

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH

ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: B4131 Zemědělství

Studijní obor: Zemědělská technika – obchod, servis a služby

Katedra: Katedra zemědělské, dopravní a manipulační techniky

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

Bakalářská práce

Emise tuhých znečišťujících látek v chovu hovězího dobytka

Vedoucí práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor: David Dvořák

České Budějovice, 2016

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 bakalářské práce panu Ing. Ivo Celjakovi CSc. za jeho odborné rady, pomoc, trpělivost a ochotu při zpracování této práce. Současně děkuji lidem, kteří umožnili měření ve svých objektech a poskytli mi informace.

Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou znečišťování ovzduší emisemi tuhých látek v chovu hovězího dobytka.

Vlastní měření bylo realizováno v souladu s platnou metodikou, vyhodnocení a stanovení koncentrace prachových částic PM_{10} ve vybraném objektu chovu hovězího dobytka. Měření probíhalo ve stáji s chovem Holštýnského plemene v zemědělském podniku v Radimovicích u Želče a nedalekém Lomu. Cílem práce bylo naměřit a vyhodnotit získané údaje. Pro možné porovnání byly zvoleny dva podniky s chovem dobytka. Hlavní faktor pro porovnání chovů mezi sebou byl ten, že jeden chov je s podestýlkou a druhý s roštovou podlahou. Měření bylo provedeno přístrojem DUST TRAK II8530. Součástí práce je také popis tohoto přístroje.

Klíčová slova: emise; prach; chov; dobytek; znečištění, PM_{10}

Abstract

This thesis deals with the issue of air pollution, emissions of solids in the cattle farming.

The measurements were carried out in accordance with the applicable methodology for the evaluation and the determination of the concentration of dust particles PM_{10} in the selected cattle farming enterprise. The measurements were carried out in a barn with the breeding of the Holsteinbreed on the farm in Radimovice u Želče and a nearby village Lom. The aim was to measure and evaluate the obtained data. Two cattle breeding companies were selected for the possible comparison. The main factor for comparing the breeds was that one breed is with bedding material and the other with a slatted floor. The measurements were performed with DUST TRAK II8530 device. The theses also includes a description of this device.

Key words: emissions; dust; breeding; cattle; pollution; PM_{10}

Obsah:

| | | |
|--------|--|----|
| 1 | Úvod | 9 |
| 2 | Literární přehled | 10 |
| 2.1 | Životní prostředí..... | 10 |
| 2.2 | Ovzduší | 10 |
| 2.3 | Znečišťování ovzduší..... | 10 |
| 2.3.1 | Základní pojmy v znečišťování a ochrany ovzduší | 11 |
| 2.4 | Mezinárodní protokoly a legislativa EU v ochraně ovzduší | 12 |
| 2.4.1 | Vídeňská úmluva a Montrealský protokol..... | 12 |
| 2.4.2 | Rámcová úmluva OSN o změně klimatu..... | 12 |
| 2.4.3 | Göteborgský protokol | 12 |
| 2.4.4 | IPCC..... | 12 |
| 2.4.5 | Směrnice Rady 96/61/EC o integrované prevenci..... | 13 |
| 2.5 | Přistoupení ČR k mezinárodním úmluvám a protokolům | 13 |
| 2.5.1 | Zákon č. 472/2005 Sb..... | 13 |
| 2.5.2 | Zákon č. 76/2002 Sb..... | 13 |
| 2.6 | Zdroje znečišťování ovzduší | 13 |
| 2.7 | Látky znečišťující ovzduší..... | 15 |
| 2.7.1 | Rozptyl znečišťujících látek v ovzduší | 15 |
| 2.7.2 | Oxid siřičitý | 16 |
| 2.7.3 | Oxid dusičitý | 16 |
| 2.7.4 | Oxid uhelnatý | 17 |
| 2.7.5 | Olovo..... | 17 |
| 2.7.6 | Přízemní ozón | 18 |
| 2.7.7 | Saze | 18 |
| 2.7.8 | Polétavý prach..... | 19 |
| 2.7.9 | Termíny pro hodnocení prachu..... | 19 |
| 2.7.10 | Druhy prachů..... | 21 |
| 2.7.11 | Částice PM ₁₀ | 22 |
| 2.7.12 | Částice PM _{2,5} | 22 |
| 2.7.13 | Částice PM _{0,1 - 1,25} | 22 |
| 2.7.14 | Účinky polétavého prachu na zdraví lidí a zvířat | 22 |
| 2.7.15 | Bezpečná koncentrace prachu | 23 |
| 2.7.16 | Pravidla stanovení indexu znečištění..... | 24 |
| 3 | Chov hovězího dobytka | 25 |
| 3.1 | Welfare..... | 25 |

| | | |
|--------|---|----|
| 3.1.1 | Hodnocení welfare..... | 26 |
| 3.2 | Životní prostředí zvířat..... | 27 |
| 3.3 | Stájové ovzduší..... | 27 |
| 3.4 | Provozně technologické požadavky na ustájení skotu..... | 28 |
| 3.5 | Zařízení v chovu skotu..... | 29 |
| 3.5.1 | Větrání..... | 29 |
| 3.5.2 | Vytápění..... | 30 |
| 3.5.3 | Vodní hospodářství..... | 31 |
| 3.5.4 | Stájová kanalizace..... | 31 |
| 3.5.5 | Zařízení k uskladnění senáže a siláže..... | 32 |
| 3.5.6 | Uskladnění sena a slámy..... | 33 |
| 3.5.7 | Zařízení k zakládání objemných krmiv..... | 33 |
| 3.5.8 | Odstraňování chlévské mrvy..... | 34 |
| 3.5.9 | Odstraňování kejdy..... | 35 |
| 4 | Metodika..... | 36 |
| 4.1 | Cíl práce..... | 36 |
| 4.2 | Metodický postup..... | 36 |
| 4.3 | Měření..... | 36 |
| 4.4 | Zdroje prašnosti ve stájích..... | 36 |
| 4.5 | Postupy pro omezení prašnosti ve stájích..... | 37 |
| 4.6 | Metody stanovení prašnosti ve stájích..... | 37 |
| 4.6.1 | Metody váhové..... | 37 |
| 4.6.2 | Přístroje..... | 38 |
| 4.7 | Přístroj použitý pro měření prachových částic..... | 38 |
| 4.8 | Období měření..... | 40 |
| 4.9 | První místo měření..... | 41 |
| 4.9.1 | Vykonávané činnosti a stroje..... | 43 |
| 4.9.2 | Měření..... | 43 |
| 4.10 | Druhé místo měření..... | 44 |
| 4.10.1 | Vykonávané činnosti a stroje..... | 46 |
| 4.10.2 | Měření..... | 47 |
| 4.11 | Naměřené hodnoty..... | 48 |
| 5 | Diskuze..... | 51 |
| 6 | Závěr..... | 53 |
| 7 | Literatura:..... | 54 |
| 8 | Seznam obrázku, tabulek a grafů..... | 56 |

1 Úvod

Chov skotu je v zemědělství velmi důležitý, protože skot je v živočišné výrobě jedním z nejvyužívanějších a nejvyužitelnějších zvířat. Je nepostradatelným producentem mléka a masa, nezbytného pro výživu člověka.

V dnešní době se zemědělská výroba považuje za jednoho z největších znečišťovatelů ovzduší. Ale nejedná se jen o emise produkované stroji se spalovacími motory, patří sem i emise ze samotné živočišné výroby, se souvisejícími činnostmi a se zbytky z ní. Vznikají zde kromě emisních plynů i emise pevných znečišťujících látek. Tyto látky nejen že znečišťují ovzduší jako takové, ale především znečišťují ovzduší v daném chovu, provozu a tím ohrožují jak pracovníky, tak i zvířata, která se zde pohybují. Co se týče celosvětového znečišťování ovzduší chovem hovězího dobytka a živočišnou výrobou jako takovou, musí se tento problém řešit také celosvětově a nejen místně. Proto v současné době vznikají různé dohody a úmluvy na snižování produkce emisí, do kterých se zapojují státy celého světa.

Pevné znečišťující emise vznikají v chovu skotu při pracovních technologiích, které jsou s tímto chovem nezbytně spojeny. Jedná se především o podestýlání, krmení, úklid atd. Vlivem těchto faktorů vzniká v chovu v určitém prostoru znečištěné ovzduší, které může nepříznivě ovlivňovat organismus jak ustájených zvířat, tak pracovníků, kteří zajišťují chov. V zemědělství se stále více využívají moderní technologie, opírající se o používaná nová strojní zařízení, které pomáhají ke snížení hodnot produkovaných emisí. Do jaké míry se jednotlivá opatření projeví lze zjistit pouze objektivním měřením. Tato měření byla realizována moderními přístroji v rozdílných chovech skotu.

2 Literární přehled

2.1 Životní prostředí

Spojení životní prostředí se v dnešní době používá v několika oblastech. Setkáme se s ním v biologii, technických vědách, ale i ve společenských vědách. Životní prostředí lze definovat jako souhrn veškerých hmotných složek světa, které mají relativně bezprostřední vliv na člověka, společnost nebo jedince. Životním prostředím se rozumí vlastnost přírodní a člověkem vytvořených podstat hmotného světa působit na jedince nebo společnost a naplňovat jejich potřeby. Hlavním aktérem životního prostředí je lidská společnost, vedlejšími objekty jsou pak části určitého prostoru, do kterého spadají složky přírodní i člověkem vytvořené [5].

2.2 Ovzduší

2.3 Znečišťování ovzduší

Znečištění ovzduší je termín, který definuje přítomnost určitých škodlivých látek a jejich směsí v ovzduší. Tyto látky vytváří smog a kyselý déšť. Působí negativně na veškeré živé organismy. U člověka a u zvířat mohou například vyvolávat dýchací problémy a jiná závažná onemocnění. Dále svým složením poškozují ozonovou vrstvu a působí na změnu klimatu. Problémy způsobené znečištěním ovzduší se samozřejmě liší podle oblastí, v kterých jsou koncentrace škodlivých látek v ovzduší různé. Úroveň znečištění se může také výrazně lišit v podmínkách na malé ploše, to platí především pro přízemní emise [7].

Znečištění ovzduší je v dnešní době hlavním symbolem v ničení prostředí. Tento fakt je podložen dobrou postižitelností změn kvality ovzduší, zájmem, pravidelným měřením a publicitou v médiích. Lidé se také o toto téma začínají zajímat z toho důvodu, že si uvědomují, že pokračování znečišťování může vést až k bodu vážné „havárie“, která by měla zničující vliv.

Nejvýraznější znečišťování odstartovala průmyslová revoluce a to hlavně tím faktem, že se začalo spalovat uhlí v parních strojích a tím se do ovzduší uvolňovat oxid uhličitý – CO₂. Vlády zemí celého světa již začaly na tomto problému pracovat a společně se snaží zamezit dalšímu znečištění.

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]

2.3.1 Základní pojmy v znečišťování a ochrany ovzduší

Zde jsou uvedeny pojmy, které jsou v oblasti znečišťování ovzduší nejdůležitější. Termíny uvedené níže jsou v souladu s platnou legislativou a zákony, zejména zákonem č. 86/2002 Sb. (zákon o ochraně ovzduší) ve znění zákona č. 472/2005 Sb. a zákonem č. 76/2002 Sb. (zákon o integrované prevenci) ve znění zákona č. 435/2005 Sb.

Emise – znečišťování způsobené vpouštěním jedné nebo více škodlivých látek do životního prostředí

Emisní limit – určuje nejvyšší přípustné množství látek nebo skupiny znečišťujících látek vpouštěných ze zdrojů znečišťování do ovzduší. Je definován jako hmotnostní koncentrace znečišťující látky v odpadních plynech nebo hmotnostní tok znečišťující látky za určitou jednotku času. Další možná definice je hmotnost znečišťující látky na jednotku produkce na jednotku objemu. Existují dva druhy emisních limitů. První z nich jsou obecné emisní limity. Ty jsou určeny pro jednotlivé znečišťující látky nebo jejich skupiny. Druhými jsou specifické emisní limity. Ty jsou stanoveny u stacionárních zdrojů. Jsou stanoveny bez návaznosti na obecné emisní limity.

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.

Zdroj znečišťování ovzduší – tímto pojmem je definovaný prostor, plocha nebo zařízení, které vpouští do ovzduší znečišťující látky. Tyto zdroje musí mít určité povolení k provozu a jejich existenci, např. kolaudační rozhodnutí. Dělí se na dvě skupiny. První jsou zdroje mobilní. Jsou to samostatně se pohybující, další pohyblivá vozidla a zařízení, která jsou vybavena spalovacími motory. Druhou skupinu tvoří stacionární zdroje. To jsou zařízení, která svou činnost vykonávají na

určitém místě bez přesunu. Pod tímto pojmem si lze představit například zařízení pro spalování paliv, lomy, plochy s možností hoření nebo úlety znečišťujících látek. V zemědělství jsou to louky, pole, stáje, vinice, kravíny atd. [4].

