

Stres cieplny u krów a możliwości poprawy warunków mikroklimatycznych w oborach (część II)

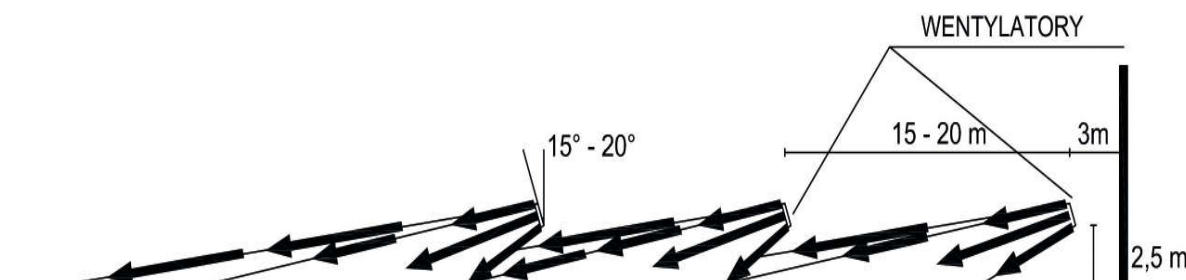
Andrzej Kaczor

*Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Systemów i Środowiska Produkcji,
32-083 Balice k. Krakowa, andrzej.kaczor@izoo.krakow.pl*

Warunki mikroklimatyczne w oborach odgrywają kluczową rolę w kształtowaniu komfortu termicznego u krów. W upalne dni krowy, utrzymywane zarówno w oborach uwięziowych (tradycyjnych) jak i wolnostanowiskowych, są narażone na występowanie stresu cieplnego. Należy również pamiętać o pomieszczeniach sektora doju w oborach wolnostanowiskowych, tj. poczekalni i hali udojowej, w których powierzchnia i kubatura są 5-krotnie mniejsze niż w hali głównej obory kurtynowej. Warunki mikroklimatyczne w tych pomieszczeniach są często niekorzystne dla zwierząt (Kaczor, 2018). Dlatego podejmuje się próby ograniczania przyczyn powstawania stresu cieplnego poprzez montaż urządzeń poprawiających warunki mikroklimatyczne w budynkach inwentarskich dla bydła. Ze względu na rozwiązania budowlane w oborach wolnostanowiskowych typu otwartego (kurtynowych) możliwości montażu urządzeń powodujących chłodzenie krów są większe niż w oborach uwięziowych. Jedną z możliwości „chłodzenia” krów jest zwiększanie prędkości ruchu (przepływu) powie-

trza poprzez zastosowanie wielkoprzepustowych wentylatorów osiowych lub sufitowych (Möller i in., 2007; Kaczor i in., 2014). Prędkość ruchu powietrza jest obok temperatury i wilgotności powietrza czynnikiem kształtującym temperaturę odczuwalną u zwierząt. Dlatego też zwiększenie prędkości ruchu powietrza powoduje jej obniżenie. Innymi sposobami redukcji stresu cieplnego są: obniżenie temperatury w oborze poprzez rozpylanie wody (zamgławianie powietrza) lub bezpośrednie zraszanie zwierząt wodą (Heitmüller, 2008; Kaczor i in., 2012). Dwa ostatnie sposoby są jednak rzadko stosowane w warunkach klimatycznych Polski.

Wentylatory osiowe i sufitowe. Obecnie na rynku są dostępne dwa podstawowe rodzaje wentylatorów powodujących zwiększony ruch powietrza w oborach, tj. wentylatory osiowe (aksjalne) oraz sufitowe (horyzontalne). Zarówno w ofercie rynkowej wentylatorów osiowych, jak i sufitowych mamy do dyspozycji wentylatory o różnej średnicy i wydajności wytwarzanego strumienia powietrza.



Rys.1. Schemat działania wentylatorów osiowych
Fig.1. Operating scheme of axial fans

Praca wentylatorów jest przeważnie sterowana automatycznie z uwzględnieniem temperatury i niekiedy również wilgotności powietrza w oborze. Wentylatory osiowe mogą być stosowane zarówno w oborach uwięziowych, jak i wolnostanowiskowych, także w poczekalniach i halach udojowych. Ze względu na stosunkowo długi czas wypoczynku krów (12–14 godzin; Pelzer i in., 2012) wentylatory są instalowane często nad ich legowiskami. Zarówno w oborach uwięziowych, jak i wolnostanowiskowych wentylatory osiowe powinny być montowane na wysokości

2,5 m (dolna krawędź wentylatora) nad posadzką stanowisk uwięziowych lub boksów legowiskowych (rys. 1).

