

## UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA



Mária Fabiánová, Petra Zabloudilová, Miroslav Čěšpiva,  
Josef Šimon, Antonín Jelínek

## MĚŘENÍ KONCENTRACÍ PRACHOVÝCH ČÁSTIC V OBJEKTECH PRO CHOV DOJNIC



Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Prosinec 2014

Metodika vznikla za finanční podpory MZe ČR a je výstupem řešení výzkumného projektu NAZV č. QJ1210375 ***"Výzkum systému chovu dojnic z hlediska optimalizace mikroklimatu a energeticko-ekonomické náročnosti"***

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., 2014

ISBN 978-80-86884-83-7

Mária Fabiánová, Petra Zabloudilová, Miroslav Češpiva,  
Josef Šimon, Antonín Jelínek

# **MĚŘENÍ KONCENTRACÍ PRACHOVÝCH ČASTIC V OBJEKTECH PRO CHOV DOJNIC**

UPLATNĚNÁ CERTIFIKOVANÁ METODIKA

Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.

Prosinec 2014

## MĚŘENÍ KONCENTRACÍ PRACHOVÝCH ČÁSTIC V OBJEKTECH PRO CHOV DOJNIC

Metodika poskytuje chovatelům především dojeného skotu a dalším zájemcům ze zemědělské praxe informace o způsobu objektivního měření koncentrací prachových částic v zóně zvířat ve stájových objektech pro chov skotu. Sledování koncentrací prachových částic má pro chovatele velký význam. V případě zjištění vyšších koncentrací v objektech s ustájenými zvířaty je třeba přistoupit

k opatřením, která budou tyto koncentrace minimalizovat. Tím je možno předcházet riziku vzniku respiračních onemocnění chovaných zvířat a zároveň vytvářet vhodné pracovní prostředí pro obsluhující personál.

Klíčová slova: frakce  $PM_{10}$ , kontinuální měření, technologická operace

## MEASURING OF DUST PARTICLES CONCENTRATION CONCENTRATIONS IN DAIRY FARMING

The methodology provides mainly to dairy cattle breeders and other interested parties from agricultural practices, the information about the way of objective measuring of the concentration of dust particles in the zone of animals in livestock buildings for cattle. Monitoring of the concentration of dust particles has a significant importance for farmers. In case of higher concentrations in buildings, it is necessary to proceed the counter measure that will minimize these concentrations. By this, it is possible to avoid the risk of respiratory diseases of breeding animals and also create a suitable working environment for staff.

Keywords:  $PM_{10}$  fraction, continuous measurement, technological operation

### *Oponenti:*

Ing. Petr Zajíček, Ph.D., Ministerstvo zemědělství ČR

Ing. Jan Dolejš, CSc., ZD Krásná Hora nad Vltavou, a. s.

## **OBSAH**

1	CÍL METODIKY .....	4
2	VLASTNÍ POPIS METODIKY .....	4
3	SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ .....	12
4	POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY .....	12
5	EKONOMICKÉ ASPEKTY .....	12
6	SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY .....	13
7	SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE .....	14

## 1 CÍL METODIKY

Cílem uplatnění metodiky je poskytnout chovatelům především dojeného skotu a dalším zájemcům ze zemědělské praxe návod pro objektivní měření koncentrací prachových částic PM<sub>10</sub> s vysokou mírou opakovatelnosti, a to v zóně zvířat ve stájových objektech pro chov dojnic.

Využitím postupu měření koncentrací prachových částic v objektech pro chov dojnic podle metodiky budou získány objektivní údaje o vlivu jednotlivých technologií ve stájích na tyto koncentrace. Objektivní stanovení koncentrací prachových částic v zóně zvířat umožní realizovat kvalifikovaná opatření pro jejich snížení a tím zlepšit kvalitu mikroklimatu ve stájovém objektu.

## 2 VLASTNÍ POPIS METODIKY

**Metodika obsahuje** návod pro:

- **dlouhodobé sledování** koncentrací prachových částic frakce PM<sub>10</sub> uvnitř stájového objektu pro chov dojnic (min. po dobu 24 h),
- měření koncentrací prachových částic frakce PM<sub>10</sub> **při krátkodobé zátěži** v průběhu výkonu technologických operací

Pro všechna měření koncentrace aerosolu se používá filtr pro prachové částice frakce PM<sub>10</sub> (do 10 μm). Interval záznamu naměřených hodnot koncentrací se nastavuje dle prováděného druhu měření, a to na 1 min (měření min. 24 h), nebo 1 sec (krátkodobá měření v průběhu výkonu technologických operací). Ke každému uloženému údaji je přiřazen i přesný časový údaj. Naměřené hodnoty se pomocí příslušného softwaru načítají do počítače, zpracovávají formou grafů a tabulek a dále analyzují.

