

Maštal'ná klíma a vetranie v chove hovädzieho dobytku

Ing. Vojtech Brestenský, CSc., Výskumný ústav živočíšnej výroby v Nitre

Klíma v maštali je rozhodujúcim faktorom pre dosahovanie vysokej úžitkovosti zvierat. Rozhoduje nielen o produkcii, ale aj o čistote a zdravotnom stave. Je nesporné, že kvalite maštal'ného vzduchu treba venovať primeranú pozornosť.

Telesná teplota hovädzieho dobytku je $38,8 \pm 0,5$ °C. Túto teplotu si zachováva pri rôznych klimatických podmienkach. Je to zviera s veľkým teplotným objemom a relatívne malým povrchom tela na odvod tepla. Má dobre prispôsobenú kožu a srst' na prekonávanie nízkych teplôt. Pri vysokých teplotách využíva, okrem priameho odvodu tepla z povrchu tela cez pokožku, dva termoregulačné mechanizmy a to potenie a zvýšenú frekvenciu dychu.

Zvieratá produkujú pri svojich životných pochodoch teplo, ktoré musia z organizmu dostať von, aby sa neprehriali a nezvyšovala sa im telesná teplota. Napríklad, krava s hmotnosťou 650 kg a s dojivosťou 20 l vyprodukuje v lete 1150 a v zime 1250 W. Z toho vyplýva, že takáto krava vyhrieva svoje okolie rovnako intenzívne ako malý elektrický ohrievač s príkonom 1200 W. Pri svojich fyziologických životných pochodoch vylučuje do ovzdušia vodné pary. Rovnako ťažká krava, s rovnakou dojivosťou vyprodukuje za hodinu v lete pri teplote 25 °C 1,25 l a v zime pri teplote 0 °C 0,36 l vody vo forme vodných pár. Pri teplote 10 °C vyprodukuje pri dýchaní 0,56 l vody. Okrem týchto vodných pár sa do maštal'ného ovzdušia dostávajú vodné pary z exkrementov z podlahy. Pri dýchaní živočíchov vylučujú oxid uhličitý. Krava s hmotnosťou 650 kg vylúči za hodinu 0,23 kg CO₂.

Z exkrementov, ktoré zvieratá vylučujú sa uvoľňujú do maštal'ného ovzdušia škodlivé plyny. Je to hlavne amoniak, ktorý je silne prchavý a nachádza sa hlavne v moči. Uvoľňujú sa z nich aj ďalšie škodlivé plyny ako sú sírovodík a metán. Pri vyšších koncentráciách vo vzduchu dráždia sliznice a pri dlhodobom pôsobení spôsobujú choroby respiračného systému.

Prach je často ignorovaný ako znečisťovateľ maštal'ného ovzdušia. Zväčša pochádza z podstielky, suchých krmív, ale aj zo srsti a kože zvierat. Drobné pevné častice, pohybujúce sa vo vzduchu, sú dobrým transportérom pre mikroorganizmy. Vo vyššej koncentrácii poškodzujú dýchací systém zvierat.

Z predchádzajúceho vyplýva, že o kvalite maštal'ného vzduchu rozhoduje:

- teplota,
- obsah vodných pár, čiže relatívna vlhkosť,
- obsah škodlivých plynov (CO₂, NH₃, H₂S, CH₄),
- obsah prachových častíc,
- obsah mikroorganizmov.

Dobytok je lepšie prispôsobený na prekonávanie nízkych teplôt, než vysokých. Pri vysokých teplotách znižuje príjem energie z krmív, vzniká deficit v organizme a znižuje sa úžitkovosť. Zóna tepelnej neutrality u kravy s dojivosťou 40 l mlieka je -6 až 20 °C. V rozmedzí týchto teplôt nemusí aktivovať obrannú reakciu na tepelný stres. Prítom, obranná reakcia na nižšie teploty je menšia ako na vyššie. Pri aktivovaní obranných mechanizmov dokáže tolerovať teploty od -30 do 26 °C (tabuľka č.1).

