brojlerove-kure-ross-308/>, „staženo dne 26.12.2017“
- [14] <http://www.agrico.cz/topeni-1-99.html>, „staženo dne 22.12.2017“
- [15] <http://cit.vfu.cz/mikroklima/www/8%20Prach.htm>, „staženo dne 24. 11. 2017“
- [16] <http://eagri.cz/public/web/en/mze/animal-welfare/>, „staženo dne 6.1.2018“
- [17] [http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/navrh\\_metodiky\\_welfare\\_skotu.pdf](http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/navrh_metodiky_welfare_skotu.pdf), „staženo dne 20.12.2017“
- [18] <https://www.avma.org/KB/Resources/Reference/AnimalWelfare/Pages/what-is-animal-welfare.aspx>, „staženo dne 6.1. 2018“
- [19] <http://eagri.cz/public/web/mze/zivotni-prostredi/>, „staženo dne 6. 2. 2018“
- [20] <https://www.mzp.cz/cz/ovzdusi>, „staženo dne 6. 2. 2018“
- [21] [https://www.mzp.cz/cz/narodni\\_program\\_snizovani\\_emisi](https://www.mzp.cz/cz/narodni_program_snizovani_emisi), „staženo dne 6. 2. 2018“
- [22] <https://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro>, „staženo dne 1. 2. 2018“
- [23] <http://www.businessdictionary.com/definition/emission.html>, „staženo dne 6. 2. 2018“
- [24] <http://www.cistenebe.cz/stav-ovzdusi-na-ostravsku/slovnicek-pojmu/6-emisni-limit>, „staženo dne 8. 2. 2018“
- [25] <http://www.ipcc.ch/organization/organization.shtml>, „staženo dne 8. 2. 2018“
- [26] [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/informacni\\_brozury\\_chemicke\\_latky/\\$FILE/OZV-goteborsky\\_protokol-20120327.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/informacni_brozury_chemicke_latky/$FILE/OZV-goteborsky_protokol-20120327.pdf), „staženo dne 20.12.2017“
- [27] <https://www.ecosticker.dk/cz/informace-o-plakete-ecosticker/pevne-castice-a-nox/latky-znecistujici-ovzdusi.html>, „staženo dne 20. 12. 2017“

- [28] <https://old.vscht.cz/uchop/udalosti/skripta/1ZOZP/ovzdusi/viden.htm>, „staženo dne 10. 2. 2018“
- [29] <http://arnika.org/poletavy-prach-pm10>, „staženo dne 10. 2. 2018“
- [30] [https://www.bozpprofi.cz/33/dreveny-prach-zdravotni-a-bezpecnostni-rizika-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox\\_Z7NwangMpSgFy0VnZiUL3gY/](https://www.bozpprofi.cz/33/dreveny-prach-zdravotni-a-bezpecnostni-rizika-uniqueidgOkE4NvrWuOKaQDKuox_Z7NwangMpSgFy0VnZiUL3gY/), „staženo dne 13. 12. 2017“
- [31] PETRLÍK J., VÁLEK P. (2014): *Polétavý prach PM<sub>10</sub>*, dostupné z: <http://arnika.org/poletavy-prach-pm10>, „staženo dne 2. 2. 2018“
- [32] ŠEBÁKOVÁ H., FOJTÍKOVÁ M. (2010): *Zdravotní dopady a rizika znečištěného ovzduší*, dostupné z :<https://www.ostrava.cz/cs/o-meste/zivotni-prostredi.../4.../Sebakovadopady.ppt>, „staženo dne 10. 2. 2018“
- [33] <http://arnika.org/na-slovensku-dychame-toxicky-prach-2>, „staženo dne 11. 12. 2018“
- [34] <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>, „staženo dne 23.12.2017“
- [35] <http://www.zschemie.euweb.cz/sira/sira3.html>, „staženo dne 10. 2. 2018“
- [36] <http://arnika.org/oxidy-dusiku>, „staženo dne 10. 2. 2018“
- [37] <http://arnika.org/oxid-uhelnaty>, „staženo dne 11. 2. 2018“
- [38] HŮNOVÁ I., COŇKOVÁ M.: *Fytotoxický potenciál přízemního ozonu pro lesy v České republice*, Meteorologické zprávy 62, 73–79, 2009, dostupné z: <https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2009/cislo-12/prizemni-ozon-cesku.html>, „staženo dne 11. 2. 2018“
- [39] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Saze>, „staženo dne 28.12.2017“
- [40] <http://arnika.org/dioxiny>, „staženo dne 11. 2. 2018“
- [41] <http://www.agr.gc.ca/eng/science-and-innovation/agricultural-practices/agriculture-and-climate/particulate-matter-indicator/?id=1462392213883>, „staženo dne 11. 2. 2018“
- [42] <http://arnika.org/nejlepsi-techniky>, „staženo dne 13. 2. 2018“