2.4 Mezinárodní protokoly a legislativa EU v ochraně ovzduší

2.4.1 Vídeňská úmluva a Montrealský protokol

V roce 1985 byla přijata na konferenci OSN Vídeňská úmluva, která pojednává o ochraně ozónové vrstvy. Poté byl na konferenci v roce 1987 přijat Montrealský protokol o látkách, které tuto ozónovou vrstvu poškozují. Tyto dokumenty vedou ke snižování výroby a používání látek, které porušují ozónovou vrstvu. Montrealský protokol obsahuje pojmy, které omezují výrobu a spotřebu 8 základních látek. Jedná se o halogenované deriváty uhlovodíků, např. freony[4].

2.4.2 Rámcová úmluva OSN o změně klimatu

Dokument, který vytváří podklad pro stabilizaci a redukci emisí skleníkových plynů. Strany úmluvy by měly chránit klimatický systém ve prospěch současných a budoucích generací. Utváří princip společné odpovědnosti. Na vědomí se však musí brát potřeby rozvojových zemí, které jsou změnami klimatu nejvíce postižené. Byla přijata v roce 1992 [4].

2.4.3 Göteborský protokol

Tento protokol určuje omezování acidifikace, eutrofizace a tvorby přízemního ozónu. Byl přijat v roce 1999. Jeho cílem je kontrola a snižování emisí síry, oxidů dusíku, amoniaku a těkavých organických sloučenin. Tyto škodlivé látky vznikají lidskou činností. Mají negativní vliv na lidské zdraví, ekosystémy a zemědělské plodiny. Podstatou tohoto programu je určování emisních limitů pro jednotlivé zdroje a emisní vrcholy pro jednotlivé státy [4].

2.4.4 IPCC

Jedná se o mezivládní panel klimatické změny. Byl založen roku 1988 se zaměřením na podporu poznání klimatické změny. Má za úkol shromažďování veškerých vědeckých poznatků o změně klimatu a dále navrhnout strategie k řešení jednotlivých problémů [4].

2.4.5 Směrnice Rady 96/61/EC o integrované prevenci

Tato směrnice z roku 1996 představuje přístup k ochraně životního prostředí. Jejím cílem je dosáhnout co nejvyšší úrovně v rámci ochrany životního prostředí jako celku. Posuzuje znečištění z určité činnosti na celek a ne na jednotlivé složky. Stanovuje opatření, která vylučují nebo omezují emise z hospodářských činností vnikající do ovzduší, vody a půdy [4].

2.5 Přistoupení ČR k mezinárodním úmluvám a protokolům

Nejdůležitější mezinárodní smlouvy a normy co se týká oblasti ochrany ovzduší přímá česká legislativa dvěma hlavními zákony. Jde o zákon č. 472/2005 Sb. a 76/2002 Sb.

2.5.1 Zákon č. 472/2005 Sb.

Tento zákon o ochraně ovzduší určuje práva a povinnosti při ochraně, co se týká vypouštění škodlivých látek spojených lidskou činností do ovzduší. Udává podmínky pro snižování množství vypouštění znečišťujících látek, působících negativně na lidské a zvířecí zdraví. Zákon stanovuje nástroje ke snižování množství látek, vedoucí ke změně klimatu a ke změně světelného znečištění [8].

2.5.2 Zákon č. 76/2002 Sb.

Zákon o integrované prevenci a omezování znečištění ovzduší, o integrovaném registru znečišťování stanovuje mimo jiné povinnosti provozovatelů zařízení, upravuje vydávání integrovaného povolení. Dále také udává způsob shromažďování údajů o emisích a látkách evidovaných v tomto registru. Také upravuje systém výměny informací o nových a nejlepších dostupných technologiích a technikách. Zákon ochraňuje životní prostředí jako celek [21].

2.6 Zdroje znečišťování ovzduší

Uvádí se, že až 90% látek znečišťujících ovzduší vzniká při přírodních procesech. Jedná se především o pohyb zemin a hornin, erozi půdy, činnost sopek, požáry, bouřky apod. Mimo tyto faktory je samozřejmě nemalým znečišťovatelem činnost člověka, do které spadá chemický průmysl, potravinářský průmysl, zemědělská výroba, doprava, energetika, spalovny atd.

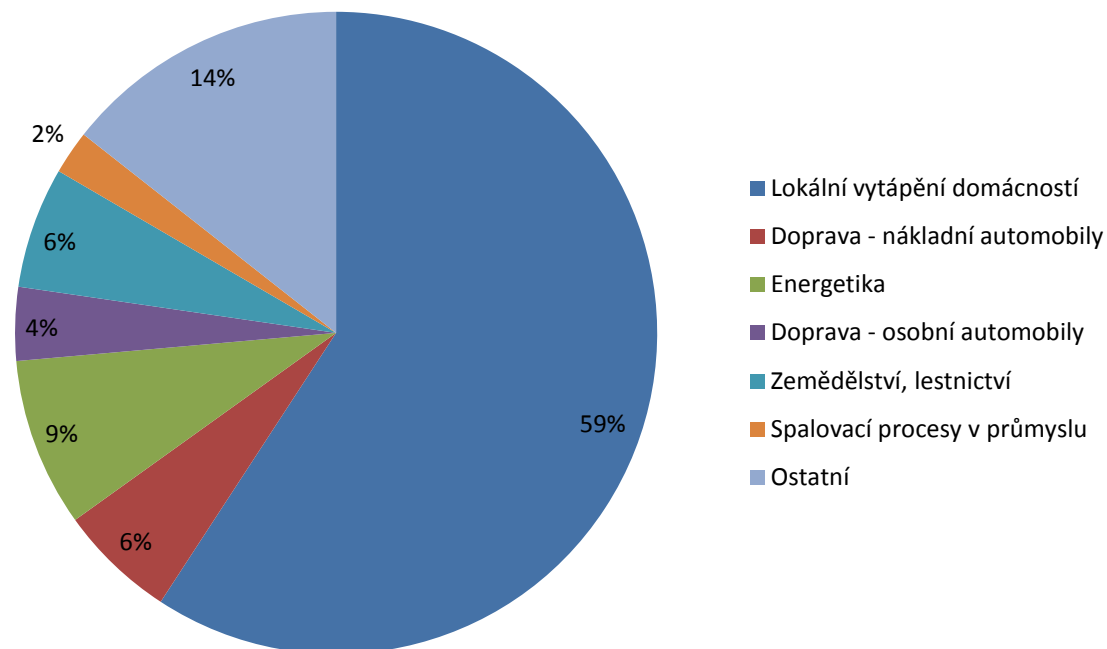
Hlavní zdroj znečišťujících látek, který lidstvo považuje za nejpodstatnější a snaží se ho co nejvíce řešit je spalování fosilních paliv (uhlí) a pohonných hmot (produkty z ropy). Základní přehled zdrojů znečištění ovzduší je uveden v tabulce 1.

Tabulka 1 - Přehled zdrojů znečišťujících ovzduší [4].

| Zdroje | | Látky |
|--------------------------|---|--|
| Přírodní | eroze, pohyb půdy a hornin, sopečná činnost, bouřky aj. | prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, H ₂ S, NO _x , O ₃ |
| Z lidské činnosti | energetický průmysl | prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, H ₂ S, NO _x |
| | stavební průmysl | prach |
| | těžební průmysl | prach, těžké kovy, metan |
| | plynárny | prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF |
| | chemický průmysl | prach, SO ₂ , CO, CO ₂ , HCl, HF, H ₂ S, HCN |
| | doprava | prach, sloučeniny Pb, azbest, CO, CO ₂ , NO _x , C _n H _m , aldehydy |
| | zemědělství | prach, plyny, zápach |

Vysvětlení značek z tabulky č. 1: SO₂ – oxid siřičitý, CO – oxid uhelnatý, CO₂ – oxid uhličitý, HCl – chlorovodík, HF – fluorovodík, H₂S – sirovodík, NO_x – oxidy dusíku, O₃ – ozón, HCN – kyanovodík

Původci znečištění ovzduší v ČR (2012)



Graf 1 - Významní původci znečištění ovzduší v ČR v roce 2012 [24].

2.7 Látky znečišťující ovzduší

2.7.1 Rozptyl znečišťujících látek v ovzduší

Po vniknutí znečišťujících látek do ovzduší se dále rozptylují vzduchem, půdou, vodou, živými organismy a potravou. Parametry jejich rozptylu jsou závislé na vlastnostech jednotlivých látek a na vlastnostech prostředí, v kterém se šíří.

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

- charakter zdroje – bodové, jako tovární komíny nebo rozptýlené, jako silniční doprava

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. Některé škodliviny mohou být z ovzduší odstraněny např. účinkem gravitace, deštěm atd.

Většina emisí prochází komplexním procesem disperze a to hlavně v městském prostředí. Zde je velké množství emisních zdrojů a existuje velice variabilní prostředí. Tato skutečnost je hlavní překážkou při modelování situace nebo měření charakteristik škodlivých látek a ztěžuje možnosti predikce¹ expozice lidí [7].

2.7.2 Oxid siřičitý

Vzniká především spalováním fosilních paliv, které obsahují síru. Je to bezbarvý štiplavý plyn, který v ovzduší reaguje se vzdušným kyslíkem a který působí velmi negativně na dýchací ústrojí člověka. Způsobuje různé záněty a astma. Jev zvaný kyselá dešť je způsobený právě siřičitými oxidy společně s oxidy dusíku obsažených ve vodních párách a mracích. Udává se, že 80% emisí SO₂ z celého světa pochází ze spalování uhlí a 20% z ropy [7].

V přírodě je oxid siřičitý vpouštěn do ovzduší při sopečné činnosti a přirozených lesních požárech. Pro zdraví člověka je škodlivý už při koncentraci 1mg/m³. Pokud se člověk nadýchá vyšší koncentrace, hrozí mu poleptání sliznic a pokud se v daném prostředí pohybuje déle, tak i poškození očí. I nízké koncentrace mají negativní vliv na vegetaci.

Ovšem oxid siřičitý má i jednu výhodu. Aspoň z malé části kompenzuje narůstání teploty spojené s oteplováním díky skleníkovým plynům. Je to způsobeno tím, že drobné částičky oxidu siřičitého ve formě aerosolů odrážejí krátkovlnnou sluneční radiaci a tím dochází k ochlazení atmosféry [18].

2.7.3 Oxid dusičitý

Tento oxid je produkován ve spalovacích procesech, výhradně mobilních zdrojů. Průměrně ve všech zemích světa je 50% toho oxidu produkováno motorovými vozidly. Vychází to z hodnot naměřených kolem rušných silnic měst,

¹ Předpověď, prognóza

kde je koncentrace tohoto plynu několikanásobně vyšší než na venkovských silnicích [7].

Do spalovacího prostoru motorových vozidel se dostává ve formě čistého vzduchu a za vysokých teplot a tlaků, které vznikají ve spalovacím prostoru při reakci s kyslíkem vzniká NO, následně s další reakcí s kyslíkem vzniká NO₂.

V přírodě jsou zdrojem dusíkatých sloučenin biologické procesy v půdách. Při těchto procesech bakterie produkují N₂ a NO₂. Dále mohou být přírodním zdrojem výboje blesků při bouřkách, kdy vznikají oxidy dusíku oxidací vzdušného dusíku.

NO je plyn bez barvy a zápachu, avšak NO₂ je již štiplavý, nasládlý, červeno – hnědý plyn. Ovšem jedovaté jsou oba plyny. Nepříjemně dráždí oči a dýchací cesty. Při nadechnutí NO₂ se dostavuje dráždivý kašel, může způsobovat edém plic a některé nitrózní² plyny jsou považovány za karcinogenní [18].

2.7.4 Oxid uhelnatý

Oxid uhelnatý je hořlavý plyn bez barvy, chuti a zápachu. Vzniká při spalování uhlíkatých materiálů, které nejsou dokonale spáleny. Co se týče emisí způsobených člověkem, tak vzniká především v dopravě a při různých průmyslových procesech. V atmosféře reaguje s hydroxylovými radikály za vzniku metanu a přízemního ozónu. Pokud dojde k úplnému rozkladu oxidu uhelnatého, vzniká oxid uhličitý. Tento škodlivý plyn nejvíce ohrožuje ve formě kouře z cigaret.

Tento plyn postihuje srdce, cévy a nervový systém. Malá koncentrace tohoto plynu se u člověka může projevat formou únavy. Pokud je však koncentrace vyšší, člověk může mít problémy s koncentrací, viděním, bolestmi hlavy, závratěmi, atd. Velmi vysoká koncentrace tohoto plynu v ovzduší může být smrtelná [11].

V přírodě se oxid uhelnatý vyskytuje především při oxidaci metanu, rozkladu chlorofylu, při lesních požárech a sopečné činnosti. Při koncentraci 0,06% - 0,12% oxidu uhelnatého ve vzduchu za hodinu dochází k akutní otravě. Při koncentraci 0,35% za hodinu nastává smrt [4].

2.7.5 Olovo

Olovo se přirozeně vyskytuje v zemské kůře. Nalezneme ho ve vodě a v ovzduší. Je to těžký kov, ale jeho koncentrace z přírodních zdrojů jsou velmi

² oxid dusnatý a dusičitý; meziprodukt při výrobě kyseliny dusičné

nízké. Do ovzduší se kov dostával především v dobách, kdy se spaloval olovnatý benzín. Dnes se většinou olovnatý benzín neprodává, ale v některých zemích světa je používán stále. Vědci mají vážné obavy, že i malé koncentrace olova mají negativní vliv na mentální vývoj dětí [7].

