

SÚČASNÉ SMERY MODIFIKÁCIE TVORBY MIKROKLÍMY V DIFERENCOVANÝCH TECHNOLOGICKÝCH A MIKROKLIMATICKÝCH PODMIENKACH CHOVU ZVIERAT

J. Šottník

Slovenské centrum poľnohospodárskeho výskumu, Výskumný ústav živočíšnej výroby, Nitra,
Slovak Republic, e-mail: sottnik@scpv.sk

Abstrakt

Proces redukcie tepelnej záťaže v objektoch pre chov zvierat má viacero dimenzií v rámci optimalizácie chovateľského prostredia. Zameraný je na zníženie vplyvu zvýšených a vysokých teplôt vzduchu na parametre úžitkovosti, ukazovatele reprodukcie a zdravotný stav. V zásade sa jedná o zamedzenie stresu z tepla, hypertermie. Vylúčenie úhynov zvierat, ktoré boli často zistené i v našich podmienkach, bolo zdokumentované hlavne v chove hydínových brojlerov – výkrme kurčiat v podmienkach veľkochovov. Príčinou boli spravidla podmienky vzniku neštandardného prostredia mikroklimy, hlavne na konci výkrmového obdobia. V danom období sa kumulujú faktory nadmerného obsadenia objektu a prejavy chovaných kurčiat, ich vysoká hmotnosť a neprimeraná hustota na ploche. V daných podmienkach bol nedostatočný odvod tepla z organizmu do prostredia a z priestoru chovu do vonkajšieho prostredia. Príčinou sú i nedostatky v stavebnom riešení, v systéme vetrania.

K danému výslednému stavu treba poznamenať, že niektoré stavebné a technologické riešenia, “štandardné podmienky“ nie sú schopné modifikovať mikroklimu podľa novo definovaných kritérií pre jednotlivé druhy a kategórie zvierat. Celý proces si treba uvedomiť v súčinnosti s dimenzovaním stavieb, ich tepelnoizolačnými vlastnosťami, intenzitou vetrania a technikou redukcie tepla pri nastupujúcej klimatickej zmene.

Zvlášť v podmienkach súčinnosti často sa vyskytujúcich teplotných extrémov vznikajú stavy, ktoré sú predmetom požiadaviek na redukcii tepla doteraz netradičnými technickými postupmi a riešeniami v chove zvierat.

Kľúčové slová: chov zvierat, maštalné objekty, redukcia tepla

Klimatické podmienky

Východiskové klimatické podmienky v kontinentálnom klimatickom pásme určujú základné parametre celého procesu (pre letné obdobie je to 25 - 35°C). Dĺžka obdobia s letnými a tropickými dňami je premenlivá, a nie je ju možno exaktne predpovedať a definovať, čo je hlavne ekonomickým problémom pri stanovení návratnosti investícií. Treba si však uvedomiť, že vplyv zvýšených teplôt na produkciu a celý mechanizmus negatívnych vplyvov v chove zvierat má spravidla dopad už pri nižších teplotách a preto modifikácia – redukcia teplotnej záťaže musí byť posunutá do uvedenej oblasti prakticky v celom rozsahu definičnej teploty pre letné dni a noci a zvlášť tropické dni a noci. Prakticky sú však diferencované kritériá pre jednotlivé druhy a kategórie zvierat podľa úrovne produkcie.

Stavebné riešenie objektu

Jeho tepelno-izolačné vlastnosti, tepelný odpor je stanovený pre objekty a ich základné konštrukčné prvky - strešný a obvodový plášť a prevádzkový režim zabezpečenia tepelnej pohody.

Požiadavky na tepelný odpor v objektoch pre chov zvierat $R / m^2K/W/$

	Nevykurovaný objekt	Vykurovaný objekt
Strešná konštrukcia	2,816	4,2246
Obvodová konštrukcia	1,584 – 2,112	2,288

Podľa Defra štúdie je požadovaný tepelný odpor $2,5/m^2K/W/$, resp. pre strešnú skladbu strechy $2,9/m^2K/W/$

Pri zhodnotení v našich podmienkach zisťujeme, že uvedené kritéria neboli vždy rešpektované. V dôsledku uvedeného vznikajú neštandardné stavy mikroklímy, ktoré musia byť zredukované, inak sa následky dostavia podľa priebehu teplôt vzduchu minimálne pri neštandardnom extrémnom priebehu, výkyvoch teploty vzduchu.