[43]

[https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=lgffWrrLHou0sAfrv73wBA&q=chov+brojler%C5%AF&oq=chov+brojler%C5%AF&gs\\_l=psy-ab.3..0j0i24k1.19144.23312.0.23769.13.13.0.0.0.0.141.985.12j1.13.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.13.982...0i8i30k1j0i30k1.0.o6rRTt-mq3k#imgrc=5-LQowelsGKBhM:](https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=lgffWrrLHou0sAfrv73wBA&q=chov+brojler%C5%AF&oq=chov+brojler%C5%AF&gs_l=psy-ab.3..0j0i24k1.19144.23312.0.23769.13.13.0.0.0.0.141.985.12j1.13.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.13.982...0i8i30k1j0i30k1.0.o6rRTt-mq3k#imgrc=5-LQowelsGKBhM:), „staženodne 18. 2. 2018“

[44]

[https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=sAffsAffsAffWsDF43ABA&q=chov+brojler%C5%AF+pra%C5%A1nost&oq=cchc+brojler%C5%AF+pra%C5%A1nost&gs\\_l=psy-ab.3...514018.516065.0.516329.9.9.0.0.0.0.199.959.4j4.8.0...0...1c.1.64.psy-ab..1.1.183...0i30k1j0i24k1.0.vExyzrbxCyQ#imgrc=eCjTvSByJK6uSM:](https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=sAffsAffsAffWsDF43ABA&q=chov+brojler%C5%AF+pra%C5%A1nost&oq=cchc+brojler%C5%AF+pra%C5%A1nost&gs_l=psy-ab.3...514018.516065.0.516329.9.9.0.0.0.0.199.959.4j4.8.0...0...1c.1.64.psy-ab..1.1.183...0i30k1j0i24k1.0.vExyzrbxCyQ#imgrc=eCjTvSByJK6uSM:)

[45]

[https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=vAvfvAvfWqiJHcGf14mYDw&q=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A9+ooezd%C5%A1%C3%AD&oq=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A9+ovzdu%C5%A1%C3%AD&gs\\_l=psy-ab.3..0j0i24k1l2.326793.331311.0.331709.18.7.0.11.11.0.199.908.3j4.7.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.18.1001...0i30k1.0.XsOj8Eosfj8#imgrc=6E8vWmg3lwY5JM:](https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=vAvfvAvfWqiJHcGf14mYDw&q=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A9+ooezd%C5%A1%C3%AD&oq=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A9+ovzdu%C5%A1%C3%AD&gs_l=psy-ab.3..0j0i24k1l2.326793.331311.0.331709.18.7.0.11.11.0.199.908.3j4.7.0...0...1c.1.64.psy-ab..0.18.1001...0i30k1.0.XsOj8Eosfj8#imgrc=6E8vWmg3lwY5JM:), „staženo dne 14. 2. 2018“

[46]

