



Zemědělská  
fakulta  
Faculty  
of Agriculture

Jihočeská univerzita  
v Českých Budějovicích  
University of South Bohemia  
in České Budějovice

# Návrh metodiky měření emisí prachových částic v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění

Ing. Antonín Dolan

Ing. Ivo Celjak, CSc.

Ing. Jan Dolejš, CSc.

doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

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

**Objednatel:** **Ministerstvo zemědělství ČR**  
Těšnov 17, Praha 1, PSČ 117 05  
Odbor bezpečnosti potravin  
IČ 00020478  
DIČ: není plátcem DPH  
Bankovní spojení: ČNB, centrální pobočka Praha 1,  
č. účtu: 1226001/0710  
Zastoupená Ing. Jitkou Götzovou, ředitelkou odboru  
bezpečnosti potravin

**Důvěrnost  
copyright a  
kopírování:** **Důvěrné sdělení:**  
Tento dokument byl vypracován v rámci Smlouvy o dílo  
č. 317-2014-17412 o poskytování prostředků z funkčních  
úkolů MZe ČR z rozpočtu běžných výdajů pro rok 2014.  
Obsah nesmí být poskytován třetím stranám za jiných  
podmínek, než je uvedeno ve smlouvě.

**Jednací číslo:** č.j: 20615/2014-MZE-17412

**Status zprávy:** Vydání 1

**Zhotovitel:** **Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích**  
Studentská 13, České Budějovice, PSČ 37005  
Zastoupená děkanem Zemědělské fakulty  
prof. Ing. Miloslavem Šochem, CSc., dr. h. c.  
IČ 60076658  
Bankovní spojení: ČSOB, České Budějovice,  
č. účtu: 104725778/0300

Zástupce ve věcech technických (*nebo pro věcná  
jednání*): doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.

**Vypracovali:** Ing. Antonín Dolan  
Ing. Ivo Celjak, CSc.  
Ing. Jan Dolejš, CSc.  
doc. RNDr. Petr Bartoš, Ph.D.  
prof. Ing. Miloslav Šoch, CSc., dr. h. c.

## **Poděkování**

Předložená metodika vznikla díky využití přístrojového vybavení BATcentra JU, které bylo pořízeno z dotace OP Životní prostředí CZ.1.02/5.1.00/09.06271.

Autoři děkují Ministerstvu zemědělství ČR za podporu projektu **QJ1210144** - *Vývoj nového informačního systému a aplikované technologicko-organizační inovace řídicích systémů v chovu dojeného skotu pro posílení konkurenceschopnosti chovatelů a zvýšení kvality živočišných produktů a welfare zvířat*, v jehož rámci vznikla část této metodiky.

# Obsah

---

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Požadavky na mikroklima v chovech drůbeže na maso</b>	<b>7</b>
2.1	Eliminace prachu a jeho šíření v okolí farem	9
2.2	Opatření pro snížení prašnosti v objektech chovu hosp. zvířat	10
2.2.1	Použití vzduchové pračky	10
2.2.2	Sprejováním podestýlky	10
2.2.3	Dávkování krmiva do žlabu	10
2.2.4	Distribuce podestýlky do prostoru ustájení	11
2.2.5	Znemožnění nadměrné ventilace ve stáji	11
2.2.6	Ionizace vzduchu ve stáji	11
<b>3</b>	<b>Technická data přístrojů</b>	<b>12</b>
3.1	Vybrané přístroje na měření koncentrace prachu	12
3.1.1	Monitor aerosolů Dust Trak 8520	12
3.1.2	Monitor aerosolů Dust Trak 8530 II	13
3.1.3	Monitor aerosolů Microdust Pro	15
3.1.4	Vzorkovací vzduchové čerpadlo APEX	16
3.1.5	Vzorkovací hlavice APEX	17
3.1.6	Technika pro gravimetrické stanovení prachu	19
3.2	Vybrané přístroje na měření doplňujících údajů	19
3.2.1	COMMETER D4141	19
3.2.2	LOGGER S3120	20
3.2.3	TESTO 445	22
<b>4</b>	<b>Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu</b>	<b>23</b>
4.1	Měření koncentrace prachu v objektu s ustájenými zvířaty	24
4.2	Měření koncentrace prachu v okolí objektu	26
4.3	Měření doplňujících údajů	26
<b>5</b>	<b>Závěr</b>	<b>28</b>
<b>6</b>	<b>Použitá literatura</b>	<b>29</b>
<b>7</b>	<b>Seznam aplikované obrazové dokumentace, tabulek a vztahů</b>	<b>32</b>

## Úvod

Emise a imise prachu mající původ v nejrůznějších oblastech lidské činnosti významně ovlivňují stav životního prostředí a v konečném důsledku zdravotní stav lidí i zvířat. Správné stanovení koncentrací prachových částic v prostředí se z tohoto pohledu jeví jako klíčové nejen pro následné stanovení emisních limitů, ale také pro správný výběr použité technologie.

V současnosti jsou mezi znečišťovatele řazeny také zemědělské provozy s intenzivní živočišnou produkcí. Zde se jeví problematika měření koncentrací prachu jako velice významná, protože kvalita životního prostředí ovlivňuje značné množství lidí i zvířat, které v chovném zařízení pobývají. Výzkum se v této oblasti tedy zaměřuje především na dva hlavní směry:

- a) vliv koncentrace prachu na zdravotní stav ošetřovatelů,
- b) welfare zvířat a jeho souvislost s koncentrací polévatého prachu.

Cíle prvního bodu sledují snahu minimalizovat zdravotní rizika pro obsluhující personál. V druhém případě se snažíme vytvářet takové životní podmínky, které jsou nejvhodnější pro optimální a komplexní stav mentálního a fyzického zdraví zvířat a který zároveň odpovídá jeho životním potřebám.

Účinek prachových částic na organismus je závislý především na složení, tvaru a velikosti. Částice nad 10 mikrometrů se do dýchacích cest buď vůbec nedostanou, nebo jsou zachyceny v horních cestách dýchacích. Menší částice (pod 10 mikrometrů) pronikají do dolních partií dýchacích cest a ztěžují zde samočisticí mechanismy plic. Částice menší než 2,5 mikrometrů se dostávají až do plicních alveol a negativně působí na funkční účinnost dýchání.