W oborach uwięziowych, tradycyjnych montaż wentylatorów nad grzbietami krów jest często niemożliwy ze względu na niewielką wysokość tych pomieszczeń. Natomiast w oborach wolnostanowiskowych rozmieszczenie wentylatorów nad boksami legowiskowymi nie stwarza trudności. Niekiedy instalowane są dodatkowe wentylatory nad korytarzem karmowo-gnojowym przy stole paszowym (fot. 1).



Fot. 1. Wentylatory osiowe nad korytarzem karmowo-gnojowym i boksami legowiskowymi w oborze wolnostanowiskowej

Phot. 1. Axial fans above dunging/feeding passage and cubicles in a free-stall barn

Wydajność wentylatorów osiowych jest uzależniona głównie od średnicy i mocy wentylatora. Średnica wynosi od 0,7 do 1,27 m, a wielkość przepływu powietrza do 40 tys. m³/godz. Wentylatory osiowe wytwarzają wzdłużny strumień

powietrza w kształcie stożka nachylonego po kątem 15–20° w kierunku posadzki (rys. 1). Wraz ze zwiększaniem odległości od działającego wentylatora ulegają zmniejszeniu wartości prędkości ruchu powietrza (tab. 1).

Tabela 1. Prędkość ruchu powietrza w zależności od odległości od wentylatora (Heidenreich, 2002)

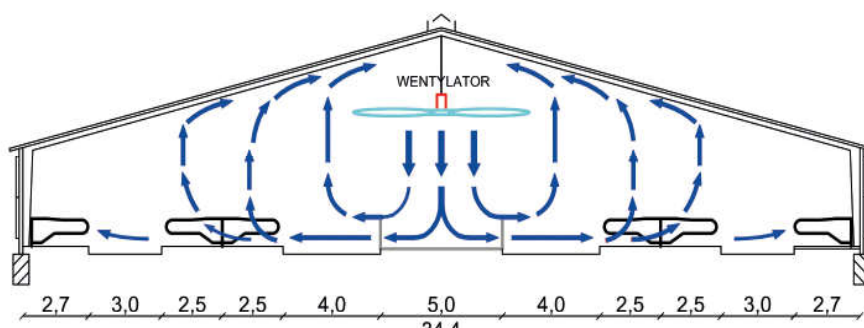
Table 1. Rate of air movement depending on distance from the fan (Heidenreich, 2002)

Odległość od wentylatora (m) <i>Distance from the fan (m)</i>	0	4	8	12	16
Prędkość ruchu powietrza (m/s) <i>Rate of air movement (m/s)</i>	8,2	5,3	2,8	1,0	0,6

Duży wpływ na wytracanie prędkości strumienia powietrza mają przeszkody, takie jak krawędź stołu paszowego czy przegrody boksowe. Zachowanie odpowiedniej odległości pomiędzy wentylatorami pozwala na utworzenie wzdłużnego tunelu powietrza z podwyższoną prędkością w obrębie rzędu boksów lub w korytarzu karmowo-gnojowym.

Wentylatory sufitowe różnią się od wentylatorów osiowych nie tylko budową, wydajnością i sposobem montażu ale również kształtem i cyrkulacją wytwarzanych strumieni powietrza. Instalowane są one głównie w oborach wolnostanowiskowych

(fot. 2). Podstawową zaletą wentylatorów sufitowych w porównaniu do osiowych jest ich wysoka wydajność oraz oddziaływanie strumieni powietrza na całej powierzchni obory, tj. w boksach legowiskowych, na korytarzach gnojowych i stole paszowym. Wentylatory sufitowe powodują recyrkulację strumieni powietrza w kształcie spłaszczonej kuli (rys. 2). Kierują powietrze od wentylatora do posadzki. Następnie powietrze uderza o posadzkę i rozchodzi się promieniście po oborze, odbija się od ścian, a na końcu częściowo wraca pod sufit. Wraz z oddaleniem się od wentylatora spada prędkość ruchu powietrza.



Rys. 2. Schemat działania wentylatorów sufitowych w oborze wolnostanowiskowej
Fig. 2. Operating scheme of ceiling fans in a free-stall barn

Wentylatory te są dostępne w kilku wymiarach o średnicy wirnika od 4,5 do 7,3 m, a instalowane są na wysokości od 3 do 6 m nad posadzką obory w zależności od wysokości i szerokości budynku.

Największe osiągają wydajność przepływu

powietrza około 300 tys. m³/godz. Jeden wentylator sufitowy zastępuje 6 do 8 wentylatorów osiowych, przy czym zużycie energii jest tu znacznie niższe. Wadą wentylatorów sufitowych jest wysoka cena zakupu. Prawdopodobnie z tego powodu są rzadko instalowane w Polsce.



