

JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZEMĚDĚLSKÁ FAKULTA

Studijní program: N4101 Zemědělství

Studijní obor: Agropodnikání

Katedra: Zemědělské dopravní a manipulační techniky

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

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Emise tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže

Vedoucí diplomové práce: Ing. Ivo Celjak, CSc.

Autor: Bc. Miroslav Vacovský

České Budějovice, duben 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem svoji diplomovou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě 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 10.4.2015

.....

Miroslav Vacovský

Abstrakt

Mezi nezanedbatelné faktory v chovu drůbeže patří klimatické podmínky, kde se chov realizuje. Tato práce je zaměřena na zjištění obsahu pevných částic PM_{10} a $PM_{2,5}$, vyskytujících se v tomto prostředí. Tyto částice mohou negativně ovlivnit zdravotní stav chovu i personálu zajišťující nezbytnou péči při chovu drůbeže. Prachové částice sedimentují na pokožku, kde mají dráždivý efekt nebo jsou vdechovány dýchacím ústrojím do těl ptáků. Těmito částicemi jsou přenášeny mikroorganismy způsobující celou řadu onemocnění. Proto je žádoucí množství těchto částic eliminovat v maximální možné míře.

Summary

Among the considerable factors in poultry include climatic conditions, where the breeding takes place. This work focuses on the content of solid particles PM_{10} and $PM_{2,5}$ occurring in this environment. These particles can negatively affect the health status of breeding and staff, ensuring the necessary care in poultry farming. Dust particles settle on the skin, where they have an irritant effect or are inhaled into the respiratory tract bodies of birds. These particles are transferred microorganisms causing a variety of diseases. It is therefore desirable to eliminate the amount of such particles to the maximum extent possible.

Klíčová slova

Polétavý prach, měření emisí, chov drůbeže,

Key words

Particulate matter , measurement of emissions, poultry farming,

Poděkování

Tímto způsobem bych velice rád poděkoval panu Ing. Ivu Celjakovi, CSc. za poskytnuté rady při konzultacích a za čas, který mi věnoval. Dále pak děkuji společnostem Výkrm Tagrea, s.r.o. v Čekanicích u Tábora a Delacon Biotechnik ČR s.r.o. ve Stošíkovicích, za umožnění analyzování prostředí chovu drůbeže.

Obsah

1	Úvod.....	10
2	Literární rešerše	11
2.1	Stájové stavby pro drůbež.....	11
2.2	Stájové prostředí.....	12
2.2.1	Pohoda stájového prostředí.....	12
2.2.2	Tepelná pohoda prostředí.....	13
2.2.3	Požadavky drůbeže na teplotu vzduchu	14
2.2.4	Požadavky drůbeže na relativní vlhkost vzduchu	15
2.2.5	Požadavky drůbeže na proudění vzduchu	16
2.2.6	Čistota stájového vzduchu	17
2.2.7	Přirozené větrání.....	18
2.2.8	Nucené větrání.....	20
2.2.9	Tepelná bilance stáje	22
2.3	Technika krmení a zařízení pro krmení.....	23
2.3.1	Biologické základy a zvláštnosti výživy a krmení.....	25
2.3.2	Složky krmné dávky.....	26
2.3.3	Stanovení potřeby živin.....	28
2.3.4	Zásady techniky krmení	28
2.4	Technika napájení a zařízení pro napájení.....	30
2.5	Manipulace s trusem a podestýlkou	32
2.5.1	Manipulace s trusem.....	32
2.5.2	Manipulace s podestýlkou	32
2.6	Technika a zařízení klecových chovů.....	33
2.7	Technika a zařízení podlahových chovů.....	38
2.8	Technika a zařízení voliérových chovů.....	40
2.9	Životní prostředí.....	41
2.9.1	Člověk a životní prostředí.....	42
2.9.2	Ochrana životního prostředí	43
2.9.3	Vliv zemědělství na životní prostředí	44
2.9.4	Monitoring složek životního prostředí.....	45
2.9.5	Ochrana životního prostředí při posuzování staveb chovu drůbeže	45
2.9.6	Omezení emisí z chovů drůbeže	46
2.10	Pracovní prostředí.....	46

2.10.1	Pracovní prostředí a zdraví lidí.....	47
2.10.2	Fyzikální faktory pracovního prostředí	48
2.11	Prašnost	49
2.11.1	Prachové částice.....	52
2.11.2	Zdroje prachových částic.....	55
2.11.3	Morfologie prachových částic	56
2.11.4	Sedimentace prachových částic	58
2.11.5	Vliv rychlosti proudění vzduchu na unášení prachových částic.....	59
2.11.6	Účinky prachových částic na lidský organismus.....	60
2.11.7	Účinky prachových částic na organismus zvířat.....	62
2.11.8	Preventivní opatření k ochraně lidí a zvířat před působením prachových částic	63
2.12	Welfare drůbeže	65
2.12.1	Hygiena stájového prostředí	66
2.12.2	Mikroklima a mikroklimatické faktory	67
2.12.3	Mikrobiální kontaminace ovzduší v chovech drůbeže	68
2.12.4	Hygienické zásady v chovu drůbeže.....	69
2.13	Měření koncentrace prachových částic v chovech drůbeže	69
2.13.1	Specifikace přístroje Dust Trak II 8530.....	70
2.13.1	Specifikace přístroje COMMETER D4141	72
2.13.2	Měřená velikost prachových částic.....	73
2.13.3	Umístění přístroje při měření.....	74
2.13.4	Měření hygienických podmínek ošetřovatelů a zvířat	74
2.13.5	Měření emisí prachu odcházejícího ze stájí	75
3	Hypotéza	76
4	Cíl práce.....	76
5	Experimentální část.....	77
5.1	Materiál a metodika.....	77
5.1.1	Normy pro stanovení emisních limitů.....	77
5.1.2	Měření koncentrace prachu v objektu s ustájenými zvířaty.....	79
5.1.3	Měření koncentrace prachu v okolí objektu	80
5.1.4	Měření doplňujících údajů	80
5.1.5	Metodika měření v Čekanovicích u Tábora	81
5.1.1	Metodika měření ve Stošíkovicích	83

5.1.2	Přístroje pro měření	83
6	Výsledky měření	87
6.1	Měření v Čekanicích u Tábora	87
6.1.1	Naměřené hodnoty	87
6.1.2	Doplňující údaje pro výpočet	88
6.1.3	Vypočítané hodnoty	90
6.2	Měření ve Stošíkovicích	90
6.2.1	Naměřené hodnoty	91
6.2.1	Vypočítané hodnoty	93
7	Diskuse	94
8	Závěr	96
9	Přehled použité literatury	98

1 Úvod

Tato diplomová práce je zaměřena na zjištění množství emisí tuhých znečišťujících látek v chovech drůbeže. V první části je přiblížena problematika chovu drůbeže, životního prostředí, prašnosti, welfare drůbeže a teorie měření koncentrace prachových částic. Druhá praktická část je zaměřena na vlastní experiment, při kterém jsou provedena měření emisí tuhých látek v prostředí chovu drůbeže, včetně nezbytných doplňkových měření. Pro porovnání byla vybrána dvě odlišná prostředí. Prvním byl odchov brojlerů a jako druhý klecový chov nosnic.

Výsledky obou měření byly vyhodnoceny a vzájemně porovnány. V závěrečné diskusi jsou připojeny další podobné studie.

2 Literární rešerše

2.1 Stájové stavby pro drůbež

Různé kategorie chovů drůbeže i technologie jejich ustájení mají různé požadavky nejen na stavební objekty, ale velmi výrazně i na způsob větrání, případně vytápění. Možným nedostatkům je třeba předcházet volbou vhodné stavby, účelného větracího systému a zařízení, a v chovech s nižší produkcí tepla drůbeží i vytápění v ekonomické vazbě na systém větrání.

Haly pro chov, odchov a výkrm drůbeže musí být konstruovány tak, aby bylo vyloučeno nepohodlí, bolest nebo poranění drůbeže.

Stavební materiály a konstrukční řešení používané na výstavbu hal musí být odolné proti fyzikálním, chemickým i jiným vlivům (např. hmyz, plísně) vyskytujícím se v těchto provozech.

Obvodový plášť, strop, případně zateplený stropní plášť, musí mít dostatečnou tepelnou izolaci zajišťující maximální tepelnou propustnost $0,4 - 0,6 \text{ W}\cdot\text{m}^{-2} \text{ K}^{-1}$, aby bylo možné ekonomicky dosáhnout dodržování požadovaných mikroklimatických podmínek pro drůbež. Podlahu i obvodový plášť haly je vhodné opatřit izolací proti vlhkosti, všechny povrchy a vybavení v hale řešit tak, aby umožňovaly snadné čištění a dezinfekci.

Světlá výška hal s rovným stropem by neměla být nižší než 2,7 m a výška stěn hal, u kterých zateplený strop tvoří střešní konstrukce, by neměla být nižší než 2 m, aby bylo umožněno používání běžných mechanizačních prostředků při vyskladňování drůbeže a vyklízení podestýlky z haly. Podlaha haly by měla být z betonu nebo jiných proti vlhku chránících materiálů, snadno čistitelná a dezinfikovatelná. Doporučuje se mírně spádovat podlahu ke středu haly, k mělkému podélnému kanálku, aby se ulehčil odtok vody při čištění haly.

K základním důležitým parametrům při navrhování patří vnitřní rozměry objektu. Vnitřní světlá šířka má být v souladu s technologií chovu. Vhodné jsou obvykle stavby se šířkami 10 až 15 m, příliš široké stavby znesnadňují udržování optimálního mikroklimatu při měnících se teplotních a vlhkostních podmínkách.

Nevhodné jsou přímé vstupy do chovných prostorů. Je účelné, aby vstup byl přes zádveří nebo přípravnu.

U sousedních staveb je třeba respektovat požadavek na vymezení oblastí čerstvého a znečištěného vzduchu. Je nutné zabránit stavu, při kterém jeden objekt nasává vzduch ze sousedního objektu.

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

2.2 Stájové prostředí

Biologickými pochody ustájených zvířat a rozkladem moči, výkalů, krmiv a dalších organických hmot dochází ve stáji ke zhoršování kvality vnitřního vzduchu. V letním období se vzduch zpravidla nadměrně ohřívá, hromadí se v něm odpařená vodní pára a škodlivé plyny. V zimním období naopak může být vzduch ve stáji například pro ustájená mladá zvířata příliš studený. Manipulací se suchými prašnými hmotami (stelivem, sypkými krmnými hmotami apod.) a při čištění zvířat se stájový vzduch znečišťuje i prachem.

Stájové prostředí je tedy možno definovat jako stav vzdušného prostředí ve stáji, charakterizovaný souborem fyzikálních, chemických a biologických složek.

Významná je však i hlučnost prostředí, produkovaná uvnitř nebo přenášená do stáje z venku. Důležitým prvkem je také osvětlení stájového prostoru a jeho oslunění.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.1 Pohoda stájového prostředí

Taková úroveň stájového prostředí, které vyvolává pohodu zvířete, bývá označován jako **pohoda stájového prostředí**. Jsou to takové podmínky, za kterých musí zvíře vynakládat minimální úsilí, aby udrželo své základní biologické funkce v normálním chodu.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.2 Tepelná pohoda prostředí

Z uvedených základních složek ovlivňujících pohodu ustájených zvířat má největší význam **tepelný stav prostředí**, utvářený teplotou vzduchu, relativní vlhkostí vzduchu, rychlostí proudění vzduchu a účinnou teplotou okolních ploch. Souhrnným působením těchto čtyř složek se za normálních podmínek nejvýznamněji ovlivňuje spotřeba krmiv a jejich využití na produkci.

Teplota stájového vzduchu, která je základním faktorem tepelného stavu prostředí, je výsledkem tepelné bilance stájového prostoru. O tepelné bilanci stáje rozhodují celkový součet tepla produkovaného ve stáji (největší podíl na něm mají zpravidla ustájená zvířata) a tepelné ztráty. Podle výsledku pak může být tepelná bilance kladná, když představují tepelné zisky, nebo záporná, jsou-li ve stáji větší tepelné ztráty než zisky, v ustájeném stavu je nulová. Na těchto výsledných podmínkách závisí provozní teplota ve stáji.

Pohodu stájového prostředí značně ovlivňuje i **vlhkost vzduchu**. V praxi se nejčastěji udává relativní vlhkost vzduchu, která charakterizuje stupeň nasycení vzduchu vodní parou. Závisí na množství vodní páry, která se do stájového vzduchu přivádí dýcháním zvířat a výparem vody z povrchů těl zvířat i z různých mokřých povrchů ve stáji. Větráním se ovlivňuje i vlhkost venkovního vzduchu.

Rychlost proudění vzduchu může také působit příznivě i škodlivě na pohodu stájového prostředí. Je možno říci, že vzduch je ve stáji prakticky neustále v pohybu. Proudění vzduchu způsobují odlišné teploty povrchů ve stáji, odlišné teploty vzduchu v různých místech prostoru stáje a zejména výtok vzduchu z přívodních výústek. Tím nastává vnitřní cirkulace vzduchu.

Účinná teplota okolních ploch je posledním, avšak také důležitým parametrem tepelného stavu prostředí ve stáji. Působí na celý tepelný režim včetně vlhkostních poměrů stáje a ovlivňuje teplo, které zvířata vydávají a přijímají sáláním. Je-li povrch těla zvířete teplejší než okolní povrchy, odevzdává jim teplo sáláním, v opačném případě teplo přijímá.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.3 Požadavky drůbeže na teplotu vzduchu

Zvířata využijí energii dodanou ve formě krmiva částečně pro pohyb a zachování svého organismu, přičemž nestravitelné části krmiva odejdou ve formě výkalů a částečně na produkci vajec. Určité množství energie se však musí z těla zvířete stále odvádět do okolí, aby se tělesná teplota udržovala na stálé hodnotě. Vyprodukované teplo přechází do okolního prostředí povrchem těla. Proto je povrchová teplota těla za normálních podmínek nižší než teplota vnitřních orgánů a je závislá na teplotě okolí.

Proces, který ovlivňuje tvorbu a výdej tepla z organismu se nazývá **termoregulace**. Té je možné rozlišit několik způsobů. Podle své podstaty je možné rozlišovat termoregulaci na chemickou a fyzikální. Chemická termoregulace představuje změny v tvorbě tepla ve vnitřních orgánech a svalech. Fyzikální termoregulaci se nazývá regulace výdeje tepla, což je především snižování nebo zvyšování povrchové teploty těla podle teploty okolního prostředí, zesílené nebo zeslabené izolační vrstvy péřového povrchu těla.

V určitém rozmezí teplot vzduchu je produkce metabolického tepla hospodářskými zvířaty nejmenší. Tato oblast teplot je pásmem tepelné rovnováhy neboli termoneutrality. V této oblasti teplot se také nejlépe využijí živiny obsažené v krmivu na výslednou produkci zvířete.

Drůbež má odlišné termoregulační mechanismy než savci. Úroveň energetického metabolismu závisí nejen na stáří, ale i na teplotě okolního prostředí.

Drůbež, především ve stáří do 15 až 20 dnů, nemá termoregulační mechanismus dostatečně vyvinutý, a proto se nemůže rychle přizpůsobit náhlým změnám teploty. Náhlý pokles nebo vzrůst teploty může působit stresově. Lepší adaptační schopnost má drůbež k nižším než k vyšším teplotám. Protože drůbež nemá vyvinuty potní žlázy, je ochrana proti přehřátí organismu při vyšších teplotách vzduchu zajištěna zvýšeným dýcháním otevřeným zobákem, oddalováním křídel od těla a zvýšeným příjmem napájecí vody. Příjem chladné pitné vody je při vysokých teplotách okolního prostředí mimořádně důležitým termoregulačním mechanismem. Přijatá voda způsobuje ochlazování vnitřních orgánů a krve.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

Tabulka 1 - Doporučená pásma vhodných teplot pro drůbež

Kategorie	věk /týdny/	Teplota [°C]	
		minimální	optimální
Kuřata (odchov, výkrm)	do 1	30	33 až 33
	nad 1 do 3	27	29 až 31
	nad 3 do 4	24	26 až 28
	nad 4 do 6	21	23 až 25
	nad 6 do 8	16	19 až 22
	nad 8 do 20	12	17 až 22
nosnice	nad 20	8	15 až 22

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.4 Požadavky drůbeže na relativní vlhkost vzduchu

Vliv vlhkosti vzduchu se projevuje na organismu zvířat především v extrémních případech velmi vysokých nebo naopak nízkých hodnot relativních vlhkostí.

Vlhký vzduch má větší tepelnou vodivost než suchý vzduch. Proto ve vlhkém chladném vzduchu ztrácí organismus zvířat více tepla než při stejné teplotě a vzduchu suchém. Vysoká vlhkost vzduchu též pomáhá rozkladným pochodům organických látek a rozvoji mikroorganismů a plísní, čímž zhoršuje kvalitu vdechovaného vzduchu a vytváří předpoklad k snadnému onemocnění zvířat.

Příliš suchý vzduch (pod 35%) také nepůsobí příznivě. Způsobuje vysušování sliznic horních cest dýchacích a snižují jejich ochrannou funkci. Jak již bylo uvedeno, ve stájích pro hospodářská zvířata jsou vzhledem k mokřým plochám zpravidla problémy spíše s nadměrnou vlhkostí vzduchu. Pouze v halách pro chov drůbeže může být vlhkost nízká (vzhledem k nízké produkci vodní páry zvířaty i malým výparným plochám), což je dáno technologií ustájení a krmení drůbeže.

Doporučené hodnoty optimální relativní vlhkosti stájového vzduchu jsou uvedeny v tabulce níže.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

Tabulka 2 - Doporučené hodnoty relativní vlhkosti stájového vzduchu

Druh a kategorie zvířat	Relativní vlhkost vzduchu	
	optimální [%]	maximální [%]
Kuřata do 3 týdnů	do 0,7	0,7
Kuřata nad 3 do 8 týdnů	0,5 až 0,7	0,75
Kuřata nad 8 do 20 týdnů	0,5 až 0,75	0,8
Nosnice nad 20 týdnů	0,5 až 0,75	0,85

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.5 Požadavky drůbeže na proudění vzduchu

Rychlost proudění vzduchu je dalším důležitým činitelem, bez něhož nelze zajistit pohodu zvířat. Z hlediska tepelné pohody zvířat se vliv proudění vzduchu projevuje ve změnách tepelných ztrát z povrchu těla a změnami tepelných ztrát způsobených vypařováním. Je-li teplota vzduchu nižší než povrchová teplota těla, proudící vzduch zvíře ochlazuje. Při nízkých teplotách ve stáji v chladném zimním období může být tento odvod tepla nadměrný a pro zvíře nežádoucí. Zvláště škodlivě působí průvan. Rychlost proudění by měla být proto pouze taková, která je nutná pro správnou výměnu vzduchu a která je dána vhodnou regulací větracího zařízení.

V letním období působí vhodné proudění vzduchu ochlazování organismu zvířat. Rychlost proudění vzduchu ve stáji tedy musí odpovídat ročnímu období a specifickým požadavkům daného druhu a kategorie zvířat.

Drůbež špatně snáší vysoké rychlosti proudění vzduchu v zimním období. V letním období je přiměřená zvýšená rychlost proudění vzduchu, vzhledem k omezeným termoregulačním schopnostem drůbeže, nezbytná. To vyžaduje především celkové řešení větracího systému stáje a jeho vhodnou regulaci.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.6 Čistota stájového vzduchu

Za škodlivé látky znečišťující stájový vzduch se považují škodlivé plyny a prach, který vzniká v objektech živočišné výroby provozem uvnitř stáje, nebo se do stáje přivádějí s větracím vzduchem z venkovního prostředí.

Plynné škodliviny vzduchu do stájového vzduchu trvale doplňují zejména ustájená zvířata a biologické pochody probíhající ve výkalech, krmivu a podestýlce. Nejčastějšími stájovými plyny jsou oxid uhličitý, amoniak a sirovodík. Kromě toho se v něm mohou objevovat další plyny, např. methan, zápašné plyny, jako je merkaptan, indol, skatol, kyselina máselná a další.

Oxid uhličitý je stálou složkou stájového ovzduší. Je to bezbarvý plyn bez zápachu, který má větší hustotu než vzduch. Ve stájích vzniká hlavně dýcháním a oxidačními procesy látek obsahujících uhlík (rozklad a kvašení organických látek, jako je krmivo, stelivo, výkaly aj.) a činností spalovacích motorů a topidel.

Amoniak vzniká ve stájích především rozkladnými procesy dusíkatých látek, zejména močůvky, výkalů a chlěvské mrvy. Jeho koncentrace proto přímo závisí na způsobu ustájení, odklizu výkalů a čistotě stáje. Ve stáji s dobře provedenou a udržovanou kanalizací, kde se často odklízají tuhé výkaly, jsou předpoklady pro menší obsah amoniaku než ve stájích s pomalým odtokem močůvky, s otevřenými stružkami, špatně založeným nebo mokřým stelivem.

Sirovodík je bezbarvý plyn, který vzniká spolu s jinými plyny ve střevech zvířat, zvláště jsou-li krmné dávky bohaté na bílkoviny. Vzniká rozkladem bílkovin za nepřístupu vzduchu. Dalším zdrojem sirovodíku jsou podroštové prostory, močůvkové jímky a sklady tekutých výkalů.

Prach je velmi výraznou škodlivou příměsí stájového vzduchu. Množství a složení prachu závisí na druhu a kategorii hospodářských zvířat, na ustájení, technologii chovu, druhu krmiva a čistotě stáje. Podle původu může být prach ve stáji organický (částice steliva, krmiva, chlupů, kůže, peří apod.) nebo anorganický (jemně rozptýlené částice zeminy, omítky, dlažby, apod.). Pro udržení stájového prostředí na hygienické úrovni vyhovující organismu zvířat nejsou u nás doposud stanoveny nejvýše přípustné koncentrace. Orientačně lze říci, že prašnost by neměla překračovat hodnotu 10 mg.m^{-3} , což odpovídá nejvýše přípustné hodnotě z hygienických předpisů platných pro pracovníky.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

Tabulka 3 - Koncentrace plyných škodlivin ve vzduchu v objektech pro drůbež

škodlivina	koncentrace v			
	obj. %	hmotn. %	p.p.m.	mg.m ⁻³
oxid uhličitý CO ₂	0,25	0,38	2500	4500
amoniak NH ₃	0,0025	0,0015	25	18
sírovodík H ₂ S	0,0007	0,0008	7	10

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

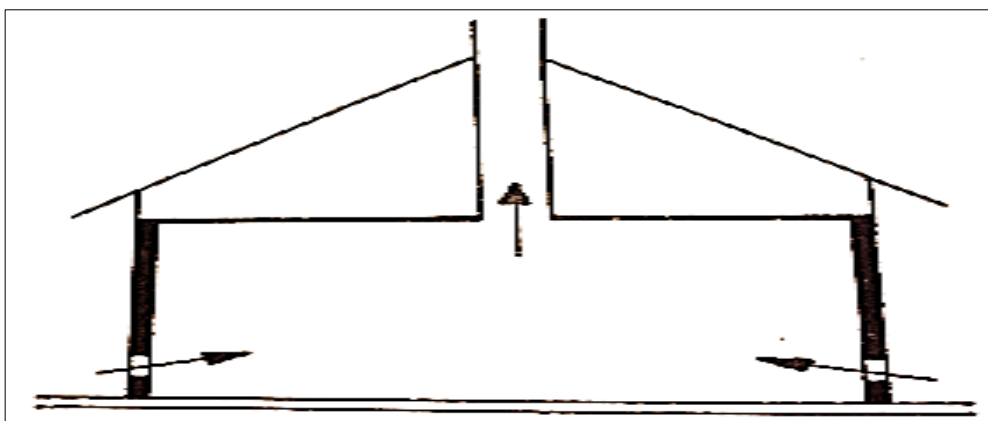
2.2.7 Přirozené větrání

Přirozené větrání využívá pro výměnu vzduchu tlakové rozdíly mezi vnitřním a venkovním vzduchem, způsobené rozdílem teplot a hustot vzduchu uvnitř a vně objektu, a účinky větru. Působení teplot na větrání bude tím větší, čím bude větší rozdíl mezi teplotami vnitřního a venkovního vzduchu, a čím je větší svislá vzdálenost mezi osami otvorů pro přívod a odvod vzduchu. Vznikající tlakové rozdíly jsou velmi malé a vliv na průběh přívodu a odvodu vzduchu v konkrétním případě mají i další faktory, jako jsou velikosti přívodních a odváděcích otvorů, jejich hydraulické odpory proti proudění vzduchu, jejich situování v prostoru, ochlazování a ohřívání stěn, apod. Výsledným působením všech těchto vlivů je ovlivněna intenzita výměny vzduchu a průběh přívodu a odvodu vzduchu.