Podle současného vědeckého poznání (např. van LEEUWEN (1997)), není možné pro prašný aerosol stanovit bezpečnou prahovou koncentraci, pod níž by nedocházelo k účinkům na lidské zdraví. Podle závěrů WHO (World Health Organisation) je prašný aerosol látkou s bezprahovým účinkem. HŮNOVÁ a ŠANTROCHA (2000) prokázali, že největší zdravotní dopad mají aerosoly o průměru prachových částic v řádu nanometrů. Přesto se ve většině států v Evropě odebírají vzorky prašného aerosolu TSP (Total Suspended Particulate) bez rozlišení velikosti částic. V realizovaných epidemiologických studiích se objevuje větší závislost zdravotních účinků na koncentraci prachové frakce do aerodynamického průměru 10 mikrometrů označované jako  $PM_{10}$  (Particulate Matter) než na TSP (např.

KRZYZANOVSKÝ, VAN LEEUWENA a YOUINESE (1998)). Ještě vyšší korelaci vykazuje frakce  $PM_{2,5}$ . Dle WHO je dokonce možné použít koncentrace této frakce k predikci zdravotních účinků. S působením frakce  $PM_{10}$  a  $PM_{2,5}$  narůstá význam i jiných rozměrů, jako  $PM_1$  (pronikají přes plicní alveoly do krevního oběhu) a dále i počet částic (koncentrace) a jejich původ a složení. Z uvedeného tedy vyplývá, že není vhodné zaměřit se při měření pouze na částice  $PM_{10}$ , ačkoliv by bylo možné získat potřebná data i pro částice menší frakce, které jsou zdraví škodlivější. Podle závěru WHO je základním nedostatkem chybějící evidence vyčleněné „hrubé“ frakce  $PM_{10}$ , a dalších rozměrů PM, přestože například zdroje spalování představují větší zdravotní riziko. K hlubšímu a správnému porozumění vlivu velikosti prachových částic a doby expozice organismu zvýšené koncentraci těchto částic na zdravotní stav člověka je potřeba realizovat další výzkumné práce.

V porovnání s jinými polutanty, jako jsou například dioxiny, PAHs,  $NO_2$  a další, jsou emise polétavého prachu považovány za méně škodlivé. To má za následek podceňování zdravotních rizik a nedostatečná preventivní opatření, ačkoliv by k jejich realizaci postačovala jednoduchá technická řešení.

Tato metodika je určena zejména pro potřeby Ministerstva zemědělství České republiky a zájemcům o měření stájového mikroklimatu v souladu s požadavky na podmínky chovu všech kategorií prasat, jako správný metodický návod na měření koncentrací prachových částic, a dále teploty vzduchu a relativní vlhkosti vzduchu stájových prostor podle směrnice Rady 2007/43 ES o minimálních pravidlech pro ochranu kuřat chovaných na maso. Součástí této metodiky jsou popisy měření jednotlivých parametrů stájového mikroklimatu a popis doporučených měřících přístrojů, kterými je možné měření provádět.

Zásady provádění všech měření jsou v souladu s ustanovením zákona č. 246/1992 Sb., na ochranu zvířat proti týrání, ve znění pozdějších předpisů, dále s vyhláškou č. 208/2004 Sb., o minimálních standardech při chovu hospodářských zvířat, ve znění vyhlášky č. 425/2005 Sb., a vyhlášky č. 464/2009 Sb., které realizují směrnici Rady 2007/43/ES.

## 2 Požadavky na mikroklima v chovech drůbeže na maso

Základní (kvalitativní) požadavky pro řízení mikroklimatu ve stájích chovu drůbeže na maso jsou zakotveny v celé řadě právních předpisů. Tyto předpisy lze členit podle toho, zda upravují konkrétně problematiku chovu a ochrany kuřat chovaných na maso, nebo zda se na ochranu kuřat chovaných na maso vztahují z toho důvodu, že kuřata chovaná na maso patří do kategorie hospodářských zvířat nebo mezi zvířata obecně.

Konkrétně ochranu kuřat chovaných na maso upravují v České republice tyto právní předpisy:

- 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.

- vyhláška č. 136/2004 Sb., kterou se stanoví podrobnosti označování zvířat a jejich evidence a evidence hospodářství a osob stanovených plemenářským zákonem, ve znění pozdějších předpisů.

Vyhláška č. 22/2013 Sb., o vzdělávání na úseku ochrany zvířat proti týrání.

Jelikož se na chovatele kuřat chovaných na maso vztahují také právní předpisy, které upravují ochranu hospodářských zvířat a zvířat obecně, uplatní se také následující právní předpisy, které se týkají úseku ochrany zvířat proti týrání:

- vyhláška č. 4/2009 Sb., o ochraně zvířat při přepravě, ve znění vyhlášky č. 22/2013 Sb.

- nařízení Rady (ES) č. 1/2005 ze dne 22. prosince 2004 o ochraně zvířat během přepravy a souvisejících činnostech a o změně směrnic 64/432/EHS a 93/119/ES a nařízení (ES) č. 1255/97.

- vyhláška č. 418/2012 Sb., o ochraně zvířat při usmrcování.

- nařízení Rady (ES) č. 1099/2009 ze dne 24. září 2009 o ochraně zvířat při usmrcování.

- nařízení vlády č. 27/2002 Sb., kterým se stanoví způsob organizace práce a pracovních postupů, které je zaměstnavatel povinen zajistit při práci související s chovem zvířat.

- zákon č. 166/1999 Sb., o veterinární péči a o změně některých souvisejících zákonů (veterinární zákon), ve znění pozdějších předpisů.

Právní úprava ochrany kuřat chovaných na maso je založena na tom, že rozlišuje 3 různé hustoty osazení (celková živá hmotnost kuřat chovaných na maso, která se ve stejném čase nacházejí v hale, a to na čtvereční metr využitelné plochy). Podle této hustoty jsou stanoveny různé povinnosti pro chovatele kuřat chovaných na maso:

- hustota osazení do 33 kg.m<sup>-2</sup>
- hustota osazení od 33 kg.m<sup>-2</sup> do 39 kg.m<sup>-2</sup> (vyšší hustota osazení)
- hustota osazení od 39 kg.m<sup>-2</sup> do 42 kg.m<sup>-2</sup> (zvýšená hustota osazení).

Teplota a relativní vlhkost vzduchu, atmosférický tlak, prašnost, cirkulace vzduchu a koncentrace plynů musí být v mezích daných limitními hodnotami. Obvykle je prašnost vyšší v systémech s hlubokou podestýlkou než v klecových systémech. Prach slouží většině emisí do ovzduší jako jejich nosič agens a zápachu i pro vyšší koncentraci plyných látek jako jsou NH<sub>3</sub>, CH<sub>4</sub> a NO<sub>2</sub>. Hodnoty těchto veličin musí být dle referenčního dokumentu BREF (Reference Document on Best Available Techniques) EK o IPPC (Integrated Pollution Prevention and Control) – Integrovaná prevence a omezení znečištění (EUROPEAN COMISION, JOIN RESEARCHCENTRE, 2001) pod limitními hodnotami (viz tab. č. 1).