Fot. 2. Gromadzenie się krów pod wentylatorem sufitowym w oborze wolnostanowiskowej
Phot. 2. Cows gathering under ceiling fan in a free-stall barn

W Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki PIB Kołbacz Sp. z o.o. zainstalowano wentylatory sufitowe w oborach kurtynowych (fot. 2) oraz w hali udojowej na fermie Dębina (fot. 3). Oborę o obsadzie 215 krów wyposażono w 3 wentylatory sufitowe o średnicy 6,2 m zawieszane na wysokości 3,0 m nad powierzchnią boksów legowiskowych. Wentylatory były wyposażone w czujnik temperatury oraz w ste-

rownik i rozpoczynały pracę przy temperaturze powyżej 22°C.

Wraz ze wzrostem temperatury zwiększała się liczba obrotów wirnika wentylatora, a tym samym prędkość ruchu powietrza w oborze. W porównaniu do obory bez wentylatorów nie obserwowano obniżenia temperatury, natomiast stwierdzono zwiększenie prędkości ruchu powietrza o 0,65 m/s (tab. 2).

Tabela 2. Warunki mikroklimatyczne w oborze z zastosowaniem wentylatora sufitowego (Kaczor i in., 2014)
Table 2. Microclimate conditions in the barn equipped with ceiling fan (Kaczor et al., 2014)

Wyposażenie obory <i>Barn equipment</i>	Średnie wartości i wahania parametrów mikroklimatu w oborach <i>Mean values and variation in barn microclimate parameters</i>	
	Temperatura <i>Temperature</i> (°C)	Prędkość ruchu powietrza <i>Rate of air movement</i> (m/s)
Nie wyposażona w wentylatory <i>No fans mounted</i>	28,3 (27,6 – 28,5)	0,38 (0,17 – 0,48)
Z działającymi wentylatorami <i>With operating fans</i>	28,3 (27,4 – 28,4)	1,03 (0,40 – 1,99)
Różnica – <i>Difference</i>	0,0	0,65

Chłodzenie krów wzmożonym ruchem powietrza w halach udojowych przy pomocy wentylatorów występuje rzadko. Niekiedy są montowane wentylatory osiowe nad kanałami hal udojowych, które służą głównie do chłodzenia obsługi. Zastosowanie wentylatora sufitowego o wysokiej wydajności przepływu powietrza nad

krówami jest rozwiązaniem nowatorskim w hali udojowej. W hali udojowej typu „bok w bok” 2 x 16 na wysokości 3,3 m zamontowano wentylator o średnicy wirnika 3 m (fot. 3). Wentylator był włączany manualnie przed dojem, a szybkość obrotów wirnika regulowano w zależności od temperatury powietrza.



Fot. 3. Wentylator sufitowy w hali udojowej
Phot. 3. Ceiling fan in milking parlour

Tabela 3. Warunki mikroklimatyczne w hali udojowej dla krów z zastosowaniem wentylatora sufitowego (Kaczor, 2018)

Table 3. Microclimate conditions in the cow milking parlour equipped with ceiling fan (Kaczor, 2018)

Wyposażenie hali udojowej <i>Milking parlour equipment</i>	Średnie wartości i wahania parametrów mikroklimatu w hali udojowej <i>Mean values and variation in milking parlour microclimate parameters</i>	
	Temperatura <i>Temperature</i> (°C)	Prędkość ruchu powietrza <i>Rate of air movement</i> (m/s)
Wyłączony wentylator <i>Non-operating fan</i>	31,0 (30,4 – 31,5)	0,25 (0,05 – 0,85)
Działający wentylator <i>Operating fan</i>	31,2 (30,6 – 31,7)	0,56 (0,17 – 1,96)
Różnica – <i>Difference</i>	0,2	0,31

W badaniach przeprowadzonych w hali udojowej (obsada 32 krowy) z działającym wentylatorem sufitowym w porównaniu do tego samego pomieszczenia z wyłączonym wentylatorem nie wykazano obniżenia temperatury powietrza, natomiast stwierdzono zwiększenie prędkości ruchu powietrza o 0,31 m/s (tab. 3).

Tego typu wentylatory są skutecznym narzędziem w zwiększaniu prędkości ruchu powietrza zarówno w oborach, jak i halach udojowych. Można przypuszczać, że prawie 3-krotne zwiększenie prędkości ruchu powietrza w oborze i 2-krotne w hali udojowej pozwoliło na obniżenie temperatury odczuwalnej u krów, a tym samym przyczyniło się do poprawy ich komfortu bytowania w upalne dni. Wyższe wartości prędkości ruchu powietrza w oborze niż w hali udojowej były efektem dodatkowego oddziaływania wiatru poprzez półotwarte ściany.