Větrání netěsnostmi obvodových konstrukcí, jako jsou spáry oken, dveří, pórovitost stěn a jiné náhodné otvory, se nazývá infiltrace.

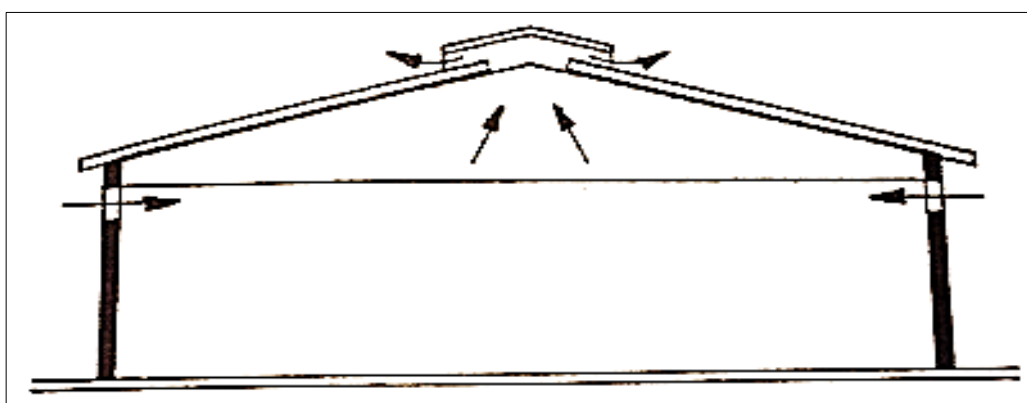
Provětrávání je nejjednodušší regulované větrání, především okny a dveřmi. V nejmenších stájích, s malou kapacitou a malou biologickou zátěží může být toto větrání postačující.

Pro zlepšení účinnosti přirozeného větrání a dosažení vyšší výkonnosti i při bezvětří a při menších rozdílech vnitřní a vnější teploty bývá přirozené větrání řešeno s co nejvyšším rozdílem mezi rovinami přívodních a odváděcích otvorů vzduchu. Pro řešení tohoto způsobu větracího systému existuje mnoho různých konstrukcí.



Obrázek 1 - Přirozené šachtové větrání

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 2 - Přirozené větrání stáje s hřebenovou štěrbinou

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 3 - Střešní konstrukce BS (Blos Sedlčany) a hřebenovým větráním

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

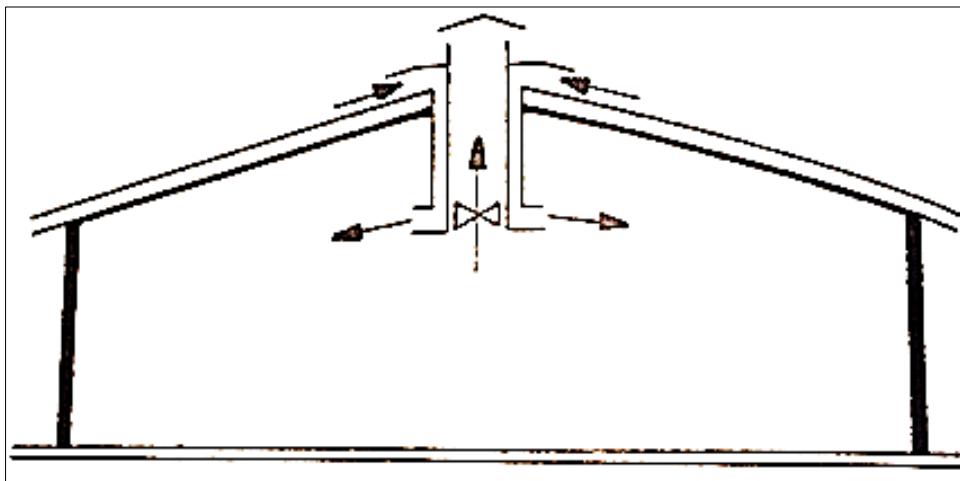
2.2.8 Nucené větrání

Nucené větrání nebo jeho kombinace s větráním přirozeným je potřebné v objektech, u nichž nelze v průběhu celého roku dosáhnout požadovaných parametrů stájového vzduchu přirozeným větráním.

Nucené větrání má proti přirozenému větrání určité výhody. Stáje je možné větrat podle potřeby zvířat nezávisle na vnějších klimatických a povětrnostních podmínkách, je možné větrat s vysokou výkonností větracích zařízení i v období vysokých letních teplot, kdy je přirozené větrání málo účinné, je možné dostatečně účinně větrat i objekty s intenzivním chovem hospodářských zvířat v halách s vysokou biologickou zátěží.

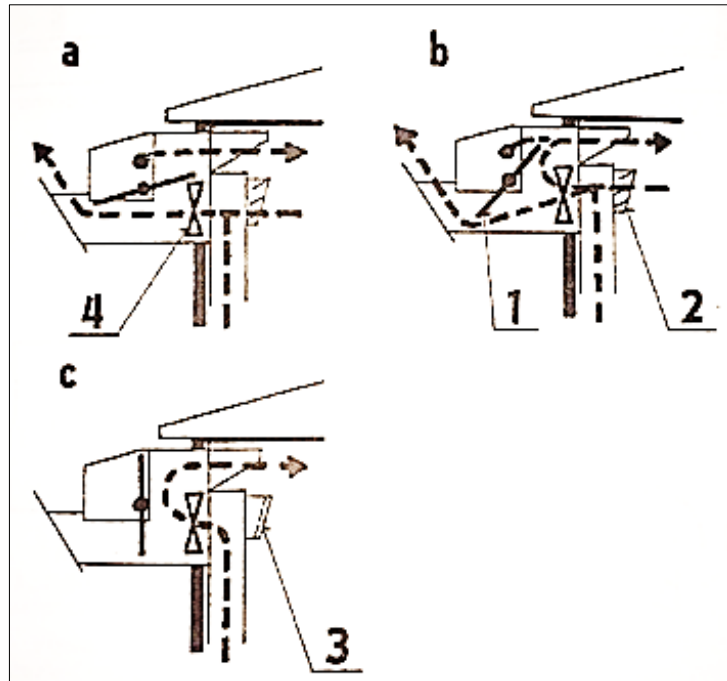
Podle distribuce vzduchu je možné rozlišovat nucená větrací zařízení jednotková a centrální. Jednotkové je takové větrací zařízení, u něhož jsou použity větrací jednotky, většinou bez rozvodu vzduchu potrubím. Základem větrací jednotky je zpravidla axiální ventilátor doplněný podle požadované funkce nějakými dalšími součástmi, např. protidešťovou žaluzií, krátkým přívodním potrubím, redukcí umožňující instalaci v různých podmínkách a polohách podle požadavků praxe.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 4 - Větrací jednotka se soustředěným přívodem a odvodem vzduchu a možností recirkulace

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 5 - Princip činnosti větrací jednotky s recirkulací vzduchu

a – výměna vzduchu bez recirkulace, b – výměna vzduchu s částečnou recirkulací, c – vzduch pouze recirkuluje

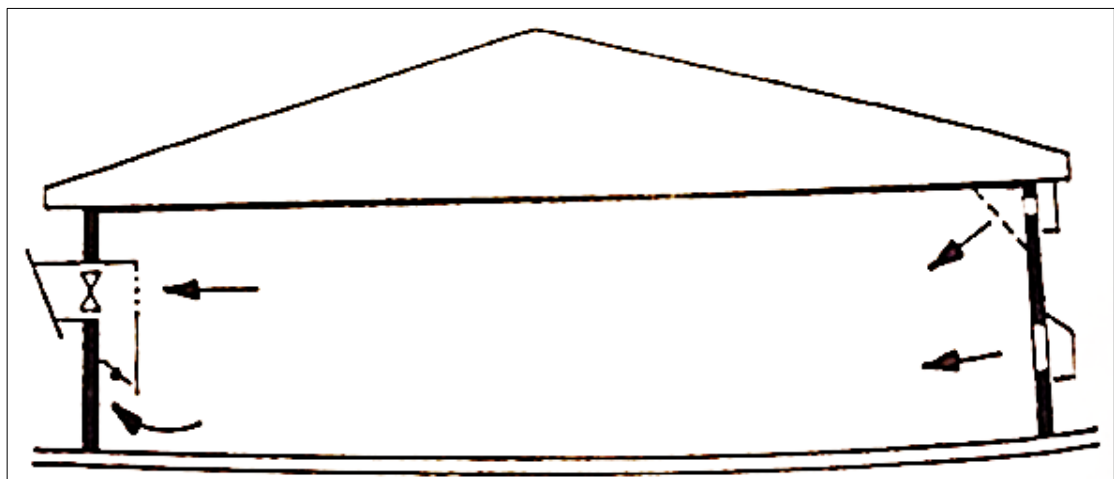
1 – regulační klapka recirkulace (směšování)

2 – otevřená žaluzie přívodu vnitřního vzduchu (letní období)

3 – uzavřená žaluzie přívodu vnitřního vzduchu (zimní období)

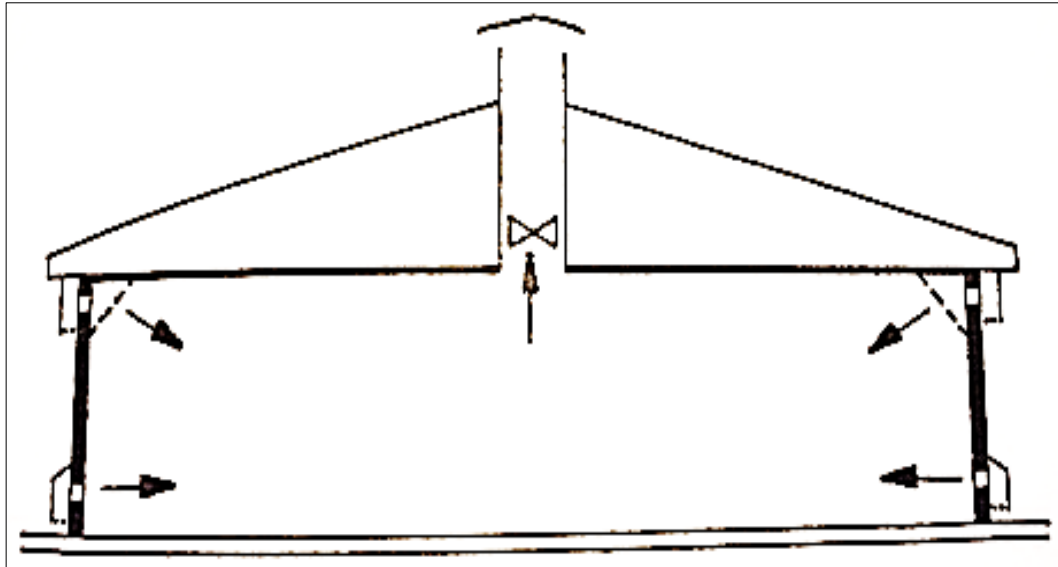
4- ventilátor

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 6 - Jednostranné podtlakové větrání

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)



Obrázek 7 - Oboustranné podtlakové větrání se šachtou

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

2.2.9 Tepelná bilance stáje

Tepelná bilance představuje součet všech tepelných toků do stáje přiváděných a vstupujících a tepelných toků ze stáje odváděných a vystupujících.

Výsledná bilance posuzovaná v určitých klimatických podmínkách v zimním období při nejnižší venkovní teplotě, s požadavkem dodržet nejnižší vnitřní stájové teplotní a vlhkostní podmínky, určuje, zda bude možné provozovat stáj v zimním období bez úpravy teploty vzduchu nebo zda bude třeba v případě záporné bilance zajistit další tepelné toky, aby se dosáhlo jejího vyrovnání.

Stájové prostory s vypočtenou kladnou tepelnou bilancí stavu venkovního a stájového vzduchu se nevytápějí.

(Zdroj: Tvorba stájového prostředí, Kic, Brož)

Produkce tepla, vodních par a plynů i hodnoty teploty a relativní vlhkosti stájového vzduchu, při kterých se posuzuje tepelná bilance stájových prostorů pro chov drůbeže v zimním období, jsou diferencovaně pro jednotlivé kategorie stanoveny v tabulkách, které uvádějí výpočtové hodnoty.

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

2.3 Technika krmení a zařízení pro krmení

Ke krmení drůbeže se používají sypké peletované a granulované směsi, které se na farmu dovážejí různými typy velkoobjemových dopravníků. Z nich se krmná směs dopravuje do venkovních zásobníků krmiv pneumaticky nebo pomocí různých typů šnekových dopravníků.

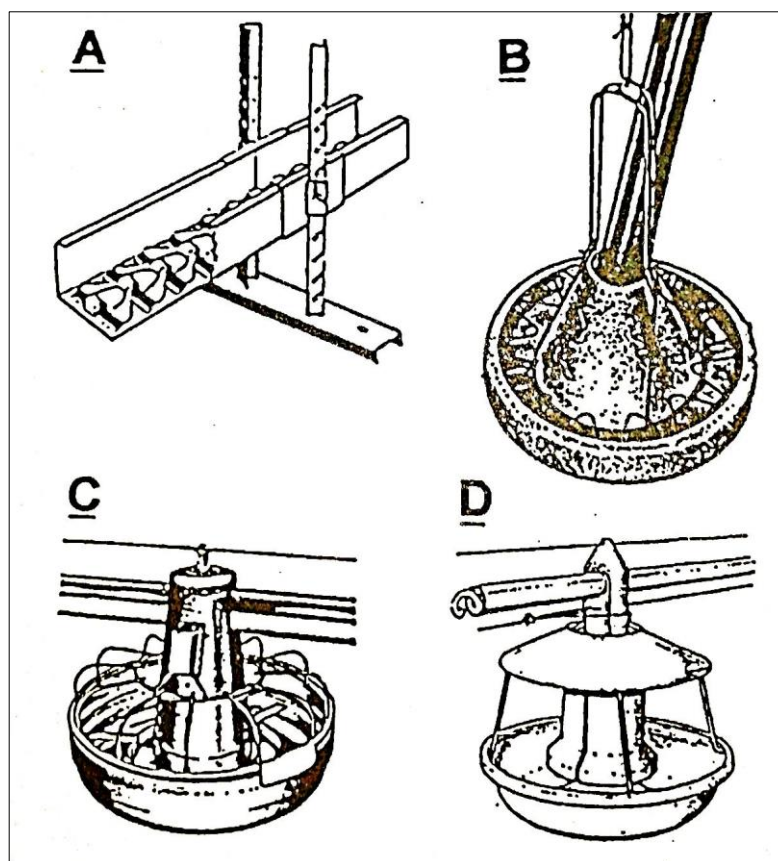
Kapacita venkovních zásobníků (sil) by měla, při maximální spotřebě krmiva v hale, odpovídat alespoň pětidenní zásobě krmné směsi. Doporučuje se, aby u každé haly byly minimálně dva zásobníky navzájem propojené dopravníkem, který transportuje krmnou směs do haly, s možností samostatného uzavření výpadku směsi. To umožňuje jejich úplné vyprazdňování a čištění v krátkých časových intervalech.

Dávku krmiva je možné řídit buď pomocí mechanických vah nebo dávkování počítačem, který podle množství drůbeže, její živé hmotnosti, užitkovosti a teploty v hale vypočítá a dávkuje potřebné denní množství krmných směsí do jednotlivých krmných systémů.

Pro krmení drůbeže na hluboké podestýlce i na roštových podlahách se používá převážně řetězové krmítko. Krmnou linku tvoří žlábký, ve kterých se pohybuje plochý krmný řetěz.

Dále se používají misková krmítka. Jedná se o malá tubusová krmítka s objemem 1,5 – 3 kg krmné směsi s různě hlubokým žlábkem na obvodu misky. Plnění miskových krmítek je dvojí. Při prvním je dopravník krmné směsi umístěn pod stropem haly a k jednotlivým miskovým krmítkům, umístěným pod dopravníkem v jedné až třech řadách, je krmná směs dopravována šikmými nebo svislými trubkami. Tubusy miskových krmítek jsou zavěšeny na lankách upevněných na stropě haly nebo přes kladku na lanu, které umožňuje jejich výškovou regulaci.

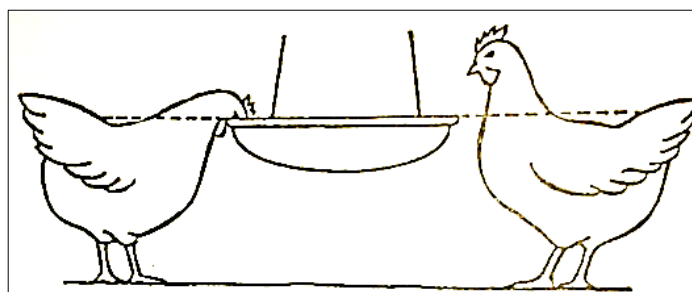
(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)



Obrázek 8 - Krmítka pro drůbež

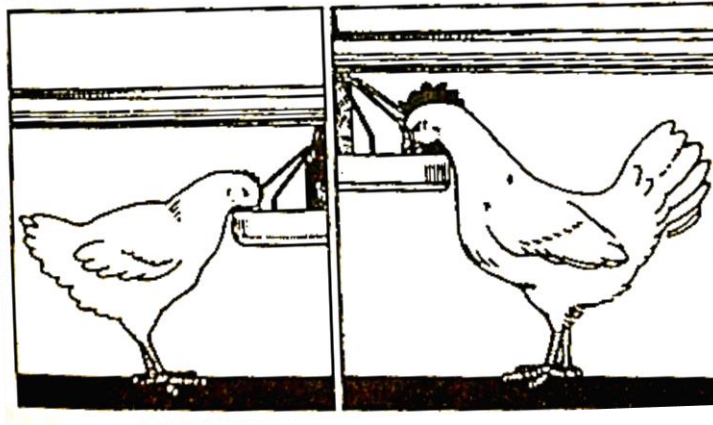
a - žlábkové krmítko s plochým řetězem, b - miskové krmítko závěsné, plněné spádovou trubkou od dopravníku, c, d - misková krmítka umístěná na dopravníku krmiva

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)



Obrázek 9 - Správná výšková poloha žlábků

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)



Obrázek 10 - Výškově přestavitelný dopravník s tubusovými krmítky

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.3.1 Biologické základy a zvláštnosti výživy a krmení

Výživa drůbeže je podstatně odlišná od výživy ostatních druhů hospodářských zvířat, protože se jedná o ptáky se specifickou stavbou trávicí soustavy. Drůbež je z fyziologicko-nutričního hlediska charakteristická absencí zubů. Proto je u drůbeže množství přijaté potravy limitované mechanickým zpracováním prostřednictvím zobáku a svalnatého žaludku. Slinné žlázy jsou vivinuté jen u druhů přijímajících suchá krmiva. Ve žlázatém žaludku probíhá sekrece HCL, pepsinogenu a mucinu. Trávenina plynule postupuje do svalnatého žaludku, kde probíhá proteolytické trávení (štěpení bílkovin) a mechanické zpracování přijaté potravy.

(Zdroj: Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare, Brouček a kol.)

Z hlediska nejvhodnější výživy se správným poměrem základních živin je třeba si uvědomit, že drůbež je druh zvířat s krátkým trávicím ústrojím. Délka střev je pouze 5 krát delší než délka těla, zatímco např. u prasat 15 krát, u skotu dokonce 20 krát. Z toho vyplývá, že přeměna živin probíhá velmi intenzivně. Vzhledem k rozdílnostem ve stavbě trávicího ústrojí oproti savcům probíhají u drůbeže mikrobiologické procesy výrazně pomaleji a mají značně menší úlohu ve využívání hůře stravitelných krmiv než je tomu u přežvýkavců.

Dále je třeba počítat s tím, že drůbež je vybavena schopností velmi rychlého růstu a vývinu, takže v relativně krátké době dosahuje tzv. jatečné zralosti nebo pohlavní dospělosti.

Zvláštnosti ve výživě drůbeže vůči savcům vyplývají jednak z odlišností smyslového vnímání a jednak z anatomicko-morfologického uspořádání trávicího ústrojí, včetně procesu trávení.

(Zdroj: Základy výživy a technika krmení drůbeže, Kříž)

2.3.2 Složky krmné dávky

Užitkovost drůbeže včetně jejího zdravotního stavu přímo závisí na příjmu určitého množství živin, energie a specificky účinných látek z krmiva. Tím je také významně ovlivněna i efektivnost výroby.

Nejdůležitější a do určitého stupně nenahraditelnou živinou pro drůbež jsou bílkoviny, které jsou složkou tzv. dusíkatých látek. Bílkoviny zejména živočišného původu se svojí stavbou maximálně přibližují požadavkům rychlé přeměny v těle drůbeže na bílkoviny tělních tkání nebo produktů. Jsou tedy jakýmsi “stavebním materiálem”. Jde o velmi složité organické sloučeniny, které se skládají z uhlíku, kyslíku, vodíku a dusíku. Bez nich není možný růst, tvorba vajec, svaloviny, krve, peří apod. a zvyšuje se riziko zhoršení zdravotního stavu, snížení hmotnosti a líhivosti vajec. Jakost je dána jednoduššími sloučeninami, ze kterých je bílkovina složena. Tyto sloučeniny se nazývají aminokyseliny. Dělí se na postradatelné a nepostradatelné. Aminokyseliny musí být v krmné dávce přítomny nejen v dostatečném množství, ale i v určitém poměru. Chybí-li jedna potřebná aminokyselina, účinnost krmné dávky se snižuje, což se projeví zvýšenou spotřebou krmiva, snížením růstu, resp. snášky. Mezi plnohodnotné bílkoviny patří především bílkoviny živočišného původu: masové, masokostní, rybí a krevní moučky, dále odstředěné mléko, podmásí, krev, masné odpady z jatek, lisované škvarky, vyřazená vejce z líhni apod. Z bílkovin rostlinného původu, které neobsahují celé spektrum nepostradatelných aminokyselin (např. pokrutiny, luštěniny, zelená píce apod.), nejpříznivější skladbu aminokyselin pro drůbež mají sója a kvasnice.

Další velmi důležitou složkou živin pro drůbež jsou tzv. glycidy, které na rozdíl od bílkovin neobsahují dusík. V krmivech jsou přítomny ve formě škrobu,

cukrů, vlákniny a organických kyselin. Výsledkem trávení glycidů je uvolňování zdrojů tepla a svalové energie, kterou drůbež potřebuje k udržení všech životních pochodů. Přebytek glycidů v krmné dávce způsobuje tučnění, neboť se přeměňuje v zásobní látky – tuky.

Další důležitou úlohu ve výživě drůbeže mají tuky, které rovněž neobsahují dusík. Mají stejnou funkci jako glycidy, jsou však nejkoncentrovanějším zdrojem energie. Krmiva bohatá na tuky jsou olejnin, rostlinné oleje, neextrahované pokrutiny, lisované škvarky, kafilerní moučky z tučných zvířat apod.

Vláknina je organická hmota krmiva, která je drůbeží, až na nepatrnou část, nestravitelná. Přesto její menší množství v krmné dávce je žádoucí, neboť mechanicky dráždí sliznici střeva a tím podporuje jejich činnost. Velká množství vlákniny jsou obsažena zejména v přestárých pícech a seně, otrubách, pokrutinách z obilnin a hlavně ovsu.

Veškerá nestravitelná organická hmota krmiva je označována jako balast krmiva. Bílkoviny, glycidy a tuky, tedy tzv. kalorické živiny mají různý stupeň vzájemné zastupitelnosti. Kromě kalorických živin jsou ve výživě drůbeže nepostradatelné četné minerální látky, které sice nemají žádnou kalorickou hodnotu, ale jsou nutné pro tvorbu vaječné skořápky a všech pevných částí těla (kostry, peří, šlach apod.). Při sestavování krmných dávek je nutno pamatovat především na vápník (Ca), fosfor (P), sodík (Na) a draslík (K).

Kromě výše uvedených hlavních minerálních látek drůbež potřebuje ještě další prvky, které přispívají k normálnímu průběhu životních dějů a do značné míry ovlivňují i produkci. Protože jsou v krmivech i v rostlinných tkáních obsaženy ve velmi malém množství (ve stopách), nazývají se stopové prvky nebo též mikroprvky. Pro drůbež mají význam zejména mangan, měď, železo, zinek, síra, jód, selen a hořčík.

Kromě minerálních látek mají ve výživě drůbeže velmi důležitou úlohu vitamíny. Jsou to chemicky složité sloučeniny, které se stavebně bezprostředně nepodílejí na tvorbě tělesných tkání nebo produktů, ale napomáhají, popř. usnadňují životní pochody, včetně přeměny živin. Dělí se na vitamíny rozpustné v tucích (A, D, E, K) nebo ve vodě (C).

Ve výživě drůbeže mají kladnou úlohu ještě i další látky, souhrnně označované specificky účinné látky, popř. biofaktory. Tyto látky mohou mít v organismu ochrannou funkci nebo funkci zprostředkující některé životní pochody a

vesměs působí na zvýšení užitekosti hospodářských zvířat. Jsou to např. již zmiňované vitamíny a stopové prvky, ale také antibiotika, enzymy, hormony a některá léčiva.

(Zdroj: Základy výživy a technika krmení drůbeže, Kříž)

2.3.3 Stanovení potřeby živin

Potřeba živin pro drůbež jsou údaje o nejvhodnějším obsahu všech kalorických i nekalorických živin, které musí jedinec přijmout, aby mohl růst, popř. poskytovat užitekost, kterou od něho očekáváme nebo kterou je schopen vytvářet. Tyto údaje jsou sestaveny do přehledných tabulek. Uvádějí potřebu živin v 1 kg krmiva.

Nejjednodušší situace je zkrmovat kompletní krmné směsi průmyslově vyráběné v širokém sortimentu, které jsou sestavovány podle nejnovějších vědeckých poznatků, tzn., že obsahují veškeré nutné živiny v příslušném množství a nejvhodnějším vzájemném poměru a odpovídají všem výše uvedeným hlediskům potřeb živin jednotlivých druhů a kategorií drůbeže.

(Zdroj: Základy výživy a technika krmení drůbeže, Kříž)

2.3.4 Zásady techniky krmení

Technikou krmení se rozumí souhrn technických a organizačních opatření spojených se sestavováním, úpravou a způsobem podávání krmných dávek. V technice krmení drůbeže je třeba věnovat pozornost zejména těmto zásadám:

- 1) Používat vhodná krmiva s ohledem na druh drůbeže, její věk a produkční zaměření (produkce konzumních vajec, násadových vajec, odchov chovné drůbeže, výkrm).
- 2) Krmné dávky příliš často neměnit; pokud k tomu musí dojít, změna musí být postupná (např. přechod ze sypké směsi na granulovanou, ze šrotů na celé zrniny apod.).
- 3) Používat vhodné typy krmítek a napáječek. Pro období asi do věku 14 dní po vylíhnutí jsou vhodná lehce přístupná plochá plastová krmítka nebo po obvodu olištované krmné desky. Pro starší

kategorii a pro dospělou drůbež jsou vhodná tubusová krmítka se zábranami (krmení do sytosti) nebo žlábková krmítka, rovněž se zábranami (krmení dávkované).

- 4) Výška krmné hrany od podlahy má být vždy ve výšce hřbetu drůbeže.
- 5) Plnění krmítek. V prvních dnech po vylíhnutí se krmítka plní až po okraj, popř. volně sypou na podlahu na podložky nebo na vlnitý papír. Po vytvoření návyku na příjem krmiva je nutno přejít na některý vhodný typ krmítka, do něhož se krmivo plní do 1/3 jeho hloubky. Zásobníková krmítka se plní na dobu 3-10 dní, přičemž je třeba průběžně sledovat kvalitu krmiva. Tato krmítka musí být opatřena ochrannou stříškou proti nepříznivému počasí, popř. proti znečištění.
- 6) Časové intervaly krmení. Mladá drůbež v odchovu nebo ve výkrmu do věku 14 dní by měla mít krmivo k dispozici neustále (krmení do sytosti). Později se krmí každé 3 hodiny, kachňata a krůťata každé 2 hodiny a to až do věku 4 týdnů. Od 5. týdne se přejde na krmení 4-5 krát denně s využitím pastvy, po 8. týdnu se krmí 3 krát denně. Tyto intervaly se dodržují i u dospělé drůbeže.
- 7) Zkrmování mléka je nejméně rizikové, když se předkládá v kyselém stavu. Použití do míchanic se doporučuje za předpokladu, že drůbež takovou míchanici spotřebuje do 2 hodin. Mléko a míchanice s mlékem je nutno zkrmovat z nekovových krmítek nebo smaltovaných kovových krmítek.
- 8) Dávkování soli. Používá se zásadně jemně mletá sůl a zamíchává se rovnoměrně do krmiva. Sůl se nesmí předávkovat, neboť působí jako jed. Potřebné množství soli se pohybuje v rozpětí 0,5-1 g na 1 kg živé hmotnosti drůbeže.
- 9) V krmivu pro drůbež by mělo být obsaženo kromě jiných i určité množství vitamínu D.
- 10) Napájení drůbeže. Napáječky drůbeže musí být takové, aby se v nich neznečišťovala voda a byly snadno čistitelné. Voda musí být nezávadná, čistá a předkládaná v přebytku. V letním období má být obměňována alespoň 3x denně. Její teplota v létě by měla mít

rozpětí 12-18°C a v zimě 18-22°C. Nejmenší kategorie drůbeže dostávají vodu odstátou o teplotě 20-24°C. Napáječky ve výběhu se umístí do stínu, v kurníku na rošty.

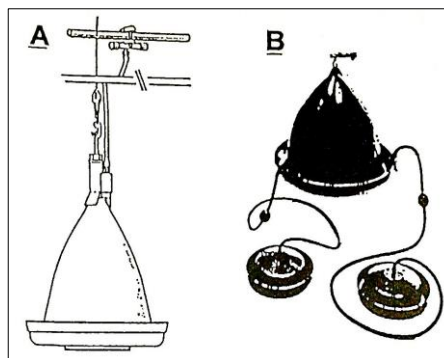
- 11) Grit a minerální krmiva se podávají do speciálních krmítek. Nejvhodnější jsou plechová žlábková krmítka nebo menší zásobníková krmítka, která chrání znečišťování obsahu. Krmiva jsou v nich k dispozici volně bez omezení.

(Zdroj: Základy výživy a technika krmení drůbeže, Kříž)

2.4 Technika napájení a zařízení pro napájení

Pro odchov kuřat na hluboké podestýlce se nejvíce používají kapátkové, kalíškové, méně často kombinované napáječky. Od použití kruhových napáječek se upouští pro nutnost častého čištění, velký rozstřík vody kolem napáječky a zvýšené bakteriální znečištění. Při použití kapátkových napáječek je možné volit dva typy s odlišným průtokem. Napáječky s průtokem 70 – 80 ml.min⁻¹, které musí být opatřeny odkapávací miskou, je možné použít až pro 16 kuřat nosného a 12 kuřat masného typu slepic. Na napáječku s průtokem 20 – 25 ml.min⁻¹, která může být bez odkapové misky, je možné počítat 12 a 8 kuřat podle jejich typu.

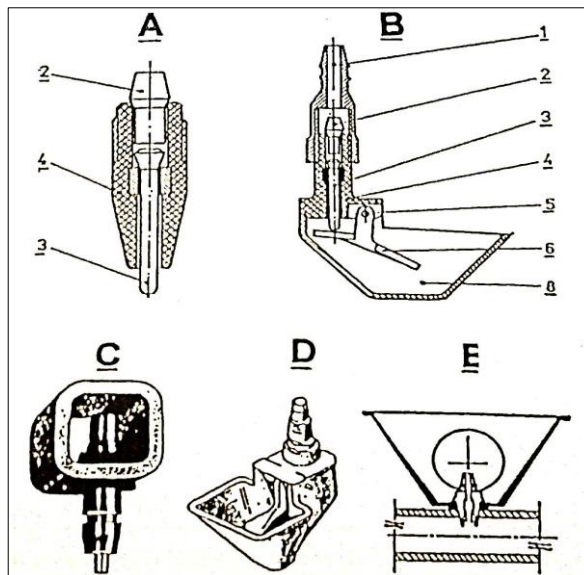
(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Přikryl a kol.)



Obrázek 11 - Kruhová napáječka závěsná s automatickou regulací přítoku podle hmotnostního naplnění

A - sestava napáječky, B varianta s přídatnými napáječkami pro kuřata

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Přikryl a kol.)

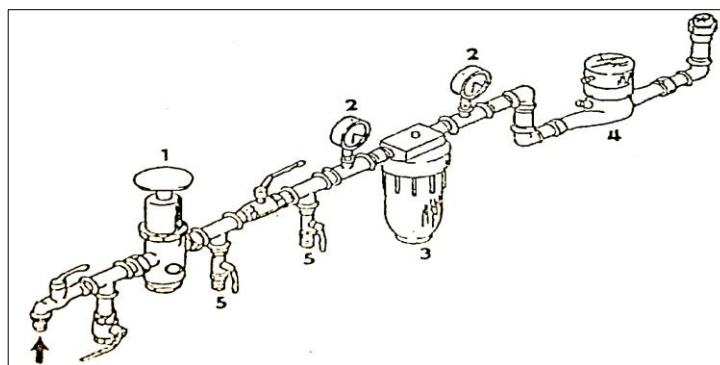


Obrázek 12 - Napáječky pro drůbež

- a - kapátková napáječka – 2 a 3 ventilky, 4 těleso**
- b - misková napáječka – 1 nátrubek, 2 a 3 ventilky, 4 těleso, 5 a 6 ovládací jazýček na čepu, 8 tryska**
- c - obvyklé spojení kapátkové napáječky s rozvodnou trubkou**
- d - sestava miskové napáječky**
- e - pohárková napáječka na trubce**

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

Pro dobrou funkci napáječek se doporučuje přiváděnou vodu filtrovat a regulovat na požadovaný tlak regulačním ventilem nebo vyrovnávací nádržíkou.



Obrázek 13 - Přívod vody s regulačním ventilem, filtrem a průtokoměrem

- 1- Regulační ventil, 2- Manometr, 3- Filtr, 4- Průtokoměr, 5- Ventily pro připojení dávkovače léků**

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.5 Manipulace s trusem a podestýlkou

Hluboká podestýlka je směs podestýlkových materiálů, nejčastěji hoblin, pilin nebo řezané slámy, s trusem. Poměr podestýlkových materiálů k trusu se různí podle doby, po kterou se trus v podestýlce hromadí, podle druhu drůbeže i systémů chovu. Nejmenší podíl trusu v podestýlce (30 - 40%) je při chovu nebo výkrmu krůt, největší pak v rozmnožovacích chovech slepic (až 80%). Obsah živin a sušiny kolísá v závislosti na různém podílu trusu a době hromadění podestýlky v hale. Pro účely přímého hnojení je nejvhodnějším podestýlkovým materiálem sláma, méně vhodné jsou piliny, naprosto nevhodné jsou hobliny. Rozložitelnost pilin v půdě je 4x horší než slámy vzhledem k vysokému obsahu vlákniny.

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

2.5.1 Manipulace s trusem

Způsob odklizení trusu z hal pro drůbež závisí na použité technice a technologii chovu. Při chovu drůbeže na roštových podlahách nebo na kombinaci roštů s hlubokou podestýlkou se trus z trusných kanálů odklízí buď jednorázově po vyskladnění drůbeže nebo průběžně. Při jednorázovém odklizení dosahuje vrstva trusu výšky 400 i více milimetrů a trus se v hale buď nakládá na připravený dopravní prostředek čelním nakladačem nebo se postupně vyhrnuje z haly stejnými mechanismy jako hluboká podestýlka.

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)

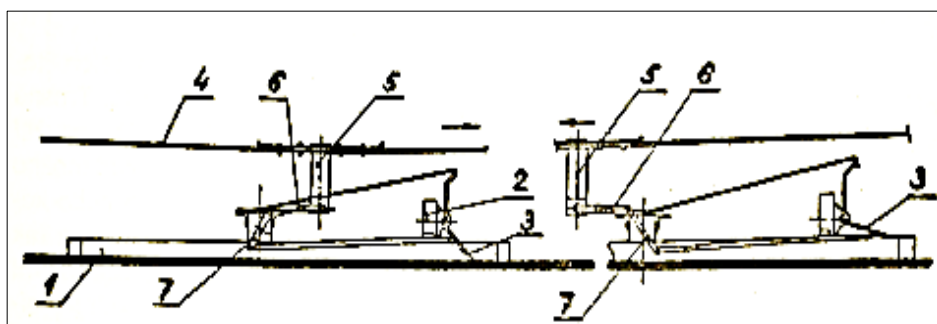
2.5.2 Manipulace s podestýlkou

Podestýlkové materiály se do hal dováží nákladními automobily nebo velkoobjemovými přívěsy. Poněvadž převážná část hal nemá větší světlou výšku než 2,7 m, musí se podestýlkové materiály zpravidla vyklápat před halou a do ní ji nahrnovat traktorem s radlicí nebo čelním nakladačem. Vhodnější je řešit dopravu velkoobjemovými kontejnery s obsahem 4 – 6 m³, které mají buď vlastní kola nebo jsou zaváženy do haly vysokozdvíhacím vozíkem, čelním nakladačem s vidlemi a pod. Stejným způsobem se do haly naváží i lisované balíky slámy, které je možné po

podlaze haly rozprostřít buď ručně nebo použít k jejímu rozřezání a rozmetání rezačku s vodorovně položeným řezacím ústrojím.

Ve vyšších halách se podestýlka nakládá na traktorové přívěsy pomocí čelních nakladačů, u nižších hal se vyhrnuje čelním nakladačem nebo traktorem s radlicí mimo prostor haly, kde se nakládá na dopravní prostředek. Z hal bez vjezdu se podestýlka vyskladňuje pásovými dopravníky vysunutými do oken přímo na dopravní prostředek. Podestýlka se na dopravník nakládá ručně nebo se na něj nahrnuje mechanickou lopatou taženou lanem s navijákem.

(Zdroj: Technologická zařízení staveb živočišné výroby, Příkryl a kol.)



Obrázek 14 - Shrnovací zařízení

1 - vodící rám, 2 - příčnick, 3 - stírací lopatky, 4 - lano, 5 - tažná tyč, 6 - táhlo,
7 – páka

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.6 Technika a zařízení klecových chovů

Klecové chovy umožňují zvýšit koncentraci drůbeže v hale, soustředit mechanizaci prací do konstrukčně vázaných celků, zvýšit produktivitu a kulturu práce, uplatňovat organizaci s charakterem průmyslové výroby, lépe využít krmiva a účinněji předcházet chorobám.

Jako klec se označuje uzavřený prostor pro jedno nebo skupinu zvířat. Soubor takových klecí, sestavený do provozní jednotky s různým uspořádáním a s různými celkovými počty klecí, doplněný zařízením pro krmení, napájení, odkliz trusu a sběr vajec, je pak klecovým zařízením, označovaným podle příčného uspořádání klecí. Charakteristickým znakem klecí pro nosnice je skložené dno, zajišťující vykulení vajec mimo klecový prostor. Klece určené pro chov mají dna bez sklonu. Pro díly

klecí, tj. dno, stěny a strop, se nejčastěji používají pozinkované mřížky, kovové mřížky s povlakem z plastu (PE, PP) a celoplastové díly.

V chovech nosnic jsou klece převážně pro 3-5 kusů. Individuální klece se používají pouze pro šlechtitelské účely. Délka a šířka těchto klecí (pro 3-4 nosnice) je nejčastěji 400-500 mm a výška 350-450 mm. Podlaha s oky asi 25x40 mm z drátu o průměru 2-3 mm má sklon od 7 do 11°. Podlahová plocha v kleci na 1 nosnici by neměla být menší než 400cm²; obvykle je v rozmezí 400-500 cm², při délce krmného žlábků pro nosnici 10 cm.

Základním hlediskem pro rozdělení klecových zařízení je jejich použití v chovech. Podle toho jsou klece pro produkční chovy nosnic, pro odchov kuřic, pro rozmnožovací chov a pro výkrm brojlerů.

Jednopodlažní klece, známé jako "FLAT – DECK", jsou sestaveny ze 4 řad klecí v horizontálním uspořádání na kovových stojanech. Ve středním prostoru mezi dvojicí řad klecí, kde se stýkají šikmá dna, je vedení pro dopravník vajec, nad nímž prochází krmná i napájecí linka. Pod klecemi je asi 40 cm dlouhý trusník. Předností jednoetážových klecí je dobrý přehled obsluhy, rovnoměrné osvětlení všech klecí, snazší větrání haly a možnost větších délek klecových souborů (I přes 100 m). Koncentrace nosnic v hale je obvykle 10-12 kusů na m².

Dvoupodlažní klece jsou prakticky vertikálním zdvojením jednopodlažních, s případným doplněním vertikální dopravy vajec. Svislá vzdálenost mezi horními a dolními klecemi je nejméně 0,5 m. Koncentrace v hale se zvýší na 22-23 kusů na m². Jsou však vyšší nároky na větrání, horší podmínky s osvětlením spodních klecí a obtížnější kontrola i přístup k drůbeži.

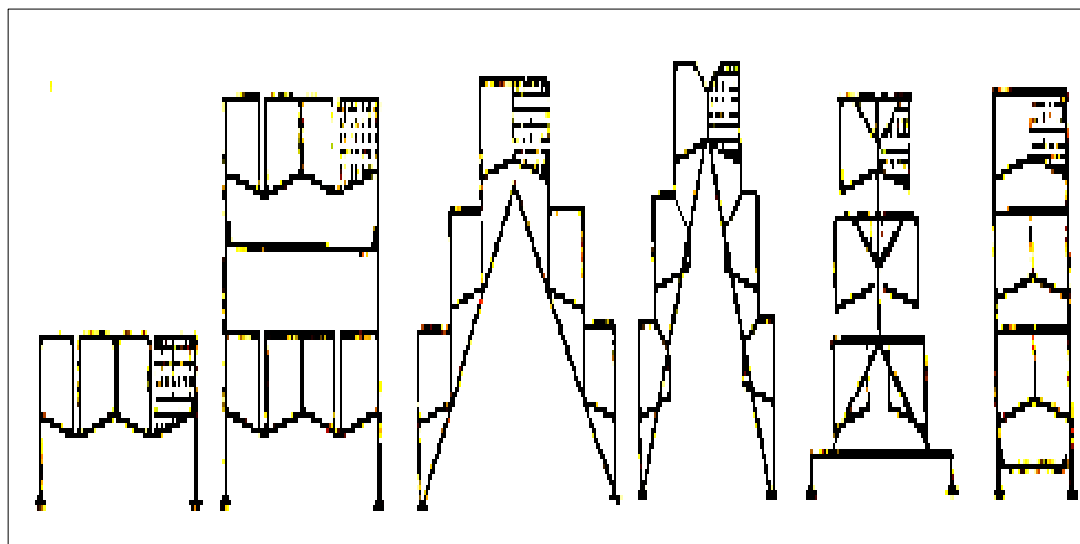
U klecí s kaskádovým uspořádáním přečnívají nižší řady před vyšší v pyramidovém uspořádání. Trus propadáva ze všech klecí přímo do trusového kanálu pod spodními řadami klecí. Používají se klece dvoupodlažní až čtyřpodlažní. Předností je dobrý přehled o všech nosnicích i možnost rovnoměrného osvětlení. Hustota na 1 m² je však jen do 18 nosnic.

U polokaskádových klecí jsou řady nad sebou částečně překryty. Trus z vyšších řad padá na trusové desky a shrnuje se škrabkou do kanálu pod spodními klecemi. Část zadní strany klecí může být zešikmena, čímž se vytvoří příznivější podmínky při shrnování trusu.

Klecové baterie mají dvojice řad klecí nad sebou ve 3 – 5 podlažích. V každém podlaží je trusový kanál. Obvyklá koncentrace v hale je 20-28 nosnic na m².

Kromě vysoké koncentrace nosnic je u nich možná kontrola šnášky v jednotlivých klecích i dobrá kontrola nosnic. Poměrně jednoduché je i naskladňování a vyskladňování nosnic.

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

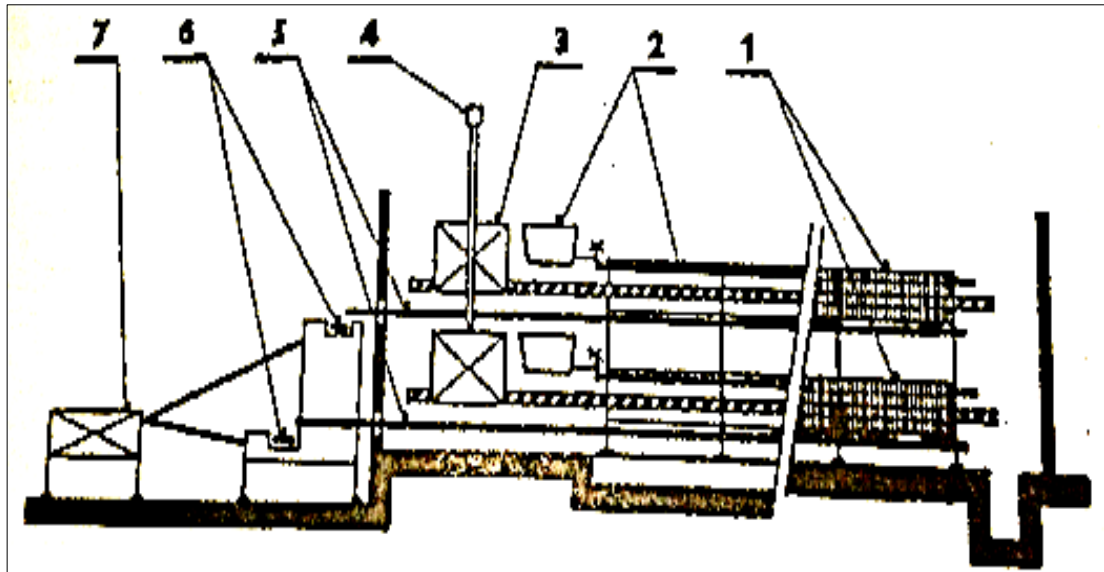


Obrázek 15 - Typ klecových zařízení jednopodlažní, dvoupodlažní, kaskádové, polokaskádové, klecové baterie (dva typy)

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

Uvedené typy klecí mají dva rozdílné principy vykulování vajec a umístění krmných a napájecích linek. Jednopodlažní a dvoupodlažní klece mají skloněno dno k zadní stěně a vejce se vykulují mezi dvě řady klecí. Tam je i krmivo a napáječky. Ostatní typy mají dno skloněné k čelní stěně, tj. před klece. Ke sběru vajec, krmení i napájení dochází tedy před klecí.

Vybavení soupravy klecového zařízení je schematicky zobrazeno na obr. 16. Každé podlaží má vlastní linky krmení, napájení, dopravy vajec a odklíz trusu.

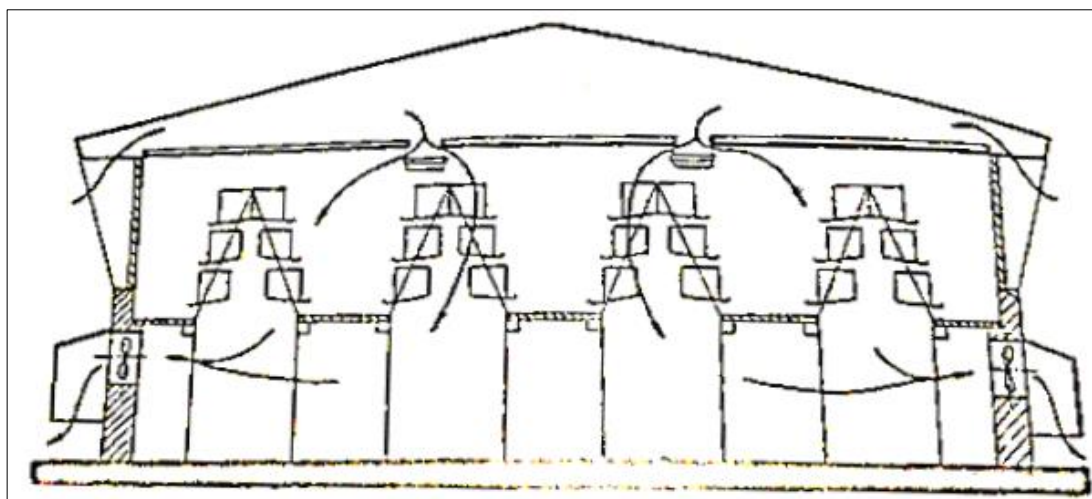


Obrázek 16 - Schéma technologických linek dvoupodlažního klecového zařízení
1 - Klece, 2- napáječky, 3- krmítka, 4- dopravník krmiva od vnějšího
zásobníku, 5- dopravníky vajec podél klecí, 6- sběrné dopravníky, 7- třídička

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

Krmným místem jsou podélné žlábky, které se plní obvykle řetězovými, popřípadě kotoučovými dopravníky nebo portálovými krmnými vozíky. V klecových zařízeních převládají kapátkové napáječky. Rozvod je obvykle napojený na plovákovou nádržku, samostatnou pro každou řadu i podlaží.

Trus se z klecí odstraňuje denně, za několik dní, v delším časovém intervalu (za 2-3 týdny), po zástavu a v několikaterém cyklu v halách se spodním trusným prostorem. Z podlahového kanálu se trus dopravuje k příčnému dopravníku nebo k jímce na konci haly. Používají se k tomu buď shrnovací lopaty postupně odebírající trus z celé délky kanálu nebo vratné shrnovače s postupným vyhrnováním kratších úseků. Systém několikaletého skladování trusu pod klecemi je na obrázku 17. Je tu vyznačen i jeden ze systémů větrání takových klecových zařízení.

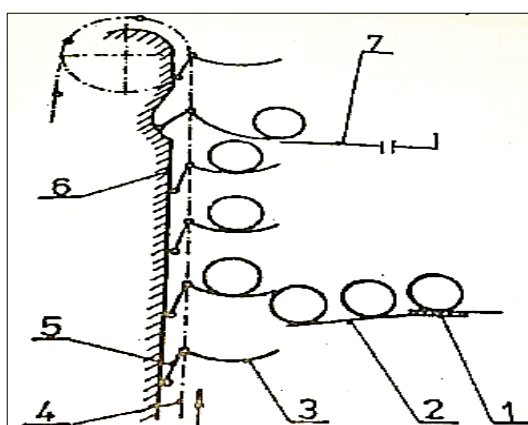


Obrázek 17 - Hala s víceletým cyklem odstraňování trusu

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

Horizontální dopravníky od klecí jsou vesměs pásové a jejich provozní podmínky i provedení je podobné jako v podlahových chovech. Protože se v klecových chovech produkuje velké množství vajec, využívá se i vertikální doprava vajec. Na vodorovné dopravníky navazuje svislý řetězový dopravník s tvarovanými unašeči, který dopravuje vejce z podlaží na společný sběrný stůl nebo příčný dopravník do třídírny.

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)



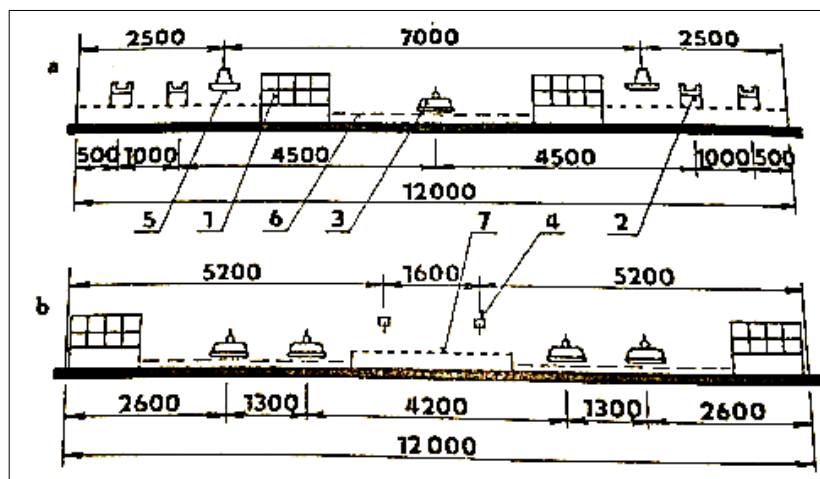
Obrázek 18 - Schéma svislé dopravy vajec

1-Klecový dopravník, 2- naváděcí díl, 3- výkyvný unašeč, 4- tažný řetěz, 5- ovládací rameno unašeče, 6- vodící dráha, 7- sběrný stůl

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.7 Technika a zařízení podlahových chovů

Na obrázku 19 je příčné rozložení krmítek, napáječek a snáškových hnízd pro rozmnožovací chov nosnic na hluboké podestýlce v kombinaci s rošty, s hustotou osazení 5 až 7 nosnic na 1 m².



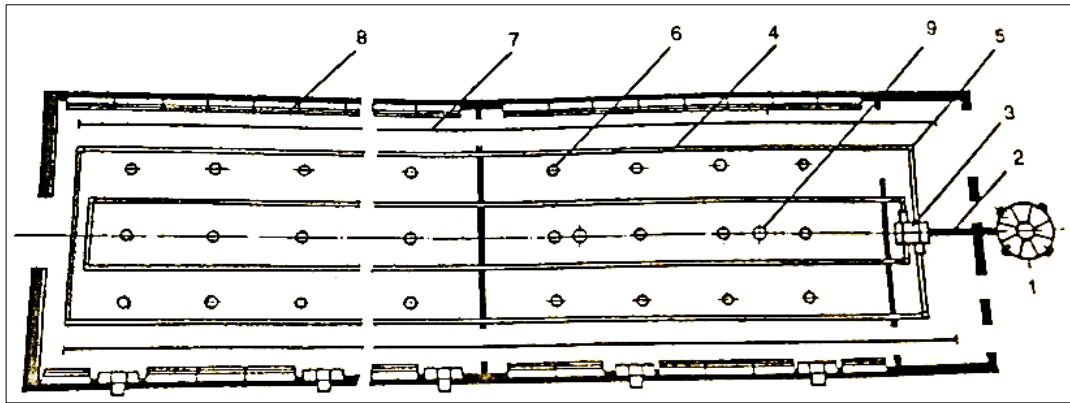
Obrázek 19 - Rozmístění zařízení v rozmnožovacím chovu nosnic

a - roštové plochy u podélných stěn, b - roštová plocha uprostřed haly,

1 - snáškové hnízdo, 2 - žlábkové krmítko, 3 - kruhové krmítko, 4 - kapátková napáječka, 5 - kruhová napáječka, 6 - podestýlka, 7- rošty

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

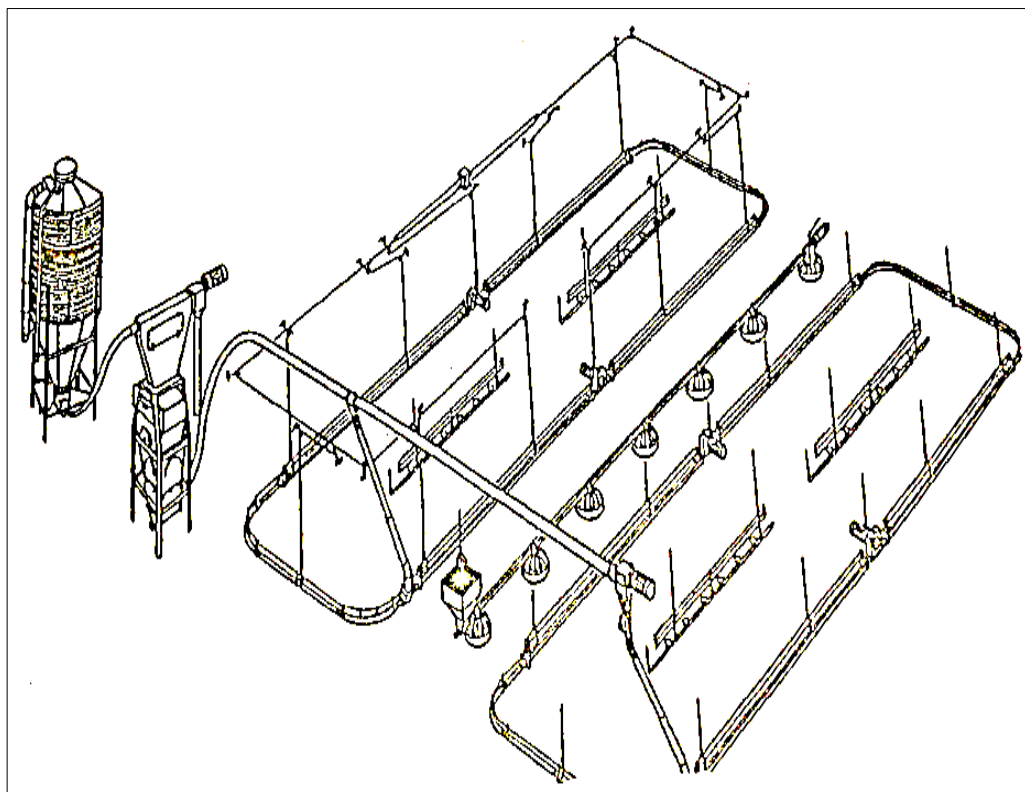
Jednoduché půdorysné uspořádání zařízení v rozmnožovacím chovu nosnic na podestýlce je na obrázku 20. Vnější zásobník krmiva u čelní stěny haly je spojen s násypkou řetězového krmítka šnekovým dopravníkem. Krmítko má dvě krmné linky. Mezi nimi jsou rozmístěny závěsné kruhové napáječky a krmítka s gritem. Etážová individuální hnízda s ručním sběrem vajec jsou u obou delších stěn haly. Jsou doplněna vysutou drážkou s ručně posouvanou plošinou pro ukládání vajec z hnízd. Vyznačeny jsou i vnitřní příčky rozdělující stáj na dvě chovná oddělení.



Obrázek 20 - Soubor zařízení pro podlahový chov nosnic

- 1 - Zásobník krmiva, 2 - šnekový dopravník, 3 - pohon řetězového krmítka, 4 - okruhy řetězového krmítka, 5 - rohová kladka, 6 - kruhová napáječka, 7 - drážka pro sběr vajec, 8 - snášková hnízda, 9 - krmítko na grit**

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)



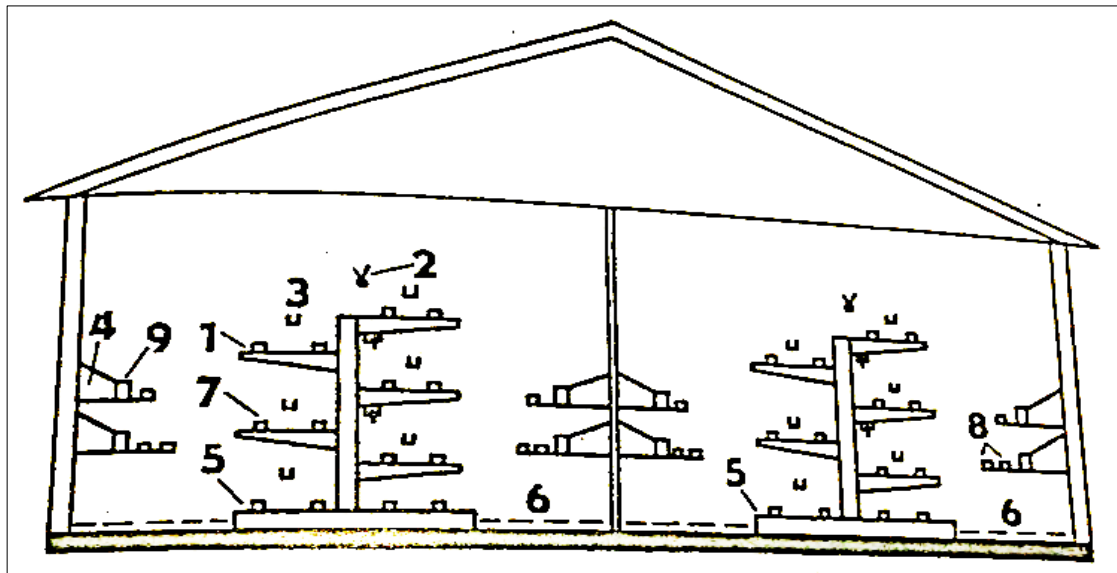
Obrázek 21 - Krmný systém pro rozmnožovací chov nosnic

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.8 Technika a zařízení voliérových chovů

První voliérové návrhy technologických systémů pro voliérový chov vycházely z požadavků zajistit základní podmínky pro přirozený způsob chovu. Jednou z možností byla změna vnitřního zařízení hal s bateriovým chovem. Místo bateriových klecí se zřídil trusník chráněný drátěným pletivem a nad ním se v rozdílných výškách umístily hřady. Mezi nimi se umístila mechanicky obsluhovaná krmítka, s možností příjmu krmiv zvířaty ze dvou stran. Pod jednotlivé hřady se instalovaly běžné kapátkové napáječky napojené hadicí nebo potrubím na zásobník vody. Toto řešení napáječek dovolovalo slepicím přirozený způsob příjmu vody se vztyčeným krkem a hlavou. Kromě trusníku se na 25-33% podlahové plochy zřídilo hrabiště s praným pískem a podestýlkou. Sloužilo i k popelení a zobání, což mělo mimo jiné i pozitivní vliv na obrušování přiměřené délky drápů. Nad podestýlanou částí podlahové plochy byla umístěna podestýlaná snášková hnízda, vybavená náletovým hřadem.

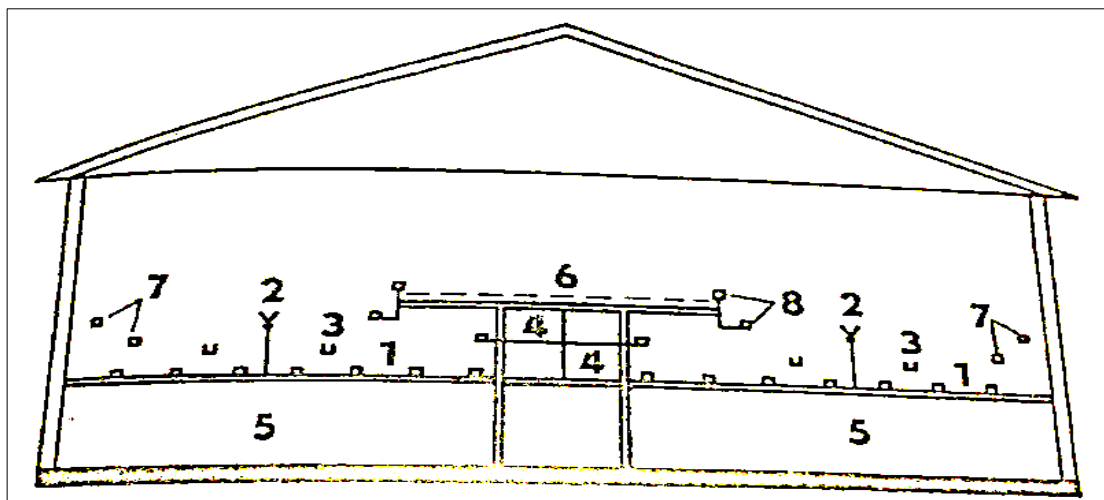
(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)



Obrázek 22 - Systém ustájení nosnic Kliba - Voletage

- 1-Zarošťovaná podlaha, 2- kapátkové napáječky, 3- krmítko s dopravníkem,
4- snášková hnízda, 5- střední kanál pro okliz trusu, 6- podestýlka, 7, 8- hřady,
9- pásový dopravník vajec

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)



Obrázek 23 - Technologický voliérový systém GV (Globovolgsystém)
1 -Rošty, 2 - kapátkové napáječky, 3 - žlábková krmítka s dopravníkem,
4 - tunelová snášková hnízda, 5 - trusník, 6 - podestýlka, 7, 8 - hřady

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.9 Životní prostředí

Životní prostředí představuje souhrn rozmanitých podmínek v určitém prostředí, které přímo nebo nepřímo umožňují život rozmanitým živým organismům a podporují jejich přirozený nebo umělý vývoj. Prostředí je tvořeno mnoha rozmanitými složkami. Základními složkami životního prostředí je ovzduší, voda, horniny, rozmanité druhy energie (teplo, světlo) a ekosystémy. Živé organismy tvoří soustavu živých a neživých složek životního prostředí a vzájemně se ovlivňují, vyvíjejí nebo zanikají v určitém prostoru a čase. Živé organismy se přizpůsobují změnám v životním prostředí, aby si uchovaly prostor a podmínky pro své nezbytné životní pochody nutné k životu. Některé živé organismy si přetvářejí životní prostředí, působí na jiné živé organismy, které jsou součástí životního prostředí a cíleně je ovlivňují ve prospěch vlastního přežití. Jedná se o invaze nepůvodních živých organismů (například klíšťata, krajty, ploštice), které vyvolávají určité změny v prostředí. Změny vyvolané činností živých organismů v životním prostředí mohou vést k zániku živých organismů, které tyto změny původně vyvolaly, resp. i jiných živých organismů, které se nedokáží včas změnám přizpůsobit. Přizpůsobování

živých organismů změnám v životním prostředí probíhá rozmanitými formami a v rozdílném časovém období.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.9.1 Člověk a životní prostředí

Vzájemné působení lidí a životního prostředí je velmi rozmanité. V průběhu lidského vývoje docházelo k ovlivňování životního prostředí florou i faunou, ale především lidmi ve prospěch svého přežití. K velmi výraznému působení člověka na životní prostředí došlo v neolitu při získávání obživy (potravin) zemědělskou výrobou. Zemědělská výroba přitom neznamenalala ulehčení práce při získávání obživy, protože lidé museli vynaložit mnohem více energie, než když se živili sběrem a lovem. Cílem lidí bylo získat co nejvíce potravy pro rozšíření svého druhu, protože smyslem každé formy života je rozmnožování. To vedlo k přirozenému vývoji, od používání jednoduchých nástrojů až k výrobě složitějšího zemědělského nářadí. Postupně byla zvěř domestikována a zvířata byla využívána nejen pro chov, ale také pro rozmanité zemědělské práce, zejména při obdělávání půdy a také k dopravě břemen, protože domestikace se opírala o soustředění zemědělské produkce z polí a luk do jednoho místa, ze kterého byla postupně vyskladňována pro potravu lidí a zvířat. Zpočátku se zemědělství rozvíjelo tam, kde bylo vhodné prostředí, resp. přírodní (hornina, která byla přírodními procesy změněna na úrodnou půdu) a sociální podmínky (přítomnost rostlin a zvěře vhodné k domestikaci) a také klimatické podmínky. Později bylo nutné hospodařit a produkovat potraviny rostlinné a živočišné výroby i v méně vhodném prostředí, které bylo uměle vytvářeno. V současné době musí být prostředí velmi výrazně ovlivňováno uměle, aby byl zajištěn potřebný výnos živočišné a rostlinné produkce pro obživu lidí.

Ve zmíněném neolitu započal směnný obchod a s ním potřeba dopravovat zboží (suroviny, potraviny a výrobky) na delší vzdálenosti. Trend dopravovat co největší množství zemědělské produkce a zboží na velké vzdálenosti postupně vedl k vývoji složitějších, rychlejších a větších dopravních zařízení, což je patrné zejména v dnešní době. Ze systému dopravy nelze v současnosti již vystoupit, obdobně jako ze systému zemědělské produkce a výroby potravin se nelze vrátit k lovecko-

sběračskému systému obživy. Naopak moderní doprava prostřednictvím dopravních zařízení poháněných spalovacími motory, představuje jednu z nejvýznamnějších příčin ovlivňování životního prostředí.

Člověk žije v určitém životním prostředí, které na něho působí a on působí také na toto prostředí. Je to vzájemný vztah, kdy se člověk snaží prostředí přizpůsobit ve svůj prospěch a prostředí se tomu brání. Je to vztah odjakživa nerovnovážený a do budoucna to tak v nejširším pohledu na interakci člověk a životní prostředí zůstane. Člověk si může pro sebe přizpůsobit pouze úzké a dílčí prostředí.

V období neolitu docházelo ke změnám životního prostředí vlivem lidského konání po tisíciletích, ve středověku po pětisetletích, v novověku po staletích a člověk v současnosti (moderní dějiny) svojí činností ovlivňuje změny v životním prostředí po desetiletích.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.9.2 Ochrana životního prostředí

Ochrana životního prostředí zahrnuje činnosti, jimiž se předchází znečišťování nebo poškozování životního prostředí, nebo se toto znečišťování nebo poškozování omezuje a odstraňuje. Zahrnuje ochranu jeho jednotlivých složek, druhů organismů nebo konkrétních ekosystémů a jejich vzájemných vazeb, ale i ochranu životního prostředí jako celku.