Tab. č. 1: Údaje o uvedených množstvích emisí do ovzduší z chovů drůbeže (kg.kus<sup>-1</sup>.rok<sup>-1</sup> – emisní faktor, resp. výrobní měrná emise)

Drůbež	NH <sub>3</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O	Prach	
				Inspirable	Respirable
Nosnice	0,010-0,386	0,021-0,043	0,014-0,021	0,030	0,090
Brojleři	0,005-0,110	0,004-0,006	0,009-0,024	0,119-0,182	0,014-0,018
Krůty	0,190-0,680	nevedeno	0,015	nevedeno	nevedeno
Kachny	0,210	nevedeno	0,015	nevedeno	nevedeno
Guinejská drůbež	0,800	nevedeno	0,015	nevedeno	nevedeno

Zdroj: IPPC, Referenční dokument BREF (2001)



## **2.1 Eliminace prachu a jeho šíření v okolí farem**

Lokalita farmy, nebo objektu umístěného na rovině (s nepatrným převýšením okolního terénu) umožní ventilaci vzduchu v okolí objektu z různých stran dle směru a rychlosti proudění vzduchu. V kotlině je ventilace vzduchu kolem objektu za určitých situací (převládající směr větru) velmi ztížena. V důsledku toho se značná část emisí usazuje v blízkém okolí objektu a vytváří trvalý dynamický depozitní systém, který emisemi zásobuje vzduch vstupující do objektu.

Krajinné útvary mohou redukovat emise prachu z objektů chovu zvířat za hranicí farmy tak, jako i zápach vytvořený činnostmi na farmě. Stromy a keře působí jako biofiltr pro zápachové směsi, které jsou tvořeny jemnými prachovými částicemi.

## **2.2 Opatření pro snížení prašnosti v objektech chovu hospodářských zvířat**

### **2.2.1 Použití vzduchové pračky**

Systémy s vodním sprchováním, nebo systémem s elektrostatickým prostorovým nábojem jsou vhodným prostředkem umožňujícím snížit množství emisí prachu z objektů chovů zvířat.

### **2.2.2 Sprejováním podestýlky**

Sprejování podestýlky je vhodné využít především u výkrmu brojlerů kuřat. Podestýlka se sprejuje 2x denně suspenzí rostlinného oleje a vody. Mikrobiologický rozklad oleje na podestýlce a meziprodukty rozkladu však zpravidla způsobují zvýšení úrovně zápachu.

### **2.2.3 Dávkování krmiva do žlabu**

Cílem tohoto postupu je zabránit neodůvodněného šíření prachových částic mimo žlab či krmítko. Nevýhodou je, že se součásti krmné dávky mohou šířit do životní zóny zvířat, především pak u krmiv s nižší vlhkostí.

## **2.2.4 Distribuce podestýlky do prostoru ustájení**

Materiál určený k podestýlání ustájených zvířat by měl zaručovat stabilní strukturu, pokud možno s nižším obsahem jemných prachových částic. Kromě standardního steliva – slámy, je možné používat pelety slámy s rozemletým papírem, pelety dřevěných pilin s vhodným pojivým materiálem, plastické stelivo, atd. Materiál ke stelivu by měl být aplikován na do boxu, na podlahu šetrně, aby jemné částice prachu neunikaly do prostoru životní zóny zvířat.

## **2.2.5 Znemožnění nadměrné ventilace ve stáji**

Zamezení vzniku průvanu (nadbytečné výměny vzduchu) při ventilaci stáje při vyšších teplotách vzduchu a při vhodném směru a rychlosti proudění vzduchu.

## **2.2.6 Ionizace vzduchu ve stáji**

Proces ionizace plynných složek vzduchu probíhá ve volné atmosféře nepřetržitě. Jeho princip, fyzikální a fyzikálně chemický průběh, jsou známy již od počátku 19. století. Ionizace vzduchu je iniciována dodáním externí energie. Mezi umělé zdroje energie lze zařadit ultrafialové záření, tepelná a hydrodynamická energie a elektrická energie (lavinová ionizace – tichý výboj). Dodaná energie musí být dostatečná k tomu, aby byl z neutrální molekuly plynu uvolněn elektron. Dodatečná energie musí překonat elektrostatickou přitažlivost mezi jádrem a elektronem. Potřebná ionizační energie (eV) je pro začátek ionizačního procesu pro každou molekulu plynu různá. První fází ionizace je stádium fyzikální, následované stádiem fyzikálně chemickým a završené stádiem chemickým. Takto vytvořené ionty nejsou stabilní a vlivem okolního prostředí podléhají řadě změn, při kterých mění nejen svoji velikost, ale i pohyblivost, popřípadě rekombinačně zanikají. Lehké vzdušné ionty reagují v prostředí s dalšími molekulami a tvoří větší iontové útvary nebo se deponují v aerosolech či na prachových částicích. Pak pochopitelně ztrácejí rychlost, podléhají gravitaci a sedimentují (mohou se i elektrostaticky deponovat na plochách s elektrickým nábojem opačného znaménka).

Experimentálně byl prokázán pozitivní vliv tohoto opatření na dýchací ústrojí, krevní oběh, žlázy s vnitřní sekrecí, centrální nervový systém a na tělní pokožky. V konečném důsledku se toto pozitivní působení projeví i v užitkovosti zvířat.

Ověřování vlivu ionizace vzduchu započalo vyhodnocováním vlivu na biologické aspekty chovu zvířat. Od roku 1995 se přenesl zájem na redukci emise amoniaku ze stájí zvířat, který byl pak doplněn o redukci dalších skleníkových plynů. Od roku 2003 byl hodnocen vliv na koncentraci a produkci prašných frakcí PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a především na snížení produkce netto emise.

Působení ionizace vzduchu snížilo koncentraci prachových částic uvnitř stájí o 30 – 45% a produkci prachu ze stáje o 25 – 35% (DOLEJŠ, 2012).