Pro stanovení provozních podmínek jsou v průběhu všech měření paralelně zaznamenávány základní fyzikální parametry stájového vzduchu (teplota, relativní vlhkost a rychlost a směr proudění vzduchu) a parametry venkovního prostředí (zejména teplota, relativní vlhkost, rychlost a směr větru).

### **Použité měřící přístroje**

Přístroj pro měření **koncentrace prachových částic** frakce PM<sub>10</sub> kalibrovaný dle ISO 12103-1.

Zařízení pro sledování **rychlosti proudění vzduchu** ve stáji v místě měření prachových částic dle ČSN ISO 10 780 (např. anemometrická vrtulová sonda + univerzální dataloger).

Přístroj pro měření a záznam **okolní teploty a relativní vlhkosti vzduchu** ve stáji.

Zařízení pro sledování **venkovních atmosférických podmínek** (např. meteorologická stanice).

*Pozn.:*

Parametry okolního prostředí jsou sledovány z důvodu zajištění provozních podmínek stanovených výrobcem přístroje pro měření koncentrace prachových částic.

Před započítáním měření je nutné zkontrolovat a ověřit přístroje dle návodu výrobce. Je nutné provést orientační měření relativní vlhkosti a teploty vzduchu uvnitř objektu a jejich porovnání s provozními podmínkami přístroje. Pokud jsou provozní podmínky překročeny, měření se neprovede z důvodu možného nepříznivého ovlivnění nejistot použitých přístrojů nebo jejich poškození.

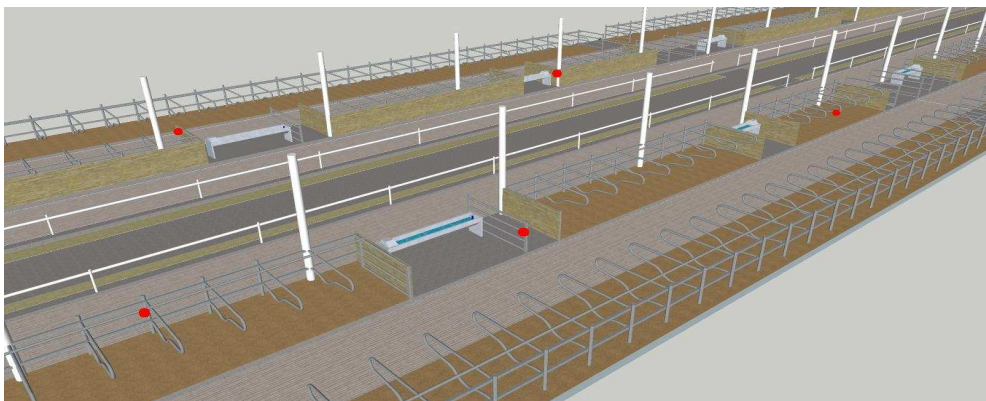
Do parametrů vnějšího prostředí je vhodné také stručně doplnit druh počasí, který může ovlivnit naměřené hodnoty ve stájovém objektu (druh srážek, inverze, mlha aj.),

### **Dlouhodobé měření koncentrací prachových částic PM<sub>10</sub> uvnitř stájového objektu**

Pro zjištění průběhu koncentrací prachových částic PM<sub>10</sub> v životní zóně zvířat daného objektu včetně vlivu jednotlivých používaných technologií, technologických operací a chování zvířat je nutné provést min. 24 hodinové kontinuální měření. Interval registrace koncentrací se nastavuje na 1 min.

Stáje pro dojnice jsou ve většině případů větrány přirozeně přes otvory v obvodových zdech a větrací štěrbinou střešního pláště. Umístění měřících přístrojů (prachoměrů) se vždy řídí konkrétním konstrukčním řešením sledovaného objektu. Pro stanovení koncentrací prachových částic se odběrová sonda prachoměru přístroje umísťuje v prostoru boxových loží, v zóně zvířat ve výšce 80 cm nad podlahou a to tak, aby nemohlo dojít k jejímu poškození ustájenými zvířaty. Vždy musí být dodržena minimální vzdálenost od stěn v objektu 3 m. Vlastní prachoměr se umístí mimo dosah ustájených zvířat, optimálně do výšky minimálně 2,5 metru nad podlahou. Odběrové sondy se propojí s prachoměrem plastovými hadičkami dle průměru nátrubků na prachoměru. V případě, že prachoměr nelze propojit s odběrovou sondou, je nutné do zóny zvířat (80 cm nad podlahou) umístit prachoměr a zabezpečit jej proti poškození ustájenými zvířaty.