Pre prevádzku v objekte	Nevykurovaný objekt	Vykurovaný objekt
Stropná konštrukcia	76,92%	51,27%
Obvodová konštrukcia	47,3 % - 35,46 %	32,74%

Základná modifikačná funkcia vetracieho systému

Je daná zásadami pre definovanie a realizáciu premenlivej vetracej výkonnosti s vysoko diferencovanou výkonnosťou: max. v lete a min. v zime s kontinuálnou reguláciou, resp. aspoň so stupňovitou reguláciou. Z uvedeného aspektu je veľmi aktuálne zabezpečenie takzvaného minimálneho vetrania v zimnom období a zvyšujúcej sa požadovanej výkonnosti v prechodných funkčných obdobiach. Na technicky zabezpečené minimálne vetranie, vetraciu výkonnosť, má kontinuálne nadväzovať jeho plynulé zvyšovanie na základe priebehu regulačnej veličiny, ktorou je spravidla teplota vzduchu.

Prúdenie vzduchu - faktor systému vetrania

Pri opakovaných riešeniach je žiadúce venovať systémovú pozornosť i vývojovému overeniu tvorby vhodných cirkulačných pomerov. Vizualizáciou prúdenia vzduchu a jeho hodnotovej analýzy je možno efektívne prispieť k overeniu plnenia zámerov v praktických podmienkach objektov. Ďalej pri stanovení sekundárnej funkcie pohybu vzduchu v rámci vetraného priestoru, technologického obmedzenia priestoru ako napr. kľetke a podobne.

Úloha prúdenia vzduchu v priestore

Prúdiaci vzduch má stále a v neposlednej miere zabezpečovať transportnú úlohu:

- dopraviť kyslík potrebný na dýchanie z vonku do priestoru dýchania a vydýchané CO_2 dopraviť do vonkajšieho prostredia,
- uvoľnené teplo, vodnú paru a škodlivé plyny najprv odvieť z organizmu, aby sa mohli odvieť z priestoru,
- zvyšné teplo a látkové množstvo tak prepravovať cez priestor, aby spolu s ostatnými hľadiskami dodržali požadované podmienky mikroklímy (teplotu, relatívnu vlhkosť vzduchu, koncentráciu škodlivých plynov) v pásme pobytu, prípadne v dýchacej zóne.

Teplo a látková záťaž musia byť dopravované bez zjavného prievanu. Prievan je charakteristický tým, že sa rýchlosť vzduchu v pásme pobytu pohybuje pri doporučených hodnotách teploty nad optimálny rozsah podľa príslušných normovaných hodnôt, resp. prekračujúce max. tabuľkové normatívne hodnoty. Preto musí byť venovaná zvýšená pozornosť rýchlosti pohybu vzduchu v pásme pobytu, ako i smerovaniu prúdiaceho vzduchu na určené časti tela.

Redukcia tepelnej záťaže v objektoch pre chov zvierat

Doterajšie skúsenosti na úseku redukcie teplotného stresu, cestou redukcie tepelnej záťaže v objektoch pre chov HZ, má u nás stále tendenciu hľadania ekonomicky zdôvodnených a efektívnych riešení.

V praxi uplatňovaným riešeniam v rámci chovov často chýba komplexnosť v realizácii základného zámeru redukcie tepelnej záťaže. Základné smery v našich klimatických podmienkach sú podmienené možnosťou investičných stimulov pre základné úpravy – možné modifikácie, zvlášť za extrémnych mikroklimatických podmienok.

Komplexné technické riešenia nie sú spravidla realizované. Riešenie má viacero variant, ktoré majú diferencovanú mieru redukcie, danú rozdielne riešenými prvkami v stavebnom technologickom riešení, daným systémom chovu a jeho zabezpečením z uvedených aspektov.