## 3 Technická data přístrojů

### 3.1 Vybrané přístroje na měření koncentrace prachu

#### 3.1.1 Monitor aerosolů Dust Trak 8520

Výrobce: TSI Incorporated (USA)

Princip : odraz laserového paprsku od částic v měřicí buňce a následné elektronické vyhodnocení

Rozsah měření: 0,001 – 100 mg.m<sup>-3</sup>

Členění:	PM <sub>10</sub> – prachové částice (tuhé i kapalné) do průměru	10 μm
	PM <sub>2,5</sub> .....	2,5 μm
	PM <sub>1</sub> .....	1,0 μm
	Respiratorní .....	4,0 μm

Přesnost měření: 0,1 % čtení, nebo ± 0,001 mg.m<sup>-3</sup>

Průtok vzduchu: 1,4 – 2,4 l.min<sup>-1</sup>

Časová konstanta: 1 – 60 s

Logger: > 31000 měření (= 21 dní v intervalu 1 minuta)

Interval měření: 1 s až 60 minut

Prostředí: 0 – +50°C, činnost loggeru: -20 – +60°C

Hmotnost : 1,5 kg

Napájení: 6 V/300 mA – 4 ACCU články – R20, nebo síťový napáječ

Příslušenství: trysky pro měření PM<sub>2,5</sub> a PM<sub>1</sub> (v základním stavu je měřena frakce PM<sub>10</sub>), cyklon pro měření respiratorního prachu (≤ 4 μm), průtokoměr – pro kalibraci

Režim provozu: ambulantní měření bez ukládání hodnot do paměti

- LOG 1: záznam dat do paměti od fyzického zapnutí do fyzického vypnutí.
- LOG 2: záznam dat do paměti od fyzického zapnutí až do nastavené doby vypnutí.
- LOG 3: záznam dat od nastavené doby až do nastavené doby vypnutí.

Kalibrace přístroje: doporučuje se roční kalibrace (mimo ČR – Švédsko, cena cca 60 tis. Kč).



Obrázek č. 1 Měřicí přístroj Dust Trak 8520, zdroj: Autoři.

### 3.1.2 Monitor aerosolů Dust Trak 8530 II

Výrobce:	TSI Incorporated (USA)
Princip:	Odraz laserového paprsku od částic v měřící buňce a následné elektronické vyhodnocení
Rozsah měření:	0,001 – 150 mg.m <sup>-3</sup>
Rozsah velikosti částic:	0,1 – 15 μm
Členění:	PM <sub>10</sub> – prachové částice (tuhé i kapalné) do průměru 10 μm
	PM <sub>2,5</sub> ..... 2,5 μm
	PM <sub>1</sub> ..... 1 μm
	Respiratorní ..... 4 μm
Přesnost měření:	±0,1% z naměřené hodnoty, resp. 0,001 mg.m <sup>-3</sup> , podle toho která hodnota je vyšší
Průtok vzduchu:	3,0 l.min <sup>-1</sup>
Časová konstanta:	1 – 60 s
Záznam údajů:	45 dní při 1 minutových vzorcích
Interval zaznamenávaných údajů:	1 s až 1 hodina
Prostředí:	0 až + 50°C
Provozní vlhkost:	0 až 95 % (nekondezující)
Hmotnost:	2 kg s 1 baterií (2,5 kg se 2 bateriemi)
Napájení:	Síťový napáječ nebo 2 baterie Li-ion s výdrží 9 hodin.

- Příslušenství:** Kalibrační impaktor 2,5  $\mu\text{m}$   
 Kalibrační impaktor 10  $\mu\text{m}$   
 Průtokoměr pro kalibraci  
 Cyklon pro měření respiratorního prachu ( $\leq 4 \mu\text{m}$ )
- Režim provozu:** Interval zaznamenávaných údajů lze nastavit od 1 sekundy do 60 minut (jde o časový interval mezi jednotlivými zaznamenanými údaji).
- Délku měření lze nastavit od 1 minuty až po limit daný kapacitou paměti. Doba mezi jednotlivými měřeními může být 1 minuta až 30 dní.
- Údržba přístroje:**
- vstupní port (po odšroubování vstupní trysky) po 350 hodinách při  $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$
  - čištění 2,5  $\mu\text{m}$  destičky kalibračního impaktoru před každým použitím (aplikace 2 kapek oleje (je součástí přístrojového vybavení).
  - výměna interních filtrů po 350 hodinách při  $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$ .
- Kalibrace přístroje:** Doporučená lhůta po 1 roce používání v ČR provádí TESTOVACÍ TECHNIKA s.r.o., Hakenova 1423, 2920 01 Poděbrady, cena cca 30 000,-Kč. Vzhled přístroje viz obr. č. 2.



Obrázek č. 2 Měřicí přístroj Dust Trak 8530 II, zdroj: Autoři.

### 3.1.3 Monitor aerosolů Microdust Pro

Výrobce:	Capella Cel (GB)
Princip:	odraz infračerveného paprsku od prachu v měřicí komůrce a následné elektronické vyhodnocení
Rozsah měření:	0,001 – 2500 mg.m <sup>-3</sup> v 5 rozsazích
Frakce:	TSP – celkový prach PM <sub>10</sub> – do aerodynamického průměru 10 μm PM <sub>2,5</sub> – do aerodynamického průměru 2,5 μm Respiratorní – do 4 μm
Přesnost měření:	0,1 % při čtení, nebo 0,001 mg.m <sup>-3</sup>
Průtok vzduchu:	2,4 – 2,7 l. min <sup>-1</sup>
Časová konstanta:	1 – 60 s
Paměť:	15.700 záznamů
Provozní podmínky:	0 – +50°C, logger -20 až +60°C
Hmotnost přístroje:	1,7 kg (bez příslušenství)
Napájení:	4x článek R 20 (1,5 V), nebo ACCU, síťový napáječ 6V/230 V, mobilní napájecí jednotka.
Příslušenství:	kónické hlavice s přípojnou hadicí + zádržné a vymezovací filtry (PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> a respiratorní prach), cyklon (pro měření respiratorního prachu), kalibrátor průtoku vzduchu, kalibrační buňka, profukování balónek
Režim měření:	- bez záznamu do paměti – ambulantní měření - se záznamem do paměti – interval měření 1s – 60 minut
Software :	programování měření a záznam dat + přenos dat do PC.

Doporučuje se každoroční kalibrace přístroje.



Obrázek č. 3 Měřicí přístroj Microdust Pro, zdroj: Autoři.

### 3.1.4 Vzorkovací vzduchové čerpadlo APEX

Výrobce:	Capella Cel (GB)
Princip:	Vzduchová pumpa nasává definovaný objem vzduchu přes vzorkovací hlavici, kde je uložen sběrný filtr a vymežovací filtr (pro PM <sub>10</sub> , PM <sub>2,5</sub> a respirační frakci- 4 μm)
Průtok vzduchu:	nastavitelný 0,8 – 5 l.min <sup>-1</sup>
Přesnost:	± 3 %
Napájení:	4,8 V/2,7 Ah – NIMH - vestavěné do přístroje, dobíjení přes speciální zdroj, nabíjení cca 3 h – plně nabitá. Provoz při průtoku vzduchu 2 l.minuta <sup>-1</sup> je cca 16 až 25 h (dle filtru použitého v hlavici)
Záznam dat:	čas startu a vypnutí přístroje, aktuální průtok vzduchu, průměrný průtok vzduchu, celkový objem vzduchu, teplota vzduchu
Hmotnost:	cca 460 g
Příslušenství:	nabíječka ACCU – specifická, pouze pro pumpy APEX průtokoměr – pro kalibraci průtoku vzduchu (0,6 až 5 l.minuta <sup>-1</sup> )



Software: infra přechod do PC přes rozhraní RS 232. Kompatibilní s Windows 95, 98, 2000, NT-4 a XP.

Výstup: protokol měření



Obrázek č. 4 Vzduchové čerpadlo Apex, zdroj: Autoři.

### 3.1.5 Vzorkovací hlavice APEX

Výrobce: Capella Cel (GB)

Provedení: hlavice CIS (Conical Inhalable Samolet) ve spojení se vzorkovací pumpou APEX, spojení hadicí PE (průměr 5 mm)

Sběrný filtr: průměr 37 mm (fieber glass, membránový)

Vymezovací filtry: polyuretanové filtry

Pro: TSP bez filtru

PM<sub>10</sub> – bílý filtr

PM<sub>2,5</sub> – černý filtr

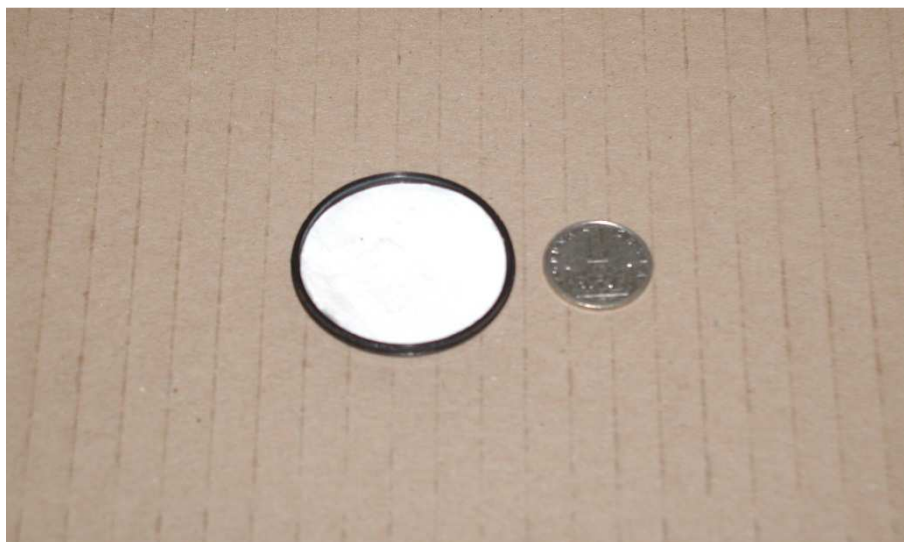
Respiratorní prach – kombinace (bílý + černý)

Hmotnost zachyceného prachu: Gravimetrické stanovení rozdílu hmotnosti mezi držákem sběrného filtru + sběrný filtr po měření a před začátkem měření (musí být váženo na analytických vahách)

Koncentrace prachu: TSP, PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub> a respiratorního prachu. Vzhled hadice viz obr. č. 5, filtr viz obr. č. 6.



Obrázek č. 5 Vzorkovací hlavice Apex, zdroj: Autoři.



Obrázek č. 6 Zadržný filtr k hlavici Apex, zdroj: Autoři

### 3.1.6 Technika pro gravimetrické stanovení prachu

Analytická váha OHAUS FP 214 CH – Váživost: 600 g, přesnost: 0,0001 g

Použití: pro gravimetrické stanovení TSP a všech frakcí prachu.

Předvážky: Kern EW 150 – 3M Váživost: 1200 g, přesnost: 0,001 g.



Obrázek č. 7 Analytické váhy OHAUS, zdroj: Autoři

## 3.2 Vybrané přístroje na měření doplňujících údajů

### 3.2.1 COMMETER D4141

Pro měření teploty vnitřního prostředí je vhodné použít například digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou. (viz obr. č. 8).

Výrobce: Comet systém s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, ČR.

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu, atmosférického tlaku a tlakové tendence za uplynulé tři hodiny s možností zobrazení přepočtené hodnoty rosného bodu a přepočtené hodnoty atmosférického tlaku na hladinu moře.

Teplota je měřena odporovými snímači Ni 1000/6180 ppm, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou umístěny v připojitelné externí sondě. Snímače atmosférického tlaku vzduchu a vnitřní teploty přístroje jsou uvnitř přístroje.

Naměřené hodnoty jsou zobrazovány na dvouřádkovém LCD displeji a mohou být ukládány v nastavitelném časovém intervalu do vnitřní, energeticky nezávislé paměti, odkud je lze přenést do osobního počítače.

Naměřené hodnoty jsou porovnávány v přístroji se dvěma nastavitelnými hodnotami pro každou veličinu (maximální a minimální) a jejich překročení signalizuje blikáním na displeji a i akusticky (kromě tendence atmosférického tlaku vzduchu).

Měřicí rozsah teplot je  $-30$  až  $+105^{\circ}\text{C}$  s přesností  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1^{\circ}\text{C}$ , u relativní vlhkosti 0 až 100% RV s přesností  $\pm 2,5\%$  RV v rozsahu 5 – 95% při  $23^{\circ}\text{C}$  a rozlišením 0,1% RV.



Obrázek č.8 Commeter D4141, zdroj: Autoři

### 3.2.2 LOGGER S3120

Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu je možné provádět například i s použitím záznamníku teploty a relativní vlhkosti vzduchu s displejem (viz obr .č. 9).

Výrobce COMET SYSTÉM s.r.o., Rožnov pod Radhoštěm, ČR.

Měřicí senzory teploty a relativní vlhkosti jsou nedílnou součástí přístroje, naměřené hodnoty včetně vypočtené hodnoty rosného bodu jsou zobrazovány

na dvouřádkovém displeji LCD a jsou ukládány v nastavitelných časových intervalech do vnitřní, energeticky nezávislé paměti. Nastavení a ovládání záznamníku se provádějí prostřednictvím počítače. Zapnutí a vypnutí je možné i pomocí přiloženého magnetu (lze jím i paměť nulovat).

Na displeji je možné i volit zobrazení nastavitelných minimálních a maximálních naměřených hodnot střídavě s okamžitými hodnotami. Překročení nastavených hodnot je signalizováno na displeji. Naměřené hodnoty lze z vnitřní paměti pomocí komunikačního adaptéru přenést do osobního počítače k vyhodnocení.