Důležitá jsou opatření ke zmírnění znečišťování životního prostředí, kdy jsou v důsledku lidské činnosti vnášeny fyzikální, chemické nebo biologické látky do životního prostředí, které jsou svou podstatou nebo množstvím cizorodé pro dané prostředí. Poškození životního prostředí je zhoršování jeho stavu znečišťováním nebo jinou lidskou činností nad míru stanovenou zvláštními předpisy.

Ochrana životního prostředí také spočívá v realizaci nápravných opatření ke zmírnění dopadů činitelů, které negativně ovlivňují životní prostředí. Cílem nápravných opatření je obnova, revitalizace nebo náhrada poškozených přírodních

zdrojů nebo jejich zhoršené funkce a také poskytnutí přiměřené náhrady těchto zdrojů nebo jejich funkcí.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.9.3 Vliv zemědělství na životní prostředí

V současnosti lze oblast zemědělského hospodaření rozdělit na dvě základní formy. Je to extenzivní a intenzivní hospodaření. Extenzivní forma byla využívána po celé dlouhé dějiny lidstva a v některých částech přetrvává i do současnosti. Intenzivní forma se využívá zejména v zemědělsky rozvinutých oblastech. Intenzivní zemědělství využívá velkokapacitní provozy chovů hospodářských zvířat, umožňuje rozšiřovat rostlinnou výrobu bez rozšiřování pozemků (stavbou velkokapacitních skleníků), zavádí používání velmi výkonných pracovních strojů a dopravní techniky, protože jsou využívány velké plochy polí pro pěstování monokultur. Vlivem scelování pozemků byla krajina zbavena možnosti hospodařit se srážkovými vodami, dochází k odplavování úrodné půdy (vodní eroze půdy), byla odstraněna zeleň, která měla velký význam pro udržování biologické rovnováhy v přírodě (ničení přirozených biotopů). Vlivem používání chemických hnojiv dochází k úbytku humusu a eutrofizaci povrchových vod (zejména o dusík a fosfor) a tím k následnému vymírání ryb a dalších organismů, vlivem toxických látek pocházejících ze sinic a rozkládajících se organismů. Umělým zavlažováním dochází k zasolování půd, kdy dochází k akumulaci rozpustných solí v půdě. Používáním herbicidů a pesticidů vede ke zhoršení životních podmínek mnoha živočichů, protože tyto látky vstupují do potravinového řetězce. Chov hospodářských zvířat je realizován ve vyšších koncentracích (velkokapacitní provozy), což vyvolává zvýšené požadavky na skladování a aplikaci tekutých i tuhých exkrementů a dochází k lokální nadprodukcí škodlivých plynů (například NH_3 , H_2S , N_2O , CO_2 , CH_4). Amoniak (NH_3) vzniká mikrobiálním rozkladem organických zbytků, exkrementů a moči živočichů. Oxid uhličitý vzniká při spalování jako reakce kyslíku s uhlíkem a je také produktem dýchání většiny živých organismů, kde je spolu s vodou konečným produktem metabolické přeměny živin obsažených v potravě. Nesoulad ve využívání technologií v živočišné a rostlinné výrobě (zejména u chovů bez půdy) vede

k otevřenému koloběhu živin uvnitř zemědělského podniku (na jedné straně vzniká přebytek živin a na straně druhé je to absence, resp. nedostatek živin).

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.9.4 Monitoring složek životního prostředí

Půda patří spolu s ovzduším a vodními zdroji mezi základní složky životního prostředí. Znečišťování těchto základních složek má za následek často velmi výrazné snižování kvality zemědělských produktů a tím i ohrožení zdraví obyvatelstva.

V České republice pracovalo v roce 1990 přes 200 stanic měřících denní koncentraci polévatého prachu, přes 600 stanic měřících koncentraci SO₂ a 170 stanic sledujících koncentraci oxidu dusíku – NO_x. Obsah těžkých kovů v ovzduší sleduje kolem 30 stanic, především v Severočeském regionu.

Stálý monitoring kvality vod je prakticky uskutečňován na všech odběrných místech pitné vody pro veřejné zásobování a pravidelný, nejméně půlroční odběr vzorků vody k analýze by si měl ve vlastním zájmu zajistit každý majitel vodního zdroje (studně, pramen, rybník, potok, říčka).

Monitoring znečištění půdy imisemi exhalátů, nadměrnými dávkami organických a průmyslových hnojiv, reziduí pesticidů a dalšími nežádoucími látkami je v podstatě kontrolován laboratorními analýzami stavu živin a cizorodých látek v půdě na základě objednávky obhospodařovatele pozemků.

(Zdroj: Základy ekologického provozu zemědělských staveb, Komberec)

2.9.5 Ochrana životního prostředí při posuzování staveb chovu drůbeže

Rozmanitost zemědělské výroby a zemědělského podnikání vůbec reprezentuje poměrně široký okruh provozních budov, produkujících rozmanitou škálu meziproduktů i konečných odpadů, které je nutno v souladu se zákonnými opatřeními vyhovujícím způsobem skladovat, vhodně s nimi manipulovat,

přepřavovat je na povolená zařízení nebo stanoviště, resp. skládky, popřípadě je dále upřavit takovým způsobem, aby neohrožovaly přírodní a životní prostředí.

Základní třídění zemědělských staveb z hlediska zdroje ohrožujícího životní prostředí:

1. Znečištění organickými látkami
2. Znečištění anorganickými látkami
3. Čistírny odpadních vod
4. Malé vodní nádrže v zemědělské krajině
5. Omezování emisí ze zemědělských provozů
6. Využívání náhradních zdrojů energie

(Zdroj: Základy ekologického provozu zemědělských staveb, Komberec)

2.9.6 Omezení emisí z chovů drůbeže

Nepříznivě prachově mohou ovlivnit kvalitu ovzduší zejména stáje s početnějšími chovy, nekrytá hnojiště, močůvkové jímky apod. Jejich umístění a zakrytí je proto předmětem posouzení ze strany hygienických orgánů, které nadměrně zapáchající provozy z intravilánu obcí vylučují.

Emise prachu, sirnatých a dusíkatých sloučenin z provozních zemědělských budov nepředstavuje sice rozhodující podíl znečištění atmosféry v naší republice, přesto však je nutno především omezeným využíváním nevhodných paliv, zařazením katalizátorů, vystavěním bezprašných vozovek, vhodným umístěním chovů zvířat a zakrytím hnojišť a jímek, ale i vysazováním bariérové zeleně, zejména stromů a keřů, životní prostředí v zemědělských obcích podstatně zlepšit.

(Zdroj: Základy ekologického provozu zemědělských staveb, Komberec)

2.10 Pracovní prostředí

Je tvořeno souborem variabilních faktorů materiální i nemateriální povahy (fyzikální, chemické, biologické a sociální), za kterých je obsluhou vykonávána práce na pracovišti. Pracoviště je vymezeno pracovním prostorem, kde obsluha vykonává pracovní činnost (nejbližší okolí stroje, manipulační prostor, trasa, na níž se pohybuje). Zpravidla užší prostor zaujímá pracovní stanoviště. Pracovní stanoviště

je místo, ze kterého obsluha strojní zařízení ovládá (například kabina operátora stroje, řidiče, jeřábníka) nebo je s ním v manuálním kontaktu, v souladu s požadavky na způsob jeho používání (vykonává s ním práci, strká, tlačí, táhne, nese, manipuluje s ním).

Stav pracovního prostředí je určován zejména stavebním, objemovým a dispozičním řešením objektů a pracovišť, bezpečnostní úrovní technologií, strojních zařízení, akustickými, světelnými a mikroklimatickými podmínkami.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.10.1 Pracovní prostředí a zdraví lidí

Na pracovištích, kde nelze zcela vyloučit škodlivé vlivy na zdraví lidí, je nutné jejich působení snížit na nejmenší možnou míru. Jsou stanoveny nejvyšší přípustné hodnoty škodlivých činitelů, které nesmějí být překračovány.

Ztížené a zdraví škodlivé je zejména takové pracovní prostředí, kde:

- chemické škodliviny vyvolávají chronické otravy;
- koncentrace prachových částic s fibrogenním účinkem v ovzduší překračují průměrné nejvyšší přípustné hodnoty koncentrace pro pracovní prostředí;
- ionizující záření překračuje 3/10 nejvyšší přípustné dávky pro zaměstnance;
- hygienicky únosné hodnoty elektromagnetického záření platné pro zaměstnance jsou překročeny;
- technické zabezpečení laserů nevyklučuje zasažení přímým nebo odraženým paprskem;
- riziko infekčního onemocnění je klasifikováno jako těžké s případnými trvalými následky na zdraví vlivem nákazy brucelózy, virových hepatitid, lepry, ornitózy, příjice, tuberkulózy, břišního tyfu atd.;
- jsou práce v přímém kontaktu s alergeny;
- jsou práce s prokázanými chemickými karcinogeny nebo v provozech s rizikem chemické karcinogenity.

Nemoci z povolání jsou nemoci vznikající nepříznivým působením chemických, fyzikálních, biologických nebo jiných škodlivých vlivů. Seznam nemocí z povolání obsahuje následující skupiny:

- způsobené chemickými látkami;
- způsobené fyzikálními faktory
- týkající se dýchacích cest, plic, pohrudnice a pobřišnice;
- kožní nemoci;
- přenosné a parazitní nemoci.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.10.2 Fyzikální faktory pracovního prostředí

Fyzikální faktory pracovního prostředí jsou takové faktory, které způsobují pracovní zátěž. Při posuzování konkrétních případů ztíženého a zdraví škodlivého pracovního prostředí se přihlíží k charakteru intenzity působení ztěžujících vlivů. Ztížené a zdraví škodlivé pracovní prostředí představují následující faktory. Fyzikální faktory, k nimž patří prach, hluk, chemické látky, vibrace a záření; fyzická zátěž (statická zátěž, dynamická zátěž = zvedání břemen, jednostranné zatížení); zátěž teplem (limitní hodnoty teploty v závislosti na době expozice); zátěž chladem (nutné přestávky při nízkých teplotách, při nižších než -5°C maximálně hodinu nepřetržitě); psychická zátěž (monotónní činnost, nucené pracovní tempo, nepřetržitost pracovního režimu); zraková zátěž (oslňování, sledování obrazovek, sledování detailů) a sociální zátěž (vztahy mezi lidmi, útisk, hrubé jednání, strach z agrese).

Požadavky na pracoviště a pracovní prostředí

- správné řešení stavebních, objemových a dispozičních vlastností pracovních prostředí a pracovišť (šířky, výšky a polohy objektů, zajištění stanovených rozměrů, ploch, zábran a nosností);
- snížení úrovně ovlivnění pracovišť počasím a mikroklimatickými podmínkami (déšť, mlha, mráz, prach);

- omezení vlivu fyzikálních faktorů pocházejících z činnosti v prostředí a projevující se ve vazbě na pracovní činnost (úraz elektrickým proudem, horko z chodu strojů, hluk a vibrace z činnosti strojů, výbuch technických plynů při svařování).
- omezení vlivu chemických faktorů pocházejících z činnosti v prostředí;
- správné stanovení doby setrvání v prostředí nebo doby pracovní činnosti se strojním zařízením, které negativně působí na pracovníka;
- eliminování vzájemného negativního ovlivnění pracovníků na pracovištích vlivem pracovní činnosti;
- omezení negativního vlivu sociálních faktorů prostředí na pracovníka na pracovišti;
- eliminování působení stresujících faktorů pracoviště nebo pracovního prostředí (výběr lidí na základě zdravotních prohlídek, testů, správně vyškolení k pracovní činnosti, psychologická poradna).
- oddělení pracoviště ochranným zařízením (bariéra, svodidla);
- eliminování možných chyb a omylů člověka vlivem nepozornosti, neznalosti (zábradlí, označení prosklených stěn, výstražné značky, zákazové značky, pokyny, označení jímk);
- umožnění činnosti s ohledem na fyzické dispozice a indispozice člověka (průlezy, uličky, výšky, vzdálenost příček žebříků, nosnost žebříků, únosnost podlahy, krytů);
- umožnění řešit kritické situace (nouzové východy, nouzové osvětlení, únikové cesty, umístění hasicích přístrojů);
- pomoc při odvrácení nebezpečí (značení nebezpečných míst, pevné poklopy na otvorech v podlahách, zábradlí mezi komunikacemi nestejně úrovně, zábradlí kolem nakládacích ramp);

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.11 Prašnost

Míra znečištění ovzduší prachovými částicemi se vyjadřuje, buď metodou hmotnostní, nebo početní v objemové jednotce vzduchu. Ke stanovení úrovně

prašnosti se využívá především metoda gravimetrická a hmotnostní koncentrace prachu, která je vyjádřena v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. U vláknitých prachů se k stanovení prašnosti využívá početní metoda, kdy je zjišťován počet vláken na jednotku objemu ($\text{vl}\cdot\text{cm}^{-3}$).

Základní metody měření prašnosti

1. Měření koncentrace polétavého prachu uvnitř technologií.
2. Měření sedimentující prašnosti v okolí technologie.
3. Speciální měření koncentrace prachu v dopravních potrubích, tzv. izokinetické odběry, měření účinnosti odlučovačů nebo filtračních zařízení.
4. Hygienická měření polétavého prachu na pracovištích pro stanovení kategorizace prací.

Opatření proti zvyšování koncentrace prachových částic ve stájích

Celkové množství prachových částic ve stáji je výsledkem bilance, ve které na jedné straně dochází k produkci prachu z různých zdrojů uvnitř objektu a na druhé straně se jedná o komplex mechanismů působících k odstraňování prachu a tím vedoucích k snižování jeho koncentrace ve stájovém vzduchu.

Obecná opatření ve prospěch snižování koncentrace prachových částic ve stájích lze stanovit následovně:

- a) nepoužívat a nemíchat ve stájích suchá prašná krmiva,
- b) pokud možno provádět vlhčení prašných krmiv nebo jejich zkrmování v kašovitě formě,
- c) nepoužívat silně prašné stelivové materiály,
- d) odstranit činnosti, při nichž dochází k víření prachu usazeného na stavebních konstrukcích,
- e) používat vhodná technologická opatření k dopravě a dávkování krmiv,
- f) předcházet zviřování prachu průvanem od nesprávně instalovaných a používaných větracích zařízení,
- g) pravidelně odstraňovat prach ze stájového zařízení a jiných ploch (např. stěn, stropů apod.),

- h) včas odstraňovat výkaly a stelivo ze stáje,
- i) čistit zvířata nejlépe mimo stáje,
- j) optimalizovat větrací zařízení stáje,
- k) udržovat vyšší relativní vlhkost vzduchu ve stáji,

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

Prach se vyskytuje v podstatě téměř v každém prostředí na Zemi. Prachem se rozumí soubor hmotných těles (částic) velmi malých rozměrů, libovolného tvaru, objemu, délky a šířky, plochy, chemického složení, struktury nebo hustoty. Hmotná tělesa mohou být ve třech stavech (skupenství): pevném, kapalném a plynném. Prachem lze nazvat pevné částice, které vznikají procesem mechanického dělení zrn na menší části nebo chemickými procesy. Vznik prachových částic je závislý na mnoha faktorech (fyzikálních a chemických), jedná se například o drcení, broušení, odlupování, přeměnu spalováním apod.

Některé prachové částice jsou uloženy trvale na svém místě vzniku, jiné mění svoji polohu působením rozmanitých vlivů. Například vlivem proudu vody po zemském povrchu (vodní eroze půdy a abraze hornin) nebo ve spodních vodách, další mění svoji polohu vlivem proudění vzduchu (větrná eroze půdy a staveb), vlivem gravitace, vlivem rozmanitých sil, které mají svůj původ v přírodě (například prach ze sopečných výbuchů), v rozmanité lidské činnosti (například pracovní technologie, kterými může být dobývání nerostných surovin, broušení, zemědělská činnost, doprava, stavebnictví apod.), spalování fosilních nebo obnovitelných zdrojů energie nebo vlivem životního cyklu flóry (například rozpad suchých dřevin, resp. bylin), fauny (například odlupování pokožky, rozpad peří, opad srsti, rozpad trusu, výskyt mikroorganismů v ovzduší) a lidské produkce (prach z textilních látek, stavební výroba – cement, prášková pojiva, zemědělská a chemická výroba atd.). Zmíněné vlivy lze nazvat zdroji prachových částic.

Příčiny zvýšení koncentrace znečišťujících látek v ovzduší mohou být umělého původu (příčina je v lidské činnosti), přírodního původu a v praxi působí také kombinované zdroje znečištění ovzduší, které produkují znečišťující látky do ovzduší. Tyto zdroje mají původ v biologických a fyzikálních prachových

částicích, které se nacházejí v prostředí a lze je identifikovat zrakem nebo vhodným měřicím zařízením změřit.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.11.1 Prachové částice

Prachovými částicemi se rozumí malé pevné částice včetně vláken a polétavých částic v atmosféře, které se usazují vlastní hmotností, avšak mohou zůstat rozptýleny ve vzduchu po nějakou dobu. Z hlediska působení na člověka se dělí na toxický prach a prach bez toxického účinku. Podle mechanismu vzniku je znečištění tvořeno částicemi pevných materiálů, kouřem ze spalování organických hmot nebo dýmem vznikajícím oxidací anorganických látek. Pro jejich měření se používá vyjádření v hmotnostní, nebo početní koncentraci.

Při tepelných procesech (spalování organických látek) vzniká kouř s částicemi o velikosti 0,01 až 0,5 μm , při chemických oxidačních procesech (svařování) se uvolňuje dým s částicemi o velikosti 0,1 až 1 μm .

Podle původu lze zdroje pevných částic (s čímž souvisí znečištění ovzduší) rozdělit na antropogenní a přírodní. V mnoha případech lze identifikovat také kombinované zdroje pevných částic.

Antropogenní zdroje vznikají rozmanitou lidskou činností. Největší antropogenní zdroje nečistot v ovzduší (i jedovatých) představují spalovací procesy, které jsou nezbytnou součástí technologických činností při výrobě tepelné energie v teplárnách, využívajících spalování pevných paliv, při výrobě elektrické energie v tepelných elektrárnách na pevná paliva, při pohybu dopravních zařízení (zejména motorová vozidla, letadla, některé vlaky) na dopravních trasách, využívajících energii ze spalovacích procesů v motorech, při technologických činnostech manipulačních zařízení (nakladače, jeřáby, zdvižné vozíky, dopravníky), jejichž pracovní adaptéry jsou poháněné spalovacími motory, při pohonu speciálních strojních zařízení ve všech oblastech výroby a služeb (včetně komunální sféry, zemědělské a lesnické výroby), při dobývání a úpravě nerostných surovin (explozivní rozpojování, zpracování hornin drtiči a třídiči kameniva) a v ostatních doprovodných

činnostech, které tvoří servisní činnost ve prospěch lidské společnosti (například při zimní údržbě posypem silnic a chodníků, používáním rozmanitých sprejů, aplikací nátěrů a impregnací, používáním rozpouštědel, zrání skládek komunálního odpadu, z nichž se uvolňuje metan apod.).

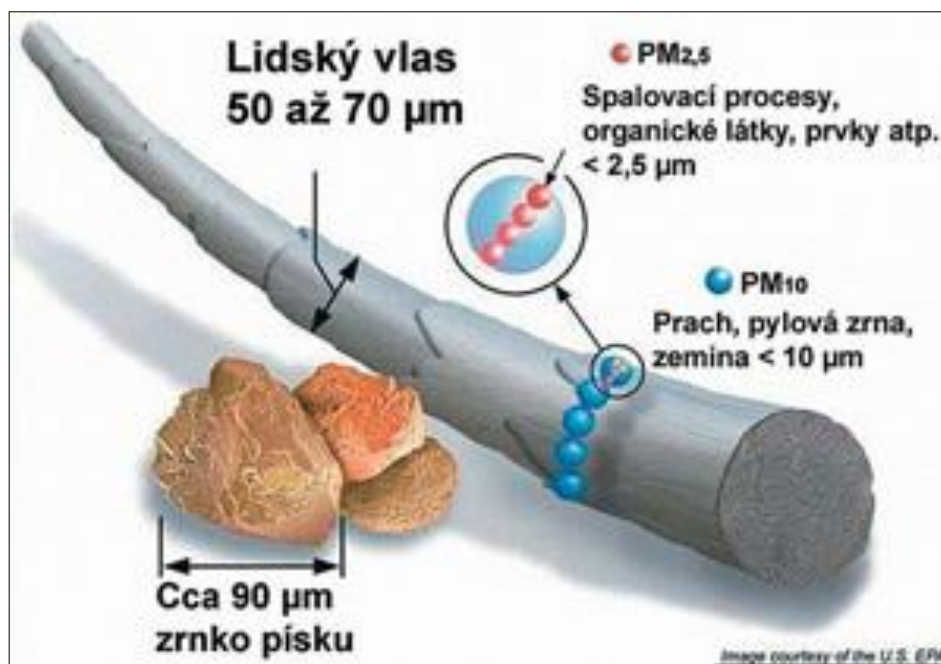
Antropogenním zdrojem jsou také částice, které vznikají větrným odnosem ze staveníšť, ze skládek stavebních surovin, z demolovaných staveb, z nezpevněných polních cest a z obdobných míst, která vznikla v důsledku lidské činnosti.

Podle polohy vzniku prachových částic lze rozdělit zdroje na stacionární a mobilní. Stacionární zdroje se v prostoru nepohybují a jsou v konstantní poloze na Zemském povrchu a souřadnice jsou neměnné. Mobilní zdroje mění souřadnice polohy.

Mobilními zdroji znečišťování ovzduší jsou samohybná a další pohyblivá, případně přenosná zařízení vybavená spalovacími motory znečišťujícími ovzduší, pokud tyto motory slouží k vlastnímu pohonu nebo jsou zabudovány jako nedílná součást technologického vybavení. Zákon za tyto zdroje považuje dopravní zařízení (silniční vozidla, drážní vozidla, letadla a plavidla, nesilniční mobilní stroje (kompresory, vysokozdvížené vozíky, pojízdné zdvihací plošiny, zemědělské a lesnické stroje) a přenosná nářadí vybavená spalovacím motorem (pily, sbíječky, řezačky a jiné obdobné stroje).

Stacionárními zdroji znečišťování ovzduší jsou zařízení spalovacího nebo jiného technologického procesu, které znečišťují nebo mohou znečišťovat ovzduší, dále to jsou šachty, lomy a obdobné plochy, z nichž může docházet k úletu znečišťujících látek. Jsou to také plochy, na kterých jsou prováděny práce nebo činnosti, které způsobují nebo mohou způsobovat znečištění ovzduší, dále sklady a skládky paliv, surovin, produktů, odpadů a další obdobná zařízení nebo činnosti.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)



Obrázek 24 - Polétavý prach PM₁₀, PM_{2,5}, PM_{1,0}

(Zdroj: <http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10>, 15.3.2015, 11:15 hod)

Polétavý prach (PM z anglického názvu "particulate matter") je pojem pro mikročástice o velikosti několika mikrometrů (μm). Částice mají své specifické označení podle velikosti – například PM₁₀ označuje polétavý prach o velikosti 10 mikrometrů.