V místě měření je kontinuálně zaznamenávána teplota a vlhkost vzduchu a průběžně monitorována rychlost proudění vzduchu. Instalováním více odběrových sond (prachoměrů) v objektu bude dosaženo reprezentativních výsledků.



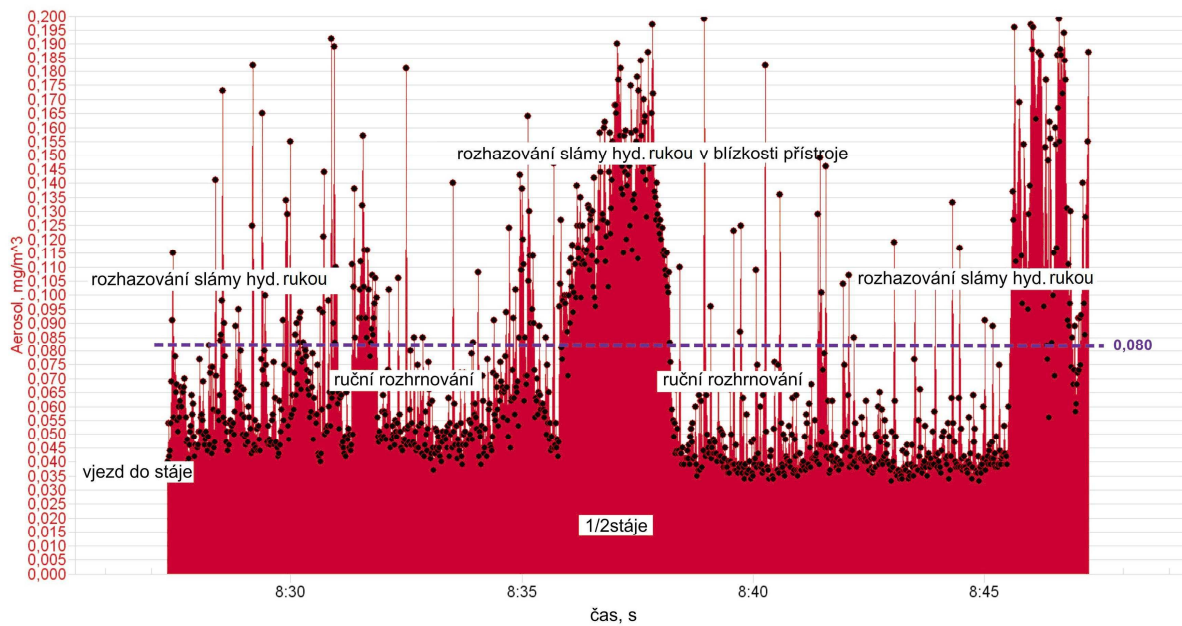
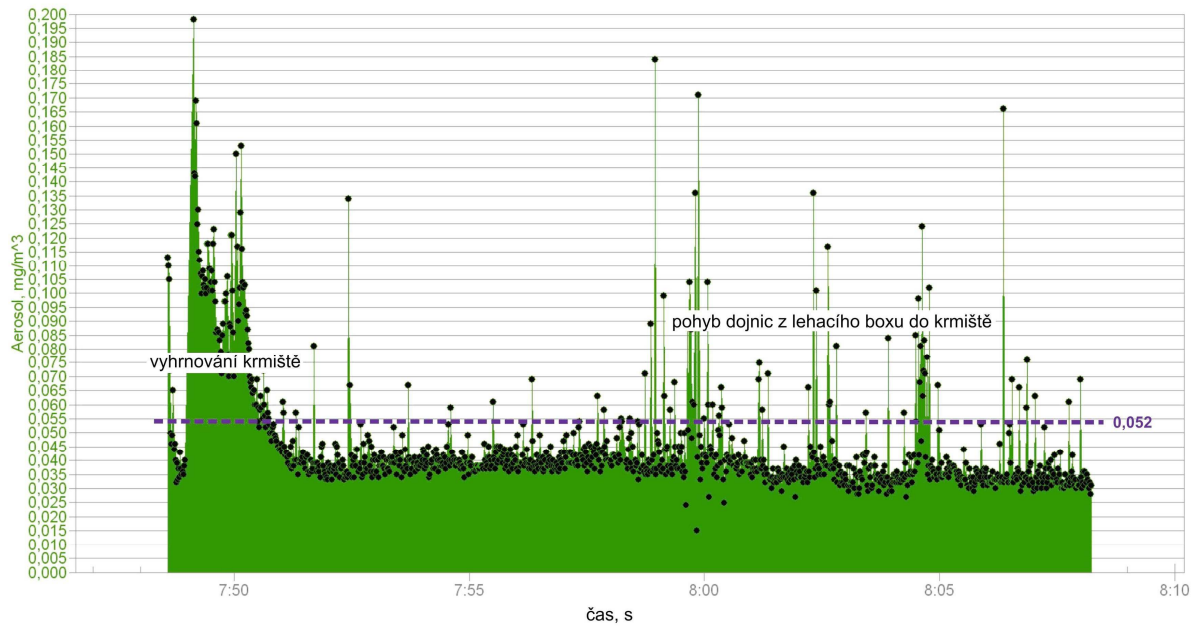
Obr.01 Příklad umístění sondy prachoměru při dlouhodobém měření koncentrací prachových částic frakce  $PM_{10}$

