

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta agrobiologie, potravinových a přírodních zdrojů

Katedra agroekologie a biometeorologie



Bakalářská práce

**Metody hodnocení mikroklimatu stájí hospodářských
zvířat**

Vedoucí práce: Ing. Luboš Türkott, Ph.D.

Autor práce: Jan Krupica

© 2012 ČZU v Praze

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci "Metody hodnocení mikroklimatu stájí hospodářských zvířat " jsem vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a s použitím odborné literatury a dalších informačních zdrojů, které jsou citovány v práci a uvedeny v seznamu literatury na konci práce. Jako autor uvedené bakalářské práce dále prohlašuji, že jsem v souvislosti s jejím vytvořením neporušil autorská práva třetích osob.

V Praze dne 13.4.2012

Poděkování

Rád bych touto cestou poděkoval Ing. Lubošovi Türkottovi, Ph.D. za odborné vedení a za cenné připomínky a rady při vypracovávání této bakalářské práce.

Metody hodnocení mikroklimatu stájí hospodářských zvířat

Souhrn

Tato bakalářská práce zkoumá metody hodnocení životního prostředí ustájených zvířat. Popisuje komplexní diagnostiku stájového mikroklimatu. Vybírá prvky a charakteristiky významné pro jednotlivé kategorie ustájených zvířat a popisuje jejich vlivy na organismus a chování zvířat. Hodnotí působení jednotlivých prvků jako je teplota vzduchu, vlhkost vzduchu, proudění vzduchu a složení stájového vzduchu na tvorbu vhodného mikroklima. Poukazuje i na další činitele výrazně ovlivňující stájové mikroklima, kterými jsou větrání, vytápění a hlavně vhodné osvětlení stájových objektů. Poukazuje na problematiku welfare zvířat a zvířecích stresorů ovlivňujících užítkovost. Mapuje historii měřících přístrojů, používaných v minulosti až po současnost, k hodnocení kvality podmínek životního prostředí hospodářských zvířat. Poukazuje na způsoby a obecné zásady měření mikroklimatických hodnot a jejich následného vyhodnocování.

Klíčová slova

Mikroklima, welfare, tepelný stav prostředí, přístroje, způsoby měření.

Methods for the microclimate evaluation of livestock's stables

Summary

This thesis examines the environmental assessment methods of housed animals. It describes the comprehensive diagnosis of stable microclimate. It selects elements and characteristics substantial for each category of housed animals and describes their influences on an organism and the animal behavior. It evaluates the effects of each individual elements such as air temperature, air humidity, the airflow and composition of stable air to create a suitable microclimate. It also invokes other factors significantly influencing the stable microclimate, which is ventilation, heating and above, the adequate lightning of stable buildings. It highlights on the issue of animal welfare and animal stressors influencing on animal yields. It charts the history of measuring instruments used in the past to the present for quality assessment of environmental conditions of farm animals. It points out the general principles and methods of measurement of microclimate values and their subsequent evaluation.

Keywords

Microclimate, welfare, thermal state of the environment, devices, measurement methods.

Obsah

1	Úvod	1
2	Cíl práce	2
3	Literární rešerše	3
3.1	Mikroklima a mikroklimatické faktory	3
3.2	Charakteristika stájového mikroklimatu	3
3.3	Welfare.....	5
3.3.1	Požadavky na welfare	6
3.3.2	Welfare stájového prostředí:	7
3.4	Termoregulace	8
3.5	Tepelný stav prostředí.....	10
3.5.1	Teplota vzduchu	10
3.5.1.1	Mezní situace	15
3.5.1.2	Tepelný stres	16
3.5.2	Vlhkost vzduchu.....	17
3.5.3	Rychlost proudění vzduchu.....	19
3.5.4	Účinná teplota okolních ploch	21
3.5.5	Zchlazování.....	21
3.6	Složení stájového vzduchu.....	22
3.6.1	Plynné škodliviny vzduchu	22
3.6.1.1	Oxid uhličitý.....	22
3.6.1.2	Amoniak.....	23
3.6.1.3	Sirovodík.....	24
3.6.2	Ostatní sledované složky stájového vzduchu	25
3.6.2.1	Kyslík.....	25
3.6.2.2	Vodní pára.....	25
3.6.2.3	Zápachy.....	26
3.6.2.4	Prach.....	26
3.6.2.5	Chorobopodné zárodky a mikrobiální kontaminace stájového ovzduší.....	27
3.7	Ionizace stájového vzduchu	27
3.8	Větrání.....	28
3.9	Osvětlení	29
3.10	Vytápění.....	33
3.11	Hluk.....	34
3.12	Měřicí přístroje.....	35
3.12.1	Meřicí přístroje současnosti	41
3.13	Význam mikroklimatických měření.....	49
3.13.1	Význam preventivní	49
3.13.2	Význam diagnostický.....	49
3.14	Obecné zásady pro měření mikroklimatických hodnot a jejich zhodnocení.....	50
3.15	Způsoby měření stájového mikroklimatu.....	51
3.15.1	Ambulantní měření.....	51
3.15.2	Registrační měření	53
4	Závěr	54
5	Seznam použité literatury	56
6	Seznam tabulek	63

1 Úvod

V našich chovech hospodářských zvířat převažují intenzivní formy hospodaření, při nichž bývají hospodářská zvířata určitou dobu dne nebo i celý život umístěny v uzavřené místnosti (stáji, hale, pavilónu apod.).

Vlivem podmínek venkovního prostředí, vlivem životních pochodů zvířat, technologických procesů, činností strojů a zařízení ve stáji a působením řady dalších fyzikálních, chemických a biologických procesů se v tomto uzavřeném prostoru formuje určité prostředí, které velice intenzivně ovlivňuje přímým i nepřímým způsobem organismus ustájených zvířat. Působí na jejich psychickou pohodu zdravotní stav, a tím významně ovlivňuje jejich užitkovost. S délkou pobytu zvířete v takovém prostoru narůstají požadavky na kvalitu mikroklimatu, tj. prostředí daného uzavřeného prostoru, v němž má zvíře produkovat a žít.

Kvalita mikroklimatu má být tím vyšší, čím delší dobu zvíře v daném prostředí tráví. Mikroklima působí na živý organismus jako celek. Je skutečností, že účinek mikroklimatu nejde nějakým přístrojem celkově změřit, a proto se měří v praxi jeho jednotlivé složky.

Pro hodnocení mikroklimatu a vyjádření jeho kvality bylo doposud použito řady metod, které sledovaly různé jeho složky. Pro běžnou praxi hodnocení mikroklimatu se používá sledování hlavních základních ukazatelů, které mají podstatný vliv a jsou poměrně snadno jak v terénu tak i v praxi zjištělné a o jejichž vlivu na živý organismus je již známo.

2 Cíl práce

Cílem práce je popsat komplexní diagnostiku stájového mikroklimatu. Představit prvky a charakteristiky významné pro jednotlivé kategorie ustájených zvířat. Vytvořit soubor měřících přístrojů, používaných v minulosti až po současnost, k analýze kvality podmínek životního prostředí hospodářských zvířat.

3 Literární rešerše

3.1 Mikroklima a mikroklimatické faktory

Mikroklima je ovzduší v uzavřeném prostoru stáje, které je v přímém vztahu k venkovnímu atmosférickému prostředí (makroklimatu). Vliv makroklima na mikroklima určuje řada faktorů.

Mikroklima je podstatným základním existenčním a výrobním faktorem v chovu zvířat. Velký význam v něm zastává složení stájového vzduchu. Chemické složení atmosférického vzduchu je prakticky stejné na celé planetě, zatím co chemické složení stájového vzduchu se typem od typu liší. Jednotlivé změny způsobuje převážně vzduch, který zvířata vydechují a také plyny, které se odpařují z moči, výkalů a také biochemickými pochody probíhajícími ve stájové podestýlce a chlévské mrvě. (Šoch aj., 1998)

Přestože je lidskou snahou docílit u některých stájí řízeného prostředí, přetrvávající vliv atmosférických podmínek při ustájení zvířat je i na dále přímý a značný. Tudíž je nutné při mikroklimatických měření a vyhodnocování k němu přihlížet. Je třeba měřit a zaznamenávat také stav vnějšího počasí tj. klasifikovat kvalitu makroklimatu dle situace a změn udávajících se ve venkovním počasí (Zeman, 1994).

3.2 Charakteristika stájového mikroklimatu

Mikroklima stáje je vytvářeno komplexním působením fyzikálních, chemických a biologických faktorů. Je významným faktorem ovlivňujícím nejen pohodu a zdraví, ale i produkční ukazatele - denní přírůstek, produkci mléka apod. (Schauberger, 2005).

Největší význam pro chovaná zvířata má tepelně vlhkostní režim charakterizovaný interní teplotou a vlhkostí vzduchu a teplotou vnitřních povrchů spolu s prouděním vzduchu. Armstrong (1994) uvádí, že v hodnocení mikroklimatu stáje je vhodné hodnotit tzv. „účinnou – efektivní teplotu“, která je ovlivněna čtyřmi faktory: teplotou, relativní vlhkostí vzduchu, prouděním vzduchu a také sluneční radiací. Stejně významným faktorem, ovlivňujícím užítkovost a zdravotní stav zvířat, je složení stájového vzduchu z hlediska koncentrace nežádoucích plynů, vodní páry, prachu a mikrobiálního znečištění (Franěk et al., 1965).

Appleby a Hughes (1997) považují správnou koncepci stáje za hlavní kritérium, které zásadně ovlivňuje nejen pohodu a zdraví zvířat, ale také hraje roli ve výsledné ekonomice farem.

Stájové objekty jsou řešeny tak, aby při jejich provozu mohlo být trvale dodržováno normami předepsané mikroklima při současném respektování předpisů týkajících se bezpečnosti a ochrany zdraví při práci ošetřovatelů. S ohledem na těsný vliv mikroklimatu na užitkovost hospodářských zvířat, musí být u objektů vždy zajištěna možnost regulace rozhodujících faktorů ovlivňujících stájové prostředí. Mezi faktory, které významně ovlivňují klima stáje patří:

1. umístění stáje v terénu a její orientace z hlediska převládajícího proudění a oslunění
2. provedení obvodových konstrukcí stáje z hlediska jejich tepelně izolačních vlastností
3. koncentrace zvířat na jednotku plochy, případně jednotku objemu vzduchu (produkce tepla, vodní páry, CO₂)
4. použitá provozní technologie (dodatečné zdroje tepla, intenzita větrání, způsob krmení a odklizení hnoje, náhradní nouzové řešení při přerušení dodávky elektřiny, volba přípustného rizika při překročení mezních hodnot, úspora paliv, elektrické energie, vody)
5. druh, věková kategorie, zdravotní stav a hospodářské zaměření chovaných zvířat (Navrátilová a Havlíček, 1999).

Stájové prostředí je utvářeno souhrnným působením řady činitelů, které lze v závislosti na jejich typu rozčlenit do dvou primárních skupin.

1. Faktory abiotické

1. **fyzikální faktory:** vlhkost a teplota vzduchu (teplotně - vlhkostní komplex), proudění, ochlazovací veličina (katahodnota) vzduchu, sluneční záření, přirozené a umělé osvětlení ve stájích, barometrický tlak a hluk
2. **chemické faktory (znečištění):** chemické složení vzduchu, zejména s ohledem na koncentrace toxických plynů – čpavku, oxidu uhličitého, sirovodíku, dále merkaptany, alkylaminy aj. zápašné plyny, metan a celá řada (min. přes 30) definovaných škodlivých plynů

2. Faktory biotické (biologické)

3. biologické faktory: prašnost a mikrobiologické znečištění

Hlavní smysl pro chovaná zvířata představuje tepelně vlhkostní režim určený vnitřní teplotou a vlhkostí vzduchu a teplotou vnitřních povrchů stáje společně s prouděním vzduchu. (Klabzuba a Kožnarová, 2002).

3.3 Welfare

Pojem welfare zvířat nebo-li pohoda, reprezentuje stav, ve kterém organismus zvířete usiluje o to vyrovnat se s prostředím, ve kterém žije (Broom, 1986). Harrison (cit. Šoch 2005) uvádí, že zájem o pohodu (welfare) hospodářských zvířat se začal projevovat od šedesátých let, kdy vyšla kniha Ruth Harrisonové *Animal Machines*. Doležal et al. (2004) formuluje welfare jako stav naplnění veškerých hmotných a nehmotných podmínek, které jsou podmínkou zdraví organismu (zvíře je v harmonii se svým životním prostředím). Nejde přitom jen o pouhé splnění primárních podmínek života a zdraví zvířat, očekává zároveň i ochranu před fyzickým i psychickým trápením a týráním. Vychází z toho, že zvíře chované v zajetí nemůže žít jen na hranici své existence, ale má požadavek na to, aby mu chovatel zabezpečil předpoklady pro zajištění vyšší úrovně uspokojení jeho životních potřeb.

Welfare zvířat žádá pro chovaná zvířata docílit určité spokojenosti, pohody, komfortu. Pouze zvíře, které má na přijatelné úrovni zabezpečeny své materiální (fyziologické) i nemateriální (mentální, psychické) potřeby, dokáže dávat nejvyšší užitkovost, která odpovídá jeho dědičným vlastnostem, může optimálně využít krmnou dávku, být dlouhodobě zdravé, schopnost produkce i přirozené projevy chování a jeho chov může být tak ekonomicky úspěšný. Jedině z krátkodobého ohledu smí být nějaké potřeby ignorovány, ať už tím, že se řadí za pouhý drahý luxus, nebo jen za méně významné, na kterých lze ušetřit (Bílek et al., 2002).

Momentální populace hospodářských zvířat, vyšlechtěné na vysokou produkční schopnost, jsou však v řadě potřeb svého organismu a požadavků na prostředí dost vzdáleny od přirozených potřeb jejich předků či příbuzných volně žijících v přírodě. Někaké z nich jsou daleko více náročnější a choulostivější na výživu. Nebo příčinou chovu v zajetí po mnoho generací ztratily na důležitosti.

Z tohoto důvodu je největší snahou co nejobektivněji určit opravdové potřeby zvířat a to nejen určitého druhu, ale i kategorie, užitkového směru, případně plemene, třídy užitkovosti, tělesného standardu. Používají se určité skupiny metod (etologické sledování, preferenční testace, sledování fyziologických parametrů aj.), každý z nich má své výhody i nevýhody a omezení. Každá má odlišnou míru vhodnosti pro výzkum různých kategorií potřeb zvířat (Bílek et al., 2002).

3.3.1 Požadavky na welfare

K dosažení životní pohody (welfare) v chovech zvířat je nutné vytvořit takové podmínky, které zajistí požadavky stanovené britskou radou pro ochranu hospodářských zvířat (Farm Animal Welfare Council - FAWC), která v roce 1993 novelizovala tzv. „pět svobod“ pro hospodářská zvířata z roku 1965. Těmito svobodami byly možnosti: vstát, lehnout si, otočit se, očistit si tělo, natáhnout si končetiny. Novelizace „pěti svobod“ z roku 1993 vypadá takto:

1. Odstranění hladu, žízně a podvýživy zvířete. Povinností chovatele je zajistit zvířeti čistou, hygienicky nezávadnou vodu, v dostatečném množství a to bez výjimky. Zajištění výživy musí být v dostatečném množství, vhodné skladby (zastoupení vhodných krmiv a jejich struktura) respektující fyziologii daného druhu. V potaz se také musí brát věk, zdravotní stav, pohlaví, stádium gravidity.
2. Odstranění fyzikálních a tepelných faktorů nepohody – je chovatelovou povinností zajistit zvířeti takové podmínky pro chov, aby zvíře netrpělo působením negativních faktorů (vítr, déšť, mráz, vysoké letní teploty, nízké zimní teploty). Chovatel je povinen zvířeti zajistit vhodné ustájení a pohodlné místo k odpočinku.
3. Odstranění příčin vzniku bolesti, zranění a nemoci – pečlivost, starostlivost a prevence chorob mají být základním stavebním kamenem každého uvědomělého chovatele. Zvíře by nemělo být vystaveno vlivu škodlivých činitelů (např. ostré hrany krmného žlabu, nerovná a drolivá podlaha poškozující zvířecí končetiny, cizí předměty v krmivech, nehygienická napájecí voda, špatná technika manipulace se zvířaty). Chovatel by měl pokaždé okamžitě umět zvířeti poskytnout první pomoc a zvíře

naléhavě ošetřit. Jestliže už předem ví, že je nutná profesionální pomoc, je povinen přivolat veterinárního lékaře a do doby než přijede by měl zvířeti v rozsahu svých schopností a znalostí pomoci.

4. Možnost projevů běžného chování, zabezpečení potřebného prostoru pro chovaný druh a jeho dostatečné vybavení jsou úspěšnou cestou prosperujícího a efektivního chovu zvířat. Velice významný je kontakt mezi zvířaty a tvorba společenské hierarchie, která je pro daný druh charakteristická. Kromě znalostí z oblasti výživy, genetiky, fyziologie, technologie a techniky chovu, by měl chovatel znát i základní etologické parametry daného druhu. Měl by také vědět např. kolik času tráví daný druh: krmením, napájením, spánkem, pohybem atd.
5. Odstranění strachu a úzkosti. Psychická pohoda je velice významná u všech kategorií zvířat. Strach a úzkost často směřují k celkovému strádání zvířete, někdy až k jeho smrti. Velice důležitou úlohu představuje v tomto směru člověk, protože ten by měl být klidný, všímavý, neagresivní, ale současně rázný. Zbytečné stresující situace způsobují u zvířat přirozenou fyziologickou odezvu (Appleby et. al., 2011).

3.3.2 Welfare stájového prostředí:

Působením biologických pochodů ustájených zvířat a rozkladem moči, výkalů, krmiv a dalších jiných organických hmot dochází ve stáji ke zhoršování kvality vnitřního vzduchu. V období léta dochází k nadměrnému ohřevu vzduchu a hromadí se v něm odpařená vodní pára a škodlivé plyny. V zimním období naopak může nastat situace, kdy se stane vzduch ve stáji například pro mladá zvířata příliš studený. V důsledky manipulace se suchými prašnými hmotami (stelivem, sypkými krmnými směsmi apod.) a při čištění zvířat je stájový vzduch znečišťován prachem.

Stájové prostředí je tedy definováno jako stav vzdušného prostředí ve stáji, určený souborem fyzikálních, chemických a biologických složek.

Ne méně důležitá je, ale i hlučnost prostředí produkovaná uvnitř a nebo přenášená do stáje z venku a také osvětlení stájového prostoru a jeho oslunění.

Daná úroveň stájového prostředí, která způsobí pohodu zvířat, je označována jako pohoda stájového prostředí. Jde o podmínky za, kterých zvíře musí vynakládat jen minimální

úsilí, aby udrželo své základní biologické funkce v normálním chodu. Broom (1993) řadí mezi charakteristické indikátory špatné pohody zvířat: nízkou průměrnou délku života, zhoršený růst, zhoršenou reprodukci, poškození těla, onemocnění zvířete, imunosupresi, adrenální aktivitu, anomálie chování až samonarkotizaci.

Pohoda stájového prostředí je ve svém výsledném efektu tvořena společným působením více dílčích složek, které je možné samostatně vyjadřovat, měřit a vyhodnocovat, ale výsledný efekt je pokaždé souhrnný (Kic, 1993).

Jde hlavně o tepelný stav prostředí, který je tvořen:

- teplotou stájového vzduchu,
- vlhkostí stájového vzduchu,
- rychlostí proudění vzduchu,
- účinnou teplotou okolních ploch.

3.4 Termoregulace

Pojem termoregulace živočichů se stálou teplotou představuje řízení tělesné teploty s cílem udržení její hodnoty v mezích fyziologického rozmezí. Podle dialektického zákona jednoty a boje protikladů musí mít organismus i v řízení tělesné teploty k dispozici dva protichůdně působící mechanismy. V případě řízení tělesné teploty jsou tyto protichůdně působící mechanismy dvou řádů. Jeden obecnější v němž je řízena produkce tepla (chemická termoregulace) na jedné straně a výdej tepla (fyzikální termoregulace) na straně druhé. Mechanismy druhého řádu se uplatňují v samotné chemické termoregulaci a to tak, že v porovnání s optimem buď produkci tepla nebo jeho výdej omezují nebo zvyšují.

Chemická termoregulace představuje jen tu část produkce tepla o kterou je, čistě pro potřeby udržení tělesné teploty, produkce tepla zvýšena (první chemická termoregulace) nebo omezena (druhá chemická termoregulace). Chemická termoregulace nepředstavuje jakoukoliv změnu produkce tepla. To proto, že například zvýšená fyzická práce vede ke zvýšení produkce tepla s jehož výdajem má organismus, zejména při vyšších teplotách prostředí,

potíže. Toto zvýšení produkce tepla není vyvoláno potřebou krytí tepelných ztrát a proto ho za první chemickou termoregulaci označit nelze. Podobně je tomu i při vysoké produkci tepla související s vysokou užitkovostí. Obdobně nelze jakýkoliv výdej tepla označit jako fyzikální termoregulaci, protože organismus není schopen řídit výdej tepla radiací a kondukcí a jen zčásti konvekcí a je schopen řídit výdej tepla jen prostřednictvím řízení odparu vody z povrchu kůže případně sliznic dýchacího ústrojí. Ale i dýcháním je odváděno určité množství tepla i v době kdy ho má organismus nedostatek. Nelze tudíž takovýto výdej tepla označit jako termoregulaci, ale jen jako ztráty tepla (Bukvaj, 1986).

Chemická i fyzikální termoregulace mohou být velmi pohotové, ale nevýhodu mají v tom, že při dlouhodobém působení nevhodných vysokých či nízkých teplot mohou selhat. Zejména mechanismy fyzikální termoregulace při vysokých teplotách mohou být nedostatečné (Bukvaj, 1986). Kromě toho, zapojení mechanismů termoregulace je spojeno s omezením využití přijaté energie živin na tvorbu nové živé hmoty či produktů, užitečných pro chovatele a to, dvojitou cestou:

1. Energie je spotřebovávána na aktivní činnost termoregulačních mechanismů.
2. Není využita vůbec, protože, jak prokázal Siněščekov (1966), při vysokých teplotách se snižuje i přechod zažitiny do střev o 40 – 50 % a snižuje se i obsah fermentů v trávicích šňávách.

Vedle uvedených pohotových mechanismů termoregulace se při dlouhodobém pobytu v určitých teplotních podmínkách organismus přizpůsobuje, vytváří si obranné systémy, které mají charakter adaptace. Patří k nim např. změny tloušťky kůže, hustoty, délky a kvality srstěného krytu těla, cévní reakce, případně i úroveň energetického metabolismu. Tyto mechanismy, sloužící ke snížení námahy pohotových termoregulačních mechanismů lze označit jako adaptační termoregulaci (Bukvaj, 1986).

Člověk a různé druhy zvířat mají mnoho termoregulačních mechanismů společných, některé jsou, ale principiálně odlišné. Nejhlavnější rozdíly jsou v tzv. pásmech termoneutrálních zón. Pojem termoneutrální zóny představuje teplotní hranice, uvnitř kterých je nejmenší produkce tepla a jedinec se nachází v oblasti termického komfortu (Klabzuba a Kožnarová, 2002). Damm (1997) uvádí, že teplotní optimum v otevřené stáji (o otevřené stáji hovoříme, pokud plochy otvorů ve stěnách přesahují 30 %) s boxy, by se mělo pohybovat v termoneutrální zóně např. u dojnice mezi $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+12\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3.5 Tepelný stav prostředí

Tepelný stav prostředí má největší význam ovlivňující pohodu ustájených zvířat. Tvoří jej teplota vzduchu, relativní vlhkost vzduchu, rychlost proudění vzduchu a účinná teplota okolních ploch. Společným působením daných čtyř složek za normálních podmínek nejvíce ovlivňuje spotřebu krmiv a jejich využití na produkci.

3.5.1 Teplota vzduchu

Základní faktor tepelného stavu prostředí, který je výsledkem tepelné bilance stájového prostoru. Tepelnou bilanci stáje určuje celkový součet tepla vyprodukovaného ve stáji jehož největší podíl produkují samotná zvířata a tepelné ztráty. Tepelná bilance je kladná podle výsledků, když převyšují tepelné zisky a nebo záporná a to tehdy jsou-li ve stáji větší tepelné ztráty než zisky. Nulová bilance nastává v ustáleném stavu. Na těchto daných výsledných podmínkách závisí provozní teplota ve stáji (Kic a Brož, 1995).

Teplota vzduchu se považuje za nadřazený faktor stájového mikroklimatu, protože rozhoduje o hodnotách některých jiných faktorů (vlhkost, proudění vzduchu), protože zásadně ovlivňuje hodnocení vlivu daných faktorů na živý organismus (Chloupek, 2008).

Požadavky zvířat na teplotu vzduchu

Skot

Pro svou anatomickou stavbu těla a především pro relativně velký tělotvorný objem a malou povrchovou plochu, snáze udržuje svoji tělesnou teplotu v zimě. Jejím udržování napomáhají také srst a uspořádání cévního systému.

Schopnost skotu přizpůsobit se nízkým teplotám se, ale v praxi někdy nedoceňuje. Plemena skotu chovaná v našich klimatických podmínkách se vyznačují velmi dobrou odolností proti chladu. Rozmezí optimálních teplot vzduchu vyhovující skotu je značně nižší, než jsou vyhovující teploty pro člověka. Například teploty 6 až 12 °C, při kterých se cítí dojnice velmi dobře za předpokladu, že je stáj dostatečně větraná, bez nadbytku vodní páry a škodlivých plynů, pociťuje člověk jako chlad. Pracovníci ve stáji by měli v tomto případě přizpůsobit své oblečení chladnějšímu ovzduší a stáj nechat řádně větrat.

Uzavření větracích otvorů a omezení větrání způsobí vedle nevhodného vzestupu teploty nad pásmo optimálních teplot i zvýšení vlhkosti a koncentrace škodlivin ve stáji.

Nejdůležitější je dosažení přizpůsobení stájového prostředí nárokům ustájených zvířat a nikoliv člověku, který ve stáji pracuje. Dané anatomické a fyziologické vlastnosti skotu určují i jeho schopnost přizpůsobit se změněným podmínkám prostředí. Schopnost skotu ke klimatické adaptaci je ovlivněna také stářím zvířat a jejich výživou. Mladá zvířata se přizpůsobují odlišným podmínkám snáze.

Příkladem takového úspěšného přizpůsobení je aklimatizace čerstvě narozených telat a jejich adaptace na odchov ve venkovních nezateplených boudách, který je v dnešní době už značně rozšířen a jsou s ním dobré zkušenosti. Někdy však nastává problém, že jsou telata a odchovaný mladý skot přemístěn z volného vzdušného ustájení do uzavřené a špatně větrané stáje. Je nutné zachovat návaznost v ustájení tak, aby byla využita získaná zdravá užitkovost zvířat (Kic a Brož, 1995). Pro telata v teletníku je podle dosud obecně uznávaných bývalých norem ON 73 4502 a novelizované ON 73 4516 optimální teplota 10 až 18 °C a minimální 8 °C. (Šoch, 2005). Blaxter (1962) pak uvádí jako minimální teplotu v teletníku 13 °C.

Vysoké teploty působí na skot negativně. Obecně lze konstatovat, že všechny výzkumné studie, experimenty a závěry vypovídají o nepříznivém účinku vysokých teplot prostředí na: celkovou produkci, mléčnou užitkovost, resp. aktuální nádoj, reprodukční užitkovost, růstové schopnosti, ale i náchylnost k chorobám, změnu chování, ale především vyšší ekonomické ztráty teploty se projevují u skotu nepříznivě (Doležal, 2009). Na druhou stranu ovšem i nízké teploty prostředí působí na organismus dojníc negativně omezením dostupnosti živin na mléčnou syntézu. A to i přesto, že dojnice, a to platí obecně i pro ostatní kategorie skotu, jsou mnohem méně náchylné na negativní účinek nízkých teplot prostředí v porovnání s ostatními živočišnými druhy. Z faktorů, které se nejvíce uplatňují na schopnosti zvířat vyrovnat se s chladnými podmínkami, dominují typ ustájení a zařízení stáje, věk zvířat, údobí laktace, výživa, teplotní aklimatizace, osrstění a chování zvířat. Pokud jsou zvířata chráněna před vysokou vlhkostí vzduchu a rychlostí jeho proudění, snižuje se hranice dolní kritické teploty a minimalizuje se tak negativní dopad chladového stresu (Novák a Rožnovský, 2008).

Přehled o základních požadavcích na teplotu stájového vzduchu v zóně pobytu zvířat je uveden v tabulce 1.

Tabulka č. 1 - Zoohygienické požadavky skotu na teplotu stájového vzduchu.

Kategorie - způsob ustájení	Věk (Měsíců)	Teplota (°C)		
		Minimální	Optimální zimní	Optimální letní
Telata profylaktor. odd. mléč. výživy- ind. odd rostl. výživy- volné	do 0,5	8	10 až 14	18 až 22
	do 3	8	10 až 14	18 až 22
	3 až 6	3	8 až 10	18 až 22
Jalovice -volné	6 až 22	1	6 až 10	14 až 22
Výkrm -volné	6 až 18	1	6 až 10	16 až 22
Dojnice komb. užitk. do 4000 kg	-volné	1	6 až 12	14 až 22
	-vazné stel.	3	8 až 14	16 až 22
	-vaz. bezstel	5	10 až 14	16 až 22
mléč. Užitk. nad 4000 kg	-volné steliv.	1	6 až 12	14 až 22
	-volné bezst.	1	6 až 12	14 až 22
	-vazné steliv.	1	6 až 14	16 až 22
	-vazné bezst.	3	8 až 14	16 až 22
porodna -vazné steliv.		5	10 až 14	18 až 22

(Kic a Brož, 1995)

Prasata

Ve srovnání se skotem mají prasata odlišné podmínky pro termoregulaci. Kůže prasat je holá, méně chráněná proti horku a chladu než u ostatních hospodářských zvířat, a proto jsou prasata zvláště choulostivá na náhlé změny teploty, průvan a vlhko. Přejídné krátkodobé změny teplot nezpůsobují u starších zvířat onemocnění, ale dlouhodobější pobyt ve vlhkém chladu působí všeobecné zhoršení zdravotního stavu. Selata nemají po narození ještě dostatečně vyvinutou schopnost termoregulace, a proto vyžadují pro svůj růst značně vysokou teplotu. Prase má málo potních žláz, a proto obtížně udržuje svoji tělesnou teplotu za horkého počasí (Kic a Brož, 1995). Působením nízkých teplot, především v zimním období, nastává zvýšení spotřeby krmiva na jednotku přírůstku, a naopak při vyšších teplotách v letním období se intenzita metabolismu snižuje, dochází k nechutenství s následným snížením příjmu krmiva (Velechovská, 2012). Prasata chovaná v chladném prostředí část

krmiva použijí na udržení tělesné teploty, záchovné potřeby a teprve zbývající část energie použijí na tvorbu přírůstku (Zeman a Doležal, 2001).

Přehled požadovaných teplot vzduchu v zóně pobytu je pro prasata uveden v tabulce 2.

Tabulka č. 2 - Zoohygienické požadavky prasat na stájový vzduch.

Kategorie	Hmotnost zvířat (kg)	Teplota (°C)	
		minimální	optimální
Dochoť selat			
I. etapa	7 až 15	18	20 až 26
II. etapa	18 až 30	16	18 až 24
Výkrm prasat			
I. etapa	30 až 50	14	16 až 22
II. a III. etapa	50 až 90	10	14 až 20
IV. etapa	nad 90	8	10 až 16
odchoť prasniček	30 až 60	13	16 až 22
Odchoť prasnic, zapuštěné a březí prasnice, kanci	nad 60	10	12 až 18
Kojící prasnice	200 až 250	14	16 až 20
Selata v porod. Kotci po narození 1)	do 7	32	32 až 35

(Kic a Brož, 1995)

Drůbež

Ptáci mají odlišné termoregulační mechanismy než savci. Úroveň energetického metabolismu závisí nejen na stáří, ale také na teplotě okolního prostředí. Drůbež hlavně 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. (Kic a Brož, 1995).

Teplota ovlivňuje počet snesených vajec, jejich hmotnost a spotřebu krmiva. Optimální teplota pro chov nosnic a snášku je 20 – 22 °C. Při vyšších teplotách nad 25 °C se výrazně snižuje spotřeba krmiva, zvyšuje se příjem vody, klesá hmotnost vajec a pevnost skořápky. Ještě více se tato skutečnost projevuje při teplotě nad 30 °C. Vysoká teplota nad 40 °C vede u slepic ke zvýšení tělesné teploty a úhynu. Snáška klesá i při teplotě nižší než 10 °C kdy sice dochází ke zvýšení spotřeby krmiva, ale jeho energie je využívána na udržení tělesné teploty. K výraznému snížení počtu snesených vajec dochází při teplotě nižší než 5 °C. Při teplotě nižší než -5 °C již nosnicím omrzají hřeben a lalůčky (Vejšík, 2001).

Doporučená pásma vhodných teplot pro drůbež jsou v tabulce 3.

Tabulka č. 3 - Zoohygienické požadavky na stájový vzduch v zóně pobytu drůbeže při vytápění celého objektu.

Kategorie	Věk (týdny)	Teplota (°C)	
		minimální	optimální
Kuřata (odchov, výkrm)	do 1	30	32 až 33
	nad 1 do 2	27	29 až 31
	nad 2 do 3	24	26 až 28
	nad 3 do 4	21	23 až 25
	nad 4 do 6	16	19 až 22
	nad 6 do 8	12	17 až 22
	nad 8 do 20	10	16 až 22
Nosnice	nad 20	8	15 až 22
Krů'ata	do 1	32	34 až 36
	nad 1 do 2	30	32 až 34
	nad 2 do 3	28	30 až 32
	nad 3 do 4	26	28 až 30
	nad 4 do 6	22	24 až 26
	nad 6 do 8	16	18 až 22
	nad 8 do 20	12	16 až 22
Krů'ty	nad 20	8	14 až 22

(Kic a Brož, 1995)

Koně

Doporučená pásma vhodných teplot pro koně jsou v tabulce 4.

Tabulka č. 4 - Zoohygienické požadavky koní na teplotu stájového vzduchu.