Analýza systémov v praxi

Praktická analýza poukazuje na možnosti, prípadné slabé miesta systémov, uplatňovaných v našich klimaticky náročných podmienkach v priebehu diferencovaných období.

Veľká rozdielnosť a variabilita v priebehu klimatických prvkov a ich obtiažnosť exaktného definovania predpokladaného výskytu, možnosti ich prognostického určenia v predstihu, je hlavným ekonomickým problémom pri plánovaní návratnosti a efektívnej využiteľnosti investične náročnejších zariadení.

Ich exploatačné dlhodobé využívanie pri súčasnom zamedzení strát na produkcii, reprodukciu a zamedzení úhynov v jednotlivých fázach výrobného cyklu vytvára základný motivačný stimul pre aplikáciu modifikačných techník, optimalizáciu technologicko-stavebných riešení v celom komplexe problematiky redukcie tepelnej záťaže.

Experimentálne riešenia sú takpovediac predmetom záujmu odbornej verejnosti, ale hlavne modernej praxe. Táto sa orientuje v súčinnosti s hlavnými tendenciami a zámermi na zníženie výrobných rizík a zlepšenie celkovo efektívnych postupov pri znižovaní tepelnej záťaže objektov pre chov hospodárskych zvierat, na dostupné techniky v rámci investičných možností.

Stanovenie kritérií

Opatrenia na redukciu tepelnej záťaže treba prehodnotiť s kritériami pre jednotlivé druhy zvierat. Situáciu nám sťažuje hlavne vysoký výskyt extrémnych výkyvov s nárastom denných teplôt vzduchu nad 30°C – čiastočne i nad 35°C, čo charakterizuje už tropické dni a noci. K uvedeným podmienkam kontinentálnej mikroklimy a jej výkyvom musí smerovať i zabezpečenie redukčných opatrení v praktických chovoch pre jednotlivé objekty.

V praxi sú požadované reálne chovateľské opatrenia na redukciu tepelného stresu v chove dojnic so zámerom znížiť vplyv na mliekovú úžitkovosť.

V chove ošípaných sú závažným momentom pri teplotných extrémoch zhoršené ukazovatele reprodukcie, intenzita rastu.

V chove hydiny – brojlerov vo výkrme ide o zamedzenie mortality podľa časovej nadväznosti priebehu a štádia turnusu, nakoľko sa výrazne menia požiadavky na teplotný priebeh podľa veku kurčiat v rozsahu 10-15K. Ďalej sa jedná o kvalitu znášky pri chove nosníc.

V súčasnej praxi sú definované požiadavky i v súvislosti s intenzívnym chovom králikov v oblasti intenzity rastu, parametrov reprodukcie.

Správa CIGR (International Commission of Agricultural Engineering) navrhuje i pre naše podmienky netradičné kritériá, ktoré sa musia dodržať, ak sa má zamedziť uvedeným negatívnym javom a dôsledkom na jednotlivé druhy zvierat, špeciálne pri letných teplotných extrémoch.

Pri stanovovaní kritérií na redukciu tepelnej záťaže objektov pre chov zvierat sa prakticky vychádza zo základného meteorologického a mikroklimatického prvku - teploty vzduchu. Táto sa v časovom horizonte posledných rokov prejavuje v extrémne nadpriemernými hodnotami. V niektorých rokoch sa prejavuje veľmi negatívne a má svoju výpovednú charakteristiku jednak v skorom nástupe zvýšených a vysokých teplôt vzduchu už v jarných mesiacoch. Tým sa zvyšuje početné zastúpenie dní v roku, ktoré majú negatívny dopad na fyziologické funkcie organizmov chovaných zvierat a ich časový priebeh s extrémnymi tropickými dňami a nocami, čo má významný dosah na výšku produkcie mlieka, prírastky vo výkrme, znášku a kvalitu produkcie.

Vysoká teplota sa prejavuje negatívne i v ukazovateľoch reprodukcie – napr. plodnosti kohútov, mortalite v chove hydiny – brojlerov, ak sa nerešpektujú kritické momenty, horné teplotné podmienky, ktoré je ešte možné tolerovať v štandardných prevádzkových podmienkach jednotlivými druhmi a kategóriami hospodárskych zvierat.