### **Měření koncentrace prachových částic $PM_{10}$ v průběhu výkonu technologické operace (krátkodobé měření)**

Pro detailnější zmapování vlivu vybrané technologické operace (např. zastýlání, krmení) na hodnoty koncentrací prachových částic frakce  $PM_{10}$  je třeba realizovat krátkodobé měření v průběhu dané pracovní operace. Měření je zahájeno min. 15 minut před započítáním technologické operace, což umožní stanovit hladinu prachových částic před započítáním sledované operace. Měření probíhá po celou dobu operace a následně minimálně 1 hodinu po ukončení technologické operace. Interval registrace koncentrací je při provozních měřeních nastaven na 1 sec.

Odběrové sondy prachoměru (resp. prachoměr) se umístí v zóně zvířat, ve výšce 80 cm nad podlahou, minimální 3 m od stěn v objektu, v místě, kde lze předpokládat nejvyšší koncentraci prachových částic produkovaných sledovanou technologickou operací. Vlastní prachoměr se umístí mimo dosah ustájených zvířat, optimálně do výšky minimálně 2,5 metru nad úroveň podlahy. Odběrové sondy se propojí s prachoměrem plastovými hadičkami dle průměru nátrubků na přístroji. V případě, že prachoměr nelze propojit s odběrovou sondou, je nutné do zóny zvířat (80 cm nad podlahou) umístit prachoměr a zabezpečit jej proti poškození ustájenými zvířaty. V místě měření je kontinuálně zaznamenávána teplota a vlhkost vzduchu a průběžně monitorována rychlost proudění vzduchu.





----- průměrná hladina emisí prachu v průběhu měření

Obr.03 Příklad grafického zpracování vybraných úseků krátkodobého měření. Koncentrace prachových částic před zastýláním obilnou slámou (nahore) v průběhu zastýlání (dole).

## **Protokol z měření**

Zápis musí z důvodu možnosti vzájemného porovnání naměřených hodnot z různých měření obsahovat:

- Jednoznačnou identifikaci sledovaného objektu.
- Seznam osob, které prováděly měření.
- Datum a čas zahájení a ukončení měření.
- Důvod měření (např. sledování vlivu určité technologie).
- Popis stavebně konstrukčního řešení objektu a jeho umístění vůči okolním budovám nebo výrazným terénním překážkám.
- Popis technologie ustájení.
- Popis stájových technologií.
- Jednoznačný popis rozmístění přístrojů v objektu včetně nákresu.
- Datum a čas začátku a konce vlastního měření koncentrace prachových částic
- Vstupní údaje o vnějším a vnitřním mikroklimatu (především teplota a relativní vlhkost vzduchu vně i uvnitř stájového objektu, rychlost a směr větru v okolí objektu, rychlost a směr proudění vzduchu v místě měření uvnitř objektu, charakter počasí - srážky, inverze, mlha aj.)
- Seznam použitých měřících přístrojů.
- Grafický průběh koncentrací prachových částic a numerické vyhodnocení měření: průměrná hodnota koncentrace prachových částic, hodnota maximálního 20 sekundového klouzavého průměru koncentrace prachových částic, minimální a maximální hodnota.
- Tabulkový souhrn vstupních údajů o vnějším a vnitřním mikroklimatu (především teplota, rel. vlhkost a rychlost proudění vzduchu).