Částice atmosférického aerosolu se usazují v dýchacích cestách. Místo záchytu závisí na jejich velikosti. Větší částice se zachycují na chloupkách v nose a nezpůsobují větší potíže. Částice menší než 10 μm (PM₁₀) se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní problémy.

Částice menší než 1 μm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, proto jsou tyto částice nejnebezpečnější. Na částice polétavého prachu se vážou těžké organické látky (VOC – z anglického názvu volatile organic compounds), které pak v organismu působí toxicky.

Inhalace PM₁₀ poškozuje hlavně kardiovaskulární a plicní systém. Dlouhodobá expozice **snižuje délku dožití** a **zvyšuje kojeneckou úmrtnost**. Může způsobovat chronickou bronchitidu a chronické plicní choroby. V důsledku absorpce

organických látek s mutagenními a karcinogenními účinky **může expozice PM₁₀ způsobovat rakovinu plic.**

Mezi nejvýznamnější antropogenní zdroje atmosférického aerosolu patří:

- vysokoteplotní procesy, především spalovací
- cementárny, vápenky, lomy a těžba
- odnos částic větrem ze stavebních ploch a z ploch zbavených vegetace

Významným zdrojem prachových částic jsou automobily s dieselovými motory, které nemají katalyzátor a jejich výfukové plyny obsahují množství malých prachových částic vznikajících nedokonalým spalováním nafty.

Polétavý prach vzniká téměř výhradně jako produkt lidské činnosti – při spalovacích procesech, tavení rud, ale také z půdy zbavené vegetačního krytu. Čím menší průměr částice má, tím déle zůstává v ovzduší.

V ČR je určen limit pro znečištění ovzduší pevnými částicemi (polétavý prach). Denní imisní limit je 50 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Překročení tohoto limitu je tolerováno max. 35 dní v roce. Na některých místech ČR jako je Ostravsko je limit překračován i přes 100 dní v roce.

(Zdroj: <http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10>, 15.3.2015, 11:15 hod)

2.11.2 Zdroje prachových částic

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 zejména při manipulaci s těmito krmivy, například při plnění zásobníků krmiv, zvláště nejsou-li jejich výdechové hlavice opatřeny žádnými filtračními zařízeními. Přibližně polovina tohoto množství se vlivem vlhkosti usazuje 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.

Ve stájovém prostředí se vyskytují zejména organické prachové částice (až 90%) rostlinného a živočišného původu s minimem podílu prachu anorganického (SiO_2).

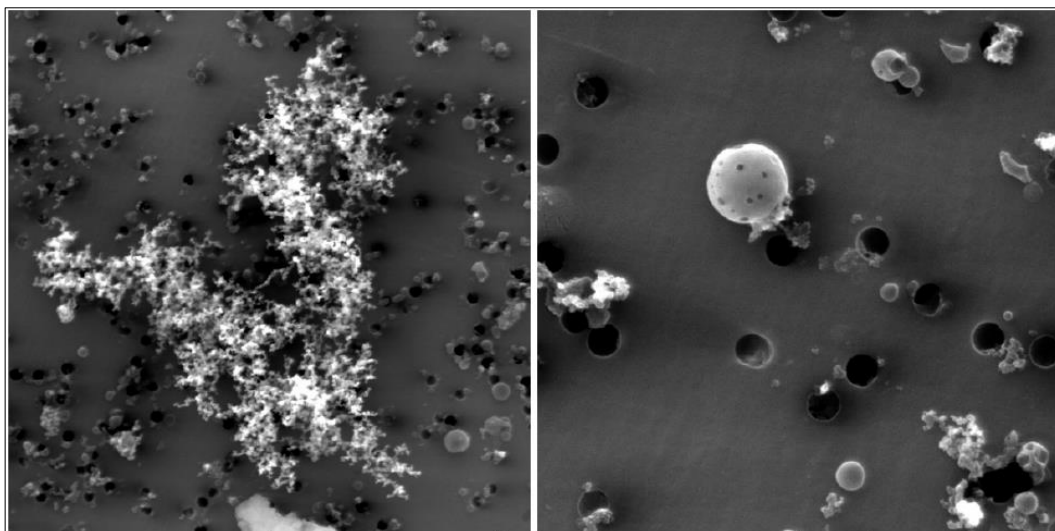
V dnešní době je zdrojem prašnosti ve stájích především:

- a) prašná podestýlka
- b) suché krmivo
- c) prašná podestýlka a způsob podestýlání
- d) zlomky srstí u savců (čištění zvířat ve stáji)
- e) peří při ustájení drůbeže
- f) úklid – zametání na sucho
- g) vápenný prach (optická dezinfekce – aplikace desinfekčních preparátů v práškové formě)

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

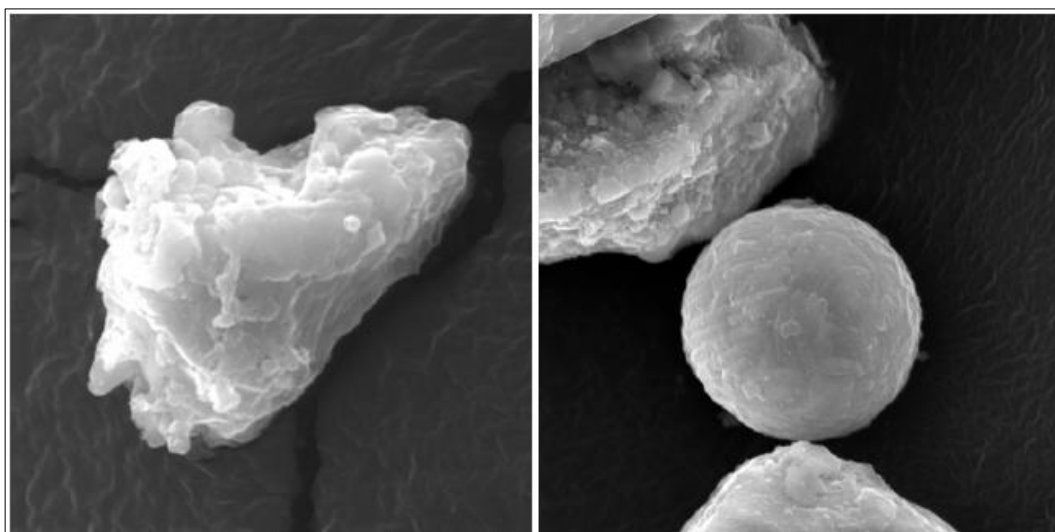
2.11.3 Morfologie prachových částic

Důležité pro charakterizaci chování PM, určení jejich zdroje a k posouzení možných zdravotních rizik jsou poznatky o fyzikálních vlastnostech emitovaných částic. Z tohoto pohledu je diskutována především jejich velikost a tvar odrážející zejména způsob jejich vzniku a také možné účinky částic na zdraví člověka.



Obrázek 26 - Fotografie agregátu PM z motorů automobilů (vlevo), kulovitá částice ze stacionárních zdrojů (vpravo)

(Zdroj: Projekt - Stanovit chemické a toxikologické vlastnosti prachových částic včetně výzkumu jejich vzniku, Adamec)

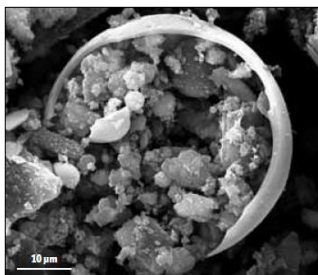


Obrázek 27 - Částice pouličního prachu ve frakci 0 – 50 μm (vlevo) a kulatá částice (popílek) ve frakci 0 – 50 μm pouličního prachu

(Zdroj: Projekt - Stanovit chemické a toxikologické vlastnosti prachových částic včetně výzkumu jejich vzniku, Adamec)

Optickým mikroskopem se zvětšením 450 \times až 1500 \times se studuje morfologie (jemnozrné, hrubozrné, masivní a porézní částice kulovitého až nepravidelného tvaru) a optické vlastnosti organických částic (vysoce či málo světlo odrážející, izotropní nebo s anizotropní texturou) a četnost výskytu částic jednotlivých tvarů a vlastností na vyleštěné ploše nábrusu. Prachové částice ve vzduchu obsahují zbytky

přírodních materiálů včetně částic uvolněných při požárech v přírodě (požáry lesních a lučních porostů, polí a rašelinišť) a především z lidské činnosti, jako je doprava, průmyslová výroba, produkce elektrické energie a tepla. Z částic přírodního původu se nejčastěji vyskytují pylová zrna, spory, mikroorganismy, zlomky rostlinných pletiv a živočišných tkání, ztuhlé olejové a pryskyřičné kapky a částice humusu. Poměr výskytu částic přírodního a antropogenního původu závisí na charakteru prostředí.



Obrázek 28 - Detail poškozené alumosilikátové kulové částice vyplněné pestrou směsí minerálních látek s příměsí uhlíkatých částic koksů, aglomerátů sazí a pylových zrn v prachu

(Zdroj: Uhlíkaté částice kolem nás, Sýkorová)

2.11.4 Sedimentace prachových částic

Pro sedimentaci TPS je rozhodující velikost prachových částic a hlavně jejich elektrický náboj na jedné straně a triboelektrický náboj exponovaného povrchu na straně druhé. Kromě výše uvedených faktorů působí ještě teplotně vlhkostní mikroklima (teplota, relativní vlhkost a rychlost proudění vzduchu), tlak vzduchu a iontové mikroklima. Zdrojem prachu ve stájových objektech jsou především krmiva (jemné částice upravených obilnin a usušených rostlin) odpadlé částečky kůže zvířat, krystalky moče a částice výkalů. Koncentrace těchto prachových částic však nemá dle Chardona, (1999) konstantní průběh, kolísá v průběhu řady roků i v jejich ročních obdobích. Nejvyšší koncentrace je dosahováno na jaře, nejnižší naopak v létě a zimě. U měsíčních průměrů koncentrace se vyskytuje velká variance - 65 - 96 %). Jako optimální způsob eliminace prašnosti se nabízí ionizace vzduchu. Dle Mitchella et al.,(2000) lze snížit úroveň prašnosti v uzavřeném prostoru až o 72 – 91 % v závislosti na počáteční koncentraci.

(Zdroj: Sedimentace prachu (TPS) ve stájích pro skot, Dolejš)

2.11.5 Vliv rychlosti proudění vzduchu na unášení prachových částic

Rychlost větru je vzdálenost, kterou urazí pohybující se vzduch za jednotku času, nejčastěji se udává v metrech za sekundu. Orientačně lze odhadnout rychlost proudění vzduchu pomocí Beaufortovy anemometrické stupnice síly větru (0-12 stupňů). Při odhadu síly větru se orientujeme podle následků, které zanechává na krajině (pohyb vodní hladiny, stromů, kouře, pohybu prachu a jiných částic apod.)

Beaufortova anemometrická stupnice síly větru:

0 BEZVĚTRÍ – 0-0,2 m.s⁻¹, pod 1 km.h⁻¹, kouř stoupá svisle vzhůru.

1 VÁNEK – 0,3-1,5 m.s⁻¹, 1-5 km.h⁻¹, směr větru je poznatelný podle pohybu kouře, vítr však nepohybuje větrnou korouhví (směrovkou).

2 SLABÝ VÍTR – 1,6-3,3 m.s⁻¹, 6-11 km.h⁻¹, vítr je cítit ve tváři, listy stromů šelestí, větrná směrovka se začíná pohybovat.

3 MÍRNÝ VÍTR – 3,4-5,4 m.s⁻¹, 12-19 km.h⁻¹, listy stromů a větvičky jsou v trvalém pohybu, vítr napíná praporky a slabě čeří hladinu stojaté vody.

4 DOSTI ČERSTVÝ VÍTR – 5,5-7,9 m.s⁻¹, 20-28 km.h⁻¹, vítr zdvihá prach a kousky papíru, pohybuje slabšími větvemi.

5 ČERSTVÝ VÍTR – 8,0-10,7 m.s⁻¹, 29-38 km.h⁻¹, listnaté keře se začínají hýbat, na stojatých vodách se tvoří menší vlny se zpěněnými hřebeny.

6 SILNÝ VÍTR – 10,8-13,8 m.s⁻¹, 39-49 km.h⁻¹, vítr pohybuje silnějšími větvemi, telegrafní dráty sviští, používání deštníků se stává nesnadné.

7 PRUDKÝ VÍTR – 13,9-17,1 m.s⁻¹, 50-61 km.h⁻¹, vítr pohybuje celými stromy, chůze proti větru je obtížná.

8 BOUŘLIVÝ VÍTR – 17,2-20,7 m.s⁻¹, 62-74 km.h⁻¹, vítr ulamuje větve, chůze proti větru je téměř nemožná.

9 VICHŘICE – 20,8-24,4 m.s⁻¹, 75-88 km.h⁻¹, vítr působí menší škody na stavbách (strhává komíny, tašky ze střech).

10 SILNÁ VICHŘICE – 24,5-28,4 m.s⁻¹, 89-102 km.h⁻¹, vyskytuje se na pevnině zřídka, vyvrací stromy, působí větší škody.

11 MOHUTNÁ VICHŘICE – 28,5-32,6 m.s⁻¹, 103-117 km.h⁻¹, vyskytuje se velmi zřídka, působí velké škody na domech, lesích.

12 ORKÁN – nad $32,7 \text{ m.s}^{-1}$, nad 118 km.h^{-1} , ničivé účinky.

Ve stájovém prostředí je podobně jako u směru určení rychlosti proudění vzduchu obtížnější. Vzhledem k nízkým hodnotám rychlosti proudění je nutné použít vysoce citlivých přístrojů (aerodynamické, zchlazovací nebo ultrazvukové). Problematikou stanovení ochlazovací veličiny prostředí za zabýval Pavelek a Štětina (1997), kteří uvádějí, že měření malých rychlostí proudění vzduchu do 1 m.s^{-1} je možné provádět pomocí katateploměrů. Dle Klabzuby (2002) se nejčastěji používá provedení, které navrhl Hill na počátku 20. století.

(Zdroj: Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská Zvířata, Chloupek, Suchý)

2.11.6 Účinky prachových částic na lidský organismus

Zvířata, nebo jejich produkty, jako lupy, uvolněné kožní částice od starších zvířat, chlupy, srst, sliny a další tělesné odpady obsahují silné alergeny, které mohou způsobit dýchací a kožní poruchy u ošetřovatelů zvířat, veterinářů, veterinárních techniků, pracovníků laboratoří, výzkumníků a dalších osob, s delším pobytem v uzavřeném prostoru se zvířaty, nebo jejich sekrety a výměšky. Rizikové jsou pracovní operace ošetřovatelů spojené s produkty zvířat, nebo materiály – podestýlkou a krméním. Uvádí se, že kolem 33 % ošetřovatelů má alergické symptomy a dalších 10 % má symptomy astmatu. Astma a alergie, které mají původ od zvířat, jsou zesílené reakce tělního imunitního systému na proteiny zvířat a jsou známé jako alergeny. Zdroj těchto alergenů jsou odlupující se kožní destičky, zejména u starších zvířat, srst, chlupy, tělní odpad a sliny. Inhalace je jedním z nejběžnějších způsobů vniku alergenů do těla. Po časové periodě, často několika měsíců, ale i roků je možné nainhalovat dostatečný objem alergenů k počátku citlivosti. Během této doby se vyvíjí symptomy po opakované expozici, dokonce i nepatrného množství alergenů. K diagnóze alergií a zvýšené citlivosti, které jsou původem od zvířat, se používají testy na protilátky v krvi. Symptomy se u těchto osob velmi mění. Střední stupeň reakce jsou kýchání a rýma. Mnohem vážnější reakce na inhalované alergeny se projevují astmatickými symptomy, jako kašlem, hrudním tlakem, sípáním, nebo dýchavičností. U citlivých osob je reakce velmi brzy

po styku se zvířaty, nebo jejich produkty. Příznaky mohou nastat za 2 – 8 h po expozici. Symptomy astmatu a alergií mají často vliv na změnu zaměstnání. Zasažení pracovníci a jejich zaměstnavatelé musí nést náklady na ošetřování, výpadek z práce a dočasnou nebo trvalou pracovní neschopnost. Astma a rinitida jsou choroby z povolání, které jsou charakteristické pro ošetřovatele skotu, prasat, ovcí a koz. Vepři produkují prachové částice na omezeném prostoru s nepřiměřenou ventilací. Expozice vzdušného přenosu zvířecích alergenů se nejprve projevuje drážděním nosu, očí, krku a kožní vyrážkou. Asi u 50 % osob s těmito symptomy pokračuje vývoj vracejícími se epizodami kašle, sípáním, dušností a obtížným dýcháním.

(Zdroj: Využití ionizace vzduchu v chovech hospodářských zvířat, Dolejš)

Rozsah škodlivých účinků prachu na člověka je velmi široký. Při jejich hodnocení záleží na původu, vlastnostech a velikosti prachových částic, na jejich koncentraci v ovzduší, na délce a podmínkách působení i na individuální vnímavosti člověka na tyto prachové částice.

Prachové částice se usazují v dýchacích cestách. Místo v dýchacím ústrojí, na němž se částice zachytí, závisí na velikosti prachové částice. Částice větší než je 10 μm se zachycují na chloupkách v nose nebo na nosní sliznici a zpravidla nezpůsobují zdravotní potíže. Částice menší než 10 μm se mohou usazovat v průduškách a způsobovat zdravotní potíže. Částice menší než 1 μm mohou vstupovat přímo do plicních sklípků, což přináší závažnější zdravotní potíže, protože tyto částice často obsahují adsorbované karcinogenní sloučeniny. Tyto částice poškozují plicní systém a způsobují chronickou bronchitidu, chronické plicní choroby a mohou způsobovat kardiovaskulární problémy.

Vzhledem k tomu, že zdravotní rizika vlivem průniku prachové částice do dýchacích cest závisí na jejich rozměrech, rozdělují se částice podle rozměrů následovně.

- V nosních dutinách se zachytí částice rozměrů 6 až 10 μm
- V hrtanu se zachytí částice rozměrů 5 až 6 μm
- V průdušnici se zachytí částice rozměrů 3 až 5 μm
- V průduškách se zachytí částice rozměrů 2 až 3 μm
- V plicních sklípcích se zachytí částice menší než 1 μm

Pro pracovní prostředí se používají k posouzení prašnosti termíny vztahující se k jednotlivým frakcím prachu, tj. **vdechovatelná, thorakální a respirabilní frakce**.

Vdechovatelná frakce prachu je hmotnostní vzorek prachových částic, které jsou vdechnuty nosem a ústy.

Respirabilní frakce je hmotnostní frakce vdechovaných částic, které pronikají do dýchacích cest, kde není řasinkový epitel. Přibližně 50 % polévatého prachu o velikosti 4 μm je v respirabilní frakci. Za respirabilní vlákno se považuje částice, která vyhovuje současně všem následujícím podmínkám: Tloušťka vlákna je menší než 3 μm , délka vlákna je větší než 5 μm a poměr délka:tloušťka je vyšší než 3 μm .

Thorakální frakce je hmotnostní frakce vdechovaných částic pronikajících za hrtan. Přibližně 50% polévatého prachu s velikostí 10 μm je v thorakální frakci.

Přípustný expoziční limit (PEL) je časově vážený průměr koncentrací plynů, par, prachů nebo aerosolů v pracovním ovzduší za celou nařízenou pracovní dobu stanovenou dle harmonogramu, jímž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší pracovní době, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.11.7 Účinky prachových částic na organismus zvířat

Stájové ovzduší je znečištěno prachovými částicemi, které se liší složením, velikostí a množstvím v jednotce vzdušného objemu. Prachové částice ve stájovém ovzduší představují v určitých koncentracích závažnou zátěž pro chovaná zvířata. Velký význam mají prachové částice jako nosiče mikroorganismů, bakteriálních endotoxinů a prachových látek, včetně amoniaku.

Prachové částice jsou tvořeny rostlinnými součástmi, bakteriálními a houbovými mikroorganismy, roztoči, fragmenty hmyzu a dalšími alergogenními látkami, které působí přímo na zdravotní stav zvířat.

Biologická agresivita prachových částic ve stájovém prostředí je dána jeho dráždivými účinky na sliznici, především dýchacích cest. Může však docházet i k poškození jiných tkání, např. spojivek, kůže apod.

Nepřímé působení prachových částic se projevuje ve snižování vlhkosti vzduchu, zmenšování intenzity slunečního záření a osvětlení stáje.

Resuspenze prachových částic je podmíněna provozem, charakterem a technologií ustájení, pohybem zvířat a intenzitou proudění vzduchu, resp. činností větracích zařízení (například u přetlakových větracích systémů se riziko zviřování zvyšuje) a zejména způsobem dávkování krmiva. Za maximální přípustný obsah prachu ve stájovém ovzduší je považována hranice **6 až 10 mg.m⁻³**.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.11.8 Preventivní opatření k ochraně lidí a zvířat před působením prachových částic

Vystavení účinkům prachu se hodnotí na základě porovnání zjištěných koncentrací s limitními koncentracemi.

Hodnocení zdravotního rizika pro zaměstnance, který je při práci vystaven působení prachových částic, zahrnuje následující opatření:

- a) Zjištění přítomnosti prachových částic na pracovišti;
- b) Zjištění nebezpečných vlastností prachových částic, které mohou mít vliv na zdraví zaměstnance;
- c) Zjištění úrovně, typu a trvání expozice;
- d) Popis technologických a pracovních operací spojených s vývinem prachu;
- e) Využití dat o přípustných expozičních limitech, nejvyšších přípustných koncentracích nebo o monitorování expozice z dostupných zdrojů;

- f) Posouzení účinků opatření, která byla přijata k ochraně zdraví zaměstnance při práci;
- g) Hodnocení zdravotního rizika musí být provedeno i s ohledem na další činnosti, jako je například údržba a úklid, u nichž lze podle povahy předpokládat, že mohou být spojeny s možností značného zvýšení expozice prachu.

Ochrana zdraví před nepříznivými účinky prachu spočívá v následujících opatřeních:

a) Technická opatření

- Změna technologických postupů v zájmu omezení expozice zaměstnanců prachem;
- Uzavření zdrojů prašnosti vhodným krytováním, účinným odsávacím zařízením na pracovních stolech, srážení prachu vodou, resp. jinými smáčedly;
- Místní odsávání prachových částic a jejich ukládání do zásobníku;
- Srážení prachu vodou nebo snižování prašnosti vodní mlhou;
- Izolování zaměstnanců od zdrojů prašnosti prachotěsnými bariérami.

b) Organizační opatření

- Vynucené dodržování technologických postupů (kontrolní činnost);
- Zabránění resuspenzi prachu vlivem vedlejší pracovní činnosti;
- Zkrácení expozice v prašném prostředí střídáním zaměstnanců;
- Vybavení zaměstnanců osobními ochrannými pracovními prostředky;
- Lékařské preventivní prohlídky.

Pro ochranu dýchacího ústrojí před netoxickými, dráždivými a toxickými, tuhými nebo kapalnými aerosoly, mikroorganismy nebo i viry je možno použít různé prostředky. Jednoduchý, ale efektivní způsob je použití respirátoru, jehož správné technické označení je filtrační polomaska. Základem pro výběr správné filtrační polomasky je analýza rizik, která se vyskytují na místě předpokládaného použití a mohou vést k poškození dýchacích orgánů.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.12 Welfare drůbeže

Welfare zvířat je obecně stav zvířat, který se týká přirozené snahy jednotlivců i skupiny vyrovnat se s podmínkami prostředí, které na zvířata působí (například mikroklima stáje, ve které jsou umístěna). Zahrnuje tedy stavy od neúspěšného vyrovnání se, což může mít za následek onemocnění nebo zranění, až po bezproblémové vyrovnání se s prostředím. Představuje jak příjemné tak nepříjemné stavy spojené se strachem a frustrací a může se pohybovat od velmi špatného po velmi dobré.