Urządzenia do zamglawiania powietrza – system zamglawiania powietrza. W warunkach klimatycznych Polski urządzenia do zamglawiania powietrza w oborach krów mlecznych praktycznie nie występują. Częściej są stosowane w budynkach dla drobiu. W skład urządzenia do zamglawiania powietrza wchodzi następujące elementy: pompa wodna wysokociśnieniowa (50–70 bar), elektrozawory, filtry wody, rury z dyszami wysokociśnieniowymi, elektroniczny sterownik, czujnik temperatury powietrza. Pod-

czas zamglawiania powietrza woda pod wysokim ciśnieniem jest podawana przez rury do dysz wysokociśnieniowych, gdzie wytwarzana jest mgła z drobnych kropeł wody o średnicy poniżej 10 µm. Krople te przy wysokiej temperaturze parują, a potrzebna do tego energia powoduje obniżenie temperatury w oborze.

Należy zwracać szczególną uwagę na zanieczyszczenia wody substancjami mineralnymi i mechanicznymi z uwagi na możliwość zatykania się dysz wysokociśnieniowych. Z tego powodu, w zależności od stopnia zanieczyszczenia wody powinno się zainstalować 2–3 filtry mechaniczne na rurociągu doprowadzającym wodę do pompy wysokociśnieniowej, a także pamiętać o okresowej wymianie wkładów.

W Zakładzie Doświadczalnym Instytutu Zootechniki PIB Kołbacz Sp. z o.o. zamontowano urządzenie do zamglawiania powietrza w oborze kurtynowej o obsadzie 66 krów (fot. 4). System ten został zainstalowany jako dodatkowe urządzenie wspomagające chłodzenie krów przy pomocy wentylatorów sufitowych. Rura z dyszami wysokociśnieniowymi została zamontowana tylko nad korytarzem karmowo-gnojowym (strefa pobierania paszy) w odległości 40 cm od krawędzi stołu paszowego i na wysokości 250 cm od posadzki. Woda była rozpylana przy temperaturze powyżej 25° przez 3 min w odstępach czasu co 9 min (sterowanie elektroniczne).



Fot. 4. System zamgławiania nad korytarzem karmowo-gnojowym w oborze kurtynowej
 Phot. 4. Fogging system above feeding/dunging passage in curtain-sided barn

Zastosowanie urządzenia do zamgławiania spowodowało obniżenie temperatury w korytarzu karmowo-gnojowym obory o 6,2°C w porównaniu

do strefy legowiskowej, natomiast wilgotność względna powietrza zwiększyła się o około 36 jednostek procentowych (tab. 4).

Tabela 4. Warunki mikroklimatyczne w oborze z zastosowaniem wentylatora sufitowego i urządzenia do zamgławiania powietrza (Kaczor i in., 2012)

Table 4. Microclimate conditions in the barn equipped with ceiling fan and fogger (Kaczor et al., 2012)

Strefy funkcjonalne obory <i>Functional areas of the barn</i>	Średnie wartości i wahania parametrów mikroklimatu w oborze <i>Mean values and variation in barn microclimate parameters</i>	
	Temperatura <i>Temperature</i> (°C)	Wilgotność względna <i>Relative humidity</i> (%)
Strefa legowiskowa – <i>Lying area</i>	30,3 (30,0 – 30,8)	50,6 (49,1 – 52,2)
Korytarz karmowo-gnojowy z zamgławianiem <i>Feeding/dunging passage with fogging</i>	24,1 23,8 – 24,4	86,4 (84,6 – 88,2)
Różnica – <i>Difference</i>	6,2	35,8 j.p.*

*jednostki procentowe – *percentage units*

W Stadninie Koni Nowe Jankowice Sp. z o.o. (ferma Lisnowo) zainstalowano system zamgławiania powietrza w poczekalni dla krów.

Podobnie jak na fermie Dębina urządzenie wspomagało chłodzenie krów przy pomocy za-

montowanego w tym pomieszczeniu wentylatora sufitowego.

Trzy rzędy rur z dyszami wysokociśnieniowymi zainstalowano na wysokości 3,6 m nad podłogą poczekalni (fot. 5).



Fot. 5. System zamgławiania w poczekalni dla krów
 Phot. 5. Fogging system in cow waiting area

Rury połączone przewodami wodnymi z pompą wysokociśnieniową (50 bar). Urządzenie było włączane manualnie przed dojem w zależności od temperatury powietrza. Porównano warunki mikroklimatyczne w pomieszczeniu poczekalni przy działającym wentylatorze i urządzeniu do zamgławiania z warunkami w tej samej

poczekalni przy działającym jedynie wentylatorze. W poczekalni przebywało około 40 krów.

Wykazano, że dodatkowe włączenie urządzenia do zamgławiania powodowało spadek temperatury o 4,8°C i zwiększenie wilgotności względnej powietrza o około 18 jednostek procentowych (tab. 5).

Tabela 5. Warunki mikroklimatyczne w poczekalni dla krów z zastosowaniem wentylatora sufitowego i urządzