

VZTAH MEZI VYBRANÝMI KLIMATICKÝMI PRVKY UVNITŘ A VNĚ STÁJE DOJNIC V PRŮBĚHU ROKU

L. Walterová, L. Šarovská, D. Falta, G. Chládek

Došlo: 24. dubna 2009

Abstract

WALTEROVÁ, L., ŠAROVSKÁ, L., FALTA, D., CHLÁDEK, G.: *Relation between some climate parameters inside and outside the stable in the course of the year.* Acta univ. agric. et silvic. Mendel. Brun., 2009, LVII, No. 4, pp. 125–132

The objective of the present study was to evaluate the relation between some climate parameters inside and outside the stable in the course of the year. Investigations were carried out from 1 July 2007 to 30 June 2008 at the School Farm in Žabčice. We monitored the following micro-climate parameters: temperature (°C), relative humidity (%) and the temperature-humidity index (THI) inside and outside the stable. We used the statistical programme UNISTAT version 5.1.11 to calculate the average monthly temperatures, relative humidity and the THI inside and outside the stable.

Measurements carried out throughout the whole year revealed that the average daily outdoor temperature was always lower than the temperature monitored inside the stable. The differences between the outdoor and indoor temperatures were more marked in winter; in summer the differences were considerably lower. The coefficient correlations confirmed this finding; the temperatures were the highest in July and the lowest in autumn and winter. The same results and tendencies were monitored in terms of the average daily THI values. Much like the temperatures also the differences in high average daily values of relative humidity between the outside and inside environment of the stable were lower. Since the relative humidity was higher in winter than in summer the differences between the indoor and outdoor stable values were more marked in summer than in winter. In contrast to the temperature and THI, in one half of the cases the average daily relative humidity was higher outside the stable than inside and *vice versa*.

temperature, relative humidity, THI, climate, micro-climate, dairy cows

Kvalita stájového ovzduší patří spolu s výživou, způsobem ustájení a kvalitou ošetřování mezi hlavní činitele, které působí na organismus zvířat a ovlivňuje jejich pohodu a produkci a tím i rentabilitu chovu. Stav stájového ovzduší je charakterizován teplotou, relativní vlhkostí, rychlostí proudění, složením a obsahem příměsí (plyny, prach, mikroorganismy) (MATĚJKA, 1995).

Důležitým prvkem, který zpravidla nejvíce ovlivňuje stájové mikroklíma, je teplota vzduchu (BÍLEK, 2002). KIC et al. (1995) konstatují, že teplota stájového vzduchu je základním faktorem tepelného stavu prostředí, který je výsledkem tepelné bilance stájového prostoru. Pohodu stájového prostředí značně ovlivňuje i vlhkost vzduchu, nejčastěji je udávána jako relativní vlhkost vzduchu, která

charakterizuje stupeň nasycení vzduchu vodní parou. BÍLEK (2002) uvádí, že venkovní hodnoty relativní vlhkosti mají charakteristickou sezonní a denní dynamiku. Ve stáji je však vlhkost vzduchu ovlivněna produkcí tepla, vodní páry ustájenými zvířaty a ventilací vzduchu.

Vysoké teploty prostředí v letním období negativně ovlivňují organismus skotu (KUNC et al., 2001). Vedle teploty mají stejně významnou roli také další klimatické podmínky jako proudění vzduchu, vzdušná vlhkost apod., LOUDA et al. (1999). Nepříznivý dopad zvýšených teplot znásobuje vlhkost vzduchu (KOUKAL, 2001). Čím vyšší je relativní vlhkost vzduchu, tím je tolerance krav k teplotě a ke stresu horší (DOLEŽAL, 2003). KIC et al. (1995) doporučují optimální hodnoty relativní vlhkosti pro

dojnice od 50% do 70% stájového vzduchu a maximální hodnotu 80%, které by mělo být dosaženo pouze výjimečně v zimním období, při poklesu teplot venkovního vzduchu na nejnižší hodnoty. Kráva je při 40% vlhkosti tolerantní na teplotu do 28 °C, naproti tomu při 80% vlhkosti to je jen 23 °C (DOLEŽAL et al., 2002).

VOKŘÁLOVÁ a NOVÁK (2005) uvádějí, že termoneutrální zóna pro dojnice je uváděna v rozmezí -5 až +24 °C, přičemž u vysokoužitkových dojnic se horní hranice rozmezí posunula na 21 °C; s tímto rozmezím souhlasí i JELÍNEK a KOUDELA (2003).

TOUFAR a DOLEJŠ (1996) tvrdí, že reakce dojnic na vysoké teploty (24–30 °C) ve stájovém prostoru jsou negativní. Na negativní vliv vysokých teplot ve stáji na mléčnou užitkovost poukazují ve své práci i HANUŠ et al. (2008).

WALTEROVÁ et al. (2008) uvádějí, že jako zlomová se jevila průměrná teplota ve stáji 22 °C u dojnic na 2. laktaci a 25 °C u dojnic na vyšší laktaci. V případě hodnot teplotně-vlhkostního indexu (THI) se jevila jako zlomová hodnota 69 u dojnic na 2. laktaci a hodnota 73 u dojnic na vyšší laktaci.