Měřicí rozsah teplot vzduchu je  $-30$  až  $+70^{\circ}\text{C}$  s přesností  $\pm 0,4^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1^{\circ}\text{C}$ , u relativní vlhkosti vzduchu 0 až 100% RV s přesností  $\pm 2, \%$  RV v rozsahu 5 až 95% RV při  $23^{\circ}\text{C}$  a rozlišením  $0,1\%$  RV.



Obrázek č. 9 Logger S3120, zdroj: Autoři

### 3.2.3 TESTO 445

Měření teploty a relativní vlhkosti vzduchu (ale i celé řady dalších veličin) je možné provádět i s použitím přístroje (viz obr. č. 10).

Výrobce Testo s.r.o. Praha, ČR.

Jedná se o kompaktní multifunkční zařízení, které pomocí přípojných sond (anemometrů et c.) může měřit teplotu, tlak, vlhkost a proudění i kvalitu vzduchu. Používá se pro měření klimatických podmínek v místnostech, pro regulaci a kontrolu vzduchotechnických zařízení, pro měření rosného bodu v rozvodech stlačeného vzduchu a kontrolu kvality vzduchu. Nesmí se používat ve výbušném prostředí a pro diagnostická měření v medicíně. Přístroj je schopný provádět i výpočty (entalpie, rosný bod, přepočet atmosférického tlaku vzduchu na hladinu moře et c.) a data přenášet do počítače (i přes infračervené rozhraní), nebo i rovnou tisknout.

Měřicí rozsah anemometrů je 0 až 60 m.s<sup>-1</sup> s rozlišením 0,01 m.s<sup>-1</sup> při objemovém průtoku vzduchu 0 až 99.990 m<sup>3</sup>.h<sup>-1</sup>.



Obrázek č. 10 Přístroj Testo 435 s vrtulovou sondou, zdroj: Autoři.



## 4 Způsob měření ukazatelů stájového mikroklimatu

Tato metodika vychází z technických norem ČR, které jsou zároveň evropskými normami: Obě níže uvedené normy se týkají thorakálních frakcí prachu (aerosolu), to je částic, které se dostávají v dýchacím traktu až za hrtan.

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 hodnocené a referenční metody.

ČSN EN 14 907: Kvalita ovzduší – Normovaná gravimetrická metoda stanovení frakce PM<sub>2,5</sub> aerosolových částic. Stanovení prašnosti vychází z gravimetrické metody, doplněné systémy pro sledování „on-line“.

Z důvodů zjištění vědecké váhy měření (reprodukovatelnost a opakovatelnost) hodnot monitorovaných ukazatelů mikroklimatu v chovech drůbeže je stanoveno několik zásadních požadavků, které je nutné dodržet:

- měření proběhne jednotně pro každou halu chovu
- není vyžadována akreditace měření, ale používané přístroje musí být pravidelně ověřeny a cejchovány dle pokynů výrobce nebo dodavatele
- v průběhu měření je ventilace ponechána ve standardním režimu odpovídajícím venkovním podmínkám a dané kategorie zvířat
- optimální venkovní teplota je v rozmezí +10 až +30°C
- před měřením a po ukončení měření se provede měření koncentrace prachových částic na výstupu a vstupu (návětrná strana) vzdušiny do stáje
- před měřením mimo objekt se provede měření rychlosti a směru větru
- zjistí se počet kusů drůbeže při měření
- zjistí se průměrná hmotnost 1 kusu drůbeže
- specifikovat technologii ustájení a pořídit nákres s označením jednotlivých měřících míst
- o provedeném měření je uskutečněn záznam.

Podle současné legislativy v oblasti ochrany ovzduší a relevantnosti výsledků je požadováno kontinuální měření po dobu minimálně 24 hodin (zachycení všech dějů).

- průměrná relativní vlhkost vzduchu v hale za 48 hodin před měřením nepřekročí 80% při venkovní teplotě nižší než 10°C

- vnitřní teplota vzduchu nepřekročí o více než 3°C, pokud vnější teplota vzduchu ve stínu je vyšší než 30°C.

#### 4.1 Měření koncentrace prachu v objektu s ustájenými zvířaty

Měří se koncentrace frakce prachových částic PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>. Měření dalších rozměrů částic má specifický charakter.

Měření doplňujících údajů:

- koncentrace venkovní prašnosti v okolí měřeného objektu, na návětrné straně objektu
- teplota, relativní vlhkost vzduchu: vnitřní, venkovní
- rychlost proudění vzduchu [m.sec<sup>-1</sup>] – vnitřní, venkovní (pro výpočet emisí)
- atmosférický tlak vzduchu [hPa].

Emise prachových částic je stanovena ve formě brutto emise a netto emise.

Brutto emise je složena částic, které vznikly činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji a imise částic obsažených přímo v přicházejícím vzduchu do objektu.

$$\text{Brutto emise} \quad E_{FB} = k_F \cdot Q [\mu g \cdot h^{-1}] \quad (1)$$

kde  $E_{FB}$  = produkce prachu příslušné frakce

$k_F$  = koncentrace příslušné frakce ve vzduchu [ $\mu g \cdot m^{-3}$ ]

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

Netto emise je složena z částic, které vznikly činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji. Jedná se o výstupní koncentraci částic sníženou o imisní zátěž.

$$\text{Netto emise} \quad E_{FN} = (k_{out} - k_{in}) \cdot Q [\mu g \cdot h^{-1}] \quad (2)$$

kde  $E_{FN}$  = emise frakce z objektu

$k_{out}$  = koncentrace frakce prachu ve výduchu [ $\mu g \cdot m^{-3}$ ]

$k_{in}$  = koncentrace frakce prachu – imisní [ $\mu g \cdot m^{-3}$ ]