---

*Příklad protokolu z měření koncentrace prachových částic v objektech pro chov dojnic*

**Název podniku:** XXXXXX.  
**Okres:** XXXXXX  
**Počátek měření, d.m.rrrr h:m** 4.3.2014 12:15  
**Konec měření, d.m.rrrr h:m** 4.3.2014 13:35

**Technologie ustájení a použité technologie ovlivňující kvalitu stájového ovzduší**

Ustájení - rekonstruovaná typová stáj K-174 se třemi řadami lehací boxů a venkovním výběhem. Jedná se o stelivovou stáj s volným pohybem dojnic. Podélná osa stáje je orientována ve směru sever – jih. V bezprostředním okolí stáje nejsou žádné stavby ani jiné překážky, které by mohly ovlivnit koncentrace prachových částic a směr proudění vzduchu ve stáji. Uprostřed stáje jsou umístěny dva dojící roboty pro dvě sekce dojnic. Krmení a podestýlání je řešeno soupravou skládající se z traktoru Zetor 6911 a krmného a nastýlacího vozu STS Olbramovice ZP 5-005.1. Podestýlka je vyhrnována traktorovým shrnovačem. Větrání je řešeno přirozeně přes střešní štěrbinu a boční stěny stáje

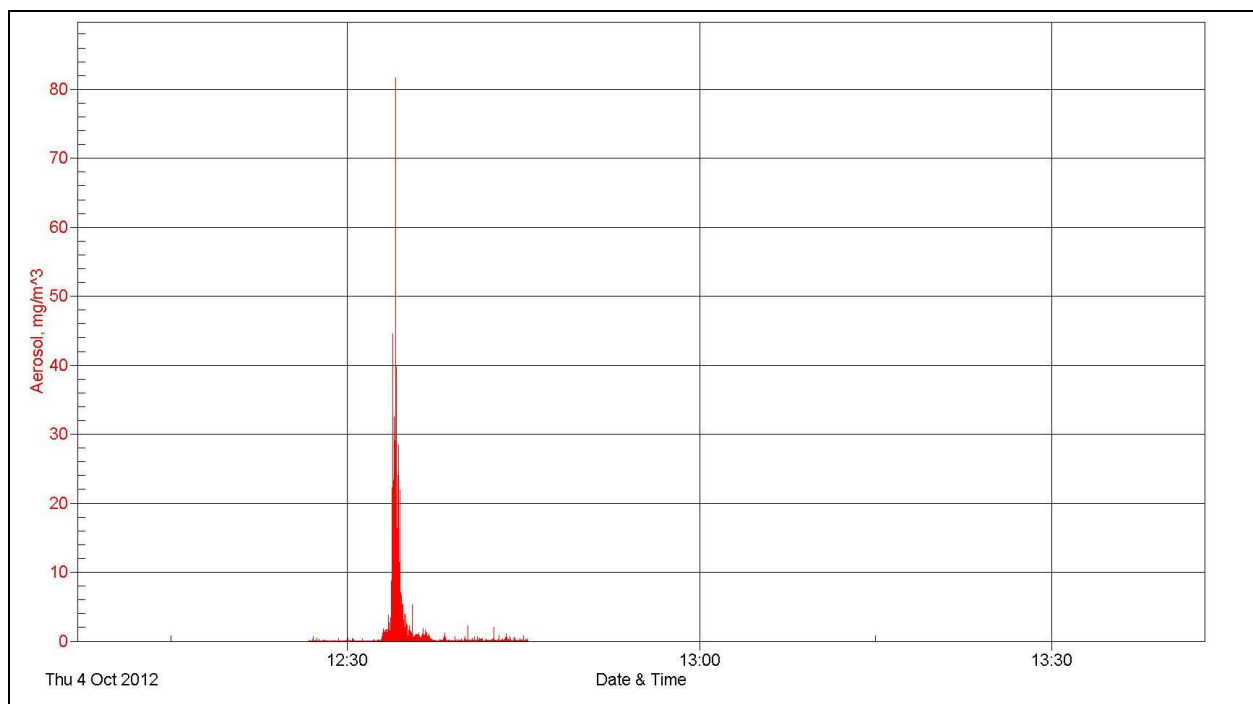
**Popis měření**

Krátkodobé měření koncentrace prachových částic uvnitř stáje v průběhu podestýlání pšeničnou slámou s použitím soupravy traktor Zetor 6911 a krmný a nastýlací vůz STS Olbramovice ZP 5-005.1.

**Použité měřicí přístroje**

DustTrak 8520 + tryska 10 µm - přístroj pro měření koncentrace prachových částic, Almemo 2290-4 s čidlem FHA646-E1 a FVA915-SMA1 - datalogger s čidly pro měření teploty, relativní vlhkosti a rychlosti proudění vzduchu, Meteostanice Davis Vantage Pro 2

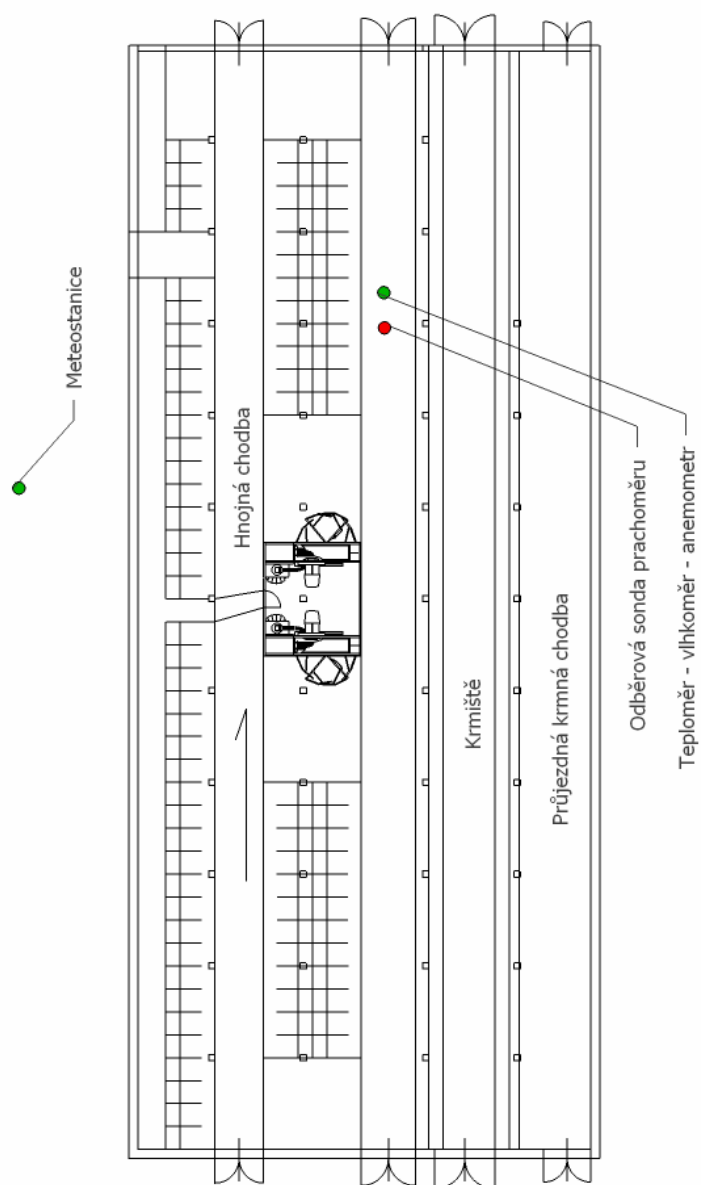
## Grafický průběh koncentrací prachových částic



## Tabulkový souhrn naměřených koncentrací prachových částic a vstupních údajů o vnějším a vnitřním mikroklimatu

Parametr	Průměrná hodnota	Minimální hodnota klouzavého průměru	Maximální hodnota klouzavého průměru
PM <sub>10</sub> v klidu, mg.m <sup>-3</sup>	0,023	0,011	0,042
PM <sub>10</sub> při výkonu operace, mg.m <sup>-3</sup>	2,022	0,017	81,62
	Průměrná hodnota	Minimální hodnota	Maximální hodnota
Teplota uvnitř, °C	8,2	8,1	8,3
Rel. vlhkost vzduchu uvnitř, %	79,2	78,5	79,6
Rychlost proudění vzduchu uvnitř, m.s <sup>-1</sup>	0,2		
Převládající směr proudění vzduchu uvnitř	60°		
Teplota venku, °C	5,4	5,4	5,5
Rel. vlhkost vzduchu venku, %	76,1	75,2	77,4
Rychlost proudění vzduchu venku, m.s <sup>-1</sup>	0,6		
Převládající směr proudění vzduchu venku	90°		

## Půdorysný náčrt umístění měřících přístrojů



### **3 SROVNÁNÍ NOVOSTI POSTUPŮ**

Problematika sledování produkce prachu v objektech pro chov hospodářských zvířat včetně posouzení jeho vlivu na welfare ustájených zvířat a na okolí stájových objektů je podrobně popsána ve studii VUŽV, v.v.i. (Dolejš a kol.). Tato studie se zabývá analýzou závislosti produkce netto-emise frakcí prachu na technologii ustájení dojníc. Při analýze produkce prachových částic se vychází z měření koncentrace prachových částic za dobu 24 hodin. Analýza poskytuje informace o vzniku prašnosti v čase, o její intenzitě a pozvolném rozptylu prachových částic v prostoru stáje. Celková produkce je pak stanovena odečítáním koncentrací naměřených ve vstupujícím vzduchu do objektu a koncentrací obsažených ve vzduchu na výstupu.

Předkládaná metodika se nezabývá zjišťováním produkce prachových částic, ale poskytuje návod pro objektivní měření koncentrací prachových částic PM<sub>10</sub> s vysokou mírou opakovatelnosti, a to v zóně zvířat. Výsledky měření mohou sloužit jako podklad pro případné zavádění optimalizačních opatření vedoucích k minimalizaci prašnosti uvnitř daného objektu pro chov dojníc. Vzhledem k vysoké míře opakovatelnosti měření podle metodiky lze následně vliv optimalizačních opatření ověřit dalšími (kontrolními) měřeními.

### **4 POPIS UPLATNĚNÍ CERTIFIKOVANÉ METODIKY**

Uplatněná certifikovaná metodika je určena všem podnikatelským subjektům, jejichž předmětem činnosti je chov především dojeného skotu a dalším zájemcům o postupy objektivního měření koncentrací prachových částic PM<sub>10</sub> s vysokou mírou opakovatelnosti, a to v zóně zvířat ve stájových objektech pro chov dojníc.

Podle uvedeného postupu měření koncentrací prachových částic frakce PM<sub>10</sub> je v současné době postupováno při zjišťování a optimalizaci kvality stájového prostředí v chovu dojeného skotu v Zemědělsko obchodním družstvu Starosedlský Hrádek, dále také v ZD Krásná Hora nad Vltavou, a. s. nebo v Zemědělské Klučenice a.s.

### **5 EKONOMICKÉ ASPEKTY**

Dobrá a objektivní znalost průběhu koncentrace prachových částic frakce PM<sub>10</sub> ve stájovém prostředí během dne je nutná pro návrh opatření vedoucích ke snížení hodnot koncentrací prachových částic. Složení stájového ovzduší a jeho kvalita má velký vliv na welfare chovaných zvířat a v konečném důsledku tak na jejich zdravotní stav a užitkovost. Prachové částice pod 10 μm (frakce PM<sub>10</sub>) pronikají do dolních partií dýchacích cest a ztěžují samočisticí mechanismy

plic. Jsou také nositeli patogenních mikroorganismů pro které představují i živné medium. Jejich zvýšená koncentrace v ovzduší proto přispívá k šíření onemocnění hospodářských zvířat. Je obecné známo, že zvýšení prašnosti znamená zvýšení počtu mikroorganismů v ovzduší.

S ohledem na údaje uvedené v odborných publikacích a zkušenosti autorského týmu lze předpokládat, že snížením koncentrací prachových částic o 30 % dojde ke zvýšení užitkovosti, snížení nákladů na veterinární zásahy a spotřebu veterinárních léčiv v průměru o 5 %. Upřesnění ekonomických aspektů využití postupu zjišťování koncentrací prachových částic frakce PM<sub>10</sub> je závislé na údajích o počtu chovů dojníc v České republice a zejména na úrovni znečištění stájového prostředí jednotlivých objektů prachovými částicemi frakce PM<sub>10</sub>.

Při respektování hypotézy o závislosti pachových látek na koncentraci prachových částic (omezením prašnosti dochází zároveň ke snížení koncentrace pachových látek, které jsou vázány na prachové částice) by snížení koncentrací prachových částic v chovech dojníc zároveň vedlo i ke snížení zátěže okolí stájových objektů zápachem. To by představovalo ekologický přínos, který nelze vyčíslit. Výše uvedená hypotéza ovšem nebyla zahraničními výzkumnými týmy ani autory metodiky zatím jednoznačně potvrzena.