Teplotně-vlhkostní index, jak uvádí WEST (2003), zahrnuje kombinaci efektu teploty a relativní vlhkosti. KENDALL et al. (2006) požívají teplotně-vlhkostní index (THI) ke stanovení teplotního komfortu, kdy $THI > \text{nebo} = 72$ (odpovídá 25 °C a 50%

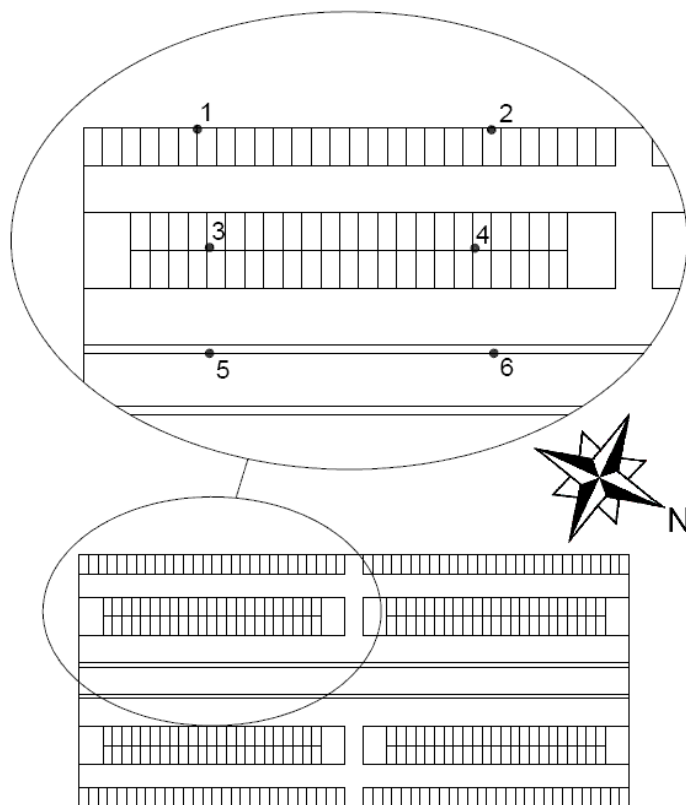
relativní vlhkosti) je obecně považován za horní rozhodující teplotu prostředí pro dojnice, jejímž překročením je způsoben pokles v mléčné užitkovosti. KADZERE, C. T. et al. (2002) tvrdí, že hodnoty 70 a méně jsou pokládány za příjemné, 75–78 stresující a vyšší než 78 extrémně nebezpečné až smrtelné; stejné hodnoty uvádějí i BROUČEK, J. et al. (2006), cit. Du Prez et al. (1990).

Cílem práce bylo zhodnocení vztahu mezi vybranými klimatickými parametry uvnitř a vně stáje v průběhu roku.

MATERIÁL A METODY

V experimentu byl sledován vztah vybraných klimatických parametrů uvnitř a vně stáje v průběhu roku. Sledování proběhlo od 1. 7. 2007 do 30. 6. 2008 na Školním zemědělském podniku v Žabčicích (49° 0'4" s. š. a 16° 36' v. d., 179 m n. m.).

Jako mikroklimatické parametry byly monitorovány teplota (°C), relativní vlhkost (%) a teplotně-vlhkostní index (THI) uvnitř a vně stáje. Teplota a relativní vlhkost byly měřeny neustále v průběhu roku v 15minutových intervalech pomocí šesti čidel HOBO rozmístěných rovnoměrně ve stáji v koutkové výšce dojnic. Přesné rozmístění šesti čidel ve stáji a směrovou orientaci stáje dokumentuje obrázek 1. Sedmé čidlo ve stáji bylo umístěno ve střešní



1: Schéma stáje a rozmístění čidla 1–6 ve sledované sekci

šterbině (obrázek 2) a osmé čidlo bylo umístěno (ve vzdálenosti do 50 m od stáje), podle meteorologických požadavků, vně stáje. Hodnoty THI byly vypočteny z uvedené rovnice (HAHN, 1999):

$$THI = 0,8 \text{ tdb} + (\text{tdb} - 14,4) * RH / 100 + 46,4,$$

kde: tdb = teplota ve stáji a RH = relativní vlhkost ve stáji.

Průměrné měsíční hodnoty teploty, relativní vlhkosti a THI uvnitř a vně stáje spolu s měsíčními korelacemi mezi jednotlivými čidly byly spočteny pomocí statistického programu UNISTAT verze 5.1.11.



2: Umístění sedmého čidla v hřebeni stáje

VÝSLEDKY A DISKUSE

I: Průměrné měsíční teploty sledovaných osmi čidel v průběhu roku

| měsíc/rok | číslo čidla a teplota [°C] | | | | | | | | rozdíly | |
|-------------|----------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|----------------------|-----------------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | Δ min/čidlo * | Δ max/čidlo ** |
| červenec 07 | 22,21 | 22,21 | 22,71 | 22,73 | 22,51 | 22,73 | 22,17 | 21,55 | 0,66/2 | 1,18/4 |
| srpen 07 | 21,94 | 21,80 | 22,36 | 22,32 | 21,98 | 22,25 | 21,68 | 20,99 | 0,81/2 | 1,37/3 |
| září 07 | 14,85 | 14,45 | 15,62 | 15,23 | 15,15 | 15,31 | 14,75 | 13,42 | 1,03/2 | 2,20/3 |
| říjen 07 | 10,58 | 10,39 | 11,32 | 11,03 | 10,76 | 11,00 | 10,61 | 8,80 | 1,58/2 | 2,51/3 |
| listopad 07 | 5,38 | 5,94 | 5,50 | 5,75 | 4,77 | 5,32 | 5,15 | 2,98 | 1,80/5 | 2,97/2 |
| prosinec 07 | 2,33 | 3,12 | 2,45 | 2,88 | 1,72 | 2,40 | 2,20 | -0,08 | 1,81/5 | 3,20/2 |
| leden 08 | 4,18 | 4,99 | 4,38 | 4,89 | 3,47 | 4,30 | 4,06 | 1,95 | 1,53/5 | 3,04/2 |
| únor 08 | 5,36 | 5,98 | 5,80 | 5,76 | 4,69 | 5,36 | 5,24 | 2,75 | 1,93/5 | 3,23/2 |
| březen 08 | 7,46 | 7,93 | 7,76 | 8,18 | 6,81 | 7,54 | 7,13 | 4,99 | 1,82/5 | 3,19/4 |
| duben 08 | 12,18 | 12,16 | 12,79 | 12,88 | 12,16 | 12,69 | 12,11 | 10,44 | 1,71/2 | 2,44/4 |
| květen 08 | 17,16 | 16,93 | 17,81 | 17,80 | 17,42 | 17,87 | 17,44 | 15,89 | 1,04/2 | 1,98/6 |
| červen 08 | 21,25 | 21,26 | 21,74 | 21,81 | 21,34 | 21,75 | 21,15 | 20,20 | 1,05/1 | 1,61/4 |

* minimální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl rozdíl zjištěn

** maximální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl rozdíl zjištěn

V Tab. I jsou uvedeny průměrné měsíční teploty sledovaných osmi čidel v průběhu roku. Pokud se týká vnější teploty (čidlo 8), byla nejvyšší průměrná hodnota 21,55 °C zaznamenána v červenci 2007 a nejnižší -0,08 °C v prosinci 2007. Teplota v životní zóně zvířat, snímána čidly 1 až 6, vykazovala extrémní hodnoty (maximum 22,73 °C v případě čidel 4 a 6, resp. minimum 1,72 °C v případě čidla 5) rovněž v červenci, resp. prosinci 2007. Rozdíly mezi průměrnými měsíčními teplotami naměřenými čidly 1 až 6 a z čidla 8 byly nejvyšší v únoru 2008, kdy dosáhly hodnot 3,23 °C (čidlo 2) a nejnižší v červenci 2007, kdy dosáhly hodnoty 0,66 °C (rovněž čidlo 2). Průměrné teploty zjištěné v jednotlivých měsících sledovaného roku extrémně umístěným čidlem 7 byly výrazně blíže teplotám zjištěným zbývajícími čidly (1 až 6), umístěnými ve stáji, než teplotě zjištěné čidlem 8, umístěným vně stáje.

Kritickou hranicí teploty, od které se začíná projevovat tepelný stres u vysokoužitkových dojníc, je 21 °C, jak uvádějí autoři VOKŘÁLOVÁ a NOVÁK (2005) či JELÍNEK a KOUDELA (2003). Hodnoty

upřesňují WALTEROVÁ et al. (2008) podle pořadí laktace na 22 °C u dojníc na 2. laktaci a 25 °C u dojníc na vyšší laktaci. Tato hranice byla v našem případě překonána několikrát, a to v měsících červenci a srpnu 2007 a červnu 2008.

V průběhu celého roku byla teplota vnějšího prostředí vždy nižší než teplota naměřená ve stáji. Větší rozdíly mezi teplotami vně a uvnitř stáje jsme zaznamenali v měsících s nižší teplotou (zima), naproti tomu v měsících s vyšší teplotou (léto) byly rozdíly výrazně menší.

Průměrné měsíční relativní vlhkosti sledovaných osmi čidel v průběhu roku jsou uvedeny v Tab. II. V případě vnější relativní vlhkosti (čidlo 8) byla zaznamenána nejvyšší průměrná hodnota 84,45 % v říjnu 2007 a nejnižší 39,40 % v listopadu 2007. Co se týče relativní vlhkosti uvnitř stáje, monitorovanou čidly 1 až 6, byly naměřeny extrémní hodnoty (maximální 83,30% na čidle 5, resp. minimální 42,19% rovněž na čidle 5) taktéž v říjnu, resp. v listopadu 2007. Rozdíly mezi relativní vlhkostí vně stáje (čidlo 8) a uvnitř stáje (čidla 1 až 6) byly nejvyšší