Kategorie	Teplota (°C)	
	minimální	optimální
Tažní koně	1	6 až 15
Sportovní koně	5	10 až 18
Klisny se hřibaty	10	15 až 22

(Kic a Brož, 1995)

3.5.1.1 Mezní situace

V průběhu roku mohou nastat situace ohrožení mikroklimatického komfortu ustájení. Bývá to především v průběhu klimatických extrémů, tj. mrazivého zimního nebo horkého letního mikroklimatického období. Vzniklé situace vyžadují učinit určitý komplex opatření.

Nízké teploty

Jedná se o typickou situaci v mrazivém zimním období, vyvolanou ve většině případů sibiřskou anticyklonou. Trvání nízkých teplot je delší než týden, vyskytují se arktické dny (maximální denní teplota nepřesáhne $-10,0$ °C). Základním opatřením je snížení výměny vzduchu na nezbytně nutnou úroveň. Při tomto opatření je nutné sledovat relativní vlhkost vzduchu, případný výskyt kondenzace vody na konstrukci stáje a koncentraci amoniaku. Musí být zajištěna funkčnost napáječek, napájecích žlabů. Doporučuje se upravit krmnou dávku doplněním kvalitních koncentrovanějších živin, snížení obsahu vlákniny a snížení podílu šťavnatých krmiv (siláž). Je vhodné rozdělit denní dávku krmiva na 3–4 dávky (Doležal et al., 2004).

Vysoké teploty

Jsou podmíněny výskytem stabilních anticyklon, které způsobují příliv teplého vzduchu z jižních zeměpisných šířek. Vyskytují se tropické dny, tj. dny, kdy maximální denní teplota je rovna nebo větší $30,0$ °C. Takové počasí může trvat i 2 až 3 týdny. Přirozená ventilace ztrácí účinnost při postupném vyrovnávání teploty ve stájovém prostoru a vnější teploty prostředí. Musí být otevřeny všechny větrací otvory a zabezpečeno dostatečné množství napájecí vody (zvyšuje se její spotřeba). Pokud trvají vysoké teploty delší dobu je možné zvlhčování zvířat vodou. Doporučuje se úprava krmné dávky např. zvýšením podílu šťavnatých krmiv s nižším obsahem vlákniny a vyšším obsahem proteinů. V denní krmné dávce je nutné zvýšit podíl minerálních látek až o 25 % vzhledem k nadměrné salivaci. Denní krmnou dávku je vhodné rozdělit na 3–4 dávky (Doležal et al., 2004).

Přechod klimatických období

Vzniklé problémy jsou většinou způsobeny lidským faktorem. Management nereaguje včas na průběh venkovní teploty. Nejvíce se jedná o přechod ze zimního provozu stáje, ve které byla nastavena ventilace na nejnižší úroveň. Následkem tohoto stavu je vysoká relativní vlhkost vzduchu, zvýšení koncentrace CO₂, NH₃ a zápašných plynů. Řešením je okamžité obnovení ventilace na požadované úrovni. Může se vyskytnout i opačný problém, tj. s přechodem na zimní provoz stáje. Tato situace je reálná při prudkém poklesu venkovních teplot, zejména v listopadu. V tomto měsíci mohou nastat také problémy vlivem několikadenního období s výskytem celodenních mlh, kdy může relativní vlhkost ve stáji přesáhnout hodnotu 90 % (Doležal et al., 2004).

3.5.1.2 Tepelný stres

Tepelný stres způsobuje kombinace faktorů (teplota, relativní vlhkost, sluneční záření, proudění vzduchu, srážky). Bylo již navrženo mnoho indexů kombinujících jednotlivé složky pro zjištění úrovně tepelného stresu. Nicméně jejich použití je omezeno obtížnou dostupností dat. Většina studií tepelného stresu hospodářských zvířat se zaměřuje především na teplotu a relativní vlhkost vzduchu, protože data a údaje o tepelném záření přijatého zvířetem, rychlost větru a srážkách nejsou veřejně dostupné. Na druhou stranu záznamy teploty a vlhkosti mohou být obvykle získány z meteorologických stanic nacházejících se v blízkém okolí.

Teplotně – vlhkostní index (THI) kombinuje vliv teploty a vlhkosti vzduchu a slouží k určení úrovně tepelného stresu zvířat. Tento index byl vyvinut pro sledování a redukci tepelného stresu a tepelných ztrát. Jednotlivé druhy zvířat jsou odlišně citlivé na okolní teplotu a množství vlhkosti ve vzduchu. Skot snáší mnohem lépe vyšší teploty při nižší relativní vlhkosti než prasata. To je způsobeno tím, že skot se může zbavit přebytečného tepla účinněji pocením oproti prasatům, které nemají potní žlázy. Nicméně během horkého a vlhkého počasí je přirozená schopnost skotu odvádět teplotní zátěž prostřednictvím pocení a zrychleným dýcháním ohrožena. Za takových podmínek dochází k tepelnému stresu mnohem rychleji než u prasat.

Důležitý je obsah vodní páry ve vzduchu, protože vodní pára má vliv na výši ztráty vypařováním z kůže a plic. Jestliže průměrná denní teplota klesne pod optimální zónu pohodlí

zvířat pak se množství vlhkosti ve vzduchu stává významným prvkem pro udržení rovnováhy prostředí. Z výzkumů vyplývá, že teplotně-vlhkostní indexy se odlišují ve svých schopnostech odhalit tepelný stres. Indexy, ve kterých je kladen větší důraz na vlhkost vzduchu jsou vhodnější pro vlhké podnebí. Oproti tomu pro oblasti, kde není vysoká vlhkost vzduchu jsou vhodnější indexy, u kterých je kladen větší důraz na okolní teplotu (Bohmanova et al., 2007).

3.5.2 Vlhkost vzduchu

V praxi se nejběžněji udává relativní vlhkost vzduchu, která charakterizuje stupeň nasycení vzduchu vodní párou. Relativní vlhkost vzduchu se posuzuje vždy ve vztahu k teplotě (Velechovská, 2012). Označuje se jako teplotně-vlhkostní komplex. Nebo také jako tzv. THI faktor (temperature/ humidity index). Vyplývá z toho, že vzdušná vlhkost působí na organismus především jako tepelný činitel, zvláště tím, že ovlivňuje vypařování vody z povrchu těla a plic. Z toho vyplývá, že čím vyšší relativní vlhkost vzduchu, tím nižší musí být teplota vzduchu pro dosažení stejného pocitu pohody organismu (Zeman, 1994).

Vlhkost vzduchu je závislá na množství vodní páry, která se do stájového vzduchu přivádí dýcháním zvířat a výparem vody z povrchů zvířecích těl i z různých mokřých povrchů ve stáji. Ve stájovém prostoru není vlhkost rozdělena rovnoměrně. Nejvyšší vlhkost vzduchu bývá v nejvyšších místech stáje, např. pod stropem. Jestliže jsou stěny a nebo strop nedostatečně tepelně izolovány dochází v chladném období ke kondenzaci páry na studeném povrchu. Následkem toho strop a omítka vlhne a opadává a ocelové části stavebních konstrukcí, stroje a technické vybavení stáje jsou pak snadno napadeny korozí (Kic a Brož, 1995).

Požadavky zvířat na vlhkost vzduchu

Vliv vlhkosti vzduchu se projevuje na organismu zvířat především v extrémních případech velmi vysokých nebo naopak nízkých hodnot relativní vlhkosti. Vlhký vzduch má větší tepelnou vodivost než suchý vzduch. Vysoká vlhkost negativně působí na zvířata přímo tím, že urychluje výdej tepla z organismu při nízkých teplotách prostředí, a nepřímo, kdy v důsledku zvýšení vlhkosti stavebních konstrukcí se zvyšují ztráty tepla prostupem (Novák et al., 2002). Vysoká vlhkost napomáhá 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 hranicí 35 % také nepůsobí příznivě.

Způsobuje vysušování sliznic horních cest dýchacích a snižuje jejich ochrannou funkci. Ve stájích pro hospodářská zvířata jsou vzhledem k velkým mokřým plochám zpravidla problémy spíše s nadměrnou vlhkostí vzduchu. Pouze v halách pro chov drůbeže může být vlhkost nízká v důsledku jejich nízké produkce vodní páry zvířaty a malým výparným plochám, což je dáno technologií ustájení a krmení drůbeže (Kic a Brož, 1995).

Doporučené hodnoty optimální relativní vlhkosti stájového vzduchu i maximální hodnoty, kterých by mělo být dosaženo pouze výjimečně v zimním období, při poklesu teplot venkovního vzduchu na nejnižší hodnoty, jsou uvedeny v tabulce 5.

Tabulka č. 5 - Doporučené hodnoty relativní vlhkosti stájového vzduchu.

Druh a kategorie zvířat	Relativní vlhkost vzduchu	
	optimální	minimální
Skot		
Telata, jalovice	0,5 až 0,7	0,75
Skot na výkrm	0,5 až 0,7	0,8
Dojnice -volné ustájení	0,5 až 0,7	0,8
Dojnice -vazné ustájení	0,5 až 0,7	0,85
Prasata		
Dochov selat	0,5 až 0,7	0,75
Výkrm I. etapa	0,5 až 0,7	0,8
Výkrm II.,III.,IV. etapa	0,5 až 0,75	0,85
Prasnice -odchov, březí, zapuštěné, kanci	0,5 až 0,75	0,8
Prasnice -kojící	0,5 až 0,7	0,75
Drůbež		
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
Krůťata do 3 týdnů	do 0,7	0,7
Krůťata nad 3 do 8 týdnů	0,5 až 0,7	0,75
Krůťata nad 8 do 20 týdnů	0,5 až 0,75	0,8
Krůty nad 20 týdnů	0,5 až 0,75	0,85
Housata a kachňata do 2 týdnů	do 0,75	0,75
Housata a kachňata nad 2 do 8 týdnů	0,5 až 0,75	0,8
Husy a kachny	0,5 až 0,8	0,85
Králíci	0,5 až 0,7	0,8
Koně		
Tažní, sportovní	0,5 až 0,75	0,85
Klisny se hříbaty	0,5 až 0,7	0,8
Ovce		
Všechny kategorie	0,5 až 0,75	0,85

(Kic a Brož, 1995)

3.5.3 Rychlost proudění vzduchu

Působí také příznivě i škodlivě na pohodu stájového prostředí. Vzduch je ve stáji více méně neustále v pohybu. Cirkulace vzduchu způsobuje odlišné teploty povrchů ve stáji, odlišné teploty vzduchu v různých místech prostoru stáje a hlavně výtok vzduchu z přírodních vyústek. Tím vším nastává vnitřní cirkulace vzduchu (Kic a Brož, 1995).

Livestock (1981) uvádí, že v intenzivních chovech existuje silná spojitost mezi teplotou a rychlostí vzduchu. Experimentální pokusy prováděné u prasat ukázaly, že zdvojnásobení rychlosti proudění vzduchu kolem zvířat odpovídá snížení teploty vzduchu o 5 °C.

Požadavky zvířat na proudění stájového vzduchu

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. Silně škodlivě působí průvan. Rychlost proudění vzduchu by měla být taková, aby zajistila správnou výměnu vzduchu a je udávána vhodnou regulací větracího zařízení.

V letním období působí pozitivně proudění vzduchu tím, že ochlazuje organismus ustájených zvířat. Rychlost proudění vzduchu ve stáji musí odpovídat ročnímu období a specifickým požadavkům daného druhu a kategorie zvířat.

Skot

Špatně snáší především nadměrné proudění vzduchu v zimním období, zejména průvan, zasahující pouze část těla. Účinky průvanu se projevují v blízkosti dveří, oken a otvorů pro technologická zařízení. Ohrožena jsou zvláště zvířata v blízkosti těchto vstupů vzduchu do stáje. V podélných chodbách a uličkách ve stáji může docházet velmi často k podélnému proudění, které je škodlivé zejména ve vazných stájích (Kic a Brož, 1995).

Rychlost proudění při optimálních teplotách se má pohybovat v rozmezí 0,10 až 0,25 (max. 0,5) m.s⁻¹, při vyšších teplotách 0,5 až 2,0 m.s⁻¹. V letních měsících může proudění ve stáji mírně překročit hranici 2,0 m.s⁻¹ (Doležal, 2003).

Prasata

Nejvíce citlivá na přiměřenou rychlost a teplotu vzduchu jsou hlavně mladá zvířata. Na selata po narození do odstavu má vyšší rychlost proudění vzduchu negativní vliv i při vyšších teplotách prostředí. Obecně lze konstatovat požadavek zabezpečit nižší rychlost proudění vzduchu u mláďat (Velechovská, 2012).

Při zvýšeném proudění a chladu jsou prasata neklidná, ruší se a choulí se k sobě, aby se zahřála. Daný jev se nazývá kolektivní termoregulace. Pro tepelnou pohodu prasnic a prasat vyšších výkrmových kategorií je vyšší rychlost proudění vzduchu v letním období nezbytná.

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 (Šottník, 2001). Přehled o vhodných rychlostech proudění vzduchu podává tabulka 6.

Tabulka č. 6 - Doporučené nejvyšší rychlosti proudění vzduchu v zóně pobytu zvířat.

Druh, kategorie, ustájení zvířat	Doporučená nejvyšší rychlost proudění vzduchu (m/s) při teplotě		
	minimální	optimální	vyšší než optimální
Skot			
Telata	0,2	0,5	1,0
Jalovice, výkrm	0,2	0,5	1,5
Dojnice- kombinovaná užitkovost	0,15 až 0,25	0,5	1,0
Dojnice- mléčný typ	1,15 až 0,25	0,5	1,4
Prasata			
Dochov aselat-			
I. Etapa	do 0,5	0,2	0,3
II. Etapa	do 0,5	0,2	0,5
Výkrm- I. Etapa	do 0,8	0,3	1,0
II.,III.,IV. etapa	do 0,8	0,3	2,0
Odchov prasnic, zapušt. A březí prasnice, kanci	do 0,8	0,3	2,0
Prasnice kojící	do 0,5	0,2	0,5
Drůbež			
do 5 týdnů	do 0,2	0,2	1,5
nad 5 týdnů	do 0,3	0,3	2,0
Koně	0,15 až 0,25	0,3	0,5

(Kic a Brož, 1995)

3.5.4 Účinná teplota okolních ploch

Ovlivňuje celý tepelný režim, včetně vlhkostních poměrů stáje, a ovlivňuje teplo, které zvířata přijímají i vydávají sáláním. Jestliže je povrch těl zvířat teplejší než okolní povrchy, odevzdávají mu teplo sáláním, v opačném případě teplo přijímá.

Povrchová teplota okolních ploch, hlavně podlah nebo dalších povrchů, se kterými přichází tělo zvířete do bezprostředního styku, však také ovlivňuje sdílení tepla vedením. U stojících zvířat jsou ztráty tepla vedením jen minimální, protože plocha styku s dlažbou i rozdíl teplot jsou poměrně malé a další části těla jsou od povrchu podlahy nebo jiných ploch izolovány vrstvou vzduchu, který není dobrým vodičem tepla. U ležících zvířat výdej tepla vedením značně vyšší a v důsledku toho představuje pro některá hospodářská zvířata významnou položku tepelné bilance organismu. Nejvíce záleží na izolační vrstvě, na které zvíře leží (např. suchá podestýlka výborně izoluje a oproti tomu kovové rošty, betonová stání odvod tepla vedením zvětšují) (Kic a Brož, 1995).

3.5.5 Zchlazování

Zjišťování zchlazování (ochlazovací veličiny či katahodnoty) je výsledkem snah o objektivní zjištění komplexního vlivu více fyzikálních činitelů mikroklimatu najednou, v daném případě teploty, proudění vzduchu a částečně i vlhkosti (Bárta, 1966).

Základní pojmy.

Zchlazování (ochlazovací veličina či katahodnota) je množství tepla v J (joulech), které se odnímá v daném prostředí z 1 cm² povrchu rezervoáru katateploměru za 1 vteřinu a přibližně odpovídá ztrátě tepla z 1 cm² povrchu člověka nebo neosrstěného zvířete.

3.6 Složení stájového vzduchu

Škodlivé plyny a prach znečišťující stájový vzduch vznikají v objektech živočišné výroby provozem uvnitř stáje nebo se do stáje přivádějí s větracím vzduchem z venkovního prostředí.

3.6.1 Plynné škodliviny vzduchu

Ustájená zvířata a biologické pochody probíhající ve výkalech, krmivu a podestýlce tyto škodliviny permanentně doplňují do stájového vzduchu. Hlavními stájovými plyny jsou oxid uhličitý, amoniak a sirovodík. Ale objevují se zde i další plyny, např. metan. Zápachné plyny jako je merkaptan, indol, skatol, kyselina máselná a další.

Použitím spalovacích motorů nebo hořáků se mohou dostat do stájového vzduchu některé plynné škodliviny. Jsou jimi např. oxid uhelnatý, oxidy síry a další. Vše závisí na druhu použitého paliva a druhu spalovacího motoru. Dále je také možnost, že některé z plynných škodlivin mohou přijít do stáje i z venkovního znečištěného ovzduší a proto se sleduje celková čistota životního prostředí v dané lokalitě.