Lidstvo zná olovo již tisíciletí. S poznáním jeho toxických vlastností se jeho využívání stále více omezuje. Při činnosti člověka vniká olovo do ovzduší především při výrobě akumulátorů, spalovacích procesech, těžebních procesech, ve sklářském a chemickém průmyslu. Z ovzduší se olovo dostane zpět do půdy během 10 dnů a zde zůstává ve vrstvách – je nemobilní.

Olovo se do organismu člověka a zvířat vstřebává především plicemi a trávicím ústrojím. Je toxické a má velmi negativní vliv na zdraví. Ovlivňuje nervový systém, krevtvořnost, ledviny, imunitní systém atd. Při vyšších koncentracích se olovo ukládá v kostech, játrech a ledvinách [10].

2.7.6 Přízemní ozón

Ozón je velmi dráždivá látka. Na rozdíl od troposférického ozónu, který Zemi chrání, má přízemní ozón velmi nebezpečné účinky. Přízemní ozón v ovzduší vzniká reakcí uhlovodíků a oxidů dusíku při slunečním záření. Hlavním zdrojem je rostoucí automobilová doprava a spalování fosilních paliv. U člověka a zvířat působí negativně především na plicní tkáň a sliznice.

Světová zdravotnická organizace uvedla, že obtíže se objevují při hodinové koncentraci $160 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Při delším vystavování vyšším koncentracím se u člověka a zvířat objevuje pálení očí a nosu, kašel, bolest hlavy atd. Dokonce může způsobit i předčasnou smrt [14].

Problém s vysokými koncentracemi přízemního ozónu vznikají především při vysokých letních teplotách. Ozón může snižovat sklizeň a poškozovat vegetaci. Má však unikátní a neobvyklou vlastnost, co se týče působení na lidský organismus. Jestliže vyšší koncentrace přetrvávají v daném prostředí několik dnů, reakce lidského organismu na ozón se snižuje, tzn., že lidské tělo si na přítomnost vyšší koncentrace začíná zvykat [7].

2.7.7 Saze

Saze jsou tmavý prachový nános nespálených palivových zbytků. Vznikají při spalování organických paliv za nepřístupu vzduchu. Hromadí se v komínech, výfucích automobilů a to především s naftovým motorem a na dalších prostorech,

kde dochází k produkci kouře. Průmyslově vyráběné saze jsou využívány jako černé barvivo do inkoustů a potravinářské barvivo. Nejdůležitějším způsobem využití sazí je výroba pneumatik [15].

2.7.8 Polétavý prach

Hmotné částice rozptýlené ve vzduchu jsou nazývány aerosoly. Podle skupenství je dělíme na kapalné a tuhé. Tuhé dále rozdělujeme na prach, kouř a dým. Kouř vzniká spalováním organických látek, dým vzniká oxidací anorganických látek. Prach je polydisperzní tuhý aerosol, ten vzniká při činnosti člověka, jako je mechanické zpracování pevných materiálů, např. vrtání, broušení, řezání, drcení, mletí atd. Aerosol kapalný (mlha) vzniká zkapalněním vodní páry [23].

Pod pojmem polétavý prach se rozumí malé částice různých látek, které jsou natolik málo hmotné, že jejich usazení na povrch trvá velmi dlouho. Díky této skutečnosti se vžil pojem „polétavý prach“. Jeho označení je PM a má několik kategorií, rozdělených podle velikostí částic. Polétavý prach tvoří většinou sírany, amonné soli, uhlík, některé kovy, dusičnany, atd. [20].

Prachové částice jsou unášeny vzduchem a pouhým oken jsou nepostřehnutelné. Jejich přírodním zdrojem může být sopečná činnost, lesní požár nebo větrná bouře. Z lidské činnosti patří mezi nejvýznamnější zdroje prachu automobilová doprava, těžební a spalovací procesy, tavení rud a kovů, zemědělská činnost a např. odnos prachových částic ze stavenišť. Čím jsou částice menší, tím déle zůstávají v ovzduší.

Lze rozlišovat i tzv. sekundární prašnost. Ta vzniká rozvířením již jednou usazených prachových částic na povrch. Tomu můžeme být svědky zejména ve městech. Způsobují jí již zmíněné procesy, jako automobilová doprava, stavební činnost, manipulace se sypkými materiály a rozptyl prachových částic při těchto procesech je podporován proděním větru. Ten dokáže přenést prachové části i na velké vzdálenosti [18].

2.7.9 Termíny pro hodnocení prachu

Mezi chemickými, fyzikálními a biologickými vlastnostmi je nejdůležitější z hlediska ohrožení lidského zdraví velikost částic prachu. Pro zhodnocení nebezpečnosti prachu je důležité, jak hluboko do dýchacího ústrojí jsou částice

schopny se dostat. Z tohoto důvodu byly definovány pojmy, které popisují principy působení prachových částic na organismus člověka a zvířat.

Aerodynamický průměr částice:

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

Vdechovatelná frakce:

Jedná se o hmotnostní frakci polévatého prachu, která je vdechnuta nosem a ústy.

Thoratální frakce:

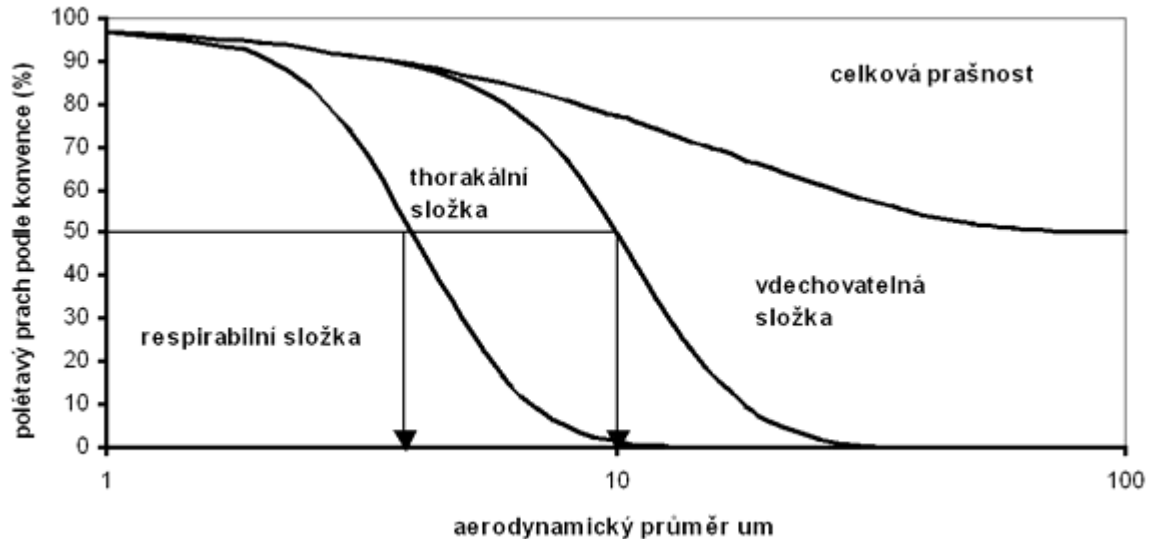
Je to hmotnostní frakce, která při vdechování vzniká za hrtan.

Respirabilní frakce:

Jedná se o hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel.

Dýchací zóna:

Dýchací zóna je prostor v bezprostřední blízkosti úst a tváří, přesněji technicky definován jako polokulový prostor, obecně o průměru 0,3 m, se středem v polovině spojnice obou uší a vymezený rovinou tváře procházející touto spojnici, vrcholem hlavy a ohryzkem [25].



Obrázek 1 -Vdechovatelná, thorakální a respirabilní konvence jako procenta z polétavého prachu [25].

2.7.10 Druhy prachů

Fibrogenní prach:

Jsou to prachy s obsahem fibrogenní složky. Fibrogenní složka může být např. slída, saze, talek, svářečské dýmy, bentonit.

Je schopen vyvolat tvorbu plicních fibróz, tzn, zvýšené bujení vaziva v plicích. Nejčastěji se zvýšená koncentrace fibrogenního prachu v ovzduší projevuje drážděním sliznic dýchacích cest, očí, pokožky a alergickými reakcemi. Některé mohou způsobit i průduškové astma [23].

Toxický prach:

Tento prach obsahuje některé těžké kovy a chemické látky. Kromě vlivu na dýchací ústrojí způsobují i intoxikaci. Toxické prachy jsou absorbovány krví, což má za následek poškozování tkáně a orgánů člověka po celém těle [25].

Infekční prach:

Infekční prach obsahuje zárodky chorob a infekcí, které jsou přichyceny na pevných částicích. Do této skupiny patří tzv. bioaerosol. Způsobuje vážné bakteriální a plísňové onemocnění horních a dolních cest dýchacích, které se

projevují formou rýmy, kašlem a bolestí v krku. Dále způsobuje onemocnění mimo dýchací cesty, jako jsou spalničky, zarděnky, příušnice a meningitida [26].

Karcinogenní prach:

Karcinogenní prach obsahuje složky, které při vdechnutí způsobují nádorová onemocnění. Do těchto prachů patří například i přírodní zdroje, jako je prach z dubu a buku. Dále jsem patří azbest, arzen, nikl a v neposlední řadě kouř z cigaret [27].

2.7.11 Částice PM₁₀

Toto označení znamená, že částice jsou menší než 10 mikrometrů. Částice jsou tvořeny komplexní směsí, složenou z mnoha druhů látek. Mezi tyto látky patří saze, částice síranu, kovů a anorganických solí. Tyto částice se mohou prakticky uvolňovat z jakýchkoliv třecích ploch. Zdrojem částic PM₁₀ je v domácnosti například svíčka, lak na vlasy, nebo plynový vaříč [22].

2.7.12 Částice PM_{2,5}

Tyto částice jsou menší než 1 mikrometr. Jsou to tzv. jemné částice. Takto malé částice jsou zachytitelné pouze elektronovým mikroskopem. Zdrojem jemných částic jsou všechny druhy hoření, včetně spalování paliv v automobilové dopravě nebo spalování fosilních paliv v elektrárnách, spalování dřeva, lesní požáry a procesy v zemědělství [9].

2.7.13 Částice PM_{0,1 - 1,25}

Částice PM_{0,1} jsou schopny postupovat v plicních sklípcích do krve. Zde poškozují stěny cév. Způsobují mozkovou mrtvici a infarkt. Jsou známé také pod názvem ultrajemné částice. V znečištěném ovzduší polétavým prachem jsou obsaženy pouze několika procenty hmotnosti, na počet jsou však nejpočetnější [19].

2.7.14 Účinky polétavého prachu na zdraví lidí a zvířat

Při nadměrném působení prachových částic na lidský nebo zvířecí organismus dochází k poškozování dýchacích cest. Konkrétní skutečná škodlivost se posuzuje podle složení prachových částic, protože se na ně váže spousta nebezpečných látek. Konkrétně se jedná o těžké kovy a organické látky. Nejnebezpečnější je však prach PM_{2,5}. Ten se dostává do dýchacího ústrojí velmi snadno a nezastaví ho ani filtry. I pro něj platí, že nebezpečnost je dána jeho složením [22].

V 80. letech 20. století vznikla na základě mnoha vědeckých studií tzv. funkce „dávka – odpověď“. Díky ní je možno odhadnout vztah mezi koncentrací prachu a úmrtností. Výzkumy v nejrůznějších zemích světa ukázaly spojitost mezi průměrnou denní koncentrací prachu v ovzduší a nemocností následující den. U astmatiků se to projevovalo zhoršením jejich problémů a růstem užívání léků. U dětí studie prokázaly spojitost mezi průměrnou roční koncentrací prachu v ovzduší a úmrtími na pneumonii [28].

2.7.15 Bezpečná koncentrace prachu

Emisní limit pro PM_{10} není obecně stanoven. Zdroje znečišťování musí být zřizovány a provozovány tak, aby při hmotnostním toku tuhých znečišťujících látek 2,5 kg/h a menším, hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek v odpadním plynu nepřekročila hodnotu 200 mg/m^3 . Při hmotnostním toku tuhých znečišťujících látek vyšším než 2,5 kg/h nesmí hmotnostní koncentrace tuhých znečišťujících látek v odpadním plynu překročit hodnotu 150 mg/m^3 . 24 hodinový emisní limit pro suspendované částice frakce PM_{10} je $50 \text{ } \mu\text{g/m}^3$. Tato hodnota nesmí být překročena více než 35 krát za rok. Roční limit je $40 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ (podle Nařízení vlády č. 350/2002 Sb.). Novela 429/2005 Sb. zrušila ustanovení o druhé etapě emisního limitu pro suspendované částice frakce PM_{10} [22].

V minulosti byli vědci přesvědčeni, že lze u polévatého prachu nalézt bezpečnou koncentraci škodliviny. Na této teorii zvané prachové působení bylo založeno vyhlášení hygienických limitů. Ta u veřejnosti vytvářela představu, že pokud není limitní koncentrace překročena, nehrozí negativní působení prachu na zdraví.