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

Pro další výpočet se přepočte hodinová produkce na denní produkci

$$Q_D = F_{B,N} \cdot 24 [\mu g \cdot den^{-1}] \quad (3)$$



Přepočet emise na 1 ks.den<sup>-1</sup>

$$E_{KS} = Q_D \cdot ks^{-1} [\mu g \cdot ks^{-1} \cdot den^{-1}] \quad (4)$$

Přepočet emise na 1 kg živé hmotnosti .den<sup>-1</sup>

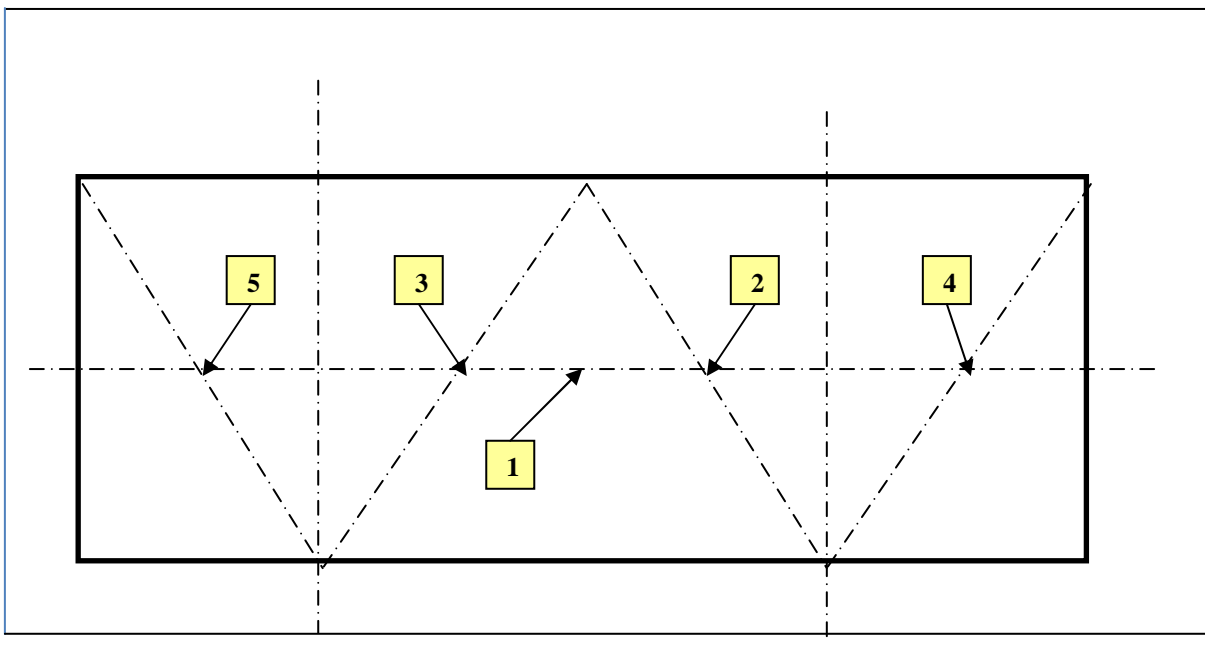
$$E_{KG} = Q_D \cdot kg^{-1} \cdot den^{-1} [\mu g \cdot kg^{-1} \cdot den^{-1}] \quad (5)$$

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru)

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

kde  $D_Z$  =počet dní zástavu drůbeže v objektu během kalendářního roku.

Jako místo měření koncentrace frakce prachu (umístění přístrojů - vzorkovací hlavy) se volí reprezentativní místa. Nejvhodnější jsou kolem středu měřeného objektu (stáje). Jedná se o umístění v lehacím boxu, v kotci, případně v hale (viz obr.č.11).



Obrázek č. 11 Příklad rozmístění míst měření v hale, zdroj: Autoři.

Pro měření koncentrace frakcí prachu z důvodu výpočtu emisí je nutné přístroj (vzorkovací hlavu) umístit ve výduchu (výduších) z objektu, nejčastěji ventilátor, a to 10 cm pod a 50 cm vedle něj.

Výsledná hodnota koncentrace určité frakce prachu  $k_F$  se vypočte jako geometrický průměr pro n naměřených hodnot  $k_{F1} - k_{Fn}$  v jedné hale

$$k_F = \sqrt[n]{k_{F1} \cdot k_{F2} \cdot \dots \cdot k_{Fn}} \quad [mg \cdot m^{-3}] \quad (7)$$

kde:  $k_{F1}$  až  $k_{Fn}$  označuje koncentrace plynu v jednotlivých místech měření.

Výška umístění přístrojů – vzhledem k ustájeným zvířatům a k měření hygienických podmínek. V případě měření hygienických podmínek ošetřovatelů zvířat se počítá s jednotnou výškou od úrovně podlahy 170 cm. V případě ustájených kuřat na maso je určena specifická výška pro daný druh a kategorii zvířat do jejich životní zóny ve výšce 15 cm, maximálně do výšky 30 cm.

Zahájení měření se provede po uplynutí doby náběhu senzorů, pokud ji výrobce nebo dodavatel měřicího zařízení uvádí.

Měření se opakuje jsou-li rozdíly v koncentraci na jednotlivých měřících místech větší než 50% naměřených hodnot.

#### 4.2 Měření koncentrace prachu v okolí objektu

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

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

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

#### 4.3 Měření doplňujících údajů

Podmínky pro měření teploty a relativní vlhkosti a atmosférického tlaku vzduchu

- měření teploty vnitřního prostředí haly není vhodné provádět, pokud venkovní teplota vzduchu ve stínu přesáhne 30°C
- měření teploty se provádí přístroji s minimálním rozlišením 0,5°C

- měření se provádí ve stejných místech a výškách, ve kterých jsou umístěny přístroje nebo sběrné sondy pro měření koncentrací frakcí prachu (viz obr. č. 11)
- doplňkové měření vnější teploty vzduchu se provádí ve stínu ve výšce jeden metr nad zemí a minimálně jeden metr od stěny haly tak, aby byl vyloučen vliv sálání tepla stěnami objektu
- relativní vlhkost vzduchu uvnitř haly není vhodné měřit tehdy, pokud venkovní teplota klesne pod 10°C
- měření se provádí ve stejných místech a výškách, ve kterých jsou umístěny přístroje nebo sběrné sondy pro měření koncentrací frakcí prachu (viz obr. č. 11)
- pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70%, provede se opakované měření ve stejných měřících místech nejdříve po 24 hodinách. Bude-li i při opakovaném měření zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70%, provede se měření po 48 hodinách.

## 5 Závěr

V předložené metodice je navržen jednotný postup pro měření prašnosti v chovech drůbeže, který vychází ze současné platné legislativy a dostupných technických řešení. Některé otázky této problematiky byly v minulosti řešeny pracovníky VÚZT v.v.i. Praha Ruzyně a VÚŽV v.v.i. Praha Uhřetěves. Výsledky byly prezentovány ve formě příspěvků na konferenci a uplatněné certifikované metodiky (ZABLOUDILOVÁ P., et al., 2009 a 2010). Pro vypracování metodiky byla jako významný podklad využita studie (DOLEJŠ et.al., 2012), která byla zpracována pro Ministerstvo zemědělství ČR.

Metodika zabývající se výše uvedenou problematikou nebyla v ČR doposud k dispozici. Uživatelé metodiky tak mohou měření koncentrace frakcí prachu, teploty vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu, rychlosti proudění vzduchu a atmosférického tlaku v chovech drůbeže provádět podle jednotných postupů a v souladu s platnou legislativou.

## 6 Použitá literatura

**ČERMÁK B., ŠOCH M. (1997):** Ekologické zásady chovu hospodářských zvířat. Studijní informace ÚZPI, *Živočišná výroba 1997/3*, s. 43.