V našom klimatickom pásme – kontinentálnej klímy sa prejavuje uvedený extrémny priebeh počasia čoraz výraznejšie a často, a preto je nevyhnutné sa zaoberať protiopatreniami, ktoré nám umožnia efektívne uvedené negatívne ukazovatele modifikovať.

Výskumne možno preto definične prispieť k celému procesu redukcie exaktným stanovením nových kritérií, ktoré nám spresnia a usmernia možné postupy a umožnia sa orientovať v poľnohospodárskej chovateľskej praxi na zabezpečenie efektívnej redukcie, modifikácie v našich podmienkach kontinentálnej klímy, hlavne pri častých teplotne extrémnych podmienkach.

Treba poukázať na skutočnosť, že nie sú exaktné dané formou normatívu, resp. inou formou definované podmienky, kritické teplotné a v súčinnosti i ostatné mikroklimatické parametre, relatívna vlhkosť vzduchu a rýchlosť pohybu vzduchu, hlavne v pásme pobytu zvierat, ktoré je potrebné jednoznačne dodržiavať, ak sa chceme vyvarovať negatívnym dôsledkom neštandardných mikroklimatických podmienok.

Existujúce normatívy, resp. predpisy a vyhlášky spravidla definujú optimálne požadované parametre teploty vzduchu, čiastočne vlhkosťného režimu, vecne v termoneutrálnej zóne - pásme. Neurčujú širšie pásmo z aspektu schopnosti organizmov prispôsobenia sa mimo termoneutrálneho pásma a to tak, aby pri jeho rešpektovaní nedochádzalo k negatívnym javom, hlavne znižovaniu produkcie. Ak sa uvedené širšie pásmo prekročí, potom často vznikajú neštandardné podmienky, ktoré už nie sú schopné zvieratá kompenzovať bez zníženého príjmu krmív, následne zníženej produkcie, ale i úhynov, ako sme to zaznamenali čiastočne v chove hydiny, výkrme brojlerov, prípadne zhoršenie reprodukčných ukazovateľov.

Na uvedenom stave sa podieľa celý rad problémov v stavebných riešeniach, zmena orientácie využitia stavby, tepelne izolačné vlastnosti, systémy vetrania. Hlavným nedostatkom je pri vysokej intenzite chovu zvierat i to, že stavby nie sú často funkčne schopné, nie sú ani stavebne a technicky dimenzované a hlavne vybavené zariadeniami na efektívne zníženie rizikových faktorov neštandardnej mikroklimy v extrémnych situáciách, ktoré sa často v poslednom období opakovane prejavujú v našom klimatickom pásme. Uvedené situácie sú definované nasledovnými a opakovanými zisteniami, napr. Šottník et al. (1983). Spravidla boli zistené veľmi nízke ochladzovacie účinky – schladzovacie hodnoty na úrovni cca 50 W.m^{-2} a menej. Dokonca za špecifických podmienok neboli merateľné schladzovacie hodnoty, t.j. za daných a takto zistených mikroklimatických podmienok (ak boli 0 W.m^{-2}) sú tieto absolútne nevhodné pre zníženie tepelnej záťaže organizmu. V takomto prostredí sa potom naplno prejavujú už zmienené nedostatky na chovaných zvieratách (Šottník et al. 1998).

Tu sa pochopiteľne jedná o ekonomiku celého úseku, resp. odboru chovu hospodárskych zvierat, návratnosť už i tak vysokých investičných zdrojov, trvalý ekonomický potenciál daného úseku, schopnosť kontinuálnej výroby bez negatívnych dopadov, ktoré sťažujú vyčlenenie dodatkových investícií na modifikačné zariadenia a prevádzkové náklady na vyššiu energetickú spotrebu pri ich prevádzke.

Situáciu sťažuje značná diferencovanosť teplotných podmienok v lete a v zime (až 50 - 60 K, t.j. $-20 - (-25)^{\circ}\text{C}$ v zime a 30°C až 35°C v letnom období). Ide o pomery, s ktorými musí byť kalkulované pri celkovej rozvahe o možných stavoch vonkajšieho vzduchu. Pre uvedené a krajné stavy vzduchu musia byť zabezpečené bilančné súvahy pri kompenzácii a modifikácii jednak pre zimné, ale i pre letné obdobie.

Východiskové kritériá

V chove dojníc je základom pre stanovenie hranice vplyvu teplota 25°C .

Pre kravy s dobrou úrovňou – množstvom produkcie sa začína významný pokles od teploty 25°C a vyššie a Rv 50%.

Pre kontrolu procesu sú navrhované indexy:

- **Thermo Humidity Index THI** (z ktorého je vecne definovaný DI –Discomfort Index):

$$\text{THI} = 0,6 t_{\text{db}} + 0,4 t_{\text{wb}},$$

- je podľa R.S.Gates, et al. (1995) teplotno-vlhkostný index - $\text{TVI} = 0,6t_s + 0,4t_m$,

- **Discomfort Index DI** navrhnutý podľa GARGILL a STEWARD je počítaný nasledovne:

$$\text{THI} = 0,72 (t_{\text{db}} + t_{\text{wb}}) + 40,6$$

Kritériá diskomfortu DI sú navrhované pre jednotlivé druhy HZ nasledovne:

V chove HD - THI – 75 umožní ešte max. mliekovej produkcie, hodnota 80 vyvoláva 20 % redukciu úžitkovosti, hodnota 90 zapríčini pokles produkcie až o 40-45 %. Analogické hodnoty sú odvodené i pre výkrmový dobytok.

V chove ošípaných máme v danej oblasti prakticky málo informácií. Z informácií o chove ošípaných v Austrálii v typických letných podmienkach vyplýva, že pri teplote nad 30°C sa môže redukovať plodnosť, príjem krmiva a efektívnosť využitia krmiva. Sprejovacie zariadenie môže znížiť účinok vysokých teplôt vzduchu. Ošípané sú sprejované do doby, kedy sú kompletne mokré, odparovaním sa ochladzujú ošípané tak, že voda absorbuje ich telesné teplo.

V Iowa stanovili pre prasatá teplotno-vlhkostný stresový index pre rastúce až koncové kategórie ošípaných a v jednotlivých úsekoch sú potom definované pásma ostráživosti – nebezpečenstva až naliehavosti.

Banhazi T, et al., (PIN March 2001) preukázali v podmienkach Austrálie jednoznačný efekt na prírastkoch v chove ošípaných a nižšej spotrebe krmív, ak bolo prostredie chovu (objekt) ošetrené sprejovacím zariadením- adiabatickým chladením vzduchu. Podľa autorov boli prírastky vyššie o 11,16 %, spotreba krmív bola nižšia o 5,77%. Rovnako bola priaznivejšia konverzia krmív v prospech skupiny ošetrovej sprejovacím systémom o 4.53 %.

V chove hydiny je problémom najst' racionálne východiská zo stavu neštandardného mikroklimatického prostredia i v našich podmienkach. Simmons a kol. (1997) študovali závislosti uvoľňovania tepla brojlerov pri premenlivej rýchlosti pohybu vzduchu od 1 do 3,05 m.s⁻¹ (s rozdielmi po 0,5 m.s⁻¹) a teplotách vzduchu 29°C, 32°C a 35°C. Z výsledkov je zrejmé, že pri vyššej rýchlosti pohybu narastá pri testovaných brojleroch uvoľňovanie citeľného tepla a súčasne klesá množstvo uvoľneného latentného tepla. Suma oboch (celkove uvoľnené teplo) má tendenciu konštantného zvyšovania sa so zvyšujúcou sa rýchlosťou pohybu vzduchu.