V roce 2004 Světová zdravotní organizace (WHO) konstatovala, že ani nejnovější metody nedokážou jednoznačně stanovit prahovou hodnotu pro polévatý prach. Uvádí, že negativní vliv mohou mít i částice, které dříve nebyly vůbec zkoumány. Světová zdravotní organizace uvádí, že prahové hodnoty pro polévatý prach jsou spíše iluzorní. Proto doporučuje posuzovat vztahy mezi koncentrací prachu v ovzduší a nemocemi objevujícími se v dané oblasti. WHO konstatuje významné dopady na zdraví lidí (včetně výrazného zkrácení průměrné délky života) i v případech, kdy limitní hodnota znečištění není překročena. Experti Světové zdravotní organizace došli k závěru, že snižování znečištění ovzduší i pod současnými normami bude mít za následek zlepšení zdraví obyvatel. Převáděno do každodenní praxe to naopak znamená, že ke zhoršení zdravotního stavu obyvatel může vést i výstavba nového zdroje polévatého prachu (např. parkoviště, silnice,

spalovny, elektrárny, slévárny atd.), která nepovede k překročení stávajícího hygienického limitu.

WHO proto vydala prohlášení, ve kterém doporučuje, aby jednotlivé vlády intenzivně věnovaly snižování úrovně znečištění ovzduší, protože povede ke zlepšení zdraví lidí a k prodloužení průměrné délky života. Toto doporučení se týká i oblastí, kde je znečištění silně pod limitem Evropské unie [28].

2.7.16 Pravidla stanovení indexu znečištění

Výpočet indexu kvality ovzduší, ve kterém je zohledněn možný vliv imisí na zdravotní stav obyvatelstva, je založen na vyhodnocení 1h koncentrací oxidu siřičitého (SO₂), oxidu dusičitého (NO₂), suspendovaných částic (PM₁₀), 8h klouzavých koncentrací oxidu uhelnatého (CO) a v letním období (1. 4. - 30.9.) 1h koncentrací přízemního ozonu (O₃). Ve výpočtu jsou pro PM₁₀ použity 1h průměrné koncentrace, protože lépe vystihují aktuální stav (meze pro 1h koncentrace byly odvozeny na základě statistické analýzy mezi 24h a 1h koncentracemi) [24].

3 Chov hovězího dobytka

Hovězí dobytek neboli skot, je základ v zemědělství. Skot je nejvyužívanější zvíře. Chovy skotu se postupem doby stále více zdokonalují a modernizují, zejména proto, aby se snížily náklady na provoz a aby byly zajištěny vhodné podmínky pro chovaná zvířata. Jednak se musejí řídit nařízením na ochranu zvířat a dále také platí, že čím více je zvíře spokojené v daném prostředí, tím více produkuje a je užitečnější.

V této kapitole uvedu základní principy a zařízení, které jsou nezbytnou součástí chovu skotu.

3.1 Welfare

Welfare znamená pohoda. Je to dynamický, různorodý, komplexní stav, ve kterém jde o snahu zvířete vyrovnat se se svým prostředím. Je to stav úplného duševního a fyzického zdraví a souladu zvířete se svým životním prostředím. Jedna z definic zní: Welfare je zjišťování přirozeného druhového chování přizpůsobeného průběhu životních pochodů.

V chovu je nezbytné dodržování zásad ochrany hospodářských zvířat, tzn. péče o pohodu zvířat. Při zajišťování pohody chovaných zvířat jsou formulovány požadavky na tvorbu optimálního prostředí. Do tohoto prostředí zapadají fyziologické, technické a ekonomické aspekty a jsou vyvíjeny technologické systémy, které jsou přizpůsobeny požadavkům welfare.

V dnešní době se stále více objevují názory veřejnosti i odborníků, že i zvířata mají své duševní zdraví a život. Tato fakta se u zvířat projevují určitým sebeuvědoměním a vůlí k budoucí činnosti. Jsou to jak obranné reflexy, tak reflexy nepodmíněné, vrozené, vedoucí k zachování života. Z těchto faktů a poznatků vychází požadavek na přiznání práva na život a prostředí, které odpovídá fyzickému i duševnímu zdraví. Avšak se stále nedaří zcela přesně poznat pocity zvířat, případně míry jejich utrpení [3].

O ochraně zvířat pojednává zákon České národní rady na ochranu zvířat proti týrání č. 167/1993 Sb. „Zvířata jsou stejně jako člověk živými tvory, schopnými na různém stupni pociťovat bolest a utrpení a zasluhují si proto pozornost, péči a ochranu ze strany člověka“. Účelem tohoto zákona je chránit zvířata před týráním, nebo bezdůvodným usmrcováním. Tento zákon se týká jak volně žijících zvířat, tak zvířat chovaných člověkem. Dále zakazuje jakoukoliv formu propagace týrání [12].

Dále vyhláška 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. [17].

3.1.1 Hodnocení welfare

Pro zhodnocení určité pohody hospodářských zvířat existuje několik kritérií. Ty jsou v chovu ohodnoceny známkou a poté je celkové známkování vyhodnoceno.

Známkováná kritéria:

Svoboda od hladu a žízně:

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

Svoboda od nepohodlí:

- podlahové plochy stájí
- plochy výběhů
- technologie stáje
- pastva a zimoviště

Svoboda od bolesti, zranění a nemoci:

- znečištění zvířat
- zdravotní stav
- veterinární péče
- klima stáje
- výběhy, pastviny stáje

Svoboda od strachu a stresu:

- chování zvířat
- vhodnost plemene

Svoboda projevení přirozeného chování:

- technologie ustájení
- svoboda pohybu
- jednotnost stáda [13].

3.2 Životní prostředí zvířat

Při projektování a plánování chovatelských objektů je potřeba počítat s mnoha různými faktory venkovního počasí a mikroklimatu. K těmto faktorům patří hlavně teplota, vítr, vlhkost, sluneční záření, tlak aj. Všechny tyto faktory ovlivňují mikroklimatu chovného objektu. Každý chovný objekt a určité podmínky v něm mají různé specifikaci podle chovaného zvířete. Tyto podmínky jsou uvedeny v normách. Obecně pro všechny chovy platí, že čím je uvnitř objektu teplota vyšší, tím větší je potřeba proudícího vzduchu a naopak. Avšak určité proudění vzduchu musí být v objektu zajištěno neustále. Zejména v zimních měsících u nevytápěných objektů stoupá vlhkost vzduchu na velmi vysoké hodnoty.

Větrací systém souvisí i s obsahem škodlivých látek a plynů v prostředí v objektu. Větrací systém musí být schopen dostatečně odvést prachové a plynné škodlivé látky, které do ovzduší vstupují buď z výkalů, nebo z procesů spojených s chovem z vnitřního prostředí.

Rovněž prašnost a mikrobiologické znečištění prostředí působí negativně na ustájená zvířata. Ve stájích jsou mikroorganismy nejčastěji vázány na povrch prachových částic nebo na kapénky (vzdušná vlhkost) [3].

3.3 Stájové ovzduší

Stájové ovzduší je znečištěno prachovými částicemi, které tvoří velmi výraznou škodlivou příměs stájového vzduchu. 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.

Hlavním zdrojem prachu ve stájích jsou obvykle suché krmné směsi. Množství prachu, které se z těchto směsí uvolňuje, se odhaduje na 0,1 % z celkového množství krmiv. K uvolňování prachu dochází hlavně při manipulaci

s těmito krmivy, zejména při plnění zásobníků krmiv, zvláště nejsou-li jejich výdechové hlavice opatřeny žádnými filtračními zařízeními. Přibližně polovina tohoto množství se vlivem vlhkosti usadí hned ve stáji a odchází s exkrementy a smetky ve formě chlěvské mrvy, močůvky, kejdy, či trusu, druhá polovina uniká ve formě úletů do ovzduší. Největší prašnost bývá zaznamenávána v chovech drůbeže, zejména mladších kategorií do stáří 20 týdnů.

Emisní koncentrace prachu z chovných objektů a zařízení závisí zejména na druhu krmiva, krmné a chovné technologii, druhu podestýlky a doby jejího uložení ve stáji, druhu, kategorii a stáří chovaných zvířat a celkové zoohygienické úrovni chovu. Průměrné koncentrace prachu v odpadním vzduchu emitovaném z chovných objektů a zařízení se pohybují od 0,5 do 20 mg.m⁻³. Větší prachové částice, které často slouží jako nosiče mikroorganismů a pachových látek mají po opuštění stájí tendenci rychle klesat na zem. Další šíření prachových částic je závislé zvláště na klimatických podmínkách v různých obdobích roku. Přímý vztah mezi koncentracemi prachu uvnitř chovných objektů a v otvorech výdechů byl pozorován do vzdálenosti 3 m od stájí. Ve větších vzdálenostech již tento vztah nebyl prokázán. Např. 10 m od chovného objektu bylo naměřeno již pouhých 11 % z původní koncentrace výdychu. Za mezní hranici šíření prachu z objektů chovu zvířat za běžných klimatických podmínek se považuje vzdálenost 200 m. Pokud se však částičky prachu dostanou hned na výdychu ze stájí do poryvu silného větru, mohou přenášet choroboplodné mikroorganismy, pachy, v případě endotoxinů možná i alergeny na mnohakilometrové vzdálenosti [16].

3.4 Provozně technologické požadavky na ustájení skotu

Potřeba krmiv:

Krmivo je jednou z nejdůležitějších potřeb hospodářských zvířat. Jejich denní spotřeba a dávkování udávají, jaké metody a postupy budou použity při realizaci krmení. Zda bude použito zakládání, nebo transportéry apod.

Potřeba vody:

Chov veškerých plemen skotu je velice náročný na zásobování vodou. Do kategorie spotřeby vody v chovu skotu patří napájení, očista, dezinfekce, mytí, ochlazování atd. Při teplotách přesahujících 26°C se tato spotřeba může až zdvojnásobit [6].

Potřeba steliva:

Pokud se jedná o tzv. stelivový chov skotu, používá se jako podestýlka především sláma z ozimých obilovin. Zoohygienické požadavky na podestýlku jsou velmi přísné. Materiál použitý pro podestýlku musí být minimálně prašný, nezaplísňený, suchý a neznečištěný jinými tělesy a látkami [6].

3.5 Zařízení v chovu skotu

3.5.1 Větrání

Jelikož bývá při chovu skotu vysoká koncentrace zvířat v určitém prostoru, je třeba zajistit, aby podmínky ovzduší vyhovovaly podmínkám života zvířat. Pro správný vývoj a růst potřebují zvířata kromě jiného i správnou teplotu a vlhkost ovzduší. V uzavřených prostorách se vzduch znehodnocuje dýcháním, pocením a výpary z výkalů. Při manipulaci s krmivy a při operacích spojenými s chovem se do ovzduší dostává prach, dále se při těchto operacích díky použití motorových strojů dostávají do ovzduší výfukové plyny. Všechny tyto aspekty vedou ke zhoršení zdravotního stavu zvířat a tím ke zhoršení jejich produktivity a kvality produktů.

K dosažení optimálních podmínek v chovu se využívá větrání. Avšak aby byly zajištěny všechny aspekty optimálních podmínek, musí se vzduch upravovat ještě z hlediska teploty, čistoty, vlhkosti apod. Proces ochlazování, vysoušení, zvlhčování, čištění od prachu a výfukových plynů se nazývá klimatizací. Klimatizace udržuje ve vnitřních prostorách hodnoty v určitých mezích.

Větrací zařízení:

- s přirozenou výměnou vzduchu
- s nucenou výměnou vzduchu
- s kombinovanou výměnou vzduchu

Přirozené větrání:

Pokud probíhá přirozené větrání objektu, tak se vzduch neustále vyměňuje štěrbinami oken, dveří, póry nebo kanály, komíny, šachtami, atd. Toto větrání vzniká na rozdílu tlaku vnějšího a vnitřního prostředí. Přirozené větrání je však velmi nevýhodné, je nepravidelné a málo intenzivní a ve velkých objektech vznikají tzv. hluchá místa, do těch se proudící vzduch vůbec nedostane. Pokud chce člověk docílit přirozeného větrání cíleně, realizuje ho například otevřením oken, avšak při

tomto způsobu nesmí docházet k průvanu, protože ten působí negativně na ustájená zvířata.

Nucené větrání:

Oproti přirozenému větrání má mnohem vyšší účinnost. Tento fakt je potřeba zejména v letním období. U tohoto větrání je možnost poměrně přesné regulace větrání, možnost úpravy, proudění a tlaku vzduchu. Nucené větrání zajišťují nízkotlaké ventilátory, které ve větracích kanálech vytvářejí tlak způsobující proudění vzduchu. Ventilátory jsou většinou axiální a jsou umístěny ve větracích skříních ve zdi. Tyto skříně mají horní a dolní dvířka. Při větrání v zimě se otevřou dolní dvířka, aby se teplota ve stáji nesnižovala a v létě naopak. Do větracího systému je možno zapojit výměník tepla, který nasává vydýchaný vzduch z objektu a ohřívá čerstvý chladný vzduch, který proudí do objektu [6].

3.5.2 Vytápění

U objektů, kde se nedá dosáhnout požadované teploty, ani přidáním výměníku tepla, se musí navrhnout vytápěcí zařízení, které je svými parametry vhodné pro ustájený druh a kategorii zvířat. V objektech s turnusovým provozem musí být možnost vysadit topení v každé sekci zvlášť a také musí být v těchto objektech soustava zabezpečena proti zamrznutí. Použitá otopná zařízení musí splňovat hygienické předpisy. Musí mít hladký povrch a musí zajišťovat snadné čištění. Vytápění se uplatňuje zejména pro mladá zvířata (kuřata, telata, selata apod.) a uskutečňuje se přímo nebo nepřímo.

Přímé vytápění:

Tepelná energie se získává z jiného druhu energie přímo ve vytápěném prostoru. Jedná se o tzv. lokální vytápění. Pracuje na principu spalování hořlavých látek. Spalují se paliva v kamnech a přitom vzniká nebezpečný oxid uhelnatý a uhlíčitý, proto se v současné době začíná využívat elektrických topných systémů. Mají bezpečnější a čistější provoz a jejich teplota se dá lehce regulovat a automatizovat. Do elektrických topných těles patří infralampy, infrazářiče, elektrické kvočny, vyhřívací desky apod.

Nepřímé vytápění:

Při tomto způsobu se uskutečňuje přeměna přiváděné energie na teplo mimo vyhřívaný prostor. Vzniklé teplo se poté rozvádí pomocí teplotnosného média do vytápěných prostorů. Tento způsob se používá zejména ve velkovýrobních

objektech, protože umožňuje bezpečnou a plynulou regulaci teploty ve velkých prostorech z jednoho místa.

Podle druhu teplotního média se tyto systémy dělí:

- teplovzdušné vytápění
 - s centrálním rozvodem
 - s jednotkovými soupravami
 - s čerstvým vzduchem
 - cirkulačním vzduchem
 - smíšeným vzduchem
- vodní vytápění
- parní vytápění
 - trubkové
 - článkové
 - vyhřívací podlahy
 - konvektory [6].

3.5.3 Vodní hospodářství

V některých krajinách nelze získat podzemní vodu formou studní. Tam se získává povrchová voda z přehrad, rybníků, potoků apod. Další možností je využívání vody z vodovodního řádu, ale tato možnost je velmi nákladná, proto se využívá kombinací. Pitná voda z jakéhokoliv zdroje musí splňovat normu ČSN 75 7111 – Pitná voda. Musí být kontrolovány bakteriologické, biologické, chemické a fyzikální ukazatele vody. Při napájení zvířat vodou se zhoršenou kvalitou je potřeba tuto skutečnost projednat s příslušným orgánem hygienické služby.

Doprava teplé vody musí být zajištěna do objektů, kde to vyžaduje technologie ustájení. Při přípravě teplé vody se vždy využívá pitná voda. Izolace teplovodního rozvodu se neprovádí, pokud se předpokládá, že vnitřní teplota neklesne pod 5°C, při nižších teplotách je třeba rozvod vody zaizolovat [6].

3.5.4 Stájová kanalizace

Pod pojmem stájová kanalizace se rozumí vnitřní kanalizace, která odvádí odpadní vody a závadné látky z objektů a přilehlých ploch až ke kanalizační přípojce nebo skladovacímu objektu. Stájová kanalizace je soustava trubních svodů, odpadů, kanálů a podobných zařízení, sloužících k odvodu odpadních vod, močůvky a kejdy

z objektu. Nepatří sem odklizení chlévské mrvy při stelivovém způsobu chovu. Při tomto způsobu je podestýlka vyklizována mechanickými lopatami nebo shrnovači [6].

3.5.5 Zařízení k uskladnění senáže a siláže

Silážováním a senážováním se dociluje konzervace krmiva, to si zachová většinu živin a biologickou hodnotu původní hmoty. Jedná se o proces biologické konzervace šťavnatých krmiv probíhající za anaerobních podmínek. Hmota se ukládá do vhodných prostorů a je konzervována kyselinou mléčnou, která se při procesu vytváří, nebo se mohou dále přidávat konzervační přípravky.

Silážní žlaby:

Silážní žlaby jsou v našich podmínkách nejrozšířenější prostory pro uložení siláže. Jsou to betonové žlaby nejčastěji zapuštěné v zemi, ale mohou být i povrchové. Po naplnění je hmota v nich přikryta černou fólií. Dle konstrukce jsou buď průjezdné, nebo neprůjezdné. Tyto stavby musí splňovat několik podmínek, především musí být nepropustné, aby nedocházelo k odplavování šťáv, ty jsou zachycovány v kanálech na dně žlabu.

Vybírání žlabu je prováděno mechanicky a to frézovacími vybírači, nakladači s lopatou nebo drapákem nebo vyřezávačem bloků s vertikálním nebo horizontálním řezem [1].

Uskladnění senáže:

K uskladnění siláže se používá dvou metod. Prvním nejjednodušším a základním způsobem je balení oschlé píce do válcovitých balíků a následně do fólie. Ty pak zůstávají na okraji luk, nebo jsou svezeny a uskladněny do stohů na pozemku. Druhým způsobem je uskladnění ve věžových skladech. Věže jsou kruhového průřezu a uspořádání je závislé na způsobu plnění a vyprazdňování. Pro jejich plnění se používá buď pneumatický, nebo mechanický dopravník.

Věže jsou vyprazdňovány spodními vybírači (řetězové frézy), ty pracují na principu podhrabávání, nebo horními vybírači (šnekové frézy).

Silážování a senážování píce do vaků:

V dnešní době se stále více rozšiřuje uskladňování do vaků. Vtlačovací stroje mají plnicí stůl, do násypky je nakladačem hmota nasypána a dopravník se šnekovicí

plní hmotou vak („nohavici“), který je po naplnění z obou stran vzduchotěsně uzavřen [6].

3.5.6 Uskladnění sena a slámy

Pod pojmem seno jsou všechny tenkostébelné píce, sušené na pokosu a dosoušené ve skladu. Termín sláma označuje vymlácené stonky a stébla obilnin.

Lisované balíky:

V dnešní době se ve velkých provozech skladuje sláma a seno pouze v lisovaných balících, především kvůli úspoře místa. Tyto balíky jsou uskladněny buď v halových prostorách, pod přístřešky s jednoduchou konstrukcí nebo jsou naskládány do stohů volně buď na pozemku u provozu, na poli či louce.

Halové seníky:

Dalším způsobem, který se může ještě vyskytnout, je skladování v halových senících. Jsou většinou obdélníkového půdorysu a mají přísné požární předpisy. Seno zde může být při uskladnění dále dosušeno axiálními a radiálními ventilátory. Seno se naváží samosběracími vozy a zakládá se pomocí drapáku, mobilního stohaře, nebo pneumatických a mechanických dopravníků. Stejným způsobem jsou seníky i vyprazdňovány.

Věžové seníky:

Věžové seníky jsou stavby kruhového průřezu. Plnění probíhá shora pneumatickým dopravníkem, jehož koncovka je otočná a plní tak věž rovnoměrně. Ve spodní části je namontován dosoušecí ventilátor, který středovou šachtou vhání vzduch do vrstev sena. Vyprazdňování zajišťuje zařízení s paprskovými koly, jehož rám rotuje kolem středové osy a odfrézovává vrstvy píce. Ta je poté shozena do středové šachty a dopravena pryč [6].

3.5.7 Zařízení k zakládání objemných krmiv

Stacionární krmná zařízení:

Tyto krmná zařízení jsou stále více nahrazována mobilními krmnými prostředky. Jsou pevně nainstalována ve stáji pro jednu až dvě řady zvířat. Tato zařízení navazují buď na stacionární linku vyprazdňování, nebo na mobilní zařízení dopravy krmiv. Podle provedení se rozdělují na:

- žlabové dopravníky
 - pásové
 - hrabičkové
 - vaničkové

- nežlabové
 - pásové
 - pojízdně
 - šnekové

- elektrické krmné vozy
 - pro individuální dávkování
 - pojízdný dávkovač
 - automatické krmné boxy

Mobilní krmná zařízení:

Do této skupiny patří krmné vozy a míchací krmné vozy. Krmné vozy slouží pouze k přepravě krmné hmoty od skladovacích prostor do stájí, tam při jízdě zakládají hmotu do krmných žlabů. Lze je použít i při zakládání píce při sklizni. Na dně prostoru je hrabicový dopravník, který posunuje hmotu k odebíracím bubnům a ty dále na příčný dopravník.

Tyto vozy dopravují hmoty od skladovacích prostor do stájí a přitom vytváří homogenní směs krmiv a tu zakládají do krmných žlabů. Moderní míchací vozy mají zabudovanou tenzometrickou váhu pro vážení přesných podílů směsi. V prostoru vozu je horizontálně nebo vertikálně uložena jedna nebo dvě šroubovice, které míchají jednotlivé komponenty, anebo je zde použito pádlové míchadlo. Míchací krmný vůz musí být schopný pracovat i s nenařezaným materiálem, jako je seno a sláma. Mohou mít vykládání buď na jednu stranu, na obě nebo pod sebe.

Nevýhodou krmných vozů je, že velice nepříznivě narušují mikroklima stáje [1].

3.5.8 Odstraňování chlévské mrvy

K odklizení chlévské mrvy ze stáje se používá mechanických prostředků. Rozdělují se na:

- stacionární
 - oběžné shrnovače

- vratné shrnovače
- mechanické lopaty
- mobilní
 - příčné
 - šípové

Oběžný shrnovač je hrabičkový dopravník jednořetězový s hrabicemi. Pohybuje se za stojící řadou v tzv. kališti. Mrva se do kaliště musí nahrnout ručně, oběžný shrnovač odklízí mrvu pouze z kaliště do tzv. propadliště.

Vratný shrnovač se používá zejména u stájí s lichým počtem stání, nebo může být použit jako spojovací dopravník u linky s vrstvičem mrvy.

Mechanické lopaty jsou zařízení tažená lanem nebo řetězem. Jsou provedena tak, že jedním směrem mrvu hrnou a druhým směrem jsou zvednuta nebo postavena tak, že mrvu nehnou.

Mobilní prostředky se používá především ve stájích s volným ustájením. Vyklízí se s nimi pevné rovné plochy a hluboká podestýlka. Do této skupiny patří hlavně malotraktory a traktory s radlicí. Jejich výhodou je pohyblivost a možnost použití jednoho prostředku ve více stájích. Nevýhodou je, že negativně narušují mikroklima stáje [1].

3.5.9 Odstraňování kejdy

V tomto případě se jedná o bezstelivové stáje, kde je produkována směs tuhých a kapalných výkalů. Konzistence je kašovitá, řídká a závisí na kategorii zvířat, krmivu a na použitém technologickém zařízení.

Kejda se může odstraňovat několika způsoby:

- mechanicky
- hydromechanicky
 - jímkové kanály
 - přeronové kanály
 - cirkulační kanály
- hydraulicky [1].

4 Metodika

4.1 Cíl práce

Cílem práce bylo měřením zjistit hmotností koncentraci částic poléťavého prachu PM₁₀, který vzniká při chovu hovězího dobytka. Měření probíhalo ve dvou zvolených objektech. Jeden chov užívá bezstelivové ustájení a druhý podestýlku ve formě slámy. Měření probíhalo při běžných denních činnostech, které v objektech probíhají. U těchto činností byl vysoký předpoklad vzniku poléťavého prachu.

Cílem měření bylo získání objektivních hodnot, které vznikají pohybem strojů v objektu, pohybem zvířat a dalších operací, které v objektu probíhají. Největší podíl na vzniku poléťavého prachu mají stroje, které se v objektu pohybují. V objektu s podestýlkou je největším zdrojem poléťavého prachu sláma, ze které se tyto částice při manipulaci uvolňují.

4.2 Metodický postup

1. Zpracování rešerše z oblasti znečištění ovzduší, prachových částic a chovu
2. Specifikace zásad pro měření prachových částic
3. Výběr objektů, konkrétních míst a časů měření
4. Provádění měření hmotnostní koncentrace poléťavého prachu
5. Shrnutí naměřených hodnot
6. Vyhodnocení zjištěných informací

4.3 Měření

Pro měření musel být splněn předpoklad, že vzniknou vhodné podmínky pro vznášení prachových částic, tzn., že částice budou suché a budou se moci přenášet ovzduším, vlhkost prostředí nebude ovlivněna, např. mlhou a že nebudou unášeny rychle pryč větrem. Jelikož se jednalo o téměř uzavřené objekty, byly podmínky pro měření vyhovující.

4.4 Zdroje prašnosti ve stájích

- prašná podestýlka
- suché krmivo
- způsob podestýlání
- zlomky srsti zvířat
- peří (u drůbeže)
- úklid

- vápenný prach (desinfekce)

4.5 Postupy pro omezení prašnosti ve stájích

- nepoužívat a nemíchat ve stáji prašná krmiva – možno nahradit granulemi nebo kašovitými směsmi
- nepoužívat silně prašné podestýlky
- nevířít prach usazený na stavební konstrukci (např. ventilátory)
- navrhnout vhodné technologie a procesy dopravy a dávkování krmení
- pravidelně odstraňovat usazený prach
- zvolit vhodnou technologii a postup odstraňování podestýlky
- včas odstranit podestýlku
- pravidelně čistit zvířata (nejlépe venku)
- navrhnout optimální větrací zařízení ve stáji
- zvlhčovat mikroklima stáje
- navrhnout cirkulaci vzduchu s filtrací

4.6 Metody stanovení prašnosti ve stájích

4.6.1 Metody váhové

Stanovují množství prachu nejčastěji v mg m^{-3} .

Sedimentace prachu

Tato metoda se provádí jako dlouhodobý odběr, při kterém se sleduje prašný spad po dobu 30 dní. K odběru se používá skleněných válců o výšce 30 cm a průměru 20 cm. Jsou umístěny na pracoviště tak, aby mohli být náhodně znečišťovány. Do láhví se dá 100 ml destilované vody, aby se již usazený prach nemohl zvířít. Poté se obsah odlije do předem zvážené misky a vysuší se při teplotě 105 °C. Po zvážení misky s prachem se stanoví celkové množství prachu v mg.

Metody filtrační

Metoda vatových filtrů – pro tyto filtry se prosaje určitý objem vzduchu a rozdíl hmotnosti filtru před a po prosátí vzduchu vypočítáme hmotnost prachu v daném objemu vzduchu.

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

Metoda těkavých filtrů – po prosátí vzduchu se filtr odsaje a zváží se prach (antracen, naftalin).

Metoda membránových filtrů – 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 [16].

4.6.2 Přístroje

- konimetr
- Dust TRAK [16].

4.7 Přístroj použitý pro měření prachových částic

Pro vlastní měření prachových částic byl použit přístroj Dust TRAK II 8530 viz. Obrázek 2. Tímto přístrojem je možnost měřit prachové částice PM_{10} , $PM_{2,5}$, a PM_1 díky vyměnitelným impaktorům. Podstatou metody měření prachových částic je prosávání okolního vzduchu zařízením s filtrem, v němž se určitá velikostní frakce zachytí. Vstupním zařízením je impaktor, který zachycuje odlučované frakce prachu. Před měřením by měl být přístroj plně nabitý, nebo by měla být během měření zajištěna možnost připojení do elektrické sítě. Rozsah měření daného přístroje je $0,001 - 150 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$.



Obrázek 2 - Dust TRAK 8530

Postup měření přístrojem:

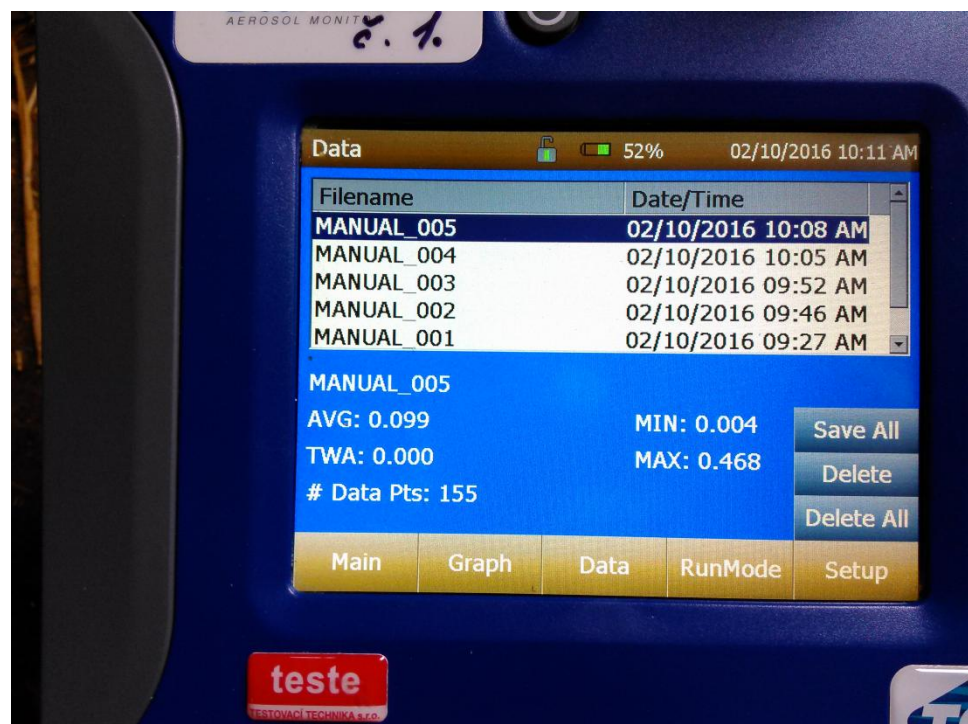
Před vlastním měřením je nutné přístroj kalibrovat.

- na přístroj se připojí nulovací filtr
- stiskne se tlačítko Zero Cal
- poté tlačítko START
- na přístroji začne odpočítávání 60 vteřin pro nulování
- po uplynutí limitu přístroj ukáže Zero Cal Complete, tzn., že je přístroj vynulovaný a připravený k měření
- sundá se nulovací filtr

Měření:

- pro měření je možno nastavit časový interval měření, který se automaticky ukončí, nebo ho ukončit ručně tlačítkem STOP
- nasadí se impaktor s požadovanou frakcí
- poté se měření spustí zeleným tlačítkem START

- přístroj ukazuje hodnoty prachových částic v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$ a v levém dolním rohu běží čas měření
- po ukončení měření jsou data uložena do paměti, kterou je možno vyvolat tlačítkem DATA, zde jsou uloženy průměrné hodnoty měření, maximální a minimální hodnoty, které byly naměřeny, viz. Obrázek 3
- pro vypnutí a zapnutí přístroje slouží tlačítko, umístěné v horní části přístroje uprostřed
- před každým jednotlivým měřením je vhodné přístroj kalibrovat, aby nedocházelo k ovlivňování dat předchozím měřením, já jsem tak učinil před každým měřením



Obrázek 3 - Paměť s hodnotami

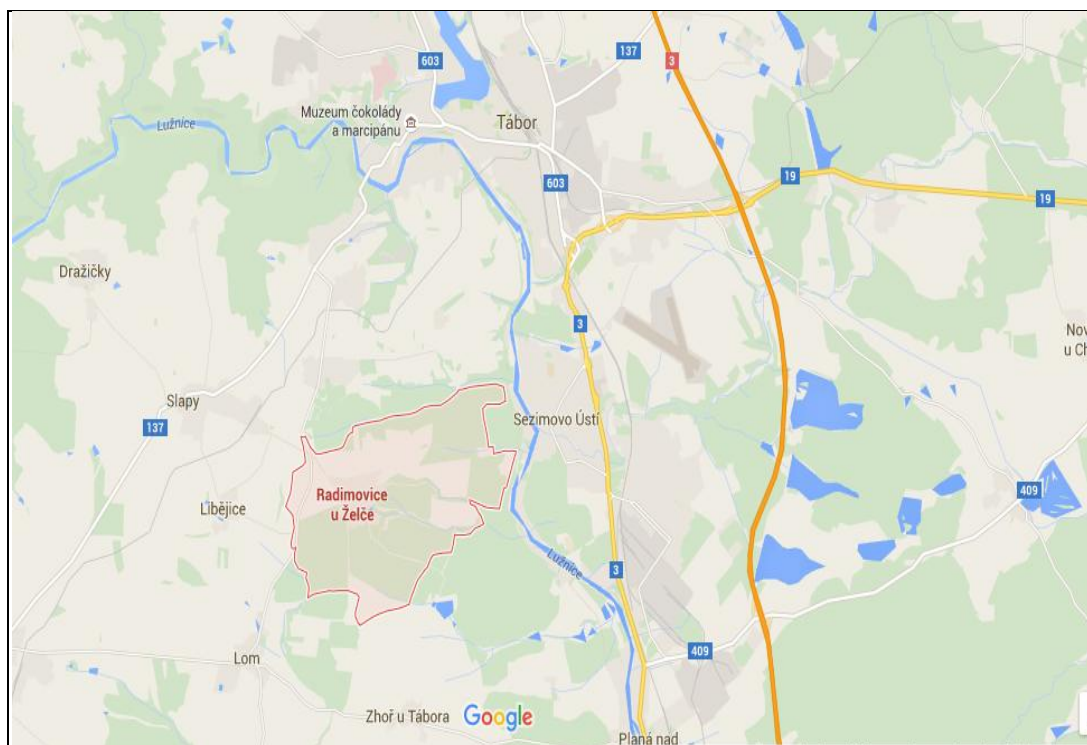
4.8 Období měření

Pro toto měření bylo nejvhodnější období v zimních měsících, v mém případě se jednalo o měsíc únor a to z toho důvodu, že jsou objekty se zvířaty téměř uzavřeny a nehrozí kontaminace vnitřního ovzduší prachem z venku, narušení

ovzduší větrem a např. mlhou. Žádná z operací nebyla uměle vyvolána, šlo o každodenní operace.

4.9 První místo měření

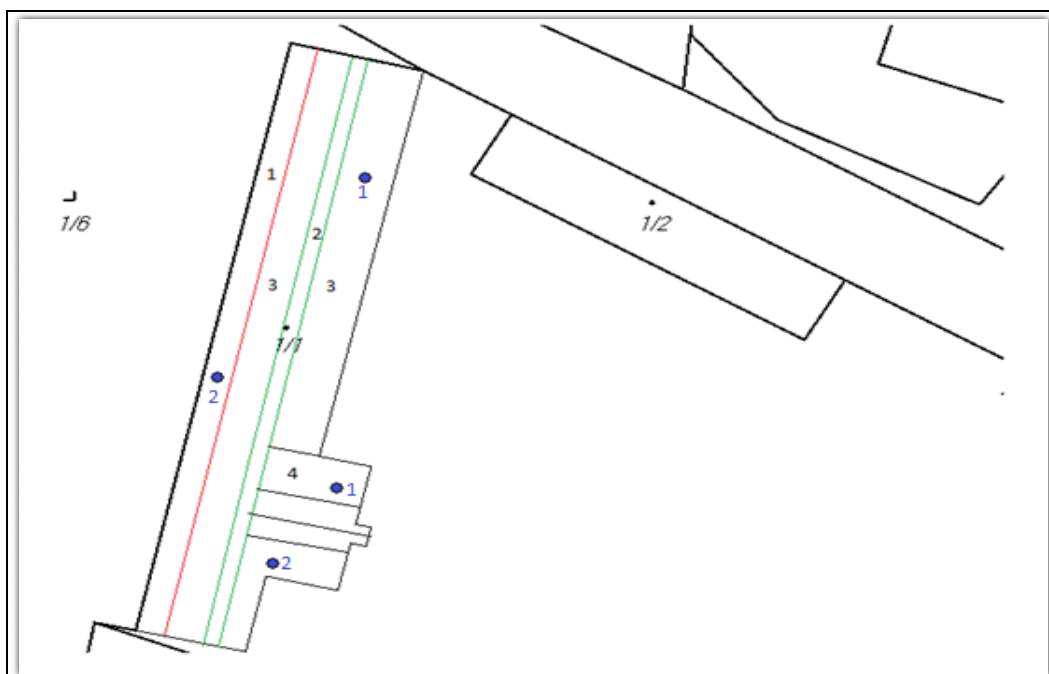
Pro své první měření jsem si vybral podnik chovu dobytka v obci Radimovice u Želče (vyznačeno na obrázku 4). Tento podnik se nezabývá pouze živočišnou výrobou, ale i rostlinnou, kterou využívá především jako zdroje pro svoji živočišnou výrobu. Je to blízko mého bydliště a v prvním ročníku jsem zde vykonával praxi. Tento podnik byl založen v roce 1992. Objekt chovu a zároveň měření je na obrázku 5. Je zde chováno plemeno Holštýnský skot (H100, mléčný) a stádo se skládá z 52 kusů. Ustájení skotu je volné s podestýlkou. Telata jsou odchovávaná odděleně od stáda a to ve venkovním prostředí. Ke krmení se zde používá siláž, senáž, mačkané obilí a řepkový šrot. Tato krmiva jsou ve formě vlhkých směsí, takže nejsou významným zdrojem polévatého prachu. Objekt je vybaven čtyřmi ventilátory, které jsou po dobu zimního období mimo provoz, takže při měření nedocházelo k ovlivňování proudícím vzduchem. Produkce mléka v tomto chovu je 450 tis. litrů za rok. Každodenní operace, které zde pravidelně probíhají a při kterých bylo provedeno měření, jsou: dojení, krmení, odklizení podestýlky, podestýlání. K objektu chovu patří i rybinová dojírna. Půdorysná plocha objektu je 570 m² a podnik hospodaří celkem na 170 hektarech.



Obrázek 4 - Radimovice u Želče [29].