Tabuľka č. 1: Teploty prostredia, určujúce tepelnú pohodu v °C

Kategória	Chladový stres	Termoneutrálna zóna	Teplotný stres
Narodené teľa		8 až 26	26 až 36
Teľa vo veku 30 dní		0 až 24	24 až 30
Teľa vo veku 100 dní	-14 až -4	-4 až 21	21 až 31
Jalovice	-32 až -10	-10 až 20	20 až 27
Kravy s dojivosťou 22 kg	-26 až -2	-2 až 22	22 až 28
Kravy s dojivosťou 40 kg	-30 až -6	-6 až 20	22 až 26

Teplota vzduchu priamo ovplyvňuje výmenu tepla vyžarovaním medzi zvierat'om a prostredím. Pre tepelnú pohodu zvierat je dôležité aj prúdenie vzduchu v zóne zvierat. Čím je väčšia výmena vzduchu v maštali, tým je prúdenie väčšie. Nesmie mať však charakter prievanu. V letných mesiacoch má pri teplotnom extrémne významný kompenzačný účinok. Požaduje sa väčšie prúdenie vzduchu, pretože zvyšuje odovzdávanie tepla z tela zvierat do ovzdušia. V tomto období je treba zabezpečiť prúdenie vzduchu aspoň na úrovni $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, v extrémnych podmienkach (30 °C a vyššie) až $2,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. V zimných mesiacoch, pri nízkych teplotách v maštali postačuje prúdenie vzduchu $0,2 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ (tabuľka č. 2).

Tabuľka č. 2: Vplyv rýchlosti prúdenia vzduchu na dojivosť

Prúdenie vzduchu	Dojivosť v relatívnom vyjadrení (%)		
	10 °C	27 °C	35 °C
0,2 m.s ⁻¹	100	85	63
2,2 m.s ⁻¹	100	95	79
4,0 m.s ⁻¹	100	95	79

Relatívna vlhkosť vzduchu vyjadruje absorbnú kapacitu vzduchu, pri ktorej udrží dané množstvo vodných pár v plynnom skupenstve. Ochladzovaním vzduchu táto kapacita klesá. Napríklad, keď vzduch teplý 10 °C, s relatívnou vlhkosťou 80 % ochladíme na -30 °C, vyžráža sa z 1 kg vzduchu 5,8 g vody. Pritom, relatívna vlhkosť tohto studeného vzduchu bude 100 %. A naopak, keď sa zohreje, dokáže 5,8 g vodných pár absorbovať a jeho relatívna vlhkosť bude 80 %.

Vysoká relatívna vlhkosť pri nízkych teplotách spôsobuje zvlhčenie srsti a stratu jej izolačných schopností. Tým sa zvýši výdaj tepla vyžarovaním. V spojení s vysokým prúdením vzduchu je výdaj tepla nadmerný a môže spôsobiť stres z chladu. Pri vysokých teplotách znižuje odpar potu z tela a tým bráni výdaju tepla.

Vysoká relatívna vlhkosť vzduchu v maštali je problémom pri zimnom počasí. Pri nízkych teplotách dokáže vzduch absorbovať menšie množstvo vodných pár, je potrebná nízka výmena vzduchu pre vydávanie tepla a privádzaný vonkajší vzduch má vysokú relatívnu vlhkosť. V nezateplených maštaliach kopíruje relatívna vlhkosť a teplota maštale vonkajšie hodnoty, takže absorbná kapacita maštalného vzduchu pre vodné pary sa zvyšuje len veľmi málo. V každom prípade je treba zabezpečiť takú výmenu vzduchu, aby pri styku so studenou kovovou konštrukciou a jeho ochladení, vodné pary nekondenzovali. Relatívna vlhkosť by v maštali nemala prekročiť hodnotu 80 %. V otvorených maštaliach, kde rozdiel teploty oproti vonkajšej nie je väčší ako 3°C, by relatívna vlhkosť vzduchu v maštali nemala presiahnuť 85 %.

Minimálnu potrebu výmeny vzduchu v zateplených a otvorených maštaliach pri rôznej teplote znázorňuje tabuľka č. 3.