Význam prúdenia vzduchu uvádzajú Drury 1966, Drury a Siegel 1966 (cit. Simmons a kol., 1997), ktorí položili základ pre tvrdenie, že brojlery sa cítia dobre v dôsledku vytvoreného chladiaceho – veterného faktora. Popis je odvodený z humánnej oblasti a skúseností, že nárast evaporačného ochladzovania kože spôsobuje vietor. Ale kura je pokrytá perím a nemôže sa potiť. Uvoľňovanie tepla z kurčat'a sa deje pasívnou difúziou vody kožou. Z výsledkov pokusov Simmons a kol.,1997 vo vetracom - chovnom tuneli s brojlermi vyplýva, že:

- uvoľňovanie citeľného tepla narastá s nárastom rýchlosti pohybu vzduchu a klesá so zvyšovaním okolitej teploty
- uvoľňovanie latentného tepla klesá s nárastom rýchlosti pohybu vzduchu a narastá s narastaním okolitej teploty. Pri nominálnej rýchlosti pohybu vzduchu cca 2 m.s⁻¹ zostávajú celkové tepelné straty relatívne konštantné i pri zvyšujúcej sa teplote.

Adiabatické - evaporačné chladenie

V suchom počasí pri extrémne horúcej letnej mikroklíme sa odporúča evaporačné chladenie, ktoré sa vytvorí rozprášením jemnej hmloviny (aerosolu) do priestoru. Dnes už jestvujú funkčné zvlhčovače vzduchu využívané aj v skleníkovom hospodárstve. Pri výkrme hrabavej hydiny môžu byť nielen prostriedkom na znižovanie teploty prostredia, ale aj prostriedkom na znižovanie respiračných ochorení, čoho dôsledkom je lepší ekonomický efekt (Albright, 1990, 1994). Je však otázne, do akej miery je možné v praxi zabezpečiť tvorbu skutočne jemnej hmloviny a v primeranom množstve; nevhodná aplikácia by mohla najmä pri hrabavej hydine narobiť viac škody ako osohu. Teplota sa zníži odparovaním vodného aerosolu na základe psychrometrického stavu vzduchu. Je to pomerne efektívny systém, potenciálne uplatniteľný v suchom a horúcom počasí počas dní, v ktorých je veľmi nízka relatívna vlhkosť vzduchu. Definičným faktorom je diferenciacia ($t_s - t_m$) medzi suchou a mokrou teplotou vonkajšieho vzduchu, tzv. depresia mokrej teploty.

Prakticky sa rozširujú systémy s chladiacimi stenami, resp. ich časti v prírodných paneloch, klapkách a podobne. Praktické skúsenosti poukazujú na dosiahnuteľnú redukciu teploty cca 5K, meranú na prívode vzduchu v klapkách.

Technika redukcie založená na pohybe vzduchu

Jedným z možných postupov redukcie teplotnej záťaže objektov je i technika redukcie zvýšeným pohybom vzduchu primeraným teplote vzduchu. Tento postup sa v poslednom období premieta i do riešení systémov vetrania, ich zvýšenej výkonnosti. V porovnaní s našimi podmienkami sú aplikované pomerne vysoké hodnoty vetracej výkonnosti a prúdenia vzduchu.

Rovnako objekty s prirodzeným vetraním sú vybavené doplnkovým posuvným vetraním - ventilátormi na zvýšené prúdenie vzduchu v objekte až do úrovne $3 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$. Uvedené riešenia sú v praxi overované i v našich podmienkach. Princíp tunelového vetrania je založený rovnako na spomínanej technike.

Praktická aplikácia je vysoko aktuálna v chove dobytká, vysokoúžitkových kráv a v chove hydiny, čiastočne i v chove ošípaných. Nutná je kombinácia s technikou redukcie na základe adiabatického - evaporačného ochladzovania vzduchu.

Záver

Z analýzy hodnotených systémov redukcie tepelnej záťaže vyplýva, že je potrebné zlepšiť zabezpečenie štandardnej funkcie a podmienky činnosti zariadení. Ďalej je nutné rešpektovať základné kritériálne a funkčné predpoklady celého procesu redukcie tepla pri zvolenej technike a to:

- reguláciu celého procesu podľa stanovených kritérií, teploty, prípadne relatívnej vlhkosti vzduchu,
- funkciu systému so zreteľom na technologický systém – zabezpečenie prívodu tlakovej vody pre jeho evaporačnú schopnosť, plánovanú výkonnosť - funkciu základných prvkov – rozprašovacích aerosolových trysiek použitých v zariadení,
- riešiť otázku kvality privádzanej vody, prípadne jej filtrácie pre kontinuálny funkčný postup - technologický proces sprejovacích elementov, aerosolových trysiek a podobne,
- pre uvedenie požiadavku stanoviť servisné parametre a ošetrovanie techniky redukcie so zámerom trvalého funkčného nasadenia v čase požadovanej redukcie nadmernej tepelnej záťaže .