Welfare zvířat lze definovat jako optimální stav naplnění všech materiálních a nemateriálních podmínek, které jsou předpokladem zdraví organismu, kdy je zvíře v souladu s jeho životním prostředím. Nejedná se přitom jen o splnění základních podmínek života a zdraví zvířat, předpokládá stejně tak i ochranu před fyzickým i psychickým strádáním a týráním. Zvíře má nárok na to, aby mu chovatel vytvářel předpoklady pro zabezpečení vyššího stupně uspokojení jeho životních potřeb. Welfare zvířat požaduje pro chovaná zvířata dosažení určité spokojenosti, pohody, komfortu. Tento požadavek je zdůvodněný eticky, ale vyplývá i z ekonomiky. Pouze zvíře, které má na dostatečné úrovni zajištěny své materiální (fyziologické) i nemateriální (mentální, psychické) potřeby může poskytovat maximální užitkovost, odpovídající jeho genetickému potenciálu, může optimálně zhodnocovat krmnou dávku, uchovat si zdraví, produkční schopnost i přirozené projevy chování a jeho chov může být proto ekonomicky úspěšný.

K dosažení životní pohody (welfare) v chovech zvířat je třeba vytvořit takové podmínky, které zajistí požadavky stanovené Britskou radou pro ochranu hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Council - FAWC), která těchto pět svobod novelizovala v r. 1993 takto:

1. Odstranění hladu, žízně a podvýživy - neomezený přístup ke krmivu a čerstvé napájecí vodě v množství dostačujícím pro zachování dobrého zdravotního stavu, fyzické i psychické energie.
2. Odstranění fyzikálních a tepelných faktorů nepohody – zajištění odpovídajícího prostředí včetně zabezpečení před nepřízní makroklimatu a pohodlného místa k odpočinku.

3. Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění, nemoci – v první řadě prevence onemocnění, popř. rychlá diagnostika a terapie.
4. Možnost projevů normálního chování – zajištění dostatečného prostoru, vhodného vybavení a možnosti sociálních kontaktů s jedinci téhož druhu.
5. Odstranění strachu a deprese (úzkosti) – vyloučení takových podmínek, které by způsobovaly psychické strádání a utrpení.

Absolutní dosažení všech pěti podmínek je v praktických podmínkách obtížné. Například naprostá volnost v chování neumožňuje u žádného druhu zvířat dosažení optimální hygienické úrovně. Z toho vyplývá i nutnost vyloučit jednostranný přístup k hodnocení. Například chovatelé preferují produkční hlediska – 1. a 3. kritérium, ochránci zvířat pak hlediska etologická – kritérium 4. a 5. Komplex všech pěti kritérií vytváří soubor pravidel umožňujících hlubší poznání faktorů, které se podílejí na vytváření pohody zvířat. Zvířata sama vnímají pohodu jinak než lidé. Chovatelé jsou povinni najít rovnováhu mezi požadovaným užitkem (výnosem) a pohodou zvířete.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

Tlak ochránců přírody v zemích EU na zvýšenou ochranu životního prostředí se zaměří i na humánní aspekty ochrany zvířat, s cílem dosáhnout jejich přirozené životní pohodlí – welfare. Platné směrnice určují chovatelům v členských zemích EU podmínky, které je nutno jako minimum dodržet ve stájových objektech. Kromě požadavků na řešení staveb, technologické uspořádání, osvětlení, větrání a vytápění hal, obsahují směrnice rady EU minimální normy pro ochranu nosnic chovaných v klecových zařízeních, s termínem uplatnění od 1.1.1988 pro nově uváděné klece do provozu.

(Zdroj: Technika v chovech nosnic, Brož, Kic)

2.12.1 Hygiena stájového prostředí

Hygiena stájového prostředí je základem úspěšného chovu hospodářských zvířat. Vytvoření odpovídajícího prostředí s dodržením požadovaných hygienických

parametrů a limitů pro chov hospodářských zvířat je základním předpokladem pro zachování jejich dobrého zdravotního stavu ve prospěch očekávané produkce a zajištění rentability chovu a jeho zachování v podmínkách tržních ekonomických vztahů. Jednotlivé faktory stájového mikroklimatu ovlivňují více či méně nejenom intenzitu metabolismu s jejím dopadem na produkci zvířat (např. teplotně vlhkostní komplex), ale mají také zásadní vliv na jejich zdravotní stav a optimální pohodu.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.12.2 Mikroklima a mikroklimatické faktory

Mikroklimatem se rozumí ovzduší v uzavřeném prostoru stáje, které je v přímém vztahu k zevnímu atmosférickému prostředí (makroklima). Vliv makroklimatu na mikroklima je zprostředkováván řadou faktorů, především konstrukcí a provedením stavby, způsobem větrání, klimatizace, provozem a režimem vstupu do stáje. Mikroklima představuje základní existenční a výrobní faktor v chovu zvířat. Velkou roli v něm sehrává i složení stájového vzduchu. Změny jsou způsobeny jednak vzduchem vydechaným zvířaty, jednak plyny vznikajícími při odpařování výkalů, moči a při biochemických pochodech v podestýlce a v chlévské mrvě. Přestože je snahou vytvořit u některých stájí řízené prostředí, zůstává také patrný vliv atmosférických podmínek při ustájení zvířat. Mikroklima ve stájích je vytvářeno komplexním působením řady faktorů, které lze v závislosti na jejich charakteristice rozdělit do dvou základních skupin:

1. Faktory abiotické

a) fyzikální faktory: teplota a vlhkost vzduchu (teplotně-vlhkostní komplex), proudění a ochlazovací veličina (katahodnota) vzduchu, sluneční záření, přirozené a umělé osvětlení ve stájích, barometrický tlak a hluk;

b) chemické faktory: chemické složení vzduchu, zejména s ohledem na koncentrace toxických plynů – čpavku, oxidu uhličitého, sirovodíku, methan a celá řada definovaných škodlivých plynů.

2. Faktory biotické (biologické)

biologické faktory: prašnost a mikrobiologické znečištění (spóry hub, plísně, bakterie).

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.12.3 Mikrobiální kontaminace ovzduší v chovech drůbeže

Mikroorganismy jsou v uzavřených prostorech stálou součástí vzduchu stejně jako ve volné atmosféře. Jsou v něm vázány např. na kapénky slin, hlenů (v bezstelivovém ustájení) nebo na povrch prachových částic. Jak prašnost, tak i mikrobiologické znečištění stájového vzduchu spolu velmi úzce souvisejí (zvýšení prašnosti = zvýšení počtu mikroorganismů apod.). Prachová částice je pro mikroby nejen nosnou podložkou, ale i ochranou před nepříznivými vlivy a do jisté míry i živnou půdou, z čehož plyne delší přežívání mikrobů v ovzduší. Patogenní bakterie však vydrží ve vzduchu poměrně krátce. Pro jejich dlouhodobé přežití a množení vzduch není vhodným prostředím, protože buněčné tělo na vzduchu vysychá. Odolné spóry hub a některé bakterie jsou však dobře adaptovány na fyziologické stresy při přenosu vzduchem.

Mikrobiální kontaminace ovzduší značně kolísá od $1 \cdot 10^3$ až $1 \cdot 10^8 \cdot \text{m}^{-3}$. Obecně se považuje za hranici, kterou by neměl počet mikroorganismů přesáhnout $250 \cdot 10^3 \cdot \text{m}^{-3}$. Nejvyšší mikrobiální zátěž představují stáje pro drůbež, průměrná se vyskytuje ve stájích pro prasata a nejnižší je ve stájích pro skot. Jako opatření proti nadměrné mikrobiální kontaminaci stájového ovzduší je třeba uplatňovat kromě omezování zdrojů prašnosti i mnoho dalších zásad, jako např. dodržování přiměřené hustoty obsazení stájí, dezinfekce vyprázdněných stájí a filtrace větraného vzduchu. Součástí prevence mikrobiální kontaminace je i udržování optimálního bioklimatu (stájové vlhkosti, prevence vzdušné kondenzace s možným růstem plísní na stěnách atd.).

Mikrobiální kontaminace může být primární nebo sekundární. Primární kontaminace bývá způsobena lidmi, zvířaty a materiály jako hlavními zdroji mikroorganismů. Může vznikat při běžném nebo zesíleném vylučování zárodků ve vydechovaném vzduchu. Má hlavní význam pro šíření nakažlivých onemocnění aerogenní cestou. Sekundární kontaminace je pak podmíněna technologickými podmínkami, které ovlivňují množství částic v ovzduší a dobu jejich vznášení.

(Zdroj: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, Celjak)

2.12.4 Hygienické zásady v chovu drůbeže

Chovatel by měl pro zdraví chované drůbeže pravidelně kontrolovat nezávadnost používaných krmiv (zaplísnění, hniloba nebo jiné znehodnocení). Krmné směsi nesmí být starší než 3 měsíce. Vaječné skořápky musí být předem dobře vysušeny a rozmělněny (nebezpečí přenosu nemocí, popř. vznik zlovyku naklovávání snesených vajec v hnízdech). Krmítka a napáječky se musí udržovat neustále čisté, zejména při zkrmování míchanic, mléčných produktů, zákvasků. Desinfikovat je nutno i pitnou vodu a napáječky (např. slabě růžovým roztokem hypermanganu).

(Zdroj: Základy výživy a technika krmení drůbeže, Kříž)

2.13 Měření koncentrace prachových částic v chovech drůbeže

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.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

2.13.1 Specifikace přístroje Dust Trak II 8530

Výrobce: TSI Incorporated (USA)

Princip: Odraz laserového paprsku od částic v měřící buňce a následné elektronické vyhodnocení

Rozsah měření: 0,001 – 150 mg.m⁻³

Rozsah velikosti částic: 0,1 – 15 µm

Členění: PM10 – prachové částice (tuhé i kapalné) do průměru 10 µm

PM2,5 2,5 µm

PM1 1 µm

Respiratorní 4 µm

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

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

Časová konstanta: 1 – 60 s

Záznam údajů: 45 dní při 1 minutových vzorcích

Interval zaznamenávaných údajů: 1 s až 1 hodina

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

Provozní vlhkost: 0 až 95 % (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 respiračního prachu ($\leq 4 \mu\text{m}$)

Režim provozu: Interval zaznamenávaných údajů lze nastavit od 1 sekundy do 60 minut (jde o časový interval mezi jednotlivými zaznamenanými údaji).

Délku měření lze nastavit od 1 minuty až po limit daný kapacitou paměti. Doba mezi jednotlivými měřeními může být 1 minuta až 30 dní.

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

Čištění $2,5 \mu\text{m}$ destičky kalibračního impaktoru před každým použitím (aplikace 2 kapek oleje (je součástí přístrojového vybavení)

Výměna interních filtrů po 350 hodinách při $1 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$

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.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)



Obrázek 29 - Měřící přístroj Dust Trak 8530 II

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

2.13.1 Specifikace přístroje COMMETER D4141

Pro měření teploty vnitřního prostředí je vhodné použít například digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou.

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 $+105$ °C s přesností $\pm 0,4$ °C a rozlišením $0,1$ °C, u relativní vlhkosti 0 až 100 % RV s přesností $\pm 2,5$ % RV v rozsahu $5 - 95$ % při 23 °C a rozlišením $0,1$ % RV.



Obrázek 30 - Commeter D4141, Zdroj: Autoři metodiky měření prašnosti v chovech drůbeže

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

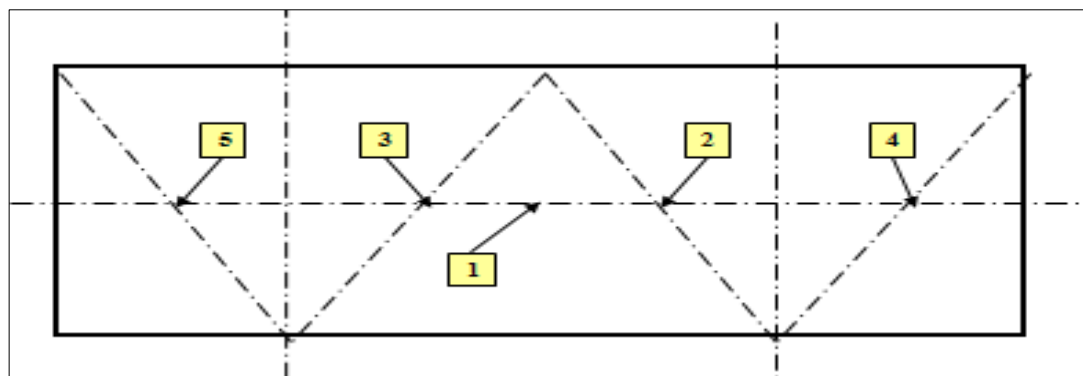
2.13.2 Měřená velikost prachových částic

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.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

2.13.3 Umístění přístroje při měření

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.



Obrázek 31 - Příklad rozmístění míst měření v hale

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

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.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

2.13.4 Měření hygienických podmínek ošetřovatelů a zvířat

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.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

2.13.5 Měření emisí prachu odcházejícího ze stájí

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) a
- na hranici farmy – na návětrné straně od objektu (imise do měřeného objektu).

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

3 Hypotéza

Lze předpokládat, že rozdílné způsoby chovu drůbeže (způsoby ustájení) budou mít zásadní vliv na obsah pevných částic vyskytujících se v prostředí (ve vzduchu) chovných hal.

4 Cíl práce

Cílem práce je provést měření koncentrace prachu PM_{10} a $PM_{2,5}$ ve vybraných objektech chovu drůbeže v České republice v rozdílných technologiích jejich ustájení a v rozdílných kategoriích chovu drůbeže (chov kuřat na maso, nosnice).

5 Experimentální část

5.1 Materiál a metodika

5.1.1 Normy pro stanovení emisních limitů

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 PM₁₀ 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_{2,5} aerosolových částic.

Stanovení prašnosti vychází z gravimetrické metody, doplněné systémy pro sledování „on-line“.

Průběžné měření „on-line“

Stanovení prašnosti systémy Microdust Pro a Dusttrak

Oba uvedené systémy mají základní nastavení, jsou kalibrované na arizonský silniční prach (ISO Fine 12103-1A2). Zjištěný průměr za dobu expozice je nutné adjustovat podle gravimetrického stanovení.

Systém Microdust Pro je kompatibilní se vzduchovými čerpadly Apex Pro. Při gravimetrickém měření mohou čerpadla systému Apex Pro pracovat buď samostatně, nebo v přímém spojení s přístrojem Microdust Pro. V tomto případě je zaručeno, že objem prachové frakce, která prošla a byla změřena v přístroji Microdust Pro je totožná s deponovanou frakcí na filtru. Princip činnosti přístroje je založen na odrazu infračerveného paprsku od procházejících částic měrnou komorou.

Přístroj může měřit v intervalu 1 sekunda až 1 hodina. Záznam obsahuje datum, čas a změřenou hodnotu v $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Uvedeným přístrojem může být měřen prach různých aerodynamických velikostí: běžné PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$, dále již málo používané velikosti TSP (celkový prach, respiratorní a inhalační prach). Velikost měřených částic je určena příslušnými vymežovacími filtry. Příslušným softwarem jsou hodnoty staženy do souboru **Excel** pro další zpracování.

Systém Dusttrak pracuje na podobném principu jako výše uvedený systém, odráží se laserový paprsek. Hodnoty koncentrace prachu zaznamenává v intervalu 1 sekunda až 1 hodina ve formátu $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Měří v rozměrech PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$ a PM_1 . Tyto rozměry jsou vymezeny tryskami pro danou velikost. Hodnoty jsou ukládány do paměti a příslušným softwarem jsou stahovány pro další zpracování.

Umístění přístrojů při měření

Umístění přístrojů se řídí účelem měření. Pro měření připadají v úvahu rozměry částic PM_{10} a $\text{PM}_{2,5}$. Měření pro případné další rozměry částic má specifický charakter.

Hygienické podmínky

Vzorkovací hlavy jsou umístěvané do životní zóny zvířat. Pro stanovení podmínek ošetřovatelů zvířat se umístí přístroj do výšky 1,7 m od úrovně podlahy.

Stanovení emisí prachu

Zásadou umístění vzorkovacích hlav je, že pro měření koncentrace prachu musí být vzorkovací hlavy umístěny do výduchů ventilace objektu. U opláštěných objektů je to určeno výduchovými otvory, povětšinou funkčními ventilátory podtlakové ventilace vzduchu. V případě otevřených stájí (skot, dojnice) bude nutné udělat kouřovou zkoušku a podle ní určit místa pro umístění vzorkovacích sond.

Pro toto stanovení je nutné změřit i průtok vzduchu měřeným objektem.

(Zdroj: Systém měření a vyhodnocení prašnosti v chovech hospodářských zvířat se zaměřením na prasata, drůbež a telata, Jelínek, Dolejš, Andrt)

5.1.2 Měření koncentrace prachu v objektu s ustájenými zvířaty

Měří se koncentrace frakce prachových částic PM_{10} , $PM_{2,5}$. 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 [$m \cdot sec^{-1}$] – 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 z částic, které vznikly činností zvířat a technologických operací přímo ve stáji a imise částic obsažených přímo v přicházejícím vzduchu do objektu.

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 měřícího zařízení uvádí.

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

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

5.1.3 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) a na hranici farmy – na návětrné straně od objektu (imise do měřeného objektu).

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

5.1.4 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
- 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
- pokud naměřená hodnota relativní vlhkosti vzduchu překročí 70 %, provede se opakované měření ve stejných měřicích místech nejdříve

po 24 hodinách. Bude-li i při opakovaném měření zjištěna relativní vlhkost vzduchu vyšší jak 70 %, provede se měření po 48 hodinách.

(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

5.1.5 Metodika měření v Čekanicích u Tábora

Měření bylo realizováno v objektu chovu drůbeže v Čekanicích u Tábora dne 17. 10. – 18. 10. 2014 a 9.11. – 10.11. 2014.

Měření bylo realizováno v souladu s Metodikou měření prachových částic v chovech drůbeže č.j: 20615/2014-MZE-14312 s následujícími konkrétními přístroji a specifickými podmínkami při měření.

Měření bylo realizováno kontinuálně s délkou měření 24 hodin a měřená velikostní frakce prachových částic byla PM_{10} a $PM_{2.5}$. Pro měření byly použity 2 přístroje Dust TRAK 8530. Ve vnitřní paměti přístroje jsou zaznamenány všechny jednotlivé hodnoty v závislosti na intervalu měření. Vzorkovací hlava přístroje Dust TRAK 8530 č. 1 byla umístěna před větrací šachtou stropního ventilátoru (pozice vzorkovací hlavy č. 1). Vzorkovací hlava přístroje Dust TRAK 8530 č. 2 byla umístěna ve šterbině větracího okna mimo objekt stáje (pozice vzorkovací hlavy č. 2). Interval u obou přístrojů měření byl stanoven na 2 s.

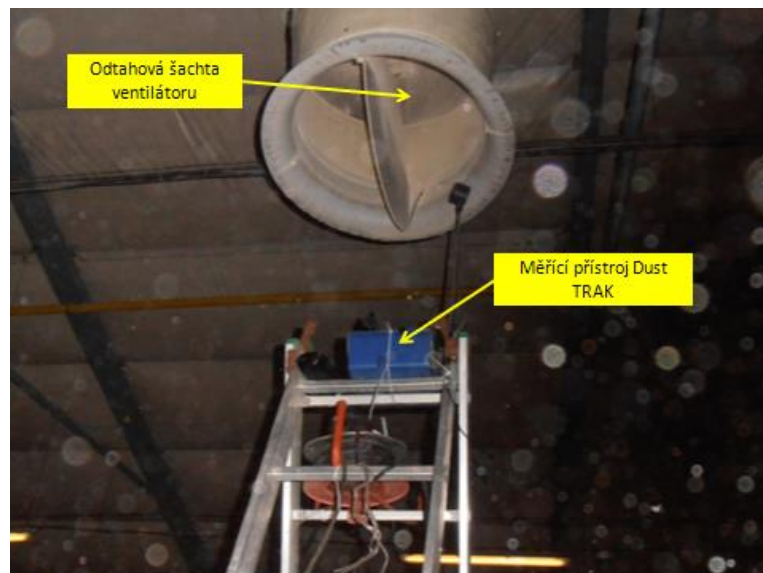
Instrument Name: DustTrak II
Model Number: 8530
Serial Number: 8530110715/001
Firmware Version: 3.0
Calibration Date: 11/12/2013
Test Name: MANUAL_001
Test Start Time: 08:50:35 AM
Test Start Date: 17/10/2014
Test Length [D:H:M]: 0:24:00
Test Interval: [M:S]: 0:2
Mass Average [mg/m^3]: 0.319

Záznam z displaye přístroje DustTRAK v pozici vzorkovací hlavy č. 1

Instrument Name: DustTrak II
Model Number: 8530
Serial Number: 8530110715/002
Firmware Version: 3.0
Calibration Date: 11/12/2013
Test Name: MANUAL_001
Test Start Time: 08:57:55 AM
Test Start Date: 17/10/2014
Test Length [D:H:M]: 0:24:00
Test Interval: [M:S]: 0:2
Mass Average [mg/m ³]: 0.029

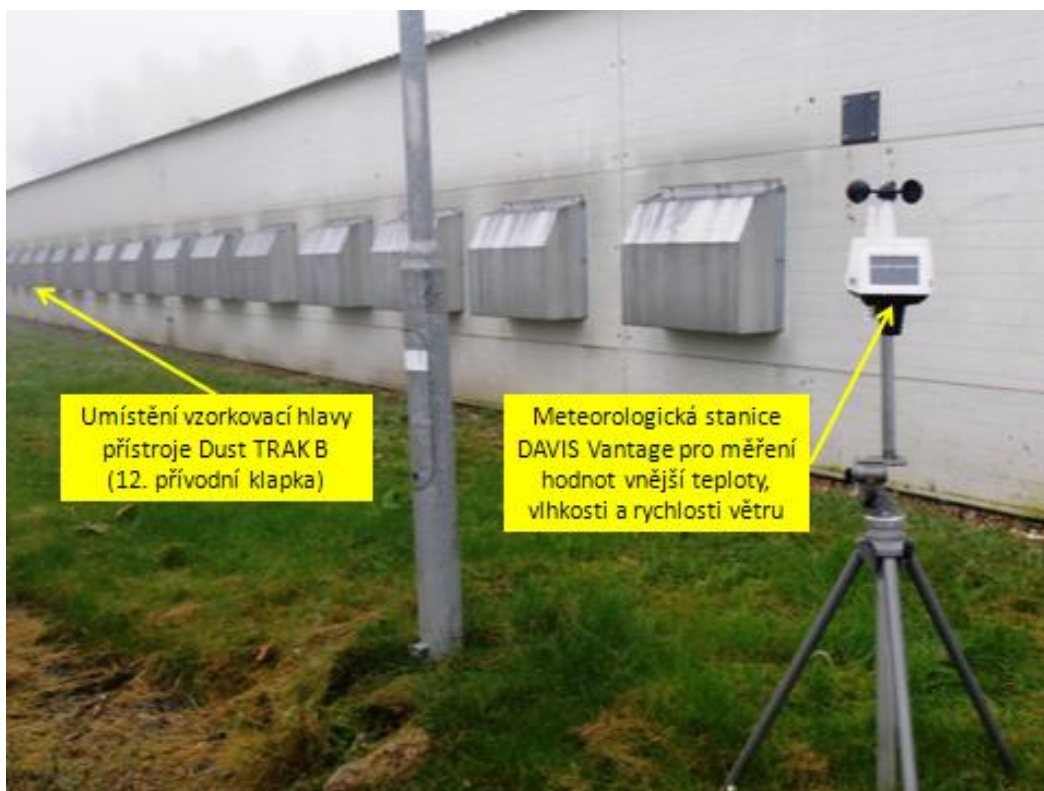
Záznam z displaye přístroje DustTRAK v pozici vzorkovací hlavy č. 2

Umístění přístrojů pro měření koncentrace prachových částic bylo voleno přibližně uprostřed haly. Vzorkovací hlava při měření koncentrace vzduchu ve výduchu byla umístěna 60 cm pod uzavírací klapkou 4. šachty ventilátoru (od čela budovy), přibližně 20 cm od osy válcové šachty (viz obrázek 32). Vzorkovací hlava pro měření koncentrace vzduchu byla na vstupu 12. přívodní klapky (mimo objekt, aby nedocházelo k ovlivnění prachovými částicemi, které jsou uvedeny do vznosu uvnitř haly činností drůbeže (viz obrázek 33).



Obrázek 32 - Pozice přístroje Dust TRAK v místě odchodu vzduchu ze stáje (mírně mimo osu šachty ventilátoru, 60 cm pod klapkou)

(Zdroj: autor)



Obazek 33 - Pozice vzorkovací hlavy přístroje Dust TRAK v místě vstupu vzduchu do stáje

(Zdroj: autor)

5.1.6 Metodika měření ve Stoškově

přístroje pro měření

Monitor aerosolů Dust TRAK II, model 8530 stolní

Impaktory pro jednotlivé frakce: PM₁₀ pro prachové částice nad 10 µm, PM_{2,5} pro prachové částice nad 10 µm.

Nastavení měření

Čas měření: 10 minut

Velikost prachových částic: 2,5 µm, a 10 µm

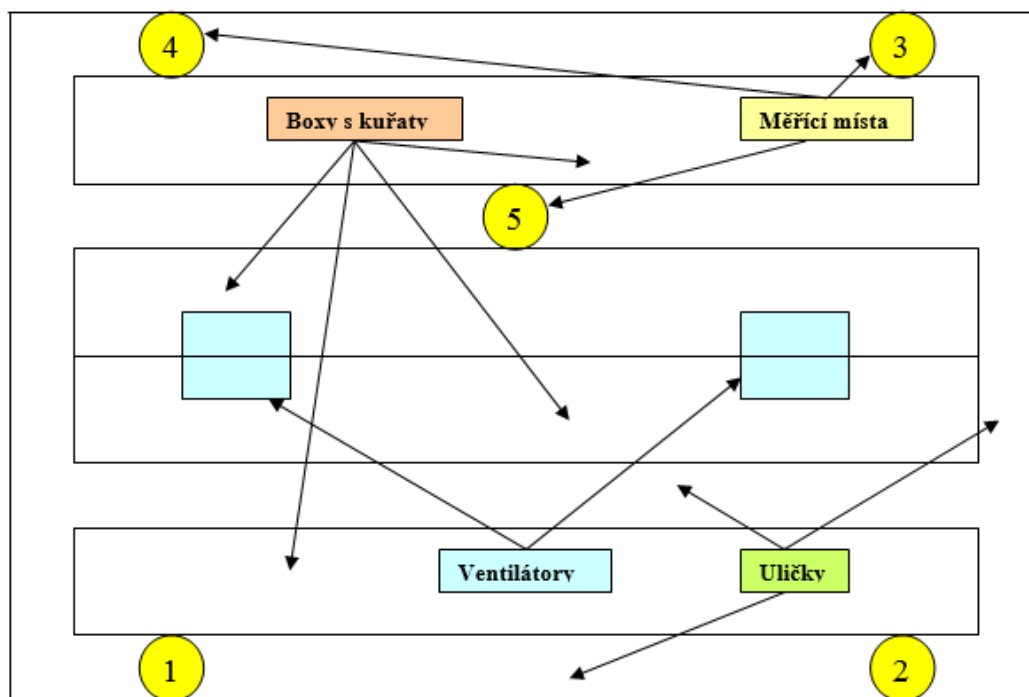


Obrázek 34 - Monitor aerosolů Dust Track II

(Zdroj: autor)

Pozice měření

- | | |
|----------------------------------|---|
| Měření v zóně kuřat a kachňat: | 15 cm nad podestýlkou |
| Měření v zóně ošetřovatele: | 175 cm nad podlahou uličky |
| Měření u vstupu k ventilátoru: | 1 metr od vstupu vzduchu do sací šachty
(v ose hřídele) |
| Měření na výstupu z ventilátoru: | 5 metrů od stěny (kolmo na žaluzie) vně haly
(v ose hřídele ventilátoru) |



Obrázek 35 - Pozice měřících míst uvnitř haly pro chov kuřat

(Zdroj: autor)



Obrázek 36 - Klecový systém ustájení kuřat ve Stoškově

(Zdroj: autor)



Obrázek 37 - Budova odchovu kuřat ve Stošíkovicích

(Zdroj: autor)

6 Výsledky měření

6.1 Měření v Čekanicích u Tábora

Měření bylo realizováno dne 17.10.2014, 9.11.2014.

Teplota při měření se pohybovala v rozsahu 21 – 22,2°C a relativní vlhkost se pohybovala v rozsahu 44,5 – 45,8 %, což bylo v souladu s doporučenými hodnotami dle ČSN EN 481.

6.1.1 Naměřené hodnoty

Naměřené hodnoty koncentrací prachových částic PM₁₀ a PM_{2,5} při režimu běžné činnosti drůbeže v celkové době trvání měření 24 hodin jsou uvedeny v tabulce 4. Průměrné hodnoty byly použity pro výpočet výrobní měrné emise.

Tabulka 4 - Naměřené hodnoty koncentrací prachových částic PM₁₀ a PM_{2,5} při režimu běžné činnosti drůbeže v celkové době trvání měření 24 hodin

Pozice vzorkovací hlavy	Měření č.1			Měření č.2		
	Min. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]	Prům. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]	Max. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]	Min. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]	Prům. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]	Max. hodnota PM10 [mg.m ⁻³]
1.	0,075	0,318	0,632	0,063	0,314	0,421
2.	0,007	0,029	0,059	0,011	0,041	0,071

(Zdroj: autor)

Průběhy naměřených hodnot jsou v příloze B této diplomové práce. Jedná se o průběhy měření částic PM₁₀ a PM_{2,5}.

6.1.2 Doplnující údaje pro výpočet

Doplnující hodnoty teploty a vlhkosti uvnitř haly byly získány měřením vlastními přístroji, které byly umístěny v blízkosti přístroje Dust TRAK. Údaje o teplotě, tlaku a vlhkosti vzduchu mimo objekt haly byly naměřeny meteorologickou stanicí DAVIS Vantage, která byla umístěna ve vzdálenosti 5 m od haly na návětrné straně. Údaje o koncentraci prachových částic mimo objekt farmy byly převzaty z automatizovaného měřicího zařízení, které je umístěno v Táboře v lokalitě: 49° 24' 40.435" sš. 14° 40' 34.999" vd., protože nebyl k dispozici třetí přístroj, se kterým by bylo možné hodnoty získávat ve shodné době. Hodnoty koncentrací PM10 jsou zveřejňovány on-line na webu Českého hydrometeorologického ústavu.

(Zdroj: http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/uoco/web_generator/qaindex_slide1/mp_CTABA_CZ.html.)

Tabulka 5 - Záznam doplňujících fyzikálních veličin

Veličina	Měření č.1			Měření č.2		
	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota
Teplota vzduchu uvnitř haly [°C]	17,6	18,9	21,4	17,7	18,7	21,2
Teplota vzduchu vně haly [°C]	7,3	11,5	15,2	2,3	7,4	10,2
Vlhkost vzduchu uvnitř haly [%]	71,2	79,9	83,6	73,2	80,1	82,3
Vlhkost vzduchu vně haly [%]	76,3	82,6	90,2	76,5	82,4	91,2
Rychlost proudění vzduchu [m.s ⁻¹]	0	0,1	0,21	0	0,1	0,22
Tlak vzduchu [hPa]	956,1	962,3	969,8	957,1	963,7	970,1
Koncentrace prachu mimo objekt [mg.m ⁻³]	0,006	0,014	0,032	0,011	0,017	0,025

(Zdroj: autor)



Obrázek 38 - Odečet hmotnosti kuřat byl proveden z údajů automatického systému vážení

(Zdroj: autor)

Průměrná hodnota průtoku vzduchu:

Tato hodnota byla vypočítána na základě informace obsluhy haly. Ventilátory byly v době měření provozovány na 30% maximálního výkonu. Tato hodnota byla $36\,000\text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$.

Tabulka 6 - Údaje o kuřatech

	měření č.1	měření č.2
stáří kuřat [dny]	30	34
počet kuřat v hale [ks]	47 277	47 256
hmotnost 1 kuřete [g]	1560	1860
celková hmotnost kuřat [kg]	73752,1	87896,2

(Zdroj: autor)

Počet dní zástavu drůbeže v objektu během kalendářního roku: **252** dní

6.1.3 Vypočítané hodnoty

Výpočty jsou provedeny na základě fyzikálních vztahů, které jsou uvedeny v příloze A.

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

Výstupní koncentrace snížená o imisní zátěž (1 - $\text{PM}_{2,5}$, 2 - PM_{10}):

$$E_{\text{FN1}} = (0,314 - 0,017) \cdot 36000 = 10692 \quad [\text{mg.m}^{-3}]$$

$$E_{\text{FN2}} = (0,318 - 0,029) \cdot 36000 = 10404 \quad [\text{mg.m}^{-3}]$$

Přepočet hodinové produkce prachových částic na denní produkci:

$$Q_{\text{D1}} = 10692 \cdot 24 = 256608 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

$$Q_{\text{D2}} = 10404 \cdot 24 = 249696 \quad [\text{mg.den}^{-1}]$$

Přepočet emise prachových částic na 1 ks . den⁻¹:

$$E_{\text{ks1}} = 256608/47256 = 5,43 \quad [\text{mg.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}]$$

$$E_{\text{ks2}} = 249696/47277 = 5,28 \quad [\text{mg.ks}^{-1}.\text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise prachových částic (emisního faktoru):

$$E_{\text{VM1}} = 10^{-6} \cdot 5,43 \cdot 252 = 0,00137 \quad [\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$$

$$E_{\text{VM2}} = 10^{-6} \cdot 5,28 \cdot 252 = 0,00133 \quad [\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$$

6.2 Měření ve Stošíkovicích

Měření bylo provedeno dne 25.10.2014.

6.2.1 Naměřené hodnoty

Tabulka 7 - Naměřené hodnoty PM_{10;2,5} v zóně drůbeže v závislosti na měřicím místě

Označení měřícího místa	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota
	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]
1	0,113	0,182	0,651	0,13	0,161	0,256
2	0,103	0,131	0,196	0,127	0,171	0,367
3	0,104	0,134	0,275	0,107	0,122	0,167
4	0,102	0,139	0,269	0,101	0,115	0,161
5	0,129	0,177	0,374	0,119	0,146	0,219

(Zdroj: autor)

Tabulka 8 - Naměřené hodnoty PM_{10;2,5} v zóně ošetřovatele v závislosti na měřicím místě

Označení měřícího místa	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota
	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]
1	0,093	0,148	0,247	0,081	0,11	0,191
2	0,117	0,163	0,3	0,096	0,11	0,202
3	0,103	0,136	0,229	0,095	0,103	0,121
4	0,121	0,129	0,236	0,092	0,108	0,132
5	0,118	0,13	0,287	0,098	0,111	0,162

Tabulka 9 - Naměřené hodnoty v zóně ventilátoru v chovu kuřat

Označení měřicího místa	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota	Min. hodnota	Prům. hodnota	Max. hodnota
	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM ₁₀ [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]	PM _{2,5} [mg.m ⁻³]
1 metr od vstupu vzduchu do sací šachty	0,124	0,133	0,165	0,109	0,12	0,137

(Zdroj: autor)

Tab. č. 10: Doplňující údaje

Veličina	Hodnoty
Teplota vzduchu uvnitř haly [°C]	23,6
Teplota vzduchu vně haly [°C]	13,1
Celkový průtok vzduchu Q _{max} (m ³ .h ⁻¹)	4 000
Vlhkost vzduchu uvnitř haly [%]	44
Vlhkost vzduchu vně haly [%]	41
Rychlost proudění vzduchu [m.s ⁻¹]	-
Tlak vzduchu [hPa]	-
Koncentrace prachu PM _{2,5} mimo objekt [mg.m ⁻³]	0,014
Koncentrace prachu PM ₁₀ mimo objekt [mg.m ⁻³]	0,095

(Zdroj: autor)

Poznámka: Při měření probíhalo krmení postupně do jednotlivých boxů v celé ploše haly

Tabulka 11 - Údaje o kuřatech

stáří [dny]	16
podestýlka [cm]	4 - 8
Počet kuřat v boxu [ks]	30
Počet boxů ve stáji	48
hmotnost 1 ks [g]	532
počet v hale v [ks]	1440
celková hmotnost drůbeže [g]	766 080

(Zdroj: autor)

6.2.1 Vypočítané hodnoty

Výpočty jsou provedeny na základě fyzikálních vztahů, které jsou uvedeny v příloze A.

Výstupní koncentrace snižená o imisní zátěž (1 - $\text{PM}_{2,5}$, 2 - PM_{10}):

$$E_{\text{FN1}} = (0,12 - 0,014) \cdot 4000 = 424 \quad [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

$$E_{\text{FN2}} = (0,133 - 0,095) \cdot 4000 = 152 \quad [\text{mg} \cdot \text{m}^{-3}]$$

Přepočet hodinové produkce prachových částic na denní produkci:

$$Q_{\text{D1}} = 424 \cdot 24 = 10176 \quad [\text{mg} \cdot \text{den}^{-1}]$$

$$Q_{\text{D2}} = 152 \cdot 24 = 3648 \quad [\text{mg} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Přepočet emise prachových částic na 1 ks. den^{-1} :

$$E_{\text{ks1}} = 10176/1440 = 7,066 \quad [\text{mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

$$E_{\text{ks2}} = 3648/1440 = 2,53 \quad [\text{mg} \cdot \text{ks}^{-1} \cdot \text{den}^{-1}]$$

Výpočet výrobní měrné emise prachových částic (emisního faktoru):

$$E_{VM1} = 10^{-6} \cdot 7,066 \cdot 252 = 0,00178 \quad [\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$$

$$E_{VM2} = 10^{-6} \cdot 2,53 \cdot 252 = 0,00637 \quad [\text{kg.ks}^{-1}.\text{rok}^{-1}]$$

7 Diskuse

Legislativa nestanoví žádná kritéria pro úroveň prašnosti, pouze v § 10 Vyhlášky č. 208/2004 Sb. o ochraně hospodářských zvířat je stanoven požadavek na zlepšení cirkulace vzduchu a v § 6 téže Vyhlášky je stanoven obecně požadavek na čistotu.

Ve své práci doc. Ing. Antonín Jelínek, CSc., Ing. Jan Dolejš, CSc. a doc. Ing. Miroslav Andrt, CSc., nazvané „System měření a vyhodnocení prašnosti v chovech hospodářských zvířat se zaměřením na prasata, drůbež a telata“, popisují problematiku měření emisí a imisí ve vztahu k zdravotnímu stavu obsluhy ve stájích, samotných chovaných zvířat i zástavby v okolí farem. V průběhu tohoto projektu bylo provedeno množství měření, jejichž výsledek (část pro srovnání s výsledky této diplomové práce) je v tabulce níže.

Tab. č. 12 - Měrné výrobní emise prachu - doc. Ing. Antonín Jelínek [g.ks⁻¹.rok⁻¹]

Kategorie	hmotnost	Netto emise	
	kg.ks ⁻¹	PM ₁₀	PM _{2,5}
Chov kuřat na maso (slamnatá podestýlka)	1,7	5,4	3,6

(Zdroj: autor)

Vlastní měření v Čekanicích a ve Stošíkovicích vykazuje obdobné výsledky naměřených a dopočítaných hodnot obsahu prachových částic v prostředí chovu drůbeže jako výsledky zmíněného projektu výše.

Tabulka 13 - Měrné výrobní emise prachu-výsledky vlastního měření [g.ks⁻¹.rok⁻¹]

Kategorie	hmotnost	Netto emise	
	kg.ks ⁻¹	PM ₁₀	PM _{2,5}
Chov kuřat na maso (slamnatá podestýlka)	1,5/1,8	1,3	1,4

(Zdroj: autor)

Otázkou může být, čím jsou drobné rozdíly v naměřených hodnotách při srovnání stejné kategorie - Chov kuřat na maso (slamnatá podestýlka) způsobené. Na naměřené hodnoty má vliv celá řada okolností od velikosti drůbeže, jejího temperamentu, kondici a prostředí.

8 Závěr

Z vizuálního pozorování a z naměřených hodnot koncentrace prachových částic na výstupu z objektu je patrné, že zdrojem prachu v objektech chovu drůbeže jsou především odpadlé částičky kůže a peří drůbeže, výkaly, částice podestýlky a také krmiva (jemné částice upravených obilnin a usušených rostlin). Vznos prachových částic je patrný z fotografie vnitřních prostorů haly, která je na obrázku 39.



Obrázek 39 - Vznos prachových částic uvnitř objektu je patrný vlivem fotoblesku

(Zdroj: autor)

V tabulce 13, jsou uvedeny hodnoty úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže dle dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF.

Tabulka 14 - Úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže	Množství částic [kg/ks/rok]
Prach	Nosnice	0,03 – 0,06
Prach	Brojleři	< 0,02

(Zdroj: Final Meeting of the Technical Working Group)

Stanovené hodnoty v dokumentu Final TWG meeting for the review of the IRPP BREF a naměřené hodnoty, jsou uvedeny v tabulce 14.

Tabulka 15 - Srovnání stanovených a naměřených hodnot v chovech drůbeže

Parametr	Kategorie drůbeže	BAT – AEL [kg dust/animal/year]	Naměřené hodnoty [kg.ks ⁻¹ .rok ⁻¹]
Čekanice	Brojleři podestýlka	< 0,02	0,0137 (PM _{2,5}) 0,0133 (PM ₁₀)
Stošíkovice	Brojleři klece	< 0,02	0,00178 (PM _{2,5}) 0,00637 (PM ₁₀)

(Zdroj: autor)

Hodnoty úrovně emisí spojené s BAT (AEL) pro emise prachu z ustájení drůbeže na maso nebyly v hale překročeny.

Z naměřených hodnot vyplývá, že hodnoty prachových částic PM₁₀ při režimu běžné činnosti v chovu drůbeže vyhovují legislativě (Nařízení vlády č. 361/2007, Příloha 3, část A), kde jsou stanoveny přípustné expoziční limity pro živočišné a rostlinné prachy (peří a rostlinné prachy do 4,0 mg.m⁻³, ostatní živočišné a rostlinné prachy do 6,0 mg.m⁻³). Hodnoty prašnosti pro drůbež nejsou zatím stanoveny, nicméně mikroklima je jedním z hlavních faktorů, které ovlivňují výsledek chovu drůbeže.

9 Přehled použité literatury

Adamec, V.: Projekt - Stanovení chemické a toxikologické vlastnosti prachových částic včetně výzkumu jejich vzniku / 2010 , Identifikační kód projektu: SP/1a3/55/08, <http://invenio.nusl.cz/record/118208?ln=cs>;

Brouček a kol.: Technologie a technika chovu drůbeže při splnění podmínek welfare, certifikovaná metodika, Jihočeská univerzita v Č.Budějovicích, 2011, 15 s. (ISBN nemá);

Brož V., Kic P.: *Technika v chovech nosnic*, Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR, Praha. 1995. 54 s., ISBN 80-7105-105-5;

Celjak, I.: Znečištění ovzduší prachovými částicemi se zaměřením na oblast zemědělství, BAT centrum Jihočeské univerzity v Č. Budějovicích, příručka, laboratoř Prach a hluk, 2014, 30 s.;

Dolan A., Celjak I., Dolejš J., Bartoš P.: Metodika měření prašnosti v chovech drůbeže, Jihočeská univerzita v Č. Budějovicích, ZF, 2014, 32 s.;

Dolejš, J.: Sedimentace prachu (TPS) ve stájích pro skot <http://www.cbks.cz/sbornik05b/DolejsNemeckovaToufarKnizek3.pdf>;

Dolejš, J.: Využití ionizace vzduchu v chovech hospodářských zvířat - Certifikovaná metodika, Výzkumný ústav živočišné výroby, v.v.i. , Praha Uhřetěves;

Chloupek, J., Suchý, P.: Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská Zvířata, Brno, 2008);

Jelínek, A., Dolejš, J., Andrt, M.: Systém měření a vyhodnocení prašnosti v chovech hospodářských zvířat se zaměřením na prasata, drůbež a telata. Článek byl zpracován v rámci řešení projektu QH 72 134 financovaného NAZV/MZE, Mezinárodní conference, 23.5.2013, Lednice;

Kic P., Brož V.: Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR, Praha, 1995, 48 s., ISBN 80-7105-106-3;

Komberec, S.: *Základy ekologického provozu zemědělských staveb.* Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR, 40 s. ISBN 80-7105-059-8;

Kříž, L.: *Základy výživy a technika krmení drůbeže.* Institut výchovy a vzdělávání MZ ČR, Praha, 1997, ISBN 80-7105-142-X;

Příkryl M.: Technologická zařízení staveb živočišné výroby. Nakladatelství TEMPO PRESS, Praha, 1997, ISBN 80-901052-0-3, 276 s.;

Sýkorová, I. : Uhlíkaté částice kolem nás Ústav struktury a mechaniky hornin, AV ČR, v. v. i., <http://www.vesmir.cz> | Vesmír 92, březen 2013;

<http://www.cistenebe.cz/index.php/slovnicek-pojmu/13-poletavy-prach-pm10-pm25-pm10>, 15.3.2015, 11:15 hod;

Final Meeting of the Technical Working Group (TWG) for the review of the BAT reference document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs (IRPP BREF) Seville, 17 – 21 November 2014, **EUROPEAN COMMISSION JOINT RESEARCH CENTRE** Institute for Prospective Technological Studies (Seville) Sustainable Production and Consumption Unit European IPPC Bureau.

Příloha A – Fyzikální vztahy pro výpočet emisí

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

kde 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 [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

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.

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

kde 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 [$\text{m}^3 \cdot \text{h}^{-1}$]

Pro další výpočet se přepočte hodinová produkce na denní produkci

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

Přepočet emise na 1 ks.den-1

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

Přepočet emise na 1 kg živé hmotnosti .den⁻¹

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

Výpočet výrobní měrné emise (emisního faktoru)

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

kde D_Z = počet dní zástavu drůbeže v objektu během kalendářního roku.
(Zdroj: metodika měření prašnosti v chovech drůbeže)

Příloha B - Průběh množství prachových částic během 24 hod.

(na ose X je časový průběh v hod., na ose Y pak množství prachových částic mg/m^3)