**DOLEJŠ J., MAŠATA O., NÁVAROVÁ H., TOUFAR O., ADAMEC T., (2004):** Emise prachových částic z o objektů živočišné výroby. In: Proceedings-m international workshop „Climatic change-weather extreme-organisms and ecosystems“, 23.-26.8.2004 Viničky, Slovenská republika.

**DOLEJŠ J., et al. (2012):** Analýza závislosti produkce netto-emise frakcí prachu na technologii ustájení hospodářských zvířat v systémech integrované prevence (IPPC), studie pro MZe ČR.

**EUROPEAN COMISION, JOIN RESEARCH CENTRE (2003):** 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) , staženo 17.9.2014.

**GUINGANG N. (2009):** Best Available Techniques in French pig production, In 60th annual meeting of EEAP (ed.), Barcelona, 2009, Session 51 *Management of pig health, environment and social implications*. [nadine.guingand@ifip.asso.fr1](mailto:nadine.guingand@ifip.asso.fr1) , staženo 17..2014.

**HŮNOVÁ I., ŠANTOCH J.,(2000):** Právní předpisy Evropské unie a jejich důsledky pro monitorování prašného aerosolu (PM<sub>10</sub>) pro Českou republiku. *Ochrana ovzduší*, 6, pp.1 – 3.

**KRZYZANOVSKI M., VAN LEEUWE R.F.X., YOUINES M.,(1998):** Update of WHO Air Quality Guidelines for Particulate Matter in Europe. In: Hůlová,I.,Šantroch,J. edit (2000): Právní předpisy Evropské unie a jejich důsledky pro monitorování prašného aerosolu PM<sub>10</sub> pro ČR. *Ochrana ovzduší*, 6, pp.1-3.

**JELÍNEK A., DOLAN A. a VÁVRA V. (2011):** Metodika měření emisí amoniaku (NH<sub>3</sub>) a oxidu uhličitého (CO<sub>2</sub>) v chovech drůbeže ve vztahu k integrované prevenci a omezení znečištění (dále jen IPPC). Metodika pro potřeby MZe ČR.

**JELÍNEK A., et al. (2011):** 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., et al. (2011):** Vzdělávací modul ochrana životního prostředí v oblasti vzduch. ZERA – zemědělská agentura o.s., Náměšť nad Oslavou, 1. vydání, 173 s.

**KATALOGOVÝ LIST** digitálního záznamového termohydrodynamometru COMETER D4141, dostupný z [www.cometsystem.cz](http://www.cometsystem.cz) „staženo 22.9.2014“.

**KATALOGOVÝ LIST** loggeru S 3120, dostupný z [www.cometsystem.cz](http://www.cometsystem.cz) „staženo 22.9.2013“.

**KATALOGOVÝ LIST** měřiče aerosolu Dust Trak 8530 II, dostupný z [http://www.tsi.com/uploadedFiles/\\_Site\\_Root/Products/Literature/Spec\\_Sheets/DustTrak-II-6001987\\_UK-A4-web.pdf](http://www.tsi.com/uploadedFiles/_Site_Root/Products/Literature/Spec_Sheets/DustTrak-II-6001987_UK-A4-web.pdf) „staženo dne 22.9.2014“.

**KATALOGOVÝ LIST** multifunkčního měřicího přístroje TESTO 435, dostupný z [www.testo.cz](http://www.testo.cz) „staženo 22.9.2013“.

**McARTHUR J. (1987):** Thermal interaction between animals and microclimate, a comprehensive model. *Journal of Theoretical Biology*, Volume 126, issue 2, s. 203-238.

**RADON K., et al. (2002):** Air contaminants in different European farming environments. *Annals of agricultural and Environmental Medicin*, 2002/9, S 41-48.

**ZABLOUDILOVÁ P. et al. (2009):** Měření koncentrací frakcí prachu PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> a pachových látek v objektech pro chov hospodářských zvířat. [Measuring of PM<sub>10</sub> and

PM2,5 dust particle fraction and odour concentration in livestock houses] In Aktuální otázky bioklimatologie zvířat 2009. Brno, 10.12.2009. Česká bioklimatologická společnost - sekce bioklimatologie zvířat a ČHMU Brno. VÚŽV Praha, 2009, s. 40-43. ISBN 978-80-7403-025-3.

**ZABLOUDILOVÁ P. et al. (2010):** Zásady provádění měření hodnot stájového mikroklimatu v chovech kuřat na maso podle směrnice Rady 2007, certifikovaná metodika, výstup projektu NAZV č. QH72134.

## 7 Seznam aplikované obrazové dokumentace, tabulek, vztahů a symbolů

### Tabulky

Tab.č. 1: Údaje o množstvích emisí do ovzduší z chovů drůbeže.....	8
--	---

### Obrázky

Obr. č. 1 Měřicí přístroj Dust Trak 8520 .....	13
Obr. č. 2 Měřicí přístroj Dust Trak 8530 II .....	14
Obr. č. 3 Měřicí přístroj Microdust Pro.....	16
Obr. č. 4 Vzduchové čerpadlo Apex.....	17
Obr. č. 5 Vzorkovací hlavice Apex .....	18
Obr. č. 6 Zádržný filtr k hlavici Apex.....	18
Obr. č. 7 Analytické váhy OHAUS.....	19
Obr. č. 8 Commeter D4141 .....	20
Obr. č. 9 Logger S3120.....	21
Obr. č. 10 Přístroj Testo 435 s vrtulovou sondou .....	22
Obr. č.11 Příklad rozmístění míst měření v hale .....	25

### Vztahy

(1) Brutto emise.....	24
(2) Netto emise .....	24
(3) Přepoččet hodinové produkce na denní .....	24
(4) Přepoččet emise na 1 ks.den <sup>-1</sup> .....	25
(5) Přepoččet emise na 1 kg živé hmotnosti .den <sup>-1</sup> .....	25
(6) Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru.....	25
(7) Výsledná hodnota koncentrace určité frakce prachu .....	26



### Použité symboly

$E_{FB}$	Produkce prachu příslušné frakce
$k_F$	Koncentrace příslušné frakce ve vzduchu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$Q$	Průtok vzduchu měřeným objektem za 1 h [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ]
$E_{FN}$	Emise frakce z objektu
$k_{out}$	Koncentrace frakce prachu ve výduchu [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$k_{in}$	Koncentrace frakce prachu – imisní [ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ]
$Q$	Průtok vzduchu [ $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ]
$D_Z$	Počet dní zástavu drůbeže v objektu během kalendářního roku
$k_F$	Výsledná hodnota koncentrace určité frakce prachu
$k_{F1} - k_{Fn}$	Koncentrace plynu v jednotlivých místech měření