Tabuľka č. 3: Potreba vetrania m³.h⁻¹

Kravy 600 kg s dojivosťou	Pre odvetranie CO ₂	Pre odvetranie vodných pár				Odvetranie pre ochladenie v lete
		Zateplená maštal' vonkajšia teplota		Otvorená maštal' vonkajšia teplota		
		-10 °C	0 °C	-10 °C	0 °C	
10 l/deň	56	56	57	557	311	288
15 l/deň	62	62	64	647	348	344
20 l/deň	67	67	71	717	386	577

Ako vidieť z tabuľky, pre odvod škodlivých plynov postačujú minimálne vetracie výkonnosti. Môžu sa však uplatniť iba v zateplených maštaliach, kde neklesá teplota pod 10 °C, pretože pri rozdielnych teplotách vonkajšieho a maštalného vzduchu postačuje aj na odvod vodných pár. Inak je tomu pri otvorených nezateplených maštaliach, kde rozdiely teplôt sú iba 3 °C. Ak sa má udržať v maštali relatívna vlhkosť na úrovni vonkajšieho vzduchu, pri jeho vysokej relatívnej vlhkosti, je treba aj v zimnom období vysoká vetracia výkonnosť. So znižovaním teploty a zvyšovaním relatívnej vlhkosti vonkajšieho vzduchu sa potreba výmeny zvyšuje.

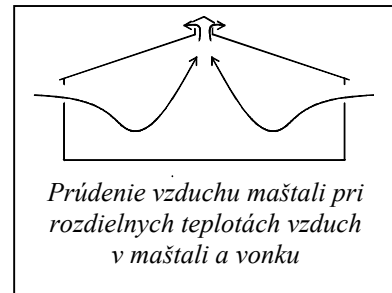
Pri nízkej výmene vzduchu, v zimnom období, sa v maštali zvyšuje teplota, ale neúmerne tiež relatívna vlhkosť. Vodné pary kondenzujú na konštrukciách a tvorí sa v maštali hmla. Toto často vedie ku vzniku námrazy a deštrukcii konštrukcii maštale. V zateplených maštaliach sa tvoria na konštrukciách plesne a nadmerne sa množia mikroorganizmy. Nízka výmena vzduchu pre zachovanie vyššej teploty v zimnom období je horšia, ako nízka teplota pri väčšom vetraní pre odvod vodných pár, pretože dobytok pri suchom ležovisku lepšie znáša nízke teploty ako vysokú relatívnu vlhkosť. Pre vysoké vetracie výkonnosti v zime, pri ktorých môže klesnúť teplota maštale pod 0 °C, treba zabezpečiť ostatné zariadenia a prevádzku (napájačky, kŕmenie, odstraňovanie exkrementov) proti zamŕzaniu.

Pre optimálnu výmenu tepla, koncentráciu vodných pár a škodlivých plynov v maštali je dôležitý jej objem. Pre dobytok je to 6 m³ priestoru maštale na 100 kg živej hmotnosti. Pre 650 kg kravy je treba v dobre vetrateľnej maštali zabezpečiť 39 m³. Pravidlo holandských farmárov je, že akú ročnú dojivosť kravy dosahujú v 1000 l, taká vysoká musí byť maštal'. To znamená, že keď pre kravy s dojivosťou 5000 l je treba maštal' vysokú 5 m, pre kravy s dojivosťou 8000 l musí byť maštal' vysoká 8 m.

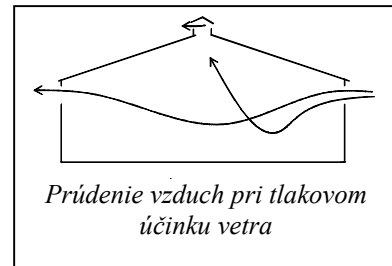
Výmena vzduchu v rekonštruovaných objektoch pre chov dobytku sa rieši väčšinou prirodzeným vetraním. Toto vetranie je založené na dvoch princípoch:

- na účinku rozdielnych teplôt vzduchu,
- na účinkoch tlaku vetra.

Výmena vzduchu v maštali sa čiastočne uskutočňuje na základe rozdielu tlaku vzduchu v maštali a vonku pri rôznej teplote. Princíp spočíva v tom, že vzduch z priestoru s vyšším tlakom (studenší) prúdi do priestoru s nižším tlakom (teplejší). Vetranie, založené na tomto princípe, funguje iba vtedy, keď vonkajší vzduch je chladnejší ako maštaľný. Čím je rozdiel väčší, tým je vetranie účinnejšie. V prípade, že je tomu opačne, takéto vetranie stráca účinok.