Súhrnné hodnotenie techník

Redukcia tepelnej záťaže je daná ich funkčnými predpokladmi a mierou ich aplikácie v rámci danej stavby, zariadenia, funkčnej časti – pohybovej chodby, krmoviska, ustajňovacej sekcie a ich prepojenia.

Redukčné efekty majú svoje fyzikálno-technické a technologicko-stavebné možnosti a sú dané termodynamikou vlhkého vzduchu v časti adiabatických systémov zvlhčovania a ochladzovania privádzaného vzduchu. Jednotlivé zariadenia sú rozdielnou mierou prispôsobené maximálne zohľadniť celý proces redukcie. Ten je daný kvalitou média pre chladenie. Spray je menej efektívny ako vysoko tlakový aerosol.

Systém PAD je daný veľkosťou plochy zvlhčovanej vložky a jej prepojenia s ďalšími prvkami.

Aktívnejšie sú systémy funkčne prepojené s vetracími jednotkami, ktoré majú obidve funkčné väzby spojené: zvlhčený - ochladený vzduch má citeľne a preukázateľne zvýšený chladiaci účinok, ak je dynamicky posúvaný v zostave vetracou jednotkou.

Priamy vstup cez systémy PAD vložiek do produkčného objektu je efektívnejší, veľkosť plochy je naproti tomu limitovaná znížením teplotnej stability v zime.

Analyzované systémy a prvky redukcie tepelnej záťaže sa podieľajú diferencovane na celom procese znižovania tepelného obsahu stavby.

Použitá literatúra

- Albright, L. D.: Environment Control for Animals and Plants, ASAE 1990, s.31-33, 34
Albright, L., D.: Structures, Encyclopedia of Agricultural Science, Volume 4, 1994, s.203– 213
Banhazi, Colin Cargill, Zane Harper* and Phil Glatz: Environmental and Drinking Water Temperatures in Pig Sheds , Part 1: Controlled studies, Thomas CEFN Pty. Ltd., Clifton QLD

DEFRA study: Heat Stress in Poultry - Solving the Problem. Defra website- <http://www.defra.gov.uk>.
Published by the Department for Environment, Food and Rural Affairs. UK, March 2005, 23p

Drury 1966, Drury and Siegel 1966 (bibl.ref. Simmons et al., 1997)

Gargill a Steward: In: Chiappini, U., & Christiaens, J. P. A., (Information of the CIGR Working Group No 13, 1992, Cooling in Animal Houses ,Chapter 6, 82-97, In : CIGR 2nd Report of Working Group on climatization of animal houses, 1992, 147p, fig.18

Gates, R.S., H. Zhang, D.G. Colliver and D.G. Overhults. 1995: Regional variation in temperature humidity index for poultry housing. Transactions of the ASAE 38(1), 197-205

Simmons, J., D. - Lott, B.D.- May, J.D.: Heat Loss from Broiler Chickens Subjected to Various Air Speeds and Ambient Temperatures AeiA. ASAE, 13, 1997, 5, s. 665-669

Šottník, J., Mihina, Š., Flák, P.: Výskum vetracích systémov založených na prirodzených princípoch prúdenia vzduchu. Záverečná správa, VÚŽV Nitra, 1983, s. 69 / in Slovak/.

Šottník et al., (1998): Analýza tvorby mikroklímy v rekonštruovaných objektoch pre chov zvierat, Výskumná správa za účelovú úlohu ,VÚŽV Nitra 1998, 14, 18 tab., 10 obr./ In Slovak/

Zulovich: Joseph M.: Ventilation for Warm Confinement Livestock Buildings
Department of Agricultural Engineering MU , G1107, Ventilation for Warm Confinement Livestock Buildings, Reviewed October 1993