Plynné škodliviny vzduchu nepůsobí na organismus jednotlivě, ale v komplexu směsí. I nízké koncentrace jednotlivých plynů mohou mít v celkovém měřítku negativní dopad na živý organismus, na který trvale působí (Kic a Brož, 1995).

3.6.1.1 Oxid uhličitý

Stálá složka stájového ovzduší. Nezapáchající bezbarvý plyn. Má větší hustotu než vzduch. Socher (1996) ve své práci píše, že hlavní emise oxidu uhličitého, jsou produkovány zvířaty při vlastní respiraci (dýchání). Oxid uhličitý ve stájovém prostředí často trápí především chovatele drůbeže a projevuje se na zdravotním stavu, což přímo souvisí s ekonomikou chovu. Požadované koncentrace jsou překračovány zvláště tam, kde se používají teplovzdušné agregáty (Litschmann a Masařík, 2006).

Dále je tento plyn uvolňován biochemickými procesy ve stáji a oxidačními procesy látek obsahujících uhlík rozkladem a kvašením organických látek, jako je krmivo, stelivo, výkaly a činností spalovacích motorů a topidel.

Při normálních podmínkách v klidu se oxid uhličitý hromadí v níže položených místech jako jsou kaliště, jímky, podroštové prostory a podobně. Ale v praxi je stájový vzduch v neustálém pohybu čímž dochází k jeho neustálému promíchávání a proudící vzduch ho žene směrem vzhůru.

Koncentrace oxidu uhličitého je závislá na intenzitě větrání stáje, což velmi dobře umožňuje posoudit výkonnost větrání a tím i činnost větracího zařízení.

Oxid uhličitý nepůsobí toxicky při běžných stájových koncentracích. Venkovní atmosférický vzduch obsahuje 0,03 % objemová, ve stájích jsou běžné koncentrace kolem 0,1 % objemového (Kic a Brož, 1995).

3.6.1.2 Amoniak

Vzniká ve stájích především rozkladnými procesy dusíkatých látek, zejména močůvky, výkalů a chlévské mrvy. Jeho koncentrace proto přímo závisí na způsobu ustájení, odklizu výkalů a čistotě stáje. Ve stájích s dobře provedenou a udržovanou kanalizací, kde se často odklízejí tuhé výkaly, jsou předpoklady pro menší obsah amoniaku než ve stájích s pomalým odtokem močůvky, s otevřenými stružkami, špatně založeným nebo mokřým stelivem. Vhodně řešený větrací systém může také značně napomáhat snižování amoniaku ve stájovém vzduchu. Amoniak však působí nepříznivě nejen v samotné stáji, ale také na zhoršování životního prostředí v okolí farem. Proto je v současné době předmětem mnoha výzkumů možnost zmenšovat jeho produkci vhodnou výživou zvířat i řešením technologie ustájení a návrhem větracího systému. Amoniak není ve stájovém vzduchu rovnoměrně rozložen. Přestože je asi o 40 % lehčí než vzduch, nelze jednoznačně říci, že se jeho nejvyšší koncentrace vyskytuje vždy ve výšce např. stropu haly. Nejvyšší koncentrace amoniaku jsou zpravidla bezprostředně nad místem vzniku, tj. nad stružkami s močůvkou, nad podroštovými prostory, v trusných kanálech nebo nad vrstvou vlhké podestýlky. Robertson (1996) uvádí, že hodnoty 5 až 10 ppm jsou u amoniaku zjistitelné čichem a hodnoty nad 20 ppm již silně zapáchají. Je-li amoniak cítit, je jeho koncentrace několikanásobně vyšší než přípustná, dráždí-li oči při pobytu ve stáji, je jeho koncentrace 25krát vyšší než dovolená.

Vyšší koncentrace amoniaku působí dráždivě též na dýchací cesty. Škodlivě působí při dlouhodobém účinku jak na ustájená zvířata, tak na ošetřovatele pracující uvnitř stáje (Kic a Brož, 1995). V Evropě se podílí živočišná výroba na celkových emisích amoniaku cca 74% (Euromagazín, 2004).

3.6.1.3 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.

Již malá koncentrace sirovodíku, zdaleka nedosahující nejvyšší přípustné hodnoty pro koncentrace ve stájovém vzduchu, je patrná čichem.

Sirovodík zapáchá po zkažených vejcích, Při vyšších koncentracích má dráždivý účinek na oči a dýchací cesty (Kic a Brož, 1995).

Tabulka č. 7 - Nejvyšší přípustné koncentrace hlavních plynných škodlivin ve stájovém vzduchu.

Druh zvířat	Koncentrace plynných škodlivin		
	(% objemové)	(p.p.m)	(mg.m ⁻³)
Oxid uhličitý			
Skot	0,20	2000	3600
Koně, ovce	0,30	3000	5500
Prasata	0,25	2500	4500
Králíci	0,25	2500	4500
Drůbež	0,25	2500	4500
Amoniak			
Skot	0,0020	20	14
Ostatní druhy zvířat	0,0025	25	18
Sirovodík			
Všechna zvířata	0,0007	7	10

(Kic a Brož, 1995)

3.6.2 Ostatní sledované složky stájového vzduchu

3.6.2.1 Kyslík

Při výraznějším nedostatku kyslíku ve vzduchu se snižuje intenzita oxidačních pochodů, především v mozkové tkáni, což se projevuje poruchami funkce centrální nervové soustavy. Při poklesu obsahu kyslíku ve vzduchu na 16 až 12 % se dechový objem zvětšuje a tep se zrychluje. Pokles obsahu kyslíku na 12 až 10 % působí porušení schopností správného posuzování okolí, rychlou únavu při námaze a poruchy dýchání. Při poklesu obsahu kyslíku pod 6% se dýchání postupně omezuje a nakonec ustává (Franěk et al., 1965).

3.6.2.2 Vodní pára

Pára je vnitř stájových objektů velmi často závažným zootechnickým a veterinárním kritériem. Je produkována zejména: dýcháním zvířat, výparem z povrchu zvířat a z mokrych ploch (mokrý podlahy a podestýlka) nebo při manipulaci s teplou vodou při čištění. Obsah vodní páry ve stájovém vzduchu bývá s ohledem na veterinární a zootechnické účely nejčastěji vyjadřován jako poměrná (relativní vlhkost). Při hodnocení výměny vzduchu pomocí větrání a při sledování kondenzačních efektů na konstrukcích, oknech a obvodovém zdivu je vhodnější vlhkostní charakteristikou měrná nebo absolutní vlhkost nebo teplota rosného bodu. Z hlediska bezprostředního vlivu na zvířata jsou s výhodou využívány i další speciální vlhkostní charakteristiky - fyziologická nebo ekvivalentní vlhkost (Para et al., 1992).

O vlhkosti vnitřního vzduchu rozhoduje bilance vodní páry ve stáji, která je výsledkem současného působení těchto faktorů:

- celkově produkovaného množství vodní páry uvnitř objektu, včetně produkce tepla ze zvířat nebo umělých zdrojů,
- intenzitou výměny vzduchu,
- teplotou a vlhkostí přiváděného vzduchu.

3.6.2.3 Zápachy

Spolu se sirovodíkem vzniká ještě řada plynných zplodin rozkladu, jejichž kvantitativní obsah ve stájovém vzduchu se jen velmi těžko určuje. Je známo, že zvířata i člověk rozeznávají podle zápachu již takové koncentrace některých látek, které nejsou postřehnutelné žádnou chemickou reakcí. Nezůstává však pouze při vjemech čichových, protože čichové reflexy, způsobované čichovými vjemy, mohou ovlivnit celý organismus a vznikají změny celkové výměny látek. Z učení I. P. Pavlova vyplývá, že čichové reflexy mohou být i původci patologických procesů.

Odstranit zápachy z pracovního prostředí člověka je velmi důležité z hlediska hygieny práce ve stájích. Jestliže se větráním stáje odstraní nadměrná vlhkost vzduchu, jsou i koncentrace plynů a stájové zápachy v hygienicky přípustných mezích (Franěk et al., 1965).

3.6.2.4 Prach

Prach je velmi výraznou škodlivou příměsí stájového vzduchu. Množství a složení stájového prachu závisí na druhu a kategorii hospodářských zvířat, na ustájení, technologii chovu, druhu krmiva a čistotě stáje.

Podle původu může být prach ve stáji:

1. organický (částice steliva, krmiva, chlupů, kůže, peří apod.),
2. anorganický (jemně rozptýlené částice zeminy, omítky, dlažby apod.)

Stájové prostředí obsahuje prachové částice převážně organického, rostlinného a živočišného původu. Biologická agresivita prachových částic je dána jejich dráždicím účinkem na sliznice dýchacích cest. Může však docházet k poškození i jiných tkání, např. spojivek, kůže apod., v závislosti na složení jednotlivých částic prachu a jejich velikosti.

Podle jejich velikosti je možné usuzovat na hloubku průniku v dýchacích cestách, podle chemického složení na dráždicí efekt napadených tkání (Kic a Brož, 1995).

Negativním průvodním jevem zvýšené prašnosti je i vyšší výskyt bakterií ve vzduchu. Různé druhy mikroskopických organismů a částice hmoty v tuhé i kapalné fázi vytvářejí v plynném prostředí aerosoly. Bakteriální aerosoly znamenají při zvýšeném výskytu v ovzduší

stáje nebezpečí pro plicní tkáň zvířat. Správné využití větracího zařízení ve stájovém prostoru může pomoci snížit bakteriální aerosol.

Pro udržení stájového prostředí na hygienické úrovni vyhovující organismu zvířat nejsou u nás dosud stanoveny nejvýše přípustné koncentrace. Orientačně lze říci, že prašnost by neměla překračovat 10 mg/m^3 , což odpovídá nejvýše přípustné hodnotě z hygienických předpisů platných pro pracovníky. Vzhledem k tomu, že v mnoha stájích pro prasata a drůbež dochází k překročení této hodnoty, jsou nutná taková technologická a technická opatření, která budou čistotu vzduchu zlepšovat (Kic a Brož, 1995).

Měřicí technika používaná pro zjišťování prašnosti prošla v minulosti značným vývojem. S ohledem na vzájemnou srovnatelnost výsledků měření z různých pracovišť se v současné době používají gravimetrická filtrační měření (Kic, 1996).

3.6.2.5 Choroboplodné zárodky a mikrobiální kontaminace stájového ovzduší

Vzduch v uzavřených místnostech obsahuje vždy také choroboplodné zárodky (bakterie a plísňe). Choroboplodné zárodky nemohou ve vzduchu existovat volně, ale jen usazeny na nosičích, např. na částech prachu, kapénkách atd., je nejjednodušším způsobem jejich odstraňování ze vzduchu intenzivní výměna a filtrace vzduchu (Cihelka et al., 1985). Množství mikroorganismů a jejich přežívání ve stájovém ovzduší závisí na vlhkosti, slunečním záření (UV), zdravotním stavu zvířat, jejich počtu na plochu stáje, používaných technologiích, krmení atd. Doležal (2003) konstatuje, že obsah bakterií by ve stájovém vzduchu neměl překročit 7.10^5 mikroorganismů v m^{-3} .

3.7 Ionizace stájového vzduchu

Atmosférické ionty, byly dlouho považovány za zajímavou, ale jinak bezvýznamnou složku atmosféry. Teprve v současnosti, kdy globální exploatace přírodních zdrojů narušila jejich vzájemný poměr a snížila jejich počty v ovzduší si lidé uvědomili důležitost iontů pro přírodu a živé organismy. V současné době je již známo jak působí ionty na živé organismy. Je možné je stanovovat, ovládat jejich tvorbu, a proto již nic nebrání praktické provozní aplikaci, a to hlavně v boji se zdravotními následky zapříčiněnými znečištěním ovzduší. Aplikace intervenční ionizace v uzavřených stájových objektech přináší chovatelům naději, že

sníží své náklady na léčiva, zlepší zdravotní stav zvířat, zvýší jejich růstovou schopnost i natalitu.

Dlouhodobé pokusy s intervenční ionizací vzduchu ve stájích pro odchov telat v období mléčné výživy potvrdily příznivý účinek ionizace na danou kategorii. Došlo k výraznému snížení jejich úhynů (pokles činil 66 %) a k mírnému zvýšení přírůstků (+ 1,6 %) při nižší spotřebě léčiv o (7%). Pro účely ionizace jsou nejvíce vhodné ionty záporné. Zdravý organismus je k iontům značně rezistenční a terapeutické účinky se dávají najevo tím lépe, rychleji a intenzivněji, čím více je závažnější porušení příslušné funkce.

Ionizace snižuje prašnost stájového prostředí. Produkci iontů zajišťuje mechanický ionizátor, tj. elektrický přístroj, který je konstruován tak, aby opakovaně produkoval určitý druh iontů (nejčastěji záporné). Elektrické ionizátory dokážou pracovat dlouhodobě a to jen s malou energetickou spotřebou, jsou nehlukné a nejsou zdrojem toxických ani škodlivých látek (Toufar et al., 2003).

3.8 Větrání

Výměna vzduchu je hlavním činitelem stájového prostředí. Na výměně a proudění vzduchu jsou zvířata životně závislá. Díky procesu větrání dochází k odvodu přebytečného tepla, vody a veškerých produktů chemické a biologické povahy ze stájového objektu (Meschner a Veenhuizen, 1998) a (Šotník, 2007).

Pojem větrání představuje výměnu vzduchu v uzavřených místnostech za vzduch venkovní. Větrání je většinou jediným prostředkem, kterým je možno regulovat vlhkost stájového vzduchu a snižovat koncentraci škodlivých plynů, obsah prachu a mikrobu na přijatelnou úroveň (Havlíček, 1986). Umělá změna vlastností přiváděného vzduchu (např. vzduch se ohřívá a vysušuje) se nazývá klimatizace. Při větrání (nebo klimatizaci) jde o změny fyzikálního stavu vzduchu, hlavně o změny v obsahu tepla a vodní páry (Franěk et al., 1965). Větráním se dosahuje výměny zkaženého stájového vzduchu, znečištěného a se spotřebovaným kyslíkem, za čerstvý venkovní vzduch tak, aby stav vnitřního vzduchu odpovídal požadovaným parametrům. Větrání může být buď přirozené, způsobené rozdílem tlaku vnitřního a venkovního vzduchu, nebo nucené, u něhož jsou zdrojem výměny vzduchu ventilátory (Kic a Brož, 1995). Minimální průtok vzduchu se požaduje v zimě, kdy se odvádí především vodní pára a plynné škodliviny, maximální je v létě, kdy se navíc odvádí i citelné teplo, produkované zvířaty, technologií jejich ustájení a tepelnými zisky konstrukcí při oslunění. Ideální větrací zařízení umožňuje dostatečnou výměnu vzduchu, kontinuálně

měněnou, a to v průběhu celého roku a v celém rozsahu určeném extrémními hodnotami výměny.

V kontinuálních provozech, v nichž se biologická zátěž mění jen v úzkých mezích, se poměr nejvyšších a nejnižších požadovaných průtoků vzduchu mění asi v rozmezí 1:4 až 1:5. Ve stájích s turnusovým provozem je uvedený poměr podstatně menší (rozdíly jsou větší) a dosahuje hodnot asi 1:10 (např. v teletnicích s mléčnou výživou) až po 1:200 (např. u brojlerů). Větráním se zajišťuje optimální výměna vzduchu, nadměrná výměna škodí hlavně v zimě prochlazováním stáje, nedostatečná výměna vede k vyšší vlhkosti vzduchu a k vyšším koncentracím plynných škodlivin. V zimě se takový stav zpravidla projeví kondenzací vody na površích uvnitř stavebních konstrukcí a technologických zařízení, někdy i tvorbou mlhy ve stáji. Důsledkem bývá rychlejší postup koroze kovů, zhoršení tepelně izolačních vlastností, hojná tvorba plísní a rozvoj mikroorganismů, tedy jevy vesměs nežádoucí. Jestliže biologická produkce tepla ustájených zvířat nestačí k dosažení požadované teploty, je třeba instalovat přídatné tepelné zdroje (Prudil, 1992).

3.9 Osvětlení

Sluneční záření

Doležal et al. (2004) říkají, že sluneční záření je nejintenzivnější energetický zdroj planety, příčina všech meteorologických a klimatických jevů v atmosféře a nejdůležitější činitel pro růst rostlin a existenci života. Světlo působí prostřednictvím zraku na neurohumorální systém organismu, kterým je řízen cyklus chování zvířat během dne. Světlo působí na organismus fotoperiodicitou (střídání světla a tmy), svojí intenzitou a vlnovou délkou (barvou). Úroveň osvětlení v objektech pro chov skotu je předmětem dispozičního stavebního řešení (Bílek et al., 2002). Šoch (2005) uvádí, že světlo může ovlivnit užitek a pohodu zvířat jak svojí délkou, tak i intenzitou.

Na organismus působí nejen svými jednotlivými složkami, ale i jako celek. Uplatňuje se u volně žijících zvířat a u hospodářských zvířat pak na pastvě a ve výběhu. Osvětlení stájí je důležité nejen pro udržení čistoty zvířat a stájového zařízení, ale i průběh fyziologických funkcí organismu. Uplatňuje se především při látkové přeměně, zvyšuje aktivitu oxidačních enzymů, působí na pozitivní bilanci dusíku, ovlivňuje činnost nervové soustavy a složení krve. Přitom je potřeba zajistit nejen potřebnou intenzitu, ale i délku a rovnoměrnost osvětlení. V některých materiálech je věnována pozornost i umístění světelného zdroje tak,

aby byla osvětlena hlava zvířete a světlo nevrhalo stín přes oči a přední část hlavy (Novák et al., 2002).

Sluneční záření lze rozdělit na dvě části, a to na sluneční záření přímé a rozptýlené (difúzní). Přímé sluneční záření přichází do oka pozorovatele ze Slunce a vzhledem k velké vzdálenosti Země od Slunce tvoří svazek prakticky rovnoběžných paprsků. Rozptýlené sluneční záření vzniká následkem rozptylu přímých slunečních paprsků na molekulách plyných složek vzduchu, na vodních kapičkách, ledových krystalcích a na nejrůznějších aerosolových částicích vyskytujících se v zemském ovzduší. Rozptýlené viditelné sluneční záření pozorujeme jako světlo oblohy, a kdyby jej nebylo, jevila by se nebeská klenba i během dne černá s ostře zářícím slunečním diskem a s hvězdami.

Sluneční záření je elektromagnetické vlnění o spektru vlnových délek, které před vstupem do zemské atmosféry připomíná spektrum absolutně černého tělesa o povrchové teplotě cca 6000 K. Sluneční spektrum se obvykle dělí na tři hlavní části a podle toho rozlišujeme:

1. ultrafialové sluneční záření s vlnovými délkami menšími než 390 nm, které před vstupem do zemské atmosféry tvoří asi 7 % energie celkového elektromagnetického slunečního záření a jež je ze značné části absorbováno atmosférickým ozónem ve stratosféře,

2. viditelné sluneční záření s vlnovými délkami od 390 nm do 760 nm vytvářející spektrum barev od fialové po červenou (asi 48 % energie celkového elektromagnetického slunečního záření před vstupem do atmosféry),

3. infračervené sluneční záření, které má vlnové délky větší než 760 nm a před vstupem do atmosféry tvoří přibližně 45 % z toku energie slunečního záření (Bednář, 1989).

Tabulka č. 8 - Přehled vlnových délek viditelného záření (Tverskoj, 1955).

Barva	Rozsah vlnových délek (nm)	Střed (nm)
Fialová	390-430	400
Modrá	430-485	450
Modrozelená	485-505	495
Zelená	505-550	525
Žlutozelená	550-575	555
Žlutá	575-585	580
Oranžová	585-620	600
Červená	620-760	650

Základní veličinou při popisu přímého slunečního záření je jeho intenzita I , která je definována jako množství zářivé energie, jež za jednotku času dopadá na jednotkovou plochu orientovanou kolmo ke slunečním paprskům (Bednář, 1989).

Světlo

Jednou z hlavních podmínek pro život většiny organismů je světlo. Prakticky využitelné parametry světla, tj. intenzita osvětlení, vlnová délka světla a fotoperiodicita (poměr trvání světla a tmy) působí na životní pochody. Tento parametr velmi podstatně ovlivňuje biologické časové struktury, takže živý organismus se jeví jako velký multioscilační systém. V tomto případě poměr střídání světla a relativní tmy ovlivňuje život zvířat na úrovni denního rytmu (cirkadiálního), se vztahem k sezónnímu rytmu (střídání ročních období) (Dolejš et al., 2007).

Světlo je účinný faktor vytváření mikroklimatu ve stájích hospodářských zvířat. U drůbeže chované průmyslovým způsobem je světlo faktorem rozhodujícím o zdravotním stavu, užitkovosti, sezónnosti produkce a tím o celé ekonomice chovu. Délku doby osvětlení, intenzitu a vlnovou délku paprsku je třeba volit podle druhu zvířat, kategorie a užitkového směru. U skotu, ale i jiných druhů zvířat redukuje zvýšená expozice ke světlu sekreci melatoninu, jak uvádějí Dahl et al. (2002).

Osvětlení stájového prostoru musí zaručovat přiměřené osvětlení celé užitkové plochy objektu, zejména plochy určené ke krmení. Osvětlení je řešeno jako přirozené, tj. okny, i jako umělé, tj. elektrické osvětlení.

Intenzita přirozeného osvětlení okny se projekčně stanoví pouze poměrem okenní plochy k podlahové ploše. Okenní plochu tvoří čistá plocha okenních otvorů, jimiž prochází světlo. Aby byla dostatečně osvětlena užitková plocha objektu, musí být okna rovnoměrně rozdělena ve vhodných polohách. Z biologického hlediska jsou okna rozmístěna vhodně, mohou-li sluneční paprsky dopadat během celého dne na zvířata na stání. Okna s oboustranným denním osvětlením umístěna naproti sobě zajistí oslunění pouze tehdy, jsou-li situována na východ a na západ, tzn. podélná osa stáje je ve směru sever – jih.

Dodržet minimální poměr plochy oken k podlahové ploše je nezbytné zejména u zvířat, která nemají přístup do výběhů nebo na pastvu. Nadměrné zvětšení plochy oken má nepříznivý vliv z hlediska tepelné bilance, a to pro nadměrné prochlazování v zimním období a naopak přílišné oteplení v horkých letních dnech, neboť sklo propouští dlouhovlnné tepelné

paprsky, zatímco UV – paprsky krátké vlnové délky zadržuje. V chovu skotu, prasat a koní se dosud nejvíce používá přirozené osvětlení okny.

Umělé osvětlení se zavádí především s ohledem na požadavky ošetřovatele a na druh práce vykonávané při obsluze zvířat ve stájovém prostoru. Ve stájovém prostředí je nutné pohotovostní osvětlení, zajišťující přiměřené osvětlení celé stáje (tj. základní osvětlení), a místní přisvětlení jednotlivých pracovních míst podle druhu práce (tj. doplňující, přídatné osvětlení).

Drůbež, stejně jako všichni ptáci, je silně fotofilní. Veškeré životní pochody u drůbeže se řídí podle světla. K tomu je nutno přihlížet jak při projekci a stavbě objektů, tak při řešení umělého osvětlení. Tím lze dosáhnout vysoké užitkovosti drůbeže po celý rok, urychlit pohlavní dospělost a snášku vajec a hlavně odstranit sezónnost během roku (Franěk et al., 1965). Světelný den nosnic nesmí být v žádném případě kratší než v odchovu kuřic. Za minimální délku světelného dne se považuje 14 hodin. Na uvedenou hranici se po skončení odchovného období, kdy se svítí 8 – 9 hodin, přechází buď jednorázovým prodloužením světelného dne, nebo postupným přidáváním 20 – 30 minut týdně, dále se světelný režim prodlužuje až na délku 17 hodin. Další prodloužení se pokládá pro zvýšení užitkovosti již za neúčelné (neekonomické).

Intenzita světla má v chovu slepic snáškového typu významnou úlohu. Udává se vhodnost rozmezí 5 – 10 luxů, při nižších hodnotách dochází k poklesu snášky. Při vyšších hodnotách intenzity se může u vysokoužitkových hybridů vyskytnout kanibalismus a vyšší agresivita, zvláště ve vyšších etážích, kde je intenzita světla nejvyšší. Barva světla, jak bylo prokázáno, užitkovost neovlivňuje (Šatava et al., 1984).

Tabulka 9 uvádí minimální hodnoty osvětlení (umělého i přirozeného) pro jednotlivé druhy a kategorie zvířat.

Tabulka č. 9 – Hodnoty minimálního osvětlení stájí pro různé druhy a kategorie zvířat.

Druh a kategorie zvířat	Minimální poměr plochy oken k podlahové ploše stáje	Průměrná intenzita umělého osvětlení v luxech
Telata	1 : 15	20 - 30
Mladý skot	1 : 15	10 - 30
Dojnice	1 : 15	30 - 50
Dojnice a mladý skot - volná stáj	1 : 20	20 - 50
Porodna	1 : 15	40 - 50
Žír skotu	1 : 25	20 - 30
Prasnice kojící	1 : 15	40 - 50
Žirná prasata	1 : 20 - 25	20 - 30
Ovce	1 : 15	20 - 30
Koně tažní	1 : 25	20 - 40
Kuřata - odchov	1 : 12 - 16	25 - 50
Kuřata - výkrm	1 : 16	30 - 40
Nosnice - hluboká podestýlka rošty	1 : 15	20 - 30
Nosnice - klece	1 : 8 - 10	30 - 40
Krů'ata - odchov	1 : 6	20 - 30
Krů'ty - výkrm	1 : 25	20 - 30
Kachňata odchov	1 : 12	30
Kachny	1 : 12	30
Husy	1 : 25	10 - 20
Líhňářská provozovna	1 : 20 - 25	

(Franěk et al., 1965)

3.10 Vytápění

Stáje s nulovou nebo kladnou tepelnou bilancí se nevytápějí. Zpravidla jsou to objekty pro skot, koně, prasata a ovce ve věku nad 3 měsíce, případně pro drůbež nad 8 týdnů, někdy i stáje pro mláďata (především pro skot).

Ve stájích s turnusovým provozem, s předpokladem obsazení stáje i v zimě, se navrhuje vytápění, které umožní předem dosáhnout alespoň základní teplotu. Pro neobsazenou stáj lze využít přemístitelný zdroj tepla, nesmí se ale vytápět spaliny.

Topná tělesa mají mít hladký, snadno čistitelný povrch a mají být dobře přístupná. Jejich povrchová teplota nesmí přesáhnout 95 °C. Pro místní přitápění (např. u selat a drůbeže) se užívají samostatná topná tělesa, vytápěná elektricky, příp. vodou (Prudil, 1992).

3.11 Hluk

Hluk ve stájích způsobují zvuky, které pocházejí z technologického zařízení (stájové mechanizační prostředky, vzduchotechnická zařízení), dále zvuky vydávané zvířaty a zvuky z provozu v okolí stájí. Hluk působí nejen na sluchové a nerovové orgány, ale také na celý organismus. Stresově se projeví při překročení určité maximální meze. Zdravotní poruchy a snížení užitkovosti jsou závislé nejenom na hladině hluku, ale i na jeho frekvenci a na jeho časovém průběhu a četnosti vzniku. Záleží také na okamžitém fyziologickém stavu zvířat (Bílek et al., 2002). Šoch (2005) uvádí, že hluk působí na organismus především jako psychická zátěž. Až třikrát se může zvýšit krevní tlak, zrychluje se puls, mění se rytmus dýchání a klesá chuť k příjmu krmiva. Rozsah slyšení je u jednotlivých druhů v různé frekvenci: člověk 16 - 20 kHz, pes 10 - 40 kHz, koně a skot 0,2 – 20,0 kHz, drůbež 0,9 – 9,0 kHz (Zeman, 1990). Zeman (1990) dále uvádí, že hospodářská zvířata reagují nepříznivě na vyšší hlučnost prostředí, zejména skot, zatímco drůbež, prasata, králíci a další jsou vůči hluku poměrně rezistentní.

Hlučnost ve stájích a v jiných zemědělských stavbách je limitována pouze obecným předpisem ČSN 73 0531, který pro fyzickou práci povoluje hlukovou třídu N 65. Tato základní třída se upravuje korekcemi, vztahujícími se k trvání a charakteru hluku. Výsledná čísla třídy hluku se pohybují přibližně v rozmezí N 65 až N 100, při kmitočtu 2000 Hz tedy na hladinách asi 60 až 95 dB, při kmitočtu 500 Hz na hladinách asi 70 – 100 dB.

Těchto mezí zpravidla hluk ve stájích nedosahuje, obecně se však přijímá názor, že i nižší hladiny hluku mají při dlouhodobém působení nepříznivý vliv na zdravotní stav ustájených zvířat i lidí (Prudil, 1992).

Hlučnost zemědělských staveb je jedním z důvodů, pro které se pro ně stanovují ochranná pásma, tj. minimální vzdálenost mezi nimi a chráněnými prostory. Na hranici ochranného pásma by měl mít hluk úroveň přirozeného pozadí hluku v přírodě, tedy asi 25 až 45 dB. Při uvedené hlučnosti stájí se v některém rovinném terénu dosahuje horní úroveň ve vzdálenosti asi 100 až 120 m. Úroveň akustického tlaku (hlučnost prostředí) by neměla překročit 80 dB krátkodobě, tj. např. uskutečnění pracovní operace (u mobilní krmné linky založení krmiva do žlabu). Stresové situace u zvířat mohou vzniknout při náhlém hluku doprovázejících opravy technických prvků v prostoru ustájení za běžného provozu stáje (Doležal et al., 2004).

Ve stávkách lze ovlivnit hlučnost stavebním provedením a technologickými opatřeními. Ke snížení hluku vede především používání méně pružných a měkčích steliv

(keramických materiálů, dřeva apod.), rozdělení celkového prostoru plnými příčkami, používání vícevrstevných konstrukcí se vzduchovými mezerami (např. dvouplášťových střeš) a umístění strojních pohonů (ventilací, chladících kompresorů, stacionárních linek apod.) do oddělených objektů nebo alespoň místností.

K technologickým opatřením patří především volba způsobu ustájení (podestýlka tlumí), volba vhodného strojního zařízení a jeho dobrá údržba, velikost stájového prostoru (počet zvířat v jednom prostoru) a konečné omezení technologických přesunů zvířat (Prudil, 1992).

3.12 Měřicí přístroje

Teplota vzduchu

Teplota se měří teploměrem chráněným proti přímému působení slunečního záření a nebo okolních předmětů (Bárta, 1966). Například venkovní teploměr se umísťuje ve stínu, nejlépe v meteorologické budce a dále od předmětů silně ohříváných sluncem, ve stájích dále od oken, ventilačního potrubí, topných zdrojů, osvětlovacích těles atd., nejlépe uprostřed stáje ve výšce životní zóny zvířat.

Při měření se musí počítat s tím, že teploměr reaguje na změny teploty vzduchu tím pomaleji, čím větší je hmota teploměrného čidla (3 až 10 minut). Abychom vyloučili chybu při zjišťování údaje teploměru, přečteme rychle teplotu z pokud možno větší vzdálenosti od teploměru, bez dotýkání a dýchání na teploměr (Franěk et al., 1965).

Přístroje

1) Staniční teploměr

Je skleněný, měrnou tekutinou je rtuť, délka teploměru asi 40 cm, rozsah $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, dělení $1/5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

2) Pokojový teploměr

Je skleněný, měrná tekutina je rtuť nebo líh, délka asi 20 cm, rozsah $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, dělení $1/10\text{ }^{\circ}\text{C}$.

3) Sixův extrémový teploměr

Je skleněný, má tvar písmene U, měrnou tekutinou je kreosot, rozsah v obou ramenech $-40\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+40\text{ }^{\circ}\text{C}$, dělení $1\text{ }^{\circ}\text{C}$. V kapiláře jsou posunovány rtuťovým sloupcem (který neslouží jako měrná tekutina) dva indexy (kousky kovového drátku), kolem nichž může kreosot volně proudit. Spodní hrana indexů ukazuje minimální (v levém rameni) a maximální (v pravém rameni) teplotu za určité období, tj. od posledního stažení indexu ke hladině rtuti. Po odečtení minimální a maximální teploty za toto období se dají indexy stáhnout k hladině rtuti magnetem (Bárta, 1966).

4) Elektrický teploměr

Použití při speciálních měřeních teploty vzduchu, popřípadě i měření povrchových teplot podlahy, stěn, stropů, podestýlky. Je velmi přesný, rychle reaguje na změny teploty a umožňuje také měření na dálku (Franěk et al., 1965).

5) Termograf

Přístroj na zaznamenávání teplotních změn po dobu jednoho týdne. Měrnou látkou je oblouk ze dvou kovů (bimetalové pero), který se při změnách teplot smršťuje nebo natahuje. Mechanicky se přenáší změny z oblouku na značící pásku a na papír navinutý kolem bubnu jednou za 7 dní. Funkci přístroje je nutno zkontrolovat po dodání a při provozu ve stáji 1x za 3 měsíce. Kontroluje se staničním teploměrem nebo podle teploty suchého teploměru aspiračního psychrometru. Odchyšky se dají upravit stavěcím šroubem.

Způsob měření teploty

Teploměr musí být dostatečně dlouhou dobu na místě měření. Potíže často činí umístění registračního termografu do požadované výše. Proto je možné jej umístit v místě provozně lépe vyhovujícím a při ambulantní měření zjistit teplotní rozdíl mezi tímto místem a teplotou ve výši 50 cm nad podlažím. Tento rozdíl se bere na zřetel při vlastním zhodnocení výsledků.

Zhodnocení měření

Zpravidla se zjišťuje:

- Okamžitá teplota – teplota v určité době, obvykle ve 4, 10, 16 a 22 hodin nebo v 7, 14, 21 hodin.

- Průměrná denní teplota se vypočítá se registračního pásku termografu nebo ze záznamů okamžitých teplot vzorcem $(4 + 10 + 16 + 22) : 4$ nebo $(7 + 12 + 21 + 21) : 4$, kde 4, 10, 16, 22 respektive 7, 14, 21 znamená teplotu zjištěnou v daný čas.
- Absolutní denní (týdenní, dekadní, měsíční, roční) maxima a minima podle záznamů z extrémního teploměru nebo podle záznamu z termografu (Bárta, 1966).
- Teplotní amplituda denní (týdenní, dekadní, měsíční, roční), tj. rozdíl mezi absolutními maximy a minimy teplot za příslušné období.
- Pro zhodnocení mikroklimatu je vhodné také určit % případů, kdy teplota v daný čas přesahovala meze doporučené normou nebo předpisy (Bárta, 1966).