Obrázek 5 - Objekt chovu



Obrázek 6 - Schéma objektu a místa měření, 1 – krmná chodba, 2 – chodba pro nastýlání, 3 – ustájení dobytka, modrá 1, 2 – místa měření

4.9.1 Vykonávané činnosti a stroje

- dojení: rybinová dojírna pro 6 ks dobytka (2x denně)
- vyklízení podestýlky: traktor Zetor 5245 s mechanickou lopatou
- nastýlání: ručně
- krmení: Zetor 7745+krmný míchací vůz Frasto Storm 90 (viz obrázek 7)



Obrázek7 - Krmná souprava

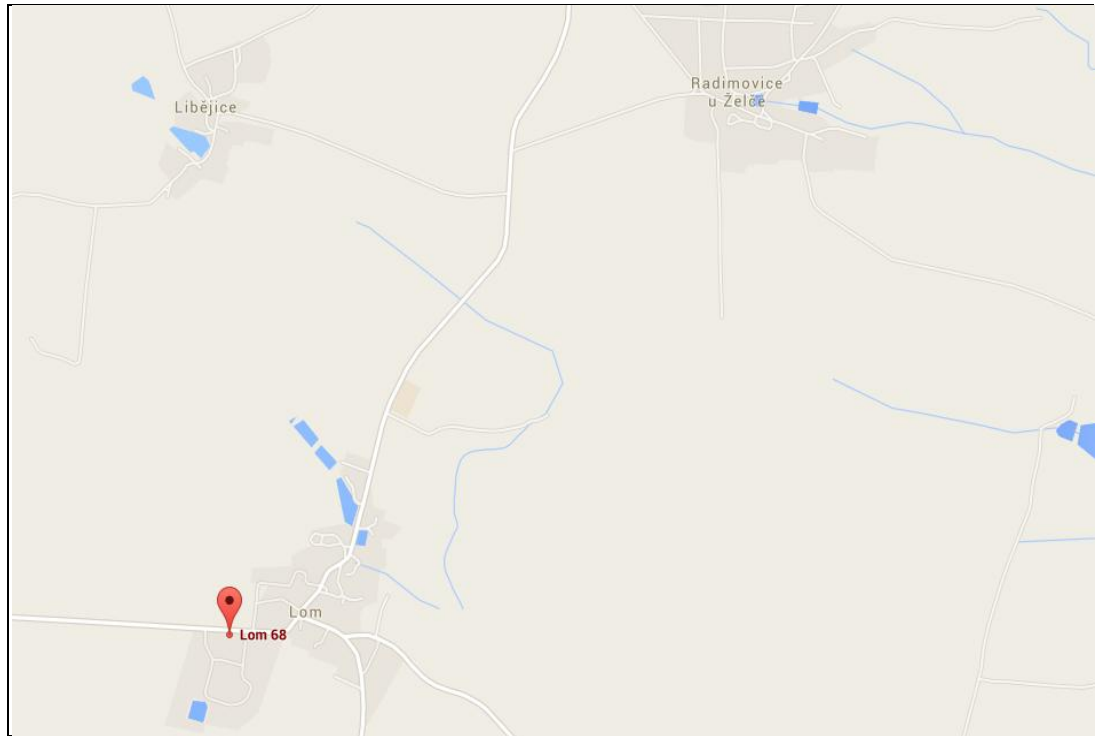
4.9.2 Měření

Měření v prvním kravíně bylo uskutečněno dne 10. 2. 2016 a to v časech: od 8:00 krmení, 15:00 dojení a dne 11. 2. 2016 v čase: 6:00 odklizení podestýlky a následné nastýlání. Měření mělo délku 10 minut, protože délka znečištění ovzduší nepřesáhla při pracovních operacích 5 minut, proto bylo zvolených 10 minut dostačujících. Po příjezdu do objektu jsem si nejdříve celý objekt prošel, abych zvolil vhodná místa pro měření. Měření probíhalo na dvou místech, jak v objektu chovu, tak v objektu dojírny a byly zvolena tak, aby bylo možno posoudit naměřené hodnoty

z pracovních činností jak z bezprostřední vzdálenosti od zdroje znečištění, tak z nejbližšího místa od zdroje. Z prvního měřicího místa v objektu byla vzdálenost ke krmné chodbě, kudy projížděla krmná souprava 12 m, k chodbě na odklizení podestýlky 5 m a při rozhozu slámy bylo měřeno z téměř bezprostřední vzdálenosti. Z druhého místa byly tyto skutečnosti opačné, tzn., že měření při průjezdu krmné soupravy probíhalo v krmné chodbě z bezprostřední vzdálenosti, odklizení podestýlky 7 m a podestýlání rovněž z bezprostřední vzdálenosti. Chodba na odklizení podestýlky byla umístěna zhruba uprostřed objektu a ustájených zvířat, takže jsem nemohl měřit z bezprostřední vzdálenosti, tudíž byly tyto vzdálenosti skoro stejné, ale měřicí místa byla na opačných stranách objektu.

4.10 Druhé místo měření

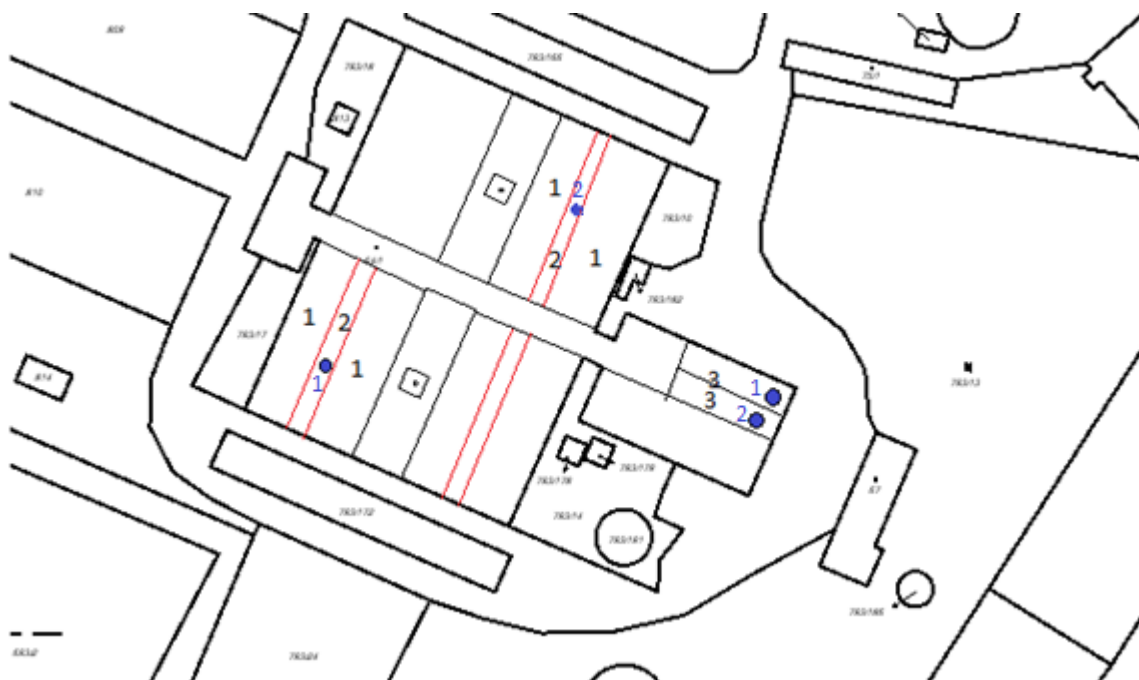
Pro druhé měření jsem si vybral podnik zaměřený na chov hovězího dobytka v obci Lom (viz Obrázek 8) nedaleko Radimovic u Želče (cca. 3 km). Tento podnik je větší než první. Chované plemeno skotu je shodné, Holštýn (H100, mléčný). Tento chov skýtá 200 kusů dobytka. Krmení je zde podáváno ve formě směsí siláže, senáže, slámy a šrotů. Všechny tyto směsi jsou vlhké, takže nepředstavují významný zdroj polévatého prachu. Produkce mléka v tomto chovu je 1 800 tis. litrů za rok. Ustájení skotu je volné s roštovou podlahou bez podestýlky. Celkový objekt je rozdělen do čtyř sekcí. Na rozdíl od prvního kravína, který byl celý zděný, je tento proveden formou železobetonové konstrukce se stěnami řešenými pomocí rolet (Obrázek 9). Součástí objektů kravína je i rybinová dojírna, schéma uvedeno na Obrázku 10. Bohužel v tomto podniku jsem se nesetkal s tak přívětivým jednáním jako v podniku v Radimovicích, takže jsem se nedozvěděl příliš podrobností a nemohl se plně rozhlédnout po objektech a okolí. Podle strojů, které zde byly uskladněny, předpokládám, že se zabývají i rostlinnou výrobou, zejména kukuřice na siláž, protože jsem zde viděl velké silážní žlaby. Také je zde provozována bioplynová stanice. Dále mi nebylo sděleno, na kolika hektarech celkem podnik hospodář ani jak veliké jsou jednotlivé sekce ustájení dobytka. Nicméně po mém odhadu (odkrokování) jsem zjistil, že jedna sekce ustájení má rozměry zhruba 60x20 m, tzn. 1200 m² jedna sekce.



Obrázek 8 - Lom[30].



Obrázek 9 - Kravín Lom



Obrázek 10 - Schéma objektu a místa měření, 1 – ustájený dobytek, 2 – krmná chodba, 3 – dojírna, modrá 1, 2 – stanoviště měření

4.10.1 Vykonávané činnosti a stroje

- krmení: Zetor 8145 turbo+míchací krmný vůz BvL V-Mix plus (viz obrázek 11)
- dojení: rybinová dojírna pro 10 ks



Obrázek 11 - Krmná souprava

4.10.2 Měření

Měření v druhém kravíně proběhlo dne 11. 2. 2016 a to v časech: od 7:00 krmení a od 8:00 dojení. Každé měření trvalo 10 minut. Jelikož znečištění ovzduší po projetí krmné soupravy nemělo dlouhého trvání a v dojárně bylo znečištění téměř konstantní, byl tento čas měření dostačující. Po příjezdu mi bylo umožněno si rychle projít hlavní části kravína, abych si mohl určit místa měření. Celý objekt kravína je rozdělen do čtyř sekcí. Měření mi bylo umožněno pouze ve dvou sekcích, protože jedna sekce je zatím nedostavěna a další sekce byla z důvodu dojení prázdná a pohyboval se tam volně dobytek vracející se z dojírny. Ve stájových prostorách jsem mohl měřit pouze v krmné chodbě, tudíž v bezprostřední blízkosti od projíždějící krmné soupravy. V dojárně jsem provedl taktéž dvě měření, ale kvůli rozměrům dojírny nebyly jednotlivé vzdálenosti měření příliš rozdílné.

4.11 Naměřené hodnoty

Tabulka 2 - Naměřené hodnoty, Radimovice, stanoviště 1

| režim činnosti | Ø koncentrace prachových částic ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) | min. koncentrace prachových částic ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) | max. koncentrace prachových částic ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) | Ø koncentrace prachových částic mimo objekt ($\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$) |
|----------------------|---|--|--|---|
| klid | 0,013 | 0,007 | 0,024 | 0,013 |
| krmení | 0,132 | 0,021 | 0,398 | 0,013 |
| nastýlání | 0,245 | 0,023 | 2,52 | 0,010 |
| odklízení podestýlky | 0,022 | 0,003 | 0,098 | 0,010 |
| dojení | 0,006 | 0,000 | 0,055 | 0,017 |

Tabulka 3 - Naměřené hodnoty, Radimovice, stanoviště 2

| režim činnosti | Ø koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | min. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | max. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | Ø koncentrace prachových částic mimo objekt (mg·m ⁻³) |
|----------------------|---|--|--|---|
| klid | 0,012 | 0,008 | 0,066 | 0,012 |
| krmení | 0,249 | 0,004 | 1,235 | 0,010 |
| nastýlání | 0,189 | 0,017 | 1,52 | 0,010 |
| odklízení podestýlky | 0,046 | 0,007 | 0,139 | 0,012 |
| dojení | 0,008 | 0,000 | 0,057 | 0,013 |

Tabulka 4 - Naměřené hodnoty, Lom, stanoviště 1

| režim činnosti | Ø koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | min. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | max. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | Ø koncentrace prachových částic mimo objekt (mg·m ⁻³) |
|----------------|---|--|--|---|
| klid | 0,017 | 0,001 | 0,066 | 0,009 |
| krmení | 0,153 | 0,027 | 0,202 | 0,013 |
| dojení | 0,017 | 0,001 | 0,103 | 0,019 |

Tabulka 5 - Naměřené hodnoty, Lom, stanoviště 2

| režim činnosti | Ø koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | min. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | max. koncentrace prachových částic (mg·m ⁻³) | Ø koncentrace prachových částic mimo objekt (mg·m ⁻³) |
|----------------|---|--|--|---|
| klid | 0,012 | 0,006 | 0,073 | 0,012 |
| krmení | 0,249 | 0,004 | 1,235 | 0,010 |
| dojení | 0,021 | 0,002 | 0,059 | 0,012 |

5 Diskuze

Ze všech naměřených hodnot je patrné, že se koncentrace prachových částic v ovzduší zvyšuje při průjezdu strojů stájí a při operacích spojených s manipulací s podestýlkou. Dále také závisí znečištění ovzduší prachovými částicemi na délce trvání operací. Z obrázků 5 a 9 je vidět, že jde o objekty rekonstruované a udržované, takže se dá předpokládat, že zde není mnoho významných zdrojů prachu.

Z tabulky 2 je již na první pohled patrné, že nejvyšší podíl na polétavém prachu v ovzduší má nastýlání. I když se tato operace provádí ručně, musí se sláma rozhodit, aby byla rozprostřena rovnoměrně, a přitom se do ovzduší uvolňují prachové částice. Ruční metoda je sice pracnější a náročnější, ale dle mého názoru je mnohem šetrnější, než kdyby bylo použito rozdružovačů balíků. Za použití těchto strojů by docházelo ke zvýšenému uvolňování prachových částic a k nadměrnému víření vnitřního ovzduší stáje. Dalším zdrojem znečištění by v tomto případě mohl být i tažný prostředek (traktor), který by také způsoboval víření a uvolňování prachu usazeného buď na zemi, nebo na konstrukci objektu.

Dalším zajímavým faktem z tabulky 2 je, že i když jsou zde dvě operace, při kterých je použit traktor, jsou naměřené hodnoty odlišné. To může být způsobeno tím, že při krmení je použit výkonnější traktor, který při ukládání krmiva do žlabu musí mít větší otáčky motoru a tím zvyšuje víření a dále rotačními částmi krmného vozu. Při tomto víření se uvolňují prachové částice usazené na vnitřních konstrukcích objektu. Jelikož veškeré podávané krmivo je vlhké, je jako zdroj prachových částic nevýznamné. Při druhé operaci, kterou je vyklízení podestýlky je použitý jednak slabší traktor a také se v objektu nezdrží po tak dlouhou dobu. Pouze mechanickou lopatou vytlačí mokrou podestýlku, která není nijak vířena.

Co se týká dojírny, zde není žádný zdroj polétavého prachu. Je zde z tohoto hlediska téměř bezprašné prostředí. Jediným zdrojem může být srst z dojených zvířat, ale dle hodnot je patrné, že je zde prostředí znečištěno prachovými částicemi ještě méně, než vnitřní prostředí stáje v klidu a dokonce i než venku. V místnosti dojírny přístroj po většinu času měření ukazoval nulovou koncentraci, což s vysokou pravděpodobností způsobovala zvířata filtračním účinkem svého dýchacího ústrojí.

Z hodnot v tabulce 3 lze vyčíst, že některé hodnoty zůstaly téměř stejné a některé se změnily. Zejména hodnoty naměřené při průjezdu krmné soupravy se změnila (zvýšily) a hodnoty při nastýlání o něco klesly. Tyto rozdíly jsou způsobeny

tím, že jsem stál na druhém stanovišti a vzdálenosti od zdrojů znečištění se změnila. Hodnoty se změnila se proto, že ve vnitřním prostředí nevznikal žádný proud vzduchu (průvan) a prachové částice z části sedimentovaly, např. na povrchu konstrukce, než byly odneseny k měřicímu přístroji.

V tabulkách 4 a 5 jsou shrnuty hodnoty z chovu z Lomu. V těchto tabulkách odpadly hodnoty z nastýlání a odklizení podestýlky díky bezstelivovému ustájení. Pro objekt je to odlehčení, protože tím odpadly dva zdroje možného znečištění ovzduší prachovými částicemi. Sekce, ve kterých bylo měření provedeno, byly naprosto totožné se stejným počtem dobytka a se stejnou krmnou sestavou. Prachová koncentrace v klidném prostředí byla velmi podobná, avšak v druhé sekci byla naměřena vyšší koncentrace. Tento fakt příkládám skutečnosti, že obsluha v první sekci nezavřela za soupravou vjezd a vznikl zde slabý průvan, naopak ve druhé sekci byl za soupravou vjezd uzavřen a poté proběhlo krmení.

Při porovnání obou chovů mezi sebou, lze konstatovat, že se některé hodnoty liší. Například u koncentrace prachových částic v klidném prostředí. Hodnoty z obou chovů byly téměř totožné. Tzn., že bez probíhajících pracovních činností nemá na koncentraci prachových částic v ovzduší podestýlka žádný vliv. I hodnoty naměřené při krmení se v obou případech velice shodovaly. Tento fakt byl očekáván, protože v obou chovech je krmeno vlhkým krmivem.

Zajímavý je však fakt, že se lišily hodnoty naměřené v dojárnách. Tento rozdíl není nijak velký, ale přece jen nepatrný zde byl. Dle mého názoru je to způsobeno tím, že v chovu v Radimovicích je dojárna zcela oddělena od chovu a je to samostatná místnost, tím pádem nedochází ke znečišťování ze stáje. V chovu v Lomu mají však dojírnu řešenu trochu jiným způsobem. Dojárna je součástí velkého prostoru, kde jsou ustájena telata a je oddělena pouze stěnou z plexiskla, ve které je několik vchodů, oken a otvorů a tím dochází ke kontaminaci prachem z prostoru ustájení telat. Dále jsou v místnosti dojírny umístěny dva ventilátory s topením, které během měření běžely a způsobovaly víření usazeného prachu z konstrukce, podlahy a z jich samotných.

6 Závěr

Cílem této bakalářské práce bylo měření změřeni hmotnostní koncentrace částic PM₁₀ polévatého prachu ve vybraných chovech hovězího dobytka. Operace, při kterých jsem prováděl měření, nebyly vyvolané uměle, ale byly to každodenní operace spojené s daným chovem. U všech těchto operací byl předpoklad, že dojde k šíření prachových částic vzduchem. Měření bylo prováděno přístrojem Dust Trak 8530 s impaktorem o velikosti 10.

Z naměřených hodnot bylo zjištěno, že se tyto hodnoty nepohybují ve vysokých hodnotách. Prachová koncentrace byla vyšší při průjezdu traktoru. Tento fakt je způsoben tím, že se při průjezdu víří prach usazený na konstrukci budovy a podlaze. V chovu v Radimovicích u Želče byla naměřena nejvyšší koncentrace při nastýlání slámou. Při rozhozu jsou ze slámy uvolňovány drobné částice, které se šíří vzduchem v prostoru a usazují se na konstrukcích. Avšak je faktem, že nastýlání slámou nijak výrazně nesnižuje kvalitu vnitřního ovzduší a je přínosem pro welfare ustájených zvířat. Ošetřovatel, který se v těchto prostorách pohybuje, není nijak zvlášť ohrožený, co se týče jeho zdraví, ani při prováděných operacích nebyly naměřeny takové hodnoty, které by ohrožovaly zdraví člověka nebo zvířat, protože nejsou dlouhodobě vystavována vysoké koncentraci prachových částic. Vyšší znečištění může nastat zejména v letních měsících, kdy je objekt chovu otevřen a jsou spuštěné ventilátory. Tím může docházet k víření usazeného prachu a ke znečišťování vnitřního ovzduší prachovými částicemi z venkovního ovzduší.

Ani v jednom z vybraných chovů se měřením a snižováním vzniku prachových částic nijak zvlášť nezabývají a nepodnikají žádná opatření. Ani v jednom z chovů není potřeba opatření podnikat, což vyplývá z naměřených hodnot. Osobně bych doporučoval změřeni koncentrace prachových částic v případě, když by se měnil nějaký postup nebo technologie v provozu. Ale jelikož oba provozy mají svůj zavedený řád operací a postupů, je to málo pravděpodobné.

7 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] BROUČEK J., BRETENSKÝ V., BOTTO L., TANČIN V., TONGEL P., ŠOCH M. (2013): *Ochrana hospodářských zvířat (skot, koně, prasata)*, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta, 86s., ISBN 978-80-7394-441-4
- [3] ČERMÁK B., ŠOCH M. (1997): *Ekologické zásady chovu hospodářských zvířat*, Ústav zemědělských a potravinářských informací, Praha, 43s., ISBN 80-86153-27-4
- [4] JELÍNEK A., ŠÍSTKOVÁ M., MAŠÁTOVÁ R. (2011): *Vzdělávací modul Ochrana životního prostředí Vzduch*, 1. vyd. Zemědělská a ekologická regionální agentura, o.s., Náměšť nad Oslavou, 174s., ISBN 978-80-86884-59-2
- [5] MADAR Z., PFEFFER A. (1973): *Životní prostředí*, 1.vyd. Orbis, Praha, 571s.,
- [6] 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
- [7] MARKVART K., KAZMAROVÁ H. (1998): *Ovzduší a zdraví*, Fortuna, Praha, 28s., ISBN 80-7071-103-5

Internetové zdroje:

- [8] <http://www.agroporadenstvi.cz/service.asp?act=email&val=41770>, „staženo dne 16.12.2015“
- [9] <http://www.airnow.gov/index.cfm?action=aqibasics.particle>, „staženo dne 21.12.2015“
- [10] <http://arnika.org/olovo>, „staženo dne 20.12.2015“
- [11] <http://arnika.org/oxid-uhelnaty>, „staženo dne 20.12.2015“

- [12] <https://www.beck-online.cz/bo/chapterview-document.seam?documentId=onrf6mjzhezv6mjwg4wta>, „staženo dne 27.12.2015“
- [13] http://www.bezpecna-krmiva.cz/soubory/navrh_metodiky_welfare_skotu.pdf, „staženo dne 27.12.2015“
- [14] <http://www.cistenebe.cz/slovnicek-pojmu/223-prizemni-ozon-o3>, „staženo dne 20.12.2015“
- [15] <https://cs.wikipedia.org/wiki/Saze>, „staženo dne 20.12.2015“
- [16] (<http://cit.vfu.cz/mikroklima/www/8%20Prach.htm>, „staženo dne 24. 3. 2013“
- [17] http://eagri.cz/public/web/mze/legislativa/pravni-predpisy-mze/tematicky-prehled/Legislativa-MZe_uplna-zneni_vyhlaska-2012-78-novela-208-2004.html, „staženo dne 28.12.2015“
- [18] http://www.ecmost.cz/clanky.php?page=znecistujici_latky, „staženo dne 17.12.2015“
- [19] <http://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/praha-a-brno-se-potykaji-s-ultrajemnym-prachem-vic-nez-berlin>, „staženo dne 21.12.2015“
- [20] <http://hluk.eps.cz/hluk/emise/poletavy-prach-%E2%80%93-neviditelna-hrozba/>, „staženo dne 21.12.2015“
- [21] http://www.mzp.cz/www/platnalegislativa.nsf/1337AF598BE48C81C1256B8400433DCC/%24file/Z%2076_2002.pdf, „staženo dne 16.12.2015“
- [22] PETRLÍK J., VÁLEK P. (2014): *Polétavý prach PM₁₀*, dostupné z: <http://arnika.org/poletavy-prach-pm10>, „staženo dne 21.12.2015“
- [23] <http://www.pevi.cz/zajimavosti-z-oboru/prasnost-na-pracovisti-i.html>, „staženo dne 21.12.2015“
- [24] (http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/actual_hour_data_CZ.html, „staženo dne 24. 3. 2016“
- [25] <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/prasnost-na-pracovisti-1>, „staženo dne 21.12.2015“

- [26] http://www.wikiskripta.eu/index.php/N%C3%A1kazy_p%C5%99en%C3%A1%C5%A1en%C3%A9_vzdu%C5%A1nou_cestou, „staženo dne 21.12.2015“
- [27] ŠÁCHA P., (2010): *Karcinogeny*, dostupné z: <http://www.celostnimediceina.cz/karcinogeny.htm>, „staženo dne 21.12.2015“
- [28] ŠUTA M. (2006): *Polétavý prach nám zkracuje život. Proč a jak?* dostupné z: <http://blisty.cz/art/28008.html>, „staženo dne 28.12.2015“
- [29] <https://www.google.cz/maps/place/Radimovice+u+%C5%BDel%C4%8De/49.3775509,14.6490462,17.25z/data=!4m2!3m1!1s0x470ca2d72538d319:0x40f0f6615bf80?hl=cs>, „staženo dne 19.3.2016“
- [30] <https://www.google.cz/maps/place/Lom+68,+390+02+Lom/@49.3689932,14.6393645,14.75z/data=!4m2!3m1!1s0x470ca316b0ad5763:0xb8d141a9f04ea9a1?hl=cs>, „staženo dne 19.3.2016“)

8 Seznam obrázku, tabulek a grafů

Obrázek 1 -Vdechovatelná, thorakální a respirabilní konvence jako procenta z polétavého prachu

Obrázek 2 - Dust Trak 8530

Obrázek 3 - Paměť s hodnotami

Obrázek 4 - Radimovice u Želče

Obrázek 5 - Objekt chovu

Obrázek 6 - Schéma objektu a místa měření

Obrázek 7 - Krmná souprava

Obrázek 8 - Lom

Obrázek 9 - Kravín Lom

Obrázek 10 - Schéma objektu a místa měření

Obrázek 21 - Krmná souprava

Tabulka 6 - Přehled zdrojů znečišťujících ovzduší

Tabulka 7 - Naměřené hodnoty, Radimovice, stanoviště 1

Tabulka 8 - Naměřené hodnoty, Radimovice, stanoviště 2

Tabulka 9 - Naměřené hodnoty, Lom, stanoviště 1

Tabulka 10 - Naměřené hodnoty, Lom, stanoviště 2

Graf 1 - Významní původci znečištění ovzduší v ČR v roce 2012