[https://www.google.cz/search?q=smykov%C3%A1n%C3%AD+pole&tbm=isci&tbs=rimg:CUBmB2J5hCcblijf2wUBiua\\_1rvwexN4JwUMsLBSu0aVpyawVaVpy-ZwilBGpzBI8GqUgoKltzpTIUUCwYtd9sFcfioSCcXbBQGK5r-uEX0-moBbBQipKhIJ\\_1B7E3gnC1QwRfT6agFsFCKkqEgmwsFK7RpWnJhGXyfxR2qtLCoSCbVeqIz5nCKEb1WC3\\_1owuW9KhIJUEanMGXwapQRIPv3mGpmGpTvRkqEgmC3OIOVRRFg1xQ87hYJcioSCQLBhN32wVx-EaZoQSbEUK1y&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwi3kLC83tLaAhXB1qQKHaFOqQ8Q9C96BAgAEBg&biw=1366&bih=662&dpr=1#imgrc=WwgnQb64Hd3eLe:](https://www.google.cz/search?q=smykov%C3%A1n%C3%AD+pole&tbm=isci&tbs=rimg:CUBmB2J5hCcblijf2wUBiua_1rvwexN4JwUMsLBSu0aVpyawVaVpy-ZwilBGpzBI8GqUgoKltzpTIUUCwYtd9sFcfioSCcXbBQGK5r-uEX0-moBbBQipKhIJ_1B7E3gnC1QwRfT6agFsFCKkqEgmwsFK7RpWnJhGXyfxR2qtLCoSCbVeqIz5nCKEb1WC3_1owuW9KhIJUEanMGXwapQRIPv3mGpmGpTvRkqEgmC3OIOVRRFg1xQ87hYJcioSCQLBhN32wVx-EaZoQSbEUK1y&tbo=u&sa=X&ved=2ahUKEwi3kLC83tLaAhXB1qQKHaFOqQ8Q9C96BAgAEBg&biw=1366&bih=662&dpr=1#imgrc=WwgnQb64Hd3eLe:), „staženo dne 24. 4. 2018“

[47]

[https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=\\_ArfWo-](https://www.google.cz/search?biw=1366&bih=662&tbm=isch&sa=1&ei=_ArfWo-)



PL4HpsQGnp4awDA&q=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3%A9+ovzd  
u%C5%A1%C3%AD+prachem&oq=zne%C4%8Di%C5%A1t%C4%9Bn%C3  
%A9+ovzdu%C5%A1%C3%AD+prachem&gs\_l=psy-  
ab.3...14887.16474.0.16835.8.8.0.0.0.186.675.5j2.7.0....0...1c.1.64.psy-  
ab..1.1.104...0i30k1j0i24k1.0.cxYSFupapjl#imgrc=gGxxSXxgo0QvAM:,  
„staženo dne 5. 3. 2018“

[48] <http://cit.vfu.cz/mikroklima/www/8%20Prach.htm>, „staženo dne 24. 4. 2018“

[49]

<https://www.google.cz/maps/place/Farma+u+lesa,+a.s./@49.2787724,14.4949361,12334m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x470ca5bec33db23d:0x80ec7e47bf27e617!8m2!3d49.288297!4d14.5393097?hl=cs>, „staženo dne 8. 4. 2018“

[50][http://eu.aviagen.com/assets/Tech\\_Center/BB\\_Foreign\\_Language\\_Docs/Czech\\_TechDocs/CSEHnetre.pdf](http://eu.aviagen.com/assets/Tech_Center/BB_Foreign_Language_Docs/Czech_TechDocs/CSEHnetre.pdf), „staženo dne 20. 2. 2018“

## 10 Seznam obrázku, tabulek a grafů

Obrázek 1 – Zelený světelný režim

Obrázek 2 – Kapátková napáječka

Obrázek 3 – Znečištěné ovzduší

Obrázek 4 – Prašnost v zemědělství

Obrázek 5 – Znečištění v ČR částicemi PM<sub>10</sub>

Obrázek 6 – Dust TRAK 8530

Obrázek 7 – Farma u lesa

Obrázek 8 – Hala č. 4

Obrázek 9 – Ovládání systému

Obrázek 10 – Hala pro výkrm brojlerů

Obrázek 11 – Zelné osvětlení

Obrázek 12 – Ventilace

Obrázek 13 – Větrací otvory

Obrázek 14 – Místa měření

Tabulka 3 – Naměřené doprovodné hodnoty a doplňující údaje

Tabulka 4 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 1

Tabulka 3 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 2

Tabulka 4 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 3

Tabulka 5 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 4

Tabulka 6 – Naměřené hodnoty koncentrace prachových částic, měření 5

Graf 1 – Rozptyl prachových částic při měření č. 1

Graf 2 – Rozptyl prachových částic při měření č. 2

Graf 3 – Rozptyl prachových částic při měření č. 3

Graf 4 – Rozptyl prachových částic při měření č. 4

Graf 5 – Rozptyl prachových částic při měření č. 5

Graf 6 – Koncentrace prachových částic v závislosti na stáří drůbeže