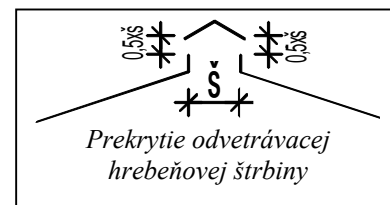
Účinok vonkajšieho prúdenia vzduchu (vetra) vysoko prevyšuje vztlakové účinky (dané teplotnými rozdielmi). Prúdenie vzduchu vytvára zvýšený tlak (podľa intenzity vetra) na náveternej strane maštale a vonkajší vzduch sa tlačí do otvorov dnu, a na protiľahlej záveternej strane objektu vystupuje. Na záveternej strane maštale vzduch, obtekajúci okolo maštale, vytvára pri vetracom otvore podtlak, takže umožňuje vzduchu z maštale unikať cez otvory na tejto strane.



V otvorených maštaliach s prirodzeným vetraním je vetranie spravidla kombinované obidvomi vetracími účinkami. Tento princíp vetrania je možné použiť iba v maštaliach s menším rozponom (šírka do 24 m).

Pre zabezpečenie základnej funkcie vetrania musia byť v maštali vetracie otvory pre prívod a odvod vzduchu. Čím väčší je ich výškový rozdiel, tým je vetranie, definované vztlakom, účinnejšie. Vetracie otvory pre prívod vzduchu sa umiestňujú na obvodových stenách, pod odkvapom. Sú to prívodné vetracie panely rôznej konštrukcie, pri starších maštaliach a v rekonštrukciách sú to často iba okná, ktoré sa však musia dať využiť pre vetranie, s požadovanou plochou prívodu vzduchu. Pri štandardných podmienkach, v letných mesiacoch, je možné počítať v priemere s celodenným prúdením vzduchu cez tieto panely do maštale rýchlosťou $0,5 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. To znamená, že cez 1 m^2 prívodného panelu vojde do maštale $0,5 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ čerstvého vzduchu, čo je $1\,800 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$. Toto množstvo postačuje na odvetranie maštale pre 2,5 kravy, ktorá potrebuje prívod čerstvého vzduchu $700 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ (krava 600 kg s dojivosťou 20 l). Z toho vyplýva, že pre takúto kravu je treba v bočných stenách maštale urobiť otvor s plochou $0,4 \text{ m}^2$.

Odvod opotrebovaného vzduchu je riešený hrebeňovými štrbinami. Z hľadiska funkcie prirodzeného vetrania je vhodnejšie riešenie so šikmým podhlľadom strešnej konštrukcie, čím sa dosiahne zlepšená funkcia prirodzeného vetrania a odvod opotrebovaného vzduchu vetracou štrbinou. Minimálna požadovaná veľkosť vetracej štrbiny je polovica z prívodného panelu, čo je $0,2 \text{ m}^2$ na každú kravu v maštali. Je dobré otvor vetracej štrbiny v hrebeni strechy vyviesť nad krytinu o $0,15 \text{ m}$, aby sa prehriaty vzduch z krytiny nedostával cez štrbinu do maštale a nebránil prechodu vzduchu z maštale. V prípade, že sa štrbina zakryje, je treba pamätať na otvor medzi štrbinou a strechou. Otvory na oboch stranách musia byť minimálne tak veľké, ako je polovičná veľkosť štrbiny.



Aby sa zabránilo nadmernému prúdeniu vzduchu v maštali pri silnom vetre (vysoký tlak vzduchu), vybavujú sa prívodné otvory protiprievanovými zariadeniami. Sú to protiprievanové siete, ktoré ochraňujú maštal' aj proti vniknutiu vtákov a hmyzu. Ich nevýhodou je, že sa zanášajú prachom, čím sa zmenšujú ich otvory a vetracia plocha. Pre zimné obdobie, kedy sú účinky vztlakové a vonkajšie prúdenie vzduchu vysoké, dochádzalo by pri nízkych teplotách k vysokému ochladzovaniu maštaľného vzduchu, je vhodné prívodné panely vybaviť reguláciou (obmedzením prívodu vzduchu uzatvorením klapiek, vytiahnutím závesov a pod.). Nesmie sa však zabrániť prívodu vzduchu úplne.