II: Průměrné měsíční relativní vlhkosti sledovaných osmi čidel v průběhu roku

| měsíc/rok | číslo čidla a relativní vlhkost [%] | | | | | | | | rozdíly | |
|-------------|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | $\Delta_{\text{min}}/\text{čidlo}^*$ | $\Delta_{\text{max}}/\text{čidlo}^{**}$ |
| červenec 07 | 60,79 | 60,00 | 56,59 | 54,23 | 62,62 | 54,82 | 62,40 | 62,20 | 0,42/5 | 7,97/4 |
| srpen 07 | 65,45 | 64,81 | 61,33 | 58,94 | 67,39 | 59,98 | 67,03 | 66,94 | 0,46/5 | 8,00/4 |
| září 07 | 75,73 | 76,35 | 71,15 | 70,13 | 77,98 | 72,25 | 78,83 | 79,95 | 1,97/5 | 9,82/4 |
| říjen 07 | 81,27 | 81,45 | 78,02 | 76,93 | 83,30 | 81,29 | 84,69 | 84,45 | 1,15/5 | 7,52/4 |
| listopad 07 | 81,10 | 79,05 | 79,49 | 78,18 | 83,17 | 84,60 | 86,61 | 81,42 | 0,32/1 | 3,25/4 |
| prosinec 07 | 82,74 | 79,34 | 80,12 | 77,63 | 85,84 | 85,75 | 88,96 | 84,21 | 1,47/1 | 6,57/4 |
| leden 08 | 78,77 | 75,82 | 76,51 | 74,59 | 82,41 | 81,12 | 84,91 | 81,21 | 0,08/6 | 6,61/4 |
| únor 08 | 72,31 | 69,12 | 68,23 | 67,76 | 73,28 | 70,91 | 78,84 | 72,83 | 0,45/5 | 5,07/4 |
| březen 08 | 67,71 | 64,49 | 63,25 | 61,68 | 65,96 | 62,26 | 71,56 | 66,26 | 0,30/5 | 4,58/4 |
| duben 08 | 67,46 | 67,46 | 62,47 | 60,26 | 69,79 | 61,94 | 69,83 | 71,63 | 1,84/5 | 11,37/4 |
| květen 08 | 66,13 | 66,02 | 61,18 | 59,17 | 68,04 | 60,96 | 66,45 | 69,75 | 1,71/5 | 10,57/4 |
| červen 08 | 65,60 | 65,24 | 61,27 | 59,38 | 67,83 | 60,49 | 67,09 | 68,39 | 0,56/5 | 9,01/4 |

* minimální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl rozdíl zjištěn

** maximální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl rozdíl zjištěn

III: Průměrné měsíční hodnoty THI sledovaných osmi čidel v průběhu roku

| měsíc/rok | číslo čidla a THI | | | | | | | | rozdíly | |
|-------------|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------------------------------|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | $\Delta_{\text{min}}/\text{čidlo}^*$ | $\Delta_{\text{max}}/\text{čidlo}^{**}$ |
| červenec 07 | 67,97 | 67,91 | 68,39 | 68,19 | 68,62 | 68,26 | 68,00 | 66,80 | 1,10/2 | 1,82/5 |
| srpen 07 | 68,14 | 67,88 | 68,50 | 68,22 | 68,42 | 68,19 | 67,87 | 66,57 | 1,32/2 | 1,93/3 |
| září 07 | 58,13 | 57,50 | 59,30 | 58,66 | 58,66 | 58,78 | 58,01 | 55,62 | 1,88/2 | 3,68/3 |
| říjen 07 | 51,50 | 51,21 | 52,83 | 52,40 | 51,76 | 52,18 | 51,48 | 48,32 | 2,89/2 | 4,51/3 |
| listopad 07 | 43,38 | 44,46 | 43,75 | 44,26 | 42,19 | 42,98 | 42,49 | 39,40 | 2,79/5 | 5,06/2 |
| prosinec 07 | 38,20 | 39,94 | 38,71 | 39,75 | 36,79 | 37,99 | 37,23 | 34,05 | 2,74/5 | 5,89/2 |
| leden 08 | 41,51 | 43,13 | 42,02 | 43,04 | 39,94 | 41,46 | 40,70 | 37,58 | 2,37/5 | 5,55/2 |
| únor 08 | 43,93 | 45,21 | 44,95 | 44,90 | 42,76 | 44,02 | 43,13 | 39,75 | 3,01/5 | 5,47/2 |
| březen 08 | 47,37 | 48,32 | 48,12 | 48,82 | 46,53 | 47,85 | 46,54 | 43,69 | 2,84/5 | 5,13/4 |
| duben 08 | 54,07 | 54,06 | 55,13 | 55,26 | 54,02 | 54,95 | 53,87 | 51,08 | 2,94/5 | 4,18/4 |
| květen 08 | 61,15 | 60,81 | 62,08 | 61,91 | 61,70 | 62,05 | 61,55 | 59,16 | 1,65/2 | 2,92/3 |
| červen 08 | 67,18 | 67,16 | 67,64 | 67,55 | 67,53 | 67,54 | 67,09 | 65,50 | 1,66/2 | 2,13/3 |

* minimální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl rozdíl zjištěn

** maximální rozdíl mezi čidlem 8 a jedním z čidel 1 až 6/číslo čidla, u kterého byl tento rozdíl zjištěn

IV: Maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u teploty

| číslo čidla | teplota [°C] - r/měsíc | | | | | | | |
|-------------|------------------------|------------|------------|------------|-------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 0,998 /VII | 0,994 /VII | 0,994 /VII | 0,987 /VII | 0,988 /VII | 0,992 /VII | 0,977 /VII |
| 2 | 0,961 /XI* | 1 | 0,994 /VII | 0,995 /VII | 0,988 /VII | 0,990 /VII | 0,994 /VII | 0,980 /VII |
| 3 | 0,981 /XI | 0,958 /III | 1 | 0,998 /VII | 0,993 /VIII | 0,993 /VII | 0,996 /VII | 0,982 /VII |
| 4 | 0,969 /XI | 0,971 /II | 0,974 /III | 1 | 0,992 /VII | 0,995 /VII | 0,997 /VII | 0,984 /VII |
| 5 | 0,959 /III | 0,943 /III | 0,971 /III | 0,962 /III | 1 | 0,995 /VII | 0,993 /VII | 0,987 /VII |
| 6 | 0,946 /XI | 0,946 /XI | 0,956 /XI | 0,961 /XI | 0,959 /XI | 1 | 0,996 /VII | 0,988 /VII |
| 7 | 0,969 /XI | 0,960 /I | 0,977 /II | 0,976 /II | 0,965 /XII | 0,967 /XI | 1 | 0,987 /VII |
| 8 | 0,959 /XI | 0,956 /I | 0,959 /X | 0,964 /II | 0,968 /X | 0,952 /XI | 0,965 /II | 1 |

* hodnota korelace/měsíc, ve kterém byla zjištěna

Maximální hodnoty – nad diagonálou

Minimální hodnoty – pod diagonálou

v dubnu 2008, kdy dosáhly hodnoty 11,37% (čidlo 4) a nejnižší v lednu 2008, kdy dosáhly hodnoty 0,08% (čidlo 6). Průměrné relativní vlhkosti zjištěné čidlem 7 (umístěným ve střešní štěrbíně) v jednotlivých měsících sledovaného roku byly na rozdíl od teploty výrazně bližší k průměrným relativním vlhkostem, zjištěným vně stáje (čidlo 8), než hodnotám uvnitř stáje (čidlo 1 až 6).

Optimální hodnoty relativní vlhkosti pro dojnice by měly být v rozmezí od 50% do 70% stájového vzduchu, jak doporučují KIC et al. (1995). Horní hranice 70% relativní vlhkosti byla v našem případě překonána několikrát, a to v měsících září, říjen, listopad, prosinec 2007 a leden, únor 2008. Relativní vlhkost vzduchu, jak uvádí KOUKAL (2001), znásobuje nepříznivý dopad zvýšených teplot. Toto tvrzení upřesňuje i DOLEŽAL (2003), který tvrdí, že čím vyšší je relativní vlhkost vzduchu, tím je tolerance krav k teplotě a ke stresu horší. V našem případě se jednalo o měsíce s nižšími teplotami, tudíž se negativní dopad spolupůsobení s teplotou neprojevil.

Při vzájemném porovnání průměrných hodnot relativní vlhkosti v průběhu sledovaného roku jsme zjistili, že stejně jako u teploty byly vyšší hodnoty relativní vlhkosti doprovázeny menšími rozdíly mezi vnějším prostředím a prostředím stáje. V zimě byla relativní vlhkost vyšší než v létě. Rozdíly uvnitř a vně stáje byly vyšší v létě než v zimě.

Průměrné měsíční hodnoty THI sledovaných osmi čidel v průběhu roku jsou zobrazeny v Tab. III. U venkovních hodnot THI změřených čidlem 8 byla zjištěna nejvyšší průměrná hodnota 66,80 v červenci 2007 a nejnižší hodnota THI 34,05 v prosinci 2007. Extrémní hodnoty THI snímané uvnitř stáje pomocí čidel 1 až 6 vykazovala (maximum THI 68,62 v případě čidla 5, resp. minimum THI 36,79 také na čidlo 5) rovněž v červenci, resp. v prosinci 2007. Absolutní rozdíly mezi průměrnými měsíčními hodnotami THI uvnitř a vně stáje byly nejvyšší v prosinci 2007, kdy dosáhly hodnoty THI 5,89 (čidlo 2) a nejnižší v červenci 2007, kdy dosáhly hodnoty THI 1,10 (rovněž čidlo 2). Průměrné měsíční hodnoty THI naměřené čidlem 7 (umístěno ve střešní štěrbíně) se stejně

jako průměrné měsíční teploty spíše blížily průměrným hodnotám THI naměřených uvnitř stáje (čidla 1 až 6) než venkovním hodnotám (čidlo 8).

Ke stanovení teplotního komfortu se používá teplotně-vlhkostní index (THI), kde jako kritickou hodnotu uvádí více autorů, např. WEST (2003) či KENDALL et al. (2006) hodnotu THI přesahující číslo 72. Hodnoty zpřesňují WALTEROVÁ et al. (2008) podle pořadí laktace na hodnotu 69 u dojníc na 2. laktaci a hodnotu 73 u dojníc na vyšší laktaci. Tato kritická hranice v našem případě nebyla v průběhu sledovaného roku překonána ani jednou, nejvíce se k ní blížila hodnota THI naměřená v měsíci červenci 2007. To můžeme přičítat opačným trendům v průběhu teploty a vlhkosti.

Během celého roku byly průměrné hodnoty THI, stejně jako u teploty, vždy nižší vně stáje, než byly naměřeny uvnitř stáje. Podobně jako u teploty i zde byly zaznamenány v chladnějších měsících (zima) vyšší rozdíly vně a uvnitř stáje než v teplejších měsících (léto).

Maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u teploty jsou uvedeny v Tab. IV. Maximální hodnoty jsou uvedeny nad diagonálou a minimální hodnoty pod diagonálou. U každé hodnoty je také ve zlomku uveden měsíc, kdy byla hodnota zjištěna. Z údajů uvedených v tabulce je patrná obecně velmi vysoká shoda mezi hodnotami zjištěnými jednotlivými čidly a to i v případě čidel 7 a 8. Nejvyšší hodnota koeficientu korelace byla 0,998, a to mezi čidly 1 a 2 v měsíci červenci. Naopak nejnižší zjištěná hodnota byla 0,943 mezi čidly 2 a 5, avšak v měsíci březnu. Lze konstatovat, že vyšší shoda mezi teplotami naměřenými jednotlivými čidly byla v letních měsících, přičemž téměř všechny nejvyšší hodnoty koeficientů korelace byly zjištěny v červenci. Naproti tomu nejnižší hodnoty koeficientů korelace byly zjištěny převážně na podzim a v zimě, kdy téměř polovina hodnot připadla na měsíc listopad. Toto zjištění je v souladu s výsledky uvedenými v Tab. I, kde jsou také uvedeny nižší rozdíly mezi teplotami naměřenými jednotlivými čidly v létě než v zimě.

V: Maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u relativní vlhkosti

| číslo čidla | relativní vlhkost [%] - r/měsíc | | | | | | | |
|-------------|---------------------------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 0,997 /VI | 0,990 /VII | 0,987 /VII | 0,989 /VIII | 0,976 /VII | 0,991 /VIII | 0,974 /VII |
| 2 | 0,896 /XII* | 1 | 0,990 /VII | 0,989 /VII | 0,989 /VIII | 0,980 /VII | 0,990 /VIII | 0,974 /VII |
| 3 | 0,944 /XI | 0,917 /XII | 1 | 0,996 /VII | 0,991 /VIII | 0,991 /VIII | 0,990 /VII | 0,975 /VII |
| 4 | 0,920 /XI | 0,932 /XII | 0,958 /XI | 1 | 0,988 /VIII | 0,993 /VII | 0,988 /VII | 0,976 /V |
| 5 | 0,941 /XI | 0,894 /XII | 0,942 /XI | 0,937 /XI | 1 | 0,983 /VI | 0,993 /VIII | 0,977 /VIII |
| 6 | 0,773 /XI | 0,758 /XI | 0,788 /XI | 0,780 /XI | 0,800 /XI | 1 | 0,983 /VII | 0,972 /VII |
| 7 | 0,909 /XII | 0,889 /XII | 0,910 /XII | 0,929 /XII | 0,900 /XII | 0,800 /XI | 1 | 0,986 /VII |
| 8 | 0,868 /XI | 0,886 /XI | 0,871 /XI | 0,889 /XI | 0,912 /XI | 0,734 /XI | 0,909 /XII | 1 |

* hodnota korelace/měsíc, ve kterém byla zjištěna

Maximální hodnoty – nad diagonálou

Minimální hodnoty – pod diagonálou

VI: Maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u THI

| číslo čidla | THI - r/měsíc | | | | | | | |
|-------------|---------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 1 | 0,997 /VII | 0,994 /VII | 0,994 /VII | 0,984 /VII | 0,987 /VII | 0,992 /VII | 0,973 /V |
| 2 | 0,958 /XI* | 1 | 0,993 /VII | 0,995 /VII | 0,985 /VII | 0,989 /VII | 0,993 /VII | 0,975 /VII |
| 3 | 0,979 /XI | 0,955 /I | 1 | 0,996 /VII | 0,990 /VII | 0,992 /VII | 0,995 /VII | 0,976 /VII |
| 4 | 0,967 /XI | 0,958 /II | 0,972 /II | 1 | 0,988 /VII | 0,994 /VII | 0,996 /VII | 0,979 /VII |
| 5 | 0,962 /III | 0,944 /III | 0,973 /III | 0,962 /XI | 1 | 0,992 /VII | 0,990 /VII | 0,984 /VII |
| 6 | 0,948 /XI | 0,947 /XI | 0,958 /XI | 0,964 /XI | 0,960 /XI | 1 | 0,995 /VII | 0,985 /VII |
| 7 | 0,970 /XI | 0,969 /I | 0,977 /II | 0,968 /II | 0,962 /XII | 0,969 /XI | 1 | 0,981 /VII |
| 8 | 0,948 /XI | 0,941 /I | 0,951 /X | 0,948 /II | 0,963 /XI | 0,942 /XI | 0,955 /II | 1 |

* hodnota korelace/měsíc, ve kterém byla zjištěna

Maximální hodnoty – nad diagonálou

Minimální hodnoty – pod diagonálou

V Tab. V jsou uvedeny maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u relativní vlhkosti. Stejně jako u teploty jsou maximální hodnoty uvedeny nad diagonálou a minimální hodnoty korelací pod diagonálou. U každé hodnoty je také ve zlomku uveden měsíc, kdy byla hodnota zjištěna. Nejvyšší hodnota koeficientu korelace byla 0,997, a to mezi čidly 1 a 2 v měsíci červnu. Naopak nejnižší zjištěná hodnota byla 0,734 mezi čidly 6 a 8 v měsíci listopadu. Z těchto výsledků můžeme tvrdit, že vyšší shoda byla mezi jednotlivými čidly zjištěna z větší části v měsíci červenci. Nejnižší hodnoty koeficientů korelace pak naproti tomu připadly z větší části na měsíc listopad.

Maximální a minimální hodnoty korelací v průběhu roku u THI jsou znázorněny v Tab. VI. Podobně jako u dvou předešlých tabulek jsou maximální hodnoty uvedeny nad diagonálou a minimální hodnoty pod diagonálou. U každé hodnoty

je také ve zlomku uveden měsíc, kdy byla hodnota zjištěna. I zde je obecně patrná velmi vysoká shoda mezi hodnotami zjištěnými mezi jednotlivými čidly, podobně jako u teploty. Nejvyšší hodnota koeficientu korelace byla 0,9967, a to mezi čidly 1 a 2 v měsíci červenci. Naopak nejnižší zjištěná hodnota byla 0,9406 mezi čidly 2 a 8 v měsíci lednu.