## 6 SEZNAM POUŽITÉ SOUVISEJÍCÍ LITERATURY

CHLOUPEK, J., SUCHÝ, P. Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Multimediální učební text. Veterinární a farmaceutická univerzita Brno, 2008. [cit. 2014-11-18]. Dostupné z: <http://cit.vfu.cz/mikroklima/>

DOLEJŠ, J., ADAMEC, T., TOUFAR, O., KNÍŽEK, J., ADAMEC, T. Analýza závislosti produkce netto-emise frakcí prachu na technologii ustájení hospodářských zvířat v systémech integrované prevence (IPPC). Studie. Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. 2012, 41 s.

DOLEJŠ, J., TOUFAR, O., KNÍŽEK, J., ADAMEC, T. Využití ionizace vzduchu v chovech hospodářských zvířat. Certifikovaná metodika. VÚŽV, v.v.i., 2011. ISBN. 978-80-7403-090-1.

DOLEJŠ, J., TOUFAR, O., DĚDINA, M., NĚMEČKOVÁ, J., KNÍŽEK, J. Production of aerosol of diameter under 10µm from stables and its elimination: In: Monteny, G.J. and Hartung, E: Amonia emissions in agriculture. Wageningen Academic Publisher: 2007, p. 239-241

DOLEJŠ, J., MAŠATA, O., TOUFAR, O. Elimination of dust production from stables for dairy cows. Czech Journal of Animal Science, 51, (7): 2006, ISSN 1805-9309, pp. 305-310

## **7 SEZNAM PUBLIKACÍ, KTERÉ PŘEDCHÁZELY METODICE**

VEGRICHT, J., ŠIMON, J. Systémy podestýlání a emise prachu a hluku ve stájích pro chov dojnic. Mechanizace zemědělství. 2013, č. 10, s. 42 - 46. ISSN 0373-6776.

JELÍNEK, A. a kol. Výzkum systému chovu dojnic z hlediska optimalizace mikroklimatu a energeticko-ekonomické náročnosti. Redakčně upravená zpráva za rok 2013 o průběhu prací na projektu QJ1210375. Praha, VÚZT, v. v. i., 2013, Z-2553, 35 s.

SVĚTLÍK, M. , PASTOREK, Z. a kol. Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifikovaných podmínkách českého zemědělství: redakčně upravená zpráva za rok 2012 o řešení záměru MZE0002703102. Praha: VÚZT, 2012, Z – 2546

PASTOREK, Z. a kol. Výzkum efektivního využití technologických systémů pro setrvalé hospodaření a využívání přírodních zdrojů ve specifikovaných podmínkách českého zemědělství: redakčně upravená zpráva za rok 2011 o řešení záměru MZE0002703102. Praha: VÚZT, 2011, Z – 2545

JELÍNEK, A. a kol. Výzkum základních environmentálních aspektů v chovech hospodářských zvířat z hlediska skleníkových plynů, pachu, prachu a hluku, podporujících welfare zvířat a tvorbu BAT. Redakčně upravená závěrečná zpráva za období 2007 - 2011 projektu QH72134. Praha, VÚZT, v. v. i., 2011, Z-2540, 38 s.



*Podíl jednotlivých autorů na zpracování uplatněné certifikované metodiky:*

Mária Fabiánová: 20 %

Petra Zabloudilová: 20 %

Miroslav Češpiva: 20 %

Josef Šimon: 20 %

Antonín Jelínek: 20 %

Autor: Ing. Mária Fabiánová  
Ing. Petra Zabloudilová  
Ing. Miroslav Čěšpiva  
Ing. Josef Šimon  
Doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc.

Název: Měření koncentrací prachových částic v objektech pro chov dojnic

Vydavatel: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.  
Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně

Tisk: Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i.  
Drnovská 507, 161 01 Praha 6 – Ruzyně

Náklad: 120 ks

Vyšlo v roce 2014

Vydáno bez jazykové úpravy

Kontakt na autory: maria.fabianova@seznam.cz  
petra.zabloudilova@vuzt.cz  
miroslav.cespiva@vuzt.cz  
josef.simon@vuzt.cz  
antonin.jelinek@vuzt.cz

© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., 2014  
ISBN 978-80-86884-83-7





© Výzkumný ústav zemědělské techniky, v. v. i., 2014  
ISBN 978-80-86884-83-7