Pre nižšiu potrebu výmeny vzduchu ($300 \text{ m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ pre jednu kravu) v štandardných, zimných podmienkach (prúdenie vzduchu cez prívodné panely $1 \text{ m}^3\cdot\text{s}^{-1}$) je treba zachovať otvor pre prívod vzduchu $0,08 \text{ m}^2$. Pri silnom vetre a rýchlejšom prúdení vzduchu do maštale je potrebné uzatvoriť prívodné panely ešte viac. Rovnako, regulačným systémom by mali byť vybavené aj vetracie štrbiny - otvory pre odvod vzduchu, ktoré sa však nesmú úplne utesniť, aby sa opotrebovaný vzduch mohol z maštale odvetrať.

V letných mesiacoch vzniknú situácie, v ktorých nie je rozdiel v teplotách v maštali a vonku, prípadne teplota vonku je vyššia, ako v maštali (letný teplotný extrém) a je malý pohyb vonkajšieho vzduchu – bezvetrie (menšie prúdenie cez prírodný panel ako $0,5 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$). Vtedy je výmena vzduchu cez uvedené vetracie prvky malá a treba využiť doplnkové vetracie prvky, ako sú čelné brány maštale a dvere do výbehov, prípadne iné otvory v konštrukcii. Pri prúdení vzduchu cez prírodné otvory $0,1-0,2 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ by všetky otvory na prívod vzduchu (prírodné otvory aj doplnkové vetracie prvky) mali mať plochu $0,6 \text{ m}^2$ pre jednu kravu.

V extrémnych, letných podmienkach, kedy prúdenie vzduchu klesá aj pod túto hodnotu (bezvetrie), je výmena vzduchu nedostatočná a odovzdávanie tepla zo zvierat do prostredia sa spomaľuje. Pre tento prípad sa využívajú plošné ventilátory, umiestnené v maštali, podporujúce prúdenie vzduchu, čím sa zabezpečí aj lepší prísun čerstvého vonkajšieho vzduchu do maštale. Ventilátory by mali byť umiestnené v priestore, kde sa zvieratá najviac zdržujú, teda v ležovisku a krmisku. Pri montáži sa musí dbať nato, aby neprekážali pri uskutočňovaní pracovných operácií (podstielanie a vyhŕňanie hnoja). Ventilátory musia byť umiestnené tak ďaleko od seba, aby bolo rovnomerné prúdenie pozdĺž celej maštale. Pre zvýšenie efektu ochladzovania vzduchu môžu byť maštalné objekty vybavené systémom rozprašovania vody tlakovými tryskami na vytvorenie aerosólovej substancie, ktorá ochladzuje vzduch a zvieratá. Vhodným riešením je kombinácia rozprašovania vody s plošnými ventilátormi.

Farba strešnej krytiny rozhoduje o prehrievaní maštale v letných mesiacoch. Je treba vyhýbať sa tmavým krytinám, ktoré priťahujú slnečné lúče a silne sa prehrievajú. Preto sú na pokrytie maštali výhodnejšie krytiny s bledými farbami.

Svetlo v maštali je dôležité nielen pre ošetrovateľov, ale aj pre zvieratá, ktoré sa v priestore pohybujú a vyhľadávajú miesta obsluhy. Je dôležité, aby zvieratá na seba videli, spoznali sa a mohli sa v prípade potreby vyhnúť. Prírodné denné osvetlenie maštale je lacnejšie a spoľahlivejšie ako umelé. V zóne zvierat by malo byť osvetlenie $150-200 \text{ luxov}$, hlavne nad žľabom a napájačkami, ale aj v miestach odpočinku a komunikačných priestoroch nato, aby zvieratá mohli prechádzať k miestam obsluhy a obslúžiť sa. V ustajňovacom priestore pre zvieratá je výhodnejšie používať prírodné osvetlenie, ktoré sa privádza do maštale oknami alebo presvetlenou strechou. Pri presvetlení strechy preniká do ustajňovacieho priestoru viac svetla, ako cez okná v obvodovom plášti maštale. Ak je maštal presvetlená oknami v stenách, je treba, aby okná tvorili 5 a viac % z podlahovej plochy ustajňovacieho priestoru. Pri strešnom presvetlení stačia 3 %. Pri situovaní okien v strešnej krytine je treba zohľadniť prehrievanie maštale v letnom období. Je lepšie orientovať väčšiu presvetľovaciu plochu na sever alebo východ a menšiu na juh alebo západ.



Veľkoplošné ventilátory podporujúce prúdenie vzduchu v maštali



Ventilátor vybavený systémom rozprašovania vody