Na základě těchto výsledků se dá konstatovat, že stejně jako u teploty byla nalezena vyšší shoda mezi hodnotami THI naměřenými mezi jednotlivými čidly v létě, přičemž téměř všechny nejvyšší hodnoty koeficientů korelace byly zjištěny taktéž v červenci. Nejnižší hodnoty koeficientů korelace naproti tomu byly zjištěny zejména v chladnějších měsících, kde polovina hodnot připadla na měsíc listopad, stejně jako tomu bylo u teploty. Toto zjištění je v souladu s výsledky uvedenými v Tab. III, kde byly také zjištěny nižší rozdíly mezi jednotlivými čidly v létě.

SOUHRN

V naší práci jsme se věnovali vztahu mezi vybranými klimatickými prvky uvnitř a vně stáje v průběhu roku. Sledování proběhlo na Školním zemědělském podniku v Žabčicích od 1. 7. 2007 do 30. 6. 2008. Monitorovány byly vybrané mikroklimatické parametry: teplota (°C), relativní vlhkost (%) a teplotně-vlhkostní index (THI) uvnitř a vně stáje. Teplota a relativní vlhkost byly měřeny pomocí šesti čidel HOBO rozmístěných rovnoměrně ve stáji. Hodnoty THI byly vypočteny z rovnice (HAHN, 1999). Sedmé čidlo ve stáji bylo umístěno ve střešní šterbině a osmé čidlo bylo umístěno vně stáje (ve vzdálenosti do 50 m od stáje) na meteorologickém stanovišti. Průměrné měsíční hodnoty teploty, relativní vlhkosti a THI uvnitř a vně stáje spolu s měsíčními korelacemi mezi jednotlivými čidly byly spočteny pomocí statistického programu UNISTAT.

Díličí výsledky (průměrné hodnoty v jednotlivých měsících) jsou uvedeny v tabulkách I–III, přičemž v tabulce I jsou uvedeny průměrné měsíční teploty, v tabulce II pak průměrné měsíční relativní vlhkosti a v tabulce III průměrné měsíční hodnoty THI u sledovaných osmi čidel v průběhu roku. Hodnoty korelací v průběhu roku jsou znázorněny v tabulkách IV–VI (IV – teplota, V – relativní vlhkost a VI – THI), kde maximální hodnoty korelací jsou uvedeny nad diagonálou a minimální hodnoty korelací pod diagonálou.

Na základě zjištěných výsledků lze konstatovat, že v průběhu celého roku byla průměrná denní teplota vnějšího prostředí vždy nižší než teplota naměřená ve stáji. Větší rozdíly mezi teplotami vně a uvnitř stáje byly v zimních měsících (Δ max. 3,23 °C v únoru), naproti tomu v letních měsících byly rozdíly výrazně menší (Δ min. 0,66 °C v červenci). To potvrdily i koeficienty korelace, kdy nejvyšší hodnoty byly zjištěny v červenci, naopak nejnižší hodnoty na podzim a v zimě. Shodné výsledky i tendence byly zjištěny také u průměrných denních hodnot THI, kdy také vyšší rozdíly byly zjištěny

v zimě, resp. nižší v létě (Δ max. 5,89 v prosinci, resp. Δ min. 1,10 v červenci). V případě průměrné denní relativní vlhkosti byly stejně jako u teploty její vyšší hodnoty doprovázeny menšími rozdíly mezi vnějším prostředím a prostředím stáje. V zimě byla relativní vlhkost vyšší než v létě, proto rozdíly uvnitř a vně stáje byly vyšší na jaře a v létě (Δ max. 11,37% v dubnu) než v zimě (Δ min. 0,08% v lednu). Na rozdíl od teploty a THI byla průměrná denní relativní vlhkost asi v polovině případů vyšší vně stáje než uvnitř stáje a naopak.

teplota, relativní vlhkost, THI, klima, mikroklima, dojnice

SUMMARY

In the present study we investigated the correlation between some climate elements inside and outside the stable in the course of the year. The investigations were conducted at the School Farm in Žabčice from 1 July 2007 to 30 June 2008. We monitored the following micro climate parameters: temperature ($^{\circ}\text{C}$), relative humidity (%) and the temperature-humidity index (THI) inside the stable and outdoors. The temperature and relative humidity were measured by means of 6 HOBO sensors placed evenly in the stable. The THI values were calculated from an equation (HAHN, 1999). The 7th sensor in the stable was placed in the roof slot and the 8th sensor was placed outside the stable (at a distance of not more than 50m) on the meteorological stand. Using the UNISTAT statistical programme we calculated the average monthly temperatures, relative humidity and THI inside and outside the stable along with monthly correlations between the individual sensors.

Tabs I–III give partial results (average values in the individual months). Tab. I gives the average monthly temperatures; Tab. II gives the average monthly relative humidity and Tab. III gives the average monthly THI values of the 8 sensors during the year. Tabs IV–VI show the correlations in the course of the year (i.e. Tab. IV – temperature; Tab. V – relative humidity; and Tab. VI – THI). The maximal values of correlations are given above the diagonal and the minimal values of the correlations below the diagonal.