Vlhkost vzduchu

Při posuzování mikroklimatu stáje se používá těchto charakteristik: absolutní vlhkost, relativní vlhkost, sytostní doplněk, teplota rosného bodu a maximální vlhkost.

Přístroje

1) Vlasový vlhkoměr (hygrometr)

Je vhodný pro hrubší stanovení vlhkosti při jejím větším kolísání a pro stanovení vlhkosti při teplotě pod -5 °C , kdy již psychrometry nepracují přesně. Měrnou látkou je svazek odtučněných lidských vlasů, které se vlhkem natahují a v suchém prostředí zkracují. Tyto nepříliš veliké změny délkové se páčkovým mechanismem přenášejí na ručičku, jejíž výchylka ukazuje na empiricky nanesené stupnici vlhkoměru přímo % relativní vlhkosti. Ve stájech se doporučuje kontrola funkce a údržba 1x měsíčně.

2) Hygrograf

Pracuje na podobném principu. Měrnou látkou je vlas. Ručička je opatřena hrotem, který zaznamenává údaje na registrační papír upevněný na otáčejícím se válci podobné konstrukce jako u termografu (Bárta, 1966). Jedna otáčka válce trvá obvykle 1 týden (Franěk et al., 1965).

3) Psychrometr aspirační (Assmannův)

Psychrometrem se určuje tlak vodní páry dle psychrometrické rovnice a absolutní vlhkost vzduchu buď výpočtem nebo podle tabulek. Z určené absolutní vlhkosti lze poté

vypočítat nebo podle pomocných tabulek určit další charakteristiky (relativní vlhkost, sytostní doplněk a rosný bod).

Assmanův aspirační psychrometr je sestaven ze dvou stejně ukazujících teploměrů dělených po $1/5$ °C. Na rezervoár s měrnou tekutinou jednoho teploměru je navlečena punčoška ze tkaniny, která se smáčí pokud možno destilovanou nebo převařenou vodou. Teploměr bez punčošky je označován jako suchý. Teploměr s punčoškou jako vlhký. Oba teploměry jsou upevněny v kovové konstrukci, která má nahoře pérový strojek, pohánějící vrtulku, která nasává kolem rezervoárů teploměrů vzduch rychlostí 2 m/s. Z rozdílů teplot obou teploměrů (psychrometrický rozdíl) se dále vypočítávají vlhkostní charakteristiky. Čím větší je rozdíl teplot, tím menší je relativní vlhkost. Údržba přístroje spočívá v občasné výměně punčošky, která se časem znečišťuje a ruší přesnost měření.

Před každou sérií měření je nutno vlhčit punčošku na vlhkém teploměru. Oba teploměry mají mít v suchém stavu naprosto shodnou teplotu. Pro úsporu práce i pořizovacích nákladů se často používá termohygrografu, jehož horní část registruje vlhkost, dolní teplotu (Bárta, 1966).

4) Staniční psychrometr (Augustův)

Na vhodném stojánku nebo podložce jsou připevněny dva teploměry. Punčoška vlhkého teploměru zasahuje do nádoby s destilovanou vodou, odkud se jí nepřetržitě doplňuje voda z povrchu vlhkého teploměru (Franěk et al., 1965).

Způsob měření

Při měření se dodržují uvedené obecné zásady. Psychrometru je nutno před každou sérií měření zvlhčit punčošku vlhkého teploměru. Teplotu suchého teploměru je možné současně brát za teplotu vzduchu na stanovišti. Při teplotách pod 0 °C je nutné dbát na správné navlhčení punčošky a na dostatečnou dobu měření. Při teplotách pod -5 °C se již vytváří námraza a údaje psychrometru nejsou dost přesné. Proto je lepší při nízkých teplotách používat vlasových vlhkoměrů, které jsou poměrně přesné. Před vlastním měřením se natáhne pero aspiračního psychrometru až do ustálení teploty na obou teploměrech. Před prvním měřením ve stáji se nechá zpravidla jednou běžet psychrometr bez sledování teploty z důvodu, aby se dokonale ustálila teplota obou teploměrů v prostředí s daným mikroklimatem (Bárta, 1966).

Měření proudění vzduchu

Ve stáji se vyskytují poměrně velmi malé rychlosti proudění vzduchu, takže k jejich zjištění, popřípadě i k zachycení jejich směru, lze použít jen ty nejcitlivější přístroje, které se pro měření rychlosti a směru větru používají v meteorologii. Rychlost proudění vzduchu se měří tzv. anemometry.

Dělení

- **Anemometry mechanické**

K měření se využívá mechanických účinků proudění vzduchu a působí na měřicí zařízení nějakou silou.

- **Termoanemometry**

K určení rychlosti proudění se měří ochlazovací schopnost proudícího vzduchu.

Anemometry mechanické se používají pro větší rychlosti proudění (nad 0,5 m/s), termoanemometry pro rychlosti pod 0,5 m/s. Ke speciálnímu měření je možno použít anemometry elektrické.

Přístroje

Miskový anemometr

Miskový kříž je roztáčen proudícím vzduchem. Prodloužená osa kříže přenáší pohyb na ručičky, které udávají dráhu větru v metrech. Z naběhnuté dráhy a času k tomu spotřebovaného se určí rychlost proudění v m/s. Nejmenší rychlost proudění, při které se miskový kříž začíná roztáčet, tzv. práh citlivosti anemometru, je většinou asi 0,8 až 1m/s (Franěk et al., 1965).

Lopatkový anemometr

Lehké lopatky jsou přesně vyváženy a přístroj má jemnější ložiska. Otáčení lopatkového kola je přenášeno na ručičky ukazatele obdobně jako u miskových anemometrů. Lopatkové kolo je umístěno v ochranném prstenci, který zároveň usměřňuje proud vzduchu před lopatkové kolo. Tímto anemometrem se měří tak, že lopatky se nastaví kolmo na směr proudění. Při malých rychlostech nebo při chaotickém proudění vzduchu ve stáji je to podmínka dosti problematická.

Proto tyto lopatkové anemometry lze úspěšně použít zvláště v usměrněném proudu vzduchu, např. ve větracím potrubí, ve výparníku, ke zjištění tahu komínového větrání atd. Proto se někdy těmto anemometrům říká tahoměry. Práh citlivosti lopatkových anemometrů bývá podle jemnosti 0,1 až 0,5 m/s.

Měření rychlosti proudění vzduchu termoanemometry. Do této skupiny přístrojů, které jsou pro měření rychlosti proudění vzduchu ve stájích nejvhodnější (pro svou jednoduchost a schopnost zachytit i malé vánky), patří Hillův katateploměr a Stružkův termoanemometr rtuťový.

Hillův katateploměr

Je vlastně lihový teploměr s velkou teploměrnou nádobkou a se stupnicí, na níž jsou označeny jen dva teplotní stupně, a to 35 a 38 °C. Katateploměr umožňuje určit ochlazovací účinek vzduchu na ohřáté těleso v té míře, v jaké tento účinek závisí na teplotě a proudění vzduchu bez ohledu na vliv vlhkosti vzduchu a účinku záření. Ochlazovací účinek vzduchu se určuje výpočtem tepelných ztrát ohřátého teploměru. Množství tepla vydané katateploměrem při ochlazování o tři stupně (z 38 na 35 °C) je při různých meteorologických podmínkách stejné, mění se jenom doba ochlazování, tj. množství tepla vydaného za jednotku času (Franěk et al., 1965).

Toto množství tepla však závisí na druhu skla, specifickém teple lihu atd. Je proto různé u různých exemplářů katateploměru a je vyznačeno jako faktor přístroje na stonku katateploměru v tisícinách kalorií. Pokud je tento faktor (F) dělen počtem vteřin (T) potřebných k poklesu teploty mezi značkami 38 a 35 °C, získá se tzv. zchlazovací hodnota (H) v $\text{mcal/cm}^2/\text{s}$ (Franěk et al., 1965).

Způsob měření

Na místě měření se nejprve katateploměr ponoří do teplé vody na tak dlouho až vystoupí měrná tekutina asi do 1/3 horního rezervoáru. Poté se vyjme z vody, pečlivě se osuší a upevní na místo, kde se má měřit. Pevně se drží nebo se upevní do laboratorního stojanu. Na stopkách se zjistí doba poklesu měrné tekutiny z 38°C na 35 °C (Bárta, 1966).

Stružkův termoanemometr

Pracuje v podstatě na stejném principu jako Hillův katateploměr je však upraven tak, že jeho použití je jednodušší a výsledky je možno získat pomocí grafu nebo přímo odečtením hodnoty na stupnici přístroje (Franěk et al., 1965).

Zchlazování (ochlazovací veličina, katahodnota)

Měřicí přístroje

1. Katateploměr je přístroj k určování zchlazování viz. kapitola - Historie měření proudění vzduchu
2. Katathermograf je registrační přístroj ke stanovení zchlazování v určených časových intervalech (Bárta, 1966).

Měření intenzity osvětlení

Intenzita osvětlení se měří fotoelektrickým přístrojem zvaným luxmetr, který přeměňuje světelnou energii v elektrickou a udává hodnoty osvětlení v luxech. Přístroj se skládá ze selenového fotočlánku a mikroampérmetru, který je ocejchován přímo v jednotkách osvětlení (luxech). Zapojováním bočníku do elektrického okruhu se mění rozsah stupnice mikroampérmetru. Fotočlánky jsou značně citlivé na teplotu. Při vyšší teplotě dávají větší hodnoty osvětlení. Je nutné je respektovat při přesném měření, zvláště v uzavřených prostorech (Franěk et al., 1965).

3.12.1 Měřicí přístroje současnosti

Měření teploty, vlhkosti a proudění vzduchu

Bezkontaktní infračervené teploměry

Princip bezkontaktního měření teploty

Při měření bezkontaktním infračerveným teploměrem (dále jen teploměr) je využívána skutečnost, že každé těleso, jehož teplota je vyšší než absolutní nula (tj. asi $-273\text{ }^{\circ}\text{C}$), vyzařuje energii. Množství vyzářené energie roste se vzrůstající teplotou tělesa. Pro bezkontaktní měření teploty se používá infračervená část spektra vyzařované energie.

Další parametry a vlastnosti

Některé teploměry jsou vybaveny laserovým zaměřovačem, který buď přibližně ukazuje na střed měřené plochy, nebo ji dokonce pomocí několika bodů vymezuje. Nejlevnější teploměry obvykle nemají žádné zaměřování. Naopak součástí teploměrů vyšší třídy může být optický zaměřovač.

Jiné teploměry umožňují zobrazovat kromě aktuální teploty i mnoho dalších veličin: např. maximální, minimální, průměrnou teplotu, teplotní rozdíl nebo varování o překročení přednastavené mezní hodnoty. Existují také různé „speciality“, např. teploměr kombinovaný s digitálním fotoaparátem, s jehož pomocí lze měřený objekt ihned zdokumentovat.

Je možné zmínit i množství dalších běžných parametrů – rozsah provozních teplot, způsob napájení (většinou bateriové, někdy s možností napájení síťovým adaptérem), verze teploměru opatřeného závitem pro stativ, možnost připojení k PC, možnost ukládání výsledků do paměti apod.

Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25918>.

Popis vybraného přístroje

Infračervený bezkontaktní teploměr Voltcraft IR-360 je určen k rychlému bezkontaktnímu měření teplot od -50 do $+900$ °C. Ve stájech se užívá k měření povrchových teplot podlah, podlážek, stěn, stropů, odhalení tepelných mostů. Přístroj se vyznačuje rychlou reakcí, vysokým rozsahem měřených teplot a robustním praktickým provedením. Funkce ukládání dat (Data-Hold) umožňuje krátkodobé ukládání naměřených hodnot. Dále je přístroj vybaven přepínáním mezi °C a °F, ukazatelem minimální a maximální naměřené hodnoty, vypínacím laserem a podsvícením displeje. Po náhlé změně teploty se musí přístroj před používáním asi 30 minut aklimatizovat na novou teplotu prostředí Dostupné z <<http://www.e-voltcraft.cz/infracervený-teploměr-ir-364.k100909>>.

V dnešní době se k měření používají hlavně zařízení schopná měřit více složek stájeového prostředí zároveň. Zeman (1994) uvádí, že elektronické přístroje (v podstatě psychrometry – např. Hydriphil aj.): umožňují i stanovení dalších hygrometrických veličin (absolutní = měrná vlhkost, teplota rosného bodu) a také hodnoty teploty vzduchu.

Termoanemometry

= teplotní anemometry (thermal anemometers či thermal flowmeters), někdy taky označované podle jejich principu jako anemometry se žhavený drátkem (hot-wire anemometers).

Popis přístrojů a jejich funkce

V technice prostředí se pro měření rychlosti vzduchu v místnostech, stájových objektech, ve větracích a klimatizačních zařízeních velmi často používají termoanemometry, které se označují také jako žárové anemometry či žhavené anemometry. Termoanemometry se začaly používat již v 60. a 70. letech minulého století pro měření množství proudících plynů v plynné depozici.

Jsou založeny na principu měření intenzity ochlazování různých vzduchem obtékaných tělísek, jako je např. žhavený drátek, dva různoběžné drátky nebo žhavená kulička. Termoanemometry lze použít dle konstrukce čidla a dle nastaveného rozsahu přístroje pro rychlosti v rozmezí od 0,01 do 100 m.s⁻¹. Směrem k nulové rychlosti se citlivost termoanemometrů zvětšuje. V technice prostředí jsou užitečné především pro měření malých rychlostí do 1 m.s⁻¹, kde se nedají použít mechanické anemometry.

Výhody a nevýhody přístrojů

Předností termoanemometrů jsou relativně malé rozměry sond, které nenarušují příliš proměřované rychlostní pole. Anemometry se žhavenými drátky či malými žhavenými tělísky, vybavené moderní elektronikou umožňují někdy navíc i měření intenzity turbulence, měření autokorelačních funkcí apod. Mezi nedostatky termoanemometrů lze řadit jejich závislost na teplotě prostředí, ale u mnohých přístrojů bývá tento vliv potlačen zvýšením teploty drátku, nebo lépe měřením teploty okolí a automatickým provedením potřebných korekcí. Rychlostní čidla s malými žhavenými tělísky vyžadují navíc vysokou čistotu měřeného prostředí, aby nedošlo k jejich mechanickému poškození (dostupné z <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006082301>>).

Příklady anemometrů vhodných pro použití ve stájovém prostředí

Testo 425

Jde o kompaktní anemometr s pevně připojenou termickou sondou proudění vč. teleskopu. Pomocí přístroje lze měřit rychlost proudění vzduchu, jeho teplotu a objemový

průtok. Časové nebo bodové vytvoření střední hodnoty podává informaci o průměrné naměřené hodnotě objemového průtoku, rychlosti proudění a teploty Dostupné z <<http://www.testo.cz>>.

Testo 435

Testo 435 je multifunkční přístroj, který měří současně hodnoty teploty, relativní vlhkosti a proudění vzduchu. Zařízení vyniká svým intuitivním ovládáním a jednoduchou navigací v menu. Přístroje Testo 435-2/-4 nabízejí při měřeních na různých měřicích místech tu výhodu, že naměřené hodnoty jsou přiřazovány právě aktuálnímu měřicímu místu.

Spolehlivost přístrojů hraje rozhodující roli. Testo 435 je robustní a spolehlivý přístroj s třídou krytí IP 54. Použitý materiál působí jako integrovaná ochrana proti nárazu a úderu. Velký podsvícený displej je mírně zapuštěn do krytu přístroje a je tak lépe chráněn. Silné magnety na zadní straně přístroje zajišťují bezpečné připevnění na měřicím místě.

Vedle klasických sond s kabelem je možné využít bezdrátové spojení sond s přístrojem až do vzdálenosti 20 m. Je tak vyloučeno poškození kabelu nebo omezení v manipulaci. Testo 435 pojme a zobrazí maximálně tři rádiové sondy. Rádiové sondy jsou k dispozici pro teplotu a podle typu přístroje pro vlhkost. Pro rádiový modul je možno se kdykoliv rozhodnout a přístroj jím jednoduše doplnit.

Testo 435 dokumentuje výsledky měření buď na PC pomocí jednoduchého programu ComSoft nebo přímo na místě na přenosné tiskárně protokolů testo. Protokoly měření zobrazují na PC zákazníkovi data naměřená v kanále, dlouhodobá měření a měření stupně turbulence. Testo 435 přenáší data v místě měření bezdrátově přes infračervené rozhraní do tiskárny protokolů testo. Při tisku je kromě naměřených hodnot dokumentováno datum a čas měření Dostupné z <<http://www.testo.cz>>.

Dataloggery

Popis přístrojů a jejich funkce

Dataloggery jsou nejčastěji vyráběny v multifunkčním provedení, kdy kromě relativní vlhkosti vzduchu měří i jeho teplotu a hodnotu rosného bodu. Přístroje obsahují čidla teploty, popř. i čidla vlhkosti. Naměřené hodnoty jsou zaznamenávány do dlouhodobé paměti. Přístroje se pomocí PC nakonfiguruje pro danou měřicí úlohu a umístí se na dané stanoviště. Tam zcela autonomně zaznamenává hodnoty, které je možné prostřednictvím infračerveného

portu nebo portu USB přenášet do PC nebo notebooku, kde lze naměřené hodnoty za použití softwaru vyhodnocovat

Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39728>.

Termohygrobarometry

Elektronické teploměry, vlhkoměry, barometry

Přenosné přístroje pro přímá měření teploty, vlhkosti, případně atmosférického tlaku. Mezi základní vybavení už většinou patří dvouřádkový LCD displej, nastavitelný alarm s akustickou signalizací pro každý kanál, paměť minimální a maximální hodnoty, paměť Hold - uchování měřených hodnot v paměti pro pozdější vyvolání. Přístroje se záznamem dat jsou navíc vybaveny hodinami reálného času, RS232 rozhraním pro spojení s PC a interní pamětí s kapacitou až 16000 hodnot. Záznam měření lze provádět ručně nebo automaticky v časových intervalech od 10 sekund až po 24 hodin. Dostupné z <<http://www.cometsystem.cz>>.

Popis vybraných přístrojů

1. Commeter D4141 od firmy Comet systém s.r.o.

Digitální záznamový termohydrobarometr s externí sondou je určen pro měření a záznam teploty, relativní vlhkosti vzduchu a atmosférického tlaku a tlakové tendence za uplynulé tři hodiny s možností zobrazení přepočtené hodnoty teploty rosného bodu a přepočtené hodnoty atmosférického tlaku na hladinu moře. Teplota je měřena odporovými snímači Ni 1000/6180ppm, přičemž snímač vnější teploty a snímač vlhkosti vzduchu jsou umístěny v připojitelné externí sondě. Snímače tlaku a vnitřní teploty 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 akusticky (kromě tlakové tendence).

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 Dostupné z <<http://www.cometsystem.cz>>.

2. Testo 445 dodávaným firmou Testo s.r.o.

Přístroj dokáže měřit teplotu, relativní a absolutní vlhkost, rosný bod, entalpii, objemový průtok, tlak i kvalitu vzduchu. Dokáže měřit i parametry proudícího vzduchu pomocí připojitelných anemometrů. Naměřená data jsou zobrazována na dvouřádkovém LCD displeji a do osobního počítače se mohou přenášet i přes infračervené rozhraní.

Měřicí rozsah teplot anemometrů je 0-60 m.s⁻¹ s rozlišením 0,01 m.s⁻¹ objemový průtok 0-99990 m³. h⁻¹ Dostupné z <<http://www.testo.cz>>.

Luxmetry

Luxmetry jsou přístroje vhodné k měření intenzity osvětlení. Skládají se z přijímače s fotočlánkem (měřicí sondy) a z měřicího a vyhodnocovacího systému. Konstrukce luxmetrů bývá různá a souvisí s metodou měření fotoproudu a principem samotného fotočlánku. Obvykle je měřen fotoproud vhodným obvodem s operačním zesilovačem. Fotočlánek je nejčastěji používané fyzikální čidlo pro objektivní světelná měření (popř. radiometrická). Někdy je také označován jako fotodetektor. Fotočlánek obsahuje detektor citlivý na světlo. Detektor pak převádí světlo či jinou část elektromagnetického záření na elektrický signál. Fotočlánek bývá součástí fotometrické hlavice, která obsahuje další doplňkové příslušenství - např. filtry pro korekci spektrální citlivosti, nástavce pro směrové přizpůsobení, konstrukční součásti, ap. Dnes nejčastěji používané detektory do fotočlánků jsou fotodiody. Asi nejvíce spolehlivé a všestranně použitelné jsou křemíkové fotodiody. Ačkoli ze všech polovodičů převládá jasně křemík, někdy se používají i jiné polovodiče Dostupné z <http://www.mti.tul.cz/files/eloA/08-pr_EST_fotometrie.pdf>.

Popis vybraného přístroje: Luxmetr LX-103

Digitální luxmetr LX-103 umožňuje měřit osvětlení v rozsahu 0-50000 luxů (0-5000 cd). Má automatické nulování, velmi nízkou spotřebu (2,7 mA). Skládá se ze separátního senzoru (fotodiody s barevným korekčním filtrem) a LCD displeje, který umožňuje odečítání naměřených hodnot pod různými úhly. Přístroj je možné nastavit na 3 různé citlivosti měření:

A - nejcitlivější režim – rozsah 0 – 1999 lx

B - rozsah 2000 – 19990 lx (hodnotu na displeji je nutné vynásobit 10)

C - rozsah 20000 – 50000 lx (hodnotu na displeji násobíme 100)

Dostupné z <http://www.jsp.cz/files/edoc/01729_LX-105.pdf>.

Zásady měření luxmetry

Před měřením je nutno sondu vystavit po dobu 5 minut běžnému osvětlení (aktivace fotočlánku).

Měření složek stájového vzduchu

Příklad měřícího přístroje:

Pro měření koncentrací NH_3 (ale i dalších zátěžových a skleníkových plynů) lze použít přístroj 1412 Photoacoustic Multi-gas Monitor firmy INNOVA Air Tech Instruments s vícekanálovým vzorkovacím a dávkovacím zařízením 1309 D Multipoint Sampler.

Popis vybraného přístroje:

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 je vysoce přesný, spolehlivý a stabilní kvantitativní měřič plynů. Principem měření je fotoakustická infračervená detekční metoda. Z toho vyplývá, že tento přístroj může v podstatě měřit koncentrace všech plynů, které jsou schopné absorbovat infračervené záření. V karuselu s filtry jsou instalovány příslušné optické filtry (pět kusů plus jeden na vodní páru). Z toho důvodu může přístroj selektivně měřit až pět plynů (amoniak NH_3 , oxid uhličitý CO_2 , oxid dusný N_2O , metan CH_4 a sirovodík H_2S) spolu s vodní párou v každém vzorku vzduchu. Dále přístroj umožňuje kompenzovat interferenci mezi měřenými plyny využívající k tomu křížovou kompenzaci. Detekční limit závisí na měřeném plynu, ale vždy se pohybuje v oblasti 10-2 ppm (parts per milion – jednotek v milionu) při 20 °C a tlaku 101 kPa. Tyto jednotky mohou být snadno převedeny na jednotky $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Všechny data jsou zaznamenávána v reálném čase a jsou zobrazována v numerické nebo grafické podobě a přenositelná do osobního počítače ve formátu MS Excel.

Fotoakustický efekt je založen na transformaci světelné energie na zvukovou pomocí měřeného plynu, kapaliny nebo pevné látky. Ve fotoakustické spektroskopii je měřený plyn ozářen modulovaným světlem s přesně určenou vlnovou délkou a molekuly pak určitou část světelné energie převedou na akustický signál, který je v přístroji INNOVA detekován dvěma mikrofony a zesílen v zesilovači. Některé plyny absorbují infračervené světlo ve stejných vlnových délkách a tím nemusí být zřejmé zda naměřená a zobrazená informace je od jednoho nebo druhého plynu, případně společná pro oba. Tento jev se nazývá křížová interference a z toho důvodu byl do přístroje INNOVA 1412 začleněn algoritmus křížové kompenzace který s pomocí karuselu s filtry redukuje interferenci od ostatních plynů s přesností více než 98 %. Přepínač odběrných míst Multipoint samolet INNOVA 1309 může být používán s více měřícími přístroji firmy INNOVA. Umožňuje odběr vzorků z více míst pomocí hadiček se sondami. Odběrných míst může být až dvanáct a každé je spojeno s přepínačem odběrných míst teflonovou hadičkou dlouhou až 50 metrů Dostupné z <<http://www.scientek.com>>.

Termokamery

Termokamery nebo také termovizní kamery či kamery zobrazující teplotní pole jsou využitelné i k hodnocení stájového mikroklima a pohody zvířat. Termokamera obecně zobrazuje infračervené záření (teplo) vyzařované každým zvířetem a převádí jej na obraz. Díky tomu podává okamžitou informaci o teplotním stavu zvířete a nebo stájového objektu. Termokamery umožňují ideální přehled o dění ve stáji i o případných zdravotních problémech zvířat. Termokamery mohou upozornit na zánětlivé procesy u zvířat jako jsou záněty nohou u koní, mastitidy u krav, protože každé onemocnění se vyznačuje vyšší teplotou těla. A nebo jimi může být sledována tepelná pohoda zvířat a tepelné poměry ve stáji Dostupné z <<http://www.bauer-technics.com/cz/kamerove-systemy>>. V současné době jsou na trhu již termokamery 3. generace jejichž cena překračuje hranici 300 tisíc korun Dostupné z <<http://www.testo.cz>>.

3.13 Význam mikroklimatických měření

Hlavním přínosem systematického měření mikroklimatických podmínek pro chovatele je shromáždění objektivně naměřených dat, popisujících prostředí a životní podmínky chovaných zvířat a možnost jejich porovnání s doporučenými hodnotami, a to i zpětně v čase, v závislosti na výskytu případných problémů s užitkovostí či zdravotním stavem zvířat (Chloupek, 2008).

Z hlediska indikace měření je možno vidět význam mikroklimatických měření ve dvou rovinách:

3.13.1 Význam preventivní - měření se provádí kontinuálně, přestože v chovu je vše na první dojem v pořádku a žádný závažný problém se nenaskytá. Daný typ měření je nejučinnější umožňuje okamžitě reagovat na výskyt nepříznivých mikroklimatických stavů (Ochrana zvířat před delším působením nevhodného prostředí – prevence stresových stavů). Tento způsob monitorování podmínek se může na první pohled jevit zbytečně nákladným a chovatelé si často kladou otázku, proč investovat do drahých měřících systémů a provádět měření, není-li v chovu žádný závažný problém. V podmínkách České republiky se s preventivním měřením mikroklimatu pravidelně setkáváme pouze u specializovaných chovatelů drůbeže nebo prasat (v těchto případech jde o ekonomickou nutnost, vzhledem k napjatým tržním podmínkám v těchto odvětvích), v chovech ostatních druhů hospodářských zvířat je tento typ měření zatím bohužel spíše výjimkou (Chloupek, 2008).

3.13.2 Význam diagnostický - měření se provádí hlavně na vyžádání chovatele (jestliže nemá možnost provést měření vlastními prostředky), a zpravidla jde o stav, kdy se v chovu vyskytne, zdravotní či užitkovostní problém, jehož příčiny se mohou dát do souvislosti s narušenými mikroklimatickými podmínkami. Takovýto typ měření je však velmi časově a materiálově náročný a nemusí pokaždé odhalit konkrétní příčiny nepříznivého stavu (Chloupek, 2008).

3.14 Obecné zásady pro měření mikroklimatických hodnot a jejich zhodnocení

Měření se provádí nejčastěji ve výšce hlavy ustájených zvířat. U větších hospodářských zvířat většinou ve výšce do 50 cm nad úroveň podlahy, u ptáků do výšky 25 cm nad úroveň podlahy. Měření se provádí na více stanovištích v jednom uzavřeném prostoru tak, aby byl zachycen průměrný stav ve stáji. Větší počet stanovišť se používá převážně tehdy jestliže jsou od sebe extrémní hodnoty mikroklimatu více odlišné, když ustájovací prostor má podlouhlý tvar a nebo jsou zvířata omezena v pohybu po stáji a nebo dokonce uvázána.

Extrémní mikroklimatická situace se měří v místech, kde jsou předpokládáné mimořádné hodnoty. Pro dosažení věrohodného průměru, je zapotřebí měřit párově na místech s extrémy v obou směrech. Pro každé předpokládáné maximum také jedno předpokládáné minimum. Extrémní hodnoty dokonce lze měřit mimo celkový průměr, který lze získat z měření pravidelně rozmístěného po celé stáji.

Je třeba dbát toho, aby měření nebylo ovlivněno přímým slunečním zářením, zdrojem tepla a nebo těsnou blízkostí ustájených zvířat apod. Nesmí dojít ke zkreslení bodovým, velmi prostorově omezeným extrémem. Jestliže byla na určitém místě naměřena hodnota velmi odlišná od dalších hodnot naměřených ve stáji, je nutné měření opakovat, aby byla jakkoliv vyloučena technická závada přístroje, ale souběžně s tím se snažíme najít důvod daného extrémního výsledku.

O každém měření v jednom daném objektu se současně vede záznam, v kterém měřící osoba podle svého úsudku hodnotí smyslovým posouzením mikroklima a hygienu ustájených zvířat. Tento záznam však nesmí být podkladem pro porovnání se záznamem jiných osob, ale pro zhodnocení výsledků za delší časové období je nutný.

Vyhodnocením výsledků se zjišťuje: stájový průměr za určité období (den, týden, měsíc, rok), extrémy tj. maxima a minima za určité období, zjištěná procenta případů, které jsou mimo rozmezí určené normou nebo předpisem pro dané období, průměrný den za dané období, další průměry a nebo extrémy vzhledem k tomu jak je sledování zaměřeno (Bárta, 1966).

3.15 Způsoby měření stájového mikroklimatu

Stájové mikroklima se sleduje v podstatě dvěma způsoby:

3.15.1 Ambulantní měření

Sledovaný stájový objekt je sledován při pravidelných návštěvách za účelem krátkodobého měření částí nebo celého souboru prvků mikroklimatu v intervalu trvajícím několik hodin až po 24 hodinový interval. Ambulantní měření vyžaduje osobní přítomnost pozorovatele či pozorovatelů a užití přístrojů s okamžitým odečítáním naměřených výsledků.

Nepochybnou výhodou ambulantního měření mikroklimatické situace je to, že umožňuje úplné poznání problematiky a provozu sledovaného objektu než registrační měření, při kterém je možné osobní kontakt pozorovatele s hodnoceným prostředím skoro vyloučen.

Největší jeho nevýhodou je, ale jeho značná náročnost z časového hlediska.

Vyhodnocování výsledků ambulantních měření

Získání výsledků

Při ambulantním měření je doporučeno zjišťovat mikroklimatické veličiny (prvky) danými metodami:

- a) teplotu a relativní vlhkost vzduchu zjistíme Assmannovým aspiračním psychrometrem;
- b) rychlost proudění vzduchu ve stáji, ochlazovací veličinu tj. katahodnotu, eventuelně i číslo pohody (tepelné) Hillovým katateploměrem – rychlost proudění venku nebo ve větracím zařízení též anemometry;
- c) koncentrace plynů v ovzduší stáje analyzátoři plynů popř. detekčními trubičkami;
- d) intenzitu osvětlení stáje luxmetrem;
- e) smyslové posouzení kvality stájového ovzduší a prostředí vůbec (podlah, stěn a vnitřního zařízení) včetně funkce větracího zařízení, obsazené stáje zvířaty, jejich klinického stavu a chování (projevů onemocnění a reakce na stav prostředí) a jiných hygienických ukazatelů;
- f) bakteriologické znečištění a prašnost (Zeman, 1970).

Zmiňované mikroklimatické veličiny se zjišťují podle předem určeného plánu stanovišť, který je sestaven podle druhu a velikosti stáje a také podle zvoleného cíle měření. Měření se provádí tak, aby bylo zmapováno mikroklima v celém stájovém prostoru s největším důrazem na životní zónu ustájených zvířat (tj. přibližně v rovině jejich střední tělesné výšky). Někdy za účelem posouzení kvality použitých stavebních konstrukcí z hlediska tepelně izolačního nebo funkce klimatizačního zařízení i v různých rovinách (nad podlahou, uprostřed výšky stájového prostoru a také pod stropem). Rozmístění stanovišť lze volit v podélných, příčných a úhlopříčných řadách, na chodbách a hlavně v prostoru, kde jsou samotná zvířata (kotce, stání aj.). Speciální volba rozložení měřících stanovišť zahrnuje ku příkladu doupata pro selata či snášková hnízda aj.

Ambulantní měření probíhají většinou v nepravidelných intervalech, protože volba pozorovacích termínů může být ovlivněna stanoveným cílem měření (např. zjišťování stájového mikroklimatu při různém počasí). Pro dobrou srovnatelnost výsledků a jednotlivých ambulantních měření a s ohledem na provoz ve stáji je nejvhodnější provádět měření pokaždé ve stejnou denní dobu. Nejlépe odpoledne po skončení ranního provozu ve stáji (Zeman, 1970).

Metody hodnocení výsledků

Výsledky ambulantních měření se zpracovávají ve formě protokolu ve kterém, kromě hodnot jednotlivých mikroklimatických veličin naměřených na zvolených stanovištích, jsou uvedeny i údaje o celkovém smyslovém posouzení stájového prostředí a také stavu samotných chovaných zvířat a údaje o povětrnostní situaci v den měření, případně v období před měřením (Zeman, 1970).

3.15.2 Registrační měření

Ve stáji jsou umístěny na delší dobu buď přístroje zabezpečující automatickou registraci některých mikroklimatických prvků (např. termohygrografy, registrační elektrické teploměry apod.), nebo je zajištěno pravidelné denní odečítání hodnot na instalovaných přístrojích v meteorologické stanici.

Vyhodnocování výsledků registračních měření

1. Získání výsledků:

U měření registračním způsobem je zjišťována s ohledem na dostupné přístroje především teplota a relativní vlhkost vzduchu pomocí termohygrografů, resp. elektrických registračních měřících přístrojů.

1.1 Stanoviště

Místo pro umístění registračních přístrojů je voleno tak, aby čidla přístrojů poskytovala přibližně průměrné hodnoty sledovaných veličin ve stájovém prostoru.

Stanoviště by se neměla nacházet zcela uprostřed, ani u obvodových stěn a měla by být v rovině ustájených zvířat.

1.2 Doba trvání registračního měření

Odvíjí se od účelu měření. Výsledky jsou hodnoceny buď za celé období sledování, nebo jen za typické období (podle venkovního počasí, charakteru provozu, výkrmového turnusu apod. – vybrané týdny, dekády, měsíce atd.).

1.3 Zpracování naměřených hodnot registračních záznamů

Zpracování může být různě podrobné a závisí na tom jak bohatý materiál je potřeba získat. Je nutné si stanovit zda se bude jednat pouze o výpočet denního průměru, nebo zda je potřeba většího počtu hodnot pro účely statistického vyhodnocování (relativní četnost, korelační koeficienty aj.). Pro účely statistického vyhodnocování je žádoucí zjišťovat počty hodin působením mikroklimatické veličiny v různých pásmech v jednotlivých dnech, období apod. (Zeman, 1970).

4 Závěr

Hospodářská zvířata jsou celý život, anebo určitou část dne umístěna v uzavřené místnosti, stáji, hale, pavilonu apod.

Vlivem podmínek venkovního prostředí, vlivem životních pochodů zvířat, technologických procesů, činností strojů a zařízení ve stáji a působením řady dalších fyzikálních, chemických a biologických procesů se v tomto uzavřeném prostoru formuje určité prostředí, které velice intenzivně ovlivňuje přímým i nepřímým způsobem organismus ustájených zvířat.

Mikroklima přímo ovlivňuje psychickou pohodu zvířat, zdravotní stav a tím významně ovlivňuje i jejich užitkovost. Proto je nezbytné, aby člověk dokázal vytvořit zvířatům takové prostředí, ve kterém se zvířata budou cítit dobře.

Mikroklima je vytvářeno komplexním působením fyzikálních, chemických a biologických faktorů, které je možné samostatně vyjadřovat, měřit a vyhodnocovat. Výsledný efekt je však pokaždé souhrnný.

Nelze proto hodnotit jednotlivé složky samostatně, ale je třeba ho brát jako celek.

Pro hodnocení mikroklimatu a vyjadřování jeho kvality bylo doposud použito řady metod, které sledovaly jeho různé složky. Hodnotí se hlavní základní ukazatele, které mají na mikroklima podstatný vliv a jsou poměrně snadno jak v terénu, tak i v praxi zjiřitelné.

Největší význam pro chovaná zvířata má tepelně vlhkostní režim, který je charakterizovaný teplotou a vlhkostí vzduchu a teplotou vnitřních povrchů spolu s prouděním vzduchu. Stejně významným faktorem, ovlivňujícím užitkovost a zdravotní stav zvířat, je složení stájového vzduchu z hlediska koncentrace nežádoucích plynů, vodní páry, prachu a mikrobiálního znečištění. Podstatný vliv na tvorbu optimálního mikroklima má úroveň větrání, osvětlení a vytápění stájových objektů, které přímo ovlivňují tepelnou pohodu zvířat.

V současné době je oproti minulosti kladen mnohem větší důraz na welfare zvířat, nebo-li jejich pohodu. Pojem welfare lze charakterizovat jako stav naplnění veškerých hmotných a nehmotných podmínek, které jsou podmínkou zdraví organismu a výsledkem je vytvoření harmonie zvířete se svým životním prostředím. S postupem času se zjistilo, že chovaná zvířata nemohou žít jen na hranici své existence, ale mají požadavek na to, aby jim chovatel zabezpečil předpoklady pro zajištění vyšší úrovně uspokojení jejich životních potřeb.

Z tohoto důvodu je největší snahou co nejobektivněji určit opravdové potřeby zvířat a to nejen určitého druhu, ale i kategorie, užitkového směru, případně plemene, třídy užitkovosti, tělesného standardu.

Součástí práce bylo zmapování historie měřících přístrojů. V dnešní době se k měření používají hlavně elektronické přístroje vybavené datovými sběrnými využívající nejmodernější technologie. Významným trendem jsou přístroje schopné měřit více složek stájového prostředí zároveň, čímž se snižují náklady v porovnání s využitím přístrojů měřících každý parametr zvlášť. Moderní výpočetní technologie umožňují přímo v přístrojích počítat mikroklimatické charakteristiky a indexy a tím poskytnout okamžitou informaci. Naměřená data, vypočtené charakteristiky a indexy jsou pak ukládány do paměťových médií a dále zpracovávána výpočetní technikou. Trendem je omezit v hodnocení mikroklimatu lidský faktor a tím dosáhnout co nejpřesnějších výsledků hodnocení.

5 Seznam použité literatury

- Appleby, M., Hughes, B. 1997. Animal welfare. Wallingford. P. 316. ISBN: 0851991807.
- Appleby, M. C., Hughes, B. O., Mench, J. A., Olsson. A. 2011. Animal welfare. Wallingford, Oxfordshire: CABI. p. 328. ISBN: 9781845936594.
- Armstrong, D. 1994. Heat stress interaction with shade and cooling. Journal of Animal Science. č. 77. s 2044 – 2050.
- Bárta, O. 1966. Měření mikroklimatických hodnot ve stájích. Ústav vědeckotechnických informací MZLH. Praha. 28 s.
- Bednář, J. 1989. Pozoruhodné jevy v atmosféře: atmosférická optika, akustika a elektřina. Academia. Praha. 236 s. ISBN: 8020000542.
- Bílek, M., Doležal, O., Dolejš, J., Toufar, O. 2002. Welfare ve stájích pro skot. Praha:ÚZPI. 32 s. ISBN: 8072711121.
- Blaxter, K. L. 1962. The energy metabolism of ruminants. London: Hutchinson, p. 259.
- Bohmanova, J., Misztal, I., Cole, J.B. 2007. Temperature-humidity indices as indicators of milk production losses due to heat stress. Journal of Dairy Science. 90(4). p. 1947-1956.
- Broom, D. M. 1986. Indicators of poor welfare. British Veterinary Journal 142. p. 524–526.
- Broom, D. 1993. Stress and animal welfare. London: Chapman and Hall. p. 211. ISBN: 041239580.
- Bukvaj, J. 1986. Vztah organismu skotu k prostředí ve velkochovech. Vysoká škola zemědělská v Praze. Praha. 175 s.

Cihelka, J. 1985. Vytápění, větrání a klimatizace. Nakladatelství technické literatury. Praha. 648 s.

Dahl, G.E., Auchtung, T.L., Kendall, P.E. 2002. Photoperiodic effects on endocrine and immune function in cattle. Reproduction Supplement Series Supplement 59.191-201 p. ISBN: 0906545390.

Damm, T. 1997. Stallbau. 2. upravené vydání, Munster. p. 192. ISBN: 3784328091.

Dolejš, J., Toufar, O., Doležal, O., Knížek, J., Adamec, I. 2007. Světelný den a jeho vliv na fyziologické vlastnosti a chování dojnic. Institute of Animal Science. Praha Uhřetěves. ISBN: 9788022817608.

Doležal, O. 2003. Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojnic. Výzkumný ústav živočišné výroby. Praha. 129 s. ISBN: 8086454231.

Doležal, O., Bílek, M., Dolejš, J. 2004. Zásady welfare a nové standardy EU v chovu skotu. Výzkumný ústav živočišné výroby v Uhřetěvsi. Praha. 70 s. ISBN: 8086454517.

Doležal, O. 2009. Příčiny tepelného stresu u dojnic. Náš chov. 69 (7). 17-19. ISSN: 00278068.

Franěk, B., Knap, J., Kešner, B. 1965. Úprava stájového prostředí. SZN. Praha. 1965. 317 s.

Havlíček, V. 1986. Agrometeorologie. SZN. Praha. 260 s.

Chloupek, J. 2008. Mikroklimatická měření ve stájích pro hospodářská zvířata. Multi-mediální učební texty. Praha.

Kic, P. 1993. Perspektivy a možnosti techniky stájového prostředí v současném zemědělství. Sborník z mezinárodní konference "Životní prostředí ve vazbě na ekologicky šetřící a trvale udržitelné zemědělství". II.díl. VŠZ. Praha.

Kic, P., Brož, V. 1995. Tvorba stájového prostředí. Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství ČR. Praha. 47 s. ISBN: 8071051063.

Kic, P. 1996. Úprava vzduchu ve stájových objektech. Ústav zemědělských a potravinářských informací. Praha. 42 s. ISSN: 08623562.

Klabzuba, J., Kožnarová, V. 2002. Aplikovaná meteorologie a klimatologie XI. Díl, Mikroklima stájí. 1. Vyd.. Česká zemědělská univerzita v Praze. Praha. 30 s. ISBN: 9788021308701.

Litschmann, T., Masařík, Z. 2006. Redukce tepelné zátěže v chovech. Zemědělec. 14 (19). 31. ISSN: 1211-3816.

Livestock environment. 1981. Ministry of agriculture, fisheries and food. Pinner : MAFF. Velká Británie. p. 26.

Meschner, T. M., Veenhuizen, M. A. 1988. Livestock housing ventilation – natural ventilation design and management for dairy housing. Ohio State University: Columbus. Ohio. p. 113 -119.

Navrátilová, O., Havlíček, Z. 1999. Prognóza psychosomatického stavu organismu při dlouhodobém pobytu ve stáji. Sborník z konference s mezinárodní účastí „Ochrana zvířat a welfare 99“. VFU Brno. 60–61. ISBN: 8085114712.

Novák, P., Kubíček, K., Zabloudil, F. 2002. Mikroklima, tepelná bilance a větrání stájí pro hospodářská zvířata. Náš chov. 62 (7). 4-6. ISSN: 00278068.

Novák, P., Rožnovský, J. 2008. Vliv klimatických změn na organismus hospodářských zvířat. Náš chov. 68 (6). 60-62. ISSN: 00278068.

Para, L., Beňo, V., Ondrašovič, M., Ondrašovičová O., Laciaková A. 1992. Zoohygiena. Magnus. Košice. 210 s. ISBN: 8085569051.

- Prudil, S. 1992. Zemědělské stavby: Větrání stájí. Vysoká škola zemědělská. Brno. 27 s.
- Robertson, P. 1996. Ammonia – the hazard of poor management. Pig Farming č. 8. p. 31 – 38.
- Schauberger, G. 2005. Steady-state balance model to calculate the indoor climate of livestock buildings. Aktuální otázky bioklimatologie 1. vydání. Praha: VÚŽV. p. 71– 77. ISBN: 8086454649.
- Šatava, M., Velebil, M., Procházka, O., Rada, M., Pospíšil, P. 1984. Chov drůbeže : Velká zootechnika. Státní zemědělské nakladatelství. Praha. 505 s. ISBN: 0704084.
- Šoch, M. (eds.). 1998. Dynamika výskytu lehkých aeroiontů ve vzduchu v teletníku a vzduchu venkovním a jejich vliv na sledované fyziologické hodnoty u telat. Sborník zemědělské fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích řada zootechnická číslo (2). České Budějovice: JUZF. s. 91 – 97.
- Šoch, M. 2005. Vliv prostředí na vybrané ukazatele pohody skotu. Jihočeská univerzita. České Budějovice. 288 s. ISBN: 8070407425.
- Šottník, J. 2001. Význam vetrania maštali a jeho regulácia – vplyv na užitkovosť v chove. Aktuální otázky bioklimatologie zvířat. Brno: VFU. s. 107 – 111. ISBN: 8073054183.
- Šottník, J. 2007. Vzduch je třeba zvlhčit a ochladit. Slovensky chov. 12 (5). 1 –18. ISSN 1335-1990.
- Toufar, O, Dolejš, J., Slavíková, M. 2003. Ionizace stájového vzduchu. VÚŽV. Praha – Uhřetěves. 8 p. ISBN: 8086454312.
- Toufar, O., Dolejš, J., Slavíková, M. 2004. Stájová produkce amoniaku. Euromagazín 5 (7). 18-20. ISSN: 12137774.

Tverskoj, P.N. 1955. Optické, elektrické a akustické jevy v atmosféře. Naše vojsko. Praha. 204 s.

Vejcík, A. 2001. Chov hospodářských zvířat. 1. vydání. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zemědělská fakulta. 178 s. ISBN: 8070405147.

Zeman, J. 1970. Metody vyhodnocování výsledků mikroklimatických měření ve stájích. Ústav vědeckotechnických informací Čs. akademie zemědělské. Praha. 36 s.

Zeman, J. 1994. Zoohygiena 1. vyd. Ediční středisko VFU Brno. Brno. 205 s.

Zeman, L., Doležal, P. 2001. Analýza chyb ve výživě a v chovu prasat. In: Sychra, L ed. Nové trendy a poznatky v chovu prasat a drůbeže. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. 15-21. ISBN: 8071575453.

Socher, H. 1966. Steine, Steine und keine Ende. Neu landwirtschaft č. 6, 1996.p. 82 – 85.

Velechovská, J. 2012. Stájové mikroklima v chovech prasat. Farmář. 18 (1). 30-32. ISSN: 12109789.

Elektronické zdroje

Comet portable instruments [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <<http://www.cometsystem.cz/products/portable-instruments>>.

Distrelec. Měření a záznam teploty a vlhkosti. Automa [online]. Říjen 2009. 10 (10)

[cit. 2012-04-10]. Dostupné z

<http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=39728>.

Digitální záznamový termohydrobarometr Commeter D4141 [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z

<<http://www.cometsystem.cz/produkty/d4141-teplomer-vlhkomer-barometr/reg-D414>>.

Digitální záznamový termohydrobarometr testo 445 [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z

<[http://www.testo.cz/online/abaxx?\\$part=PORTAL.CZE](http://www.testo.cz/online/abaxx?$part=PORTAL.CZE).

Applications&\$event=show-from-content&externalid=opencms:/Products/

MeasurementParameters/velocity/Mess-Systeme/testo_445/Deutsch.product>.

Dítě, I. Bezkontaktní infračervené teploměry. Elektro [online]. Červenec 2004. 5 (7). [cit.

2012-04-10]. Dostupné z <http://www.odbornecasopisy.cz/index.php?id_document=25918>.

Fotoakustický monitor INNOVA 1412 [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <http://www.scientek.com.tw/upload/1412_PD_A4_Web.pdf>.

Infračervený teploměr IR-364 [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <<http://www.e-voltcraft.cz/infracerven-y-teplomer-ir-364.k100909>>.

Luxmetry [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z

<http://old.copsu.cz/mikrop/didakticka_pomucka/elektronicke_pristroje/luxmetr.html>.

Luxmetr LX-103 [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z

<http://www.jsp.cz/files/edoc/01729_LX-105.pdf>.

Kamerové systémy [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <www.bauer-technics.com/cz/kamerove-systemy>.

Multifunkční měřicí přístroj testo 435 [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <[http://www.testo.cz/online/abaxx-?\\$part=PORTAL.CZE.Applications&\\$event=show-fromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/ambientairquality/Messgeraete/testo_435-1/Tschechisch.product](http://www.testo.cz/online/abaxx-?$part=PORTAL.CZE.Applications&$event=show-fromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/ambientairquality/Messgeraete/testo_435-1/Tschechisch.product)>.

Termický anemometr testo 425 [online]. [cit. 2012-04-10]. Dostupné z <[http://www.testo.cz/online/abaxx?\\$part=PORTAL.CZE.Applications&\\$event=show-fromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/velocity/Messgeraete/testo_425/Tschechisch.product](http://www.testo.cz/online/abaxx?$part=PORTAL.CZE.Applications&$event=show-fromcontent&externalid=opencms:/Products/MeasurementParameters/velocity/Messgeraete/testo_425/Tschechisch.product)>.

Termokamera testo 890 [online]. [cit. 2012-04-10].

Dostupné z <<http://www.termokamera.com/testo/eshop/7-1-Termokamera-testo-890>>

Vojáček, A. Teplotní průtokoměry – termoanemometry. Automatizace. 23. Srpen 2006 [cit. 2012-04-10]. Dostupné z <<http://automatizace.hw.cz/clanek/2006082301>>.

6 Seznam tabulek

Tabulka č. 1 - Zoohygienické požadavky skotu na teplotu stájového vzduch

Tabulka č. 2 - Zoohygienické požadavky prasat na stájový vzduch

Tabulka č. 3 - Zoohygienické požadavky na stájový vzduch v zóně pobytu drůbeže při vytápění celého objektu

Tabulka č. 4 - Zoohygienické požadavky koní na teplotu stájového vzduchu

Tabulka č. 5 - Doporučené hodnoty relativní vlhkosti stájového vzduchu

Tabulka č. 6 - Doporučené nejvyšší rychlosti proudění vzduchu v zóně pobytu zvířat

Tabulka č.7 - Nejvyšší přípustné koncentrace hlavních plynných škodlivin ve stájovém vzduchu

Tabulka č. 8 - Přehled vlnových délek viditelného záření

Tabulka č. 9 - Hodnoty minimálního osvětlení stájí pro různé druhy a kategorie