The results lead to the conclusion that during the whole year the average daily external temperature was always lower than the temperature measured inside the stable. The differences between the temperatures inside the stable and outdoors were greater in winter (Δ max. 3.23 $^{\circ}\text{C}$ in February); to the contrary in summer the differences were markedly smaller (Δ min. 0.66 $^{\circ}\text{C}$ in July). This was also confirmed by the correlation coefficients which monitored the highest temperatures in July and the lowest in autumn and winter. The results and tendencies were similar also in terms of the average daily THI values; also here the differences were greater in winter and lower in summer (Δ max. 5.89 in December and Δ min. 1.10 in July). Much like the temperatures, when the daily average relative humidity values were high the differences between the outside and inside stable environment were not so marked. In winter the relative humidity was higher than in summer so that the differences inside and outside the stable were higher in spring and summer (Δ max. 11.37% in April) than in winter (Δ min. 0.08% in January). In contrast to the temperature and THI the average daily relative humidity in about half of the cases was higher outside the stable than inside and *vice versa*.

Příspěvek byl zpracován s podporou výzkumného záměru č. MSM6215648905 „Biologické a technologické aspekty udržitelnosti řízených ekosystémů a jejich adaptace na změnu klimatu“ uděleného Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy České republiky.

LITERATURA

- BÍLEK, M., 2002: *Welfare ve stájích pro skot*, Praha: Ústav zemědělských a potravinářských informací, 32 s. ISBN 80-7271-112-1
- BROUČEK, J., MIHINA, Š., RYBA, Š., TONGEL, P., KIŠAC, P., UHRINČAŤ, M. and HANUŠ, A., 2006: Effects of high air temperatures on milk efficiency in dairy cows, *Czech. J. Anim. Sci.*, 51, 3: 93–101. ISSN 1212-1819
- DOLEŽAL, O., DOLEJŠ, J., KNÍŽKOVÁ, I., KUNC, P., BÍLEK, M. a ČERNÁ, D., 2003: *Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojníc*, ISBN 80-86454-28-2
- DOLEŽAL, O. a kol., 2002: *Komfortní ustájení vysokoprodukčních dojníc*, Praha: Výzkumný ústav živočišné výroby v Uhřetěvsi, 129 s. ISBN 80-86454-23-1
- HAHN, G. L., 1999: Dynamic responses of cattle to thermal heat loads. *Journal of Animal Science*, ISSN 0021-8812.
- HANUŠ, O., VYLETĚLOVÁ, M., GENČUROVÁ, V., JEDELSKÁ, R., KOPECKÝ, J., and NEZVAL, O., 2008: Hot stress of Holstein dairy cows as substantial factor of milk composition, *Scientia Agriculturae Bohemica*, 39, 4: 310–317. ISSN 1211-3174
- JELÍNEK, P., KOUDELA, K. et al., 2003: *Fyziologie hospodářských zvířat*, Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita, 410 s. ISBN 80-7157-644-1
- KADZERE, C. T., MURPHY, M. R., SILANIKOVE, N., MALTZ, E., 2002: Heat stress in lactating dairy cows: a review, *Livestock Production Science*, 77: 59–91. ISSN 0301-6226

- KENDALL, P. E., NIELSEN, P. P., WEBSTER, J. R., VERKERK, G. A., LITTLEJOHN, R. P., MATTHEWS, L. R., 2006: The effects of providing shade to lactating dairy cows in temperature climate, *Live-stock Science*, 103: 148–157. ISSN 1871-1413
- KIC, P., BROŽ, V., 1995: *Tvorba stájového prostředí*, 1. vyd. Praha: Institut výchovy a vzdělávání Ministerstva zemědělství České republiky, 47 s. ISBN 80-7105-106-3
- KOUKAL, P., 2001: Výživa dojníc v teplém počasí podle zkušenosti z léta 2000, *Farmář*, 9: 75–76. ISSN 1210-9789
- KUNC, P., KNÍŽKOVÁ, I., DOLEŽAL, O. a ČERNÁ, D., 2001: *Ochlazování skotu při vysokých teplotách prostředí*, Výzkumný ústav živočišné výroby, 24 s. ISBN 80-86454-15-0
- LOUDA, F., STÁDNÍK, L., JEŽKOVÁ, A., MIKŠÍK, J., PŘIBYL, J., 1999: *Chov skotu (přednášky)*. 1. vyd. Praha: Česká zemědělská univerzita, 186 s. ISBN 80-2130542-8
- MATĚJKA, J., 1995: Teplotní a vlhkostní poměry stájí pro skot v zimě, *Náš chov*, 12: 22–23. ISSN 0027-8068
- TOUFAR, O., DOLEJŠ, J., 1996: Odras vlivu extrémních stájových teplot na užitkovosti dojníc chovaných v uzavřené stáji, In: *Aktuální otázky bioklimatologie zvířat*, Brno: NOEL 2000, s. 60–62, ISBN 80-86020-12-6
- VOKŘÁLOVÁ, J., NOVÁK, P., 2005: Klimatické extrémy a laktace, *Náš chov*, 9: 40–42. ISSN 0027-8068
- WALTEROVÁ, L., ŠAROVSKÁ, L., CHLÁDEK, G., 2008: Reaction of higher producing cows on summer temperatures in the stable. In: *MendelNet '08 Agro Proceedings of International Ph.D. Students Conference*. Brno: Mendel University of Agriculture and Forestry, s. 53, ISBN 978-80-7375-239-2
- WEST, J. W., 2003: Effects of Heat-Stress on Production in Dairy Cattle, *J. Dairy Sci.*, 86: 2131–2144. ISSN 0022-0302

Adresa

Ing. Lucie Walterová, Ing. Lenka Šarovská, Ing. Daniel Falta, prof. Ing. Gustav Chládek, CSc., Ústav chovu a šlechtění zvířat, Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Česká republika, e-mail: walty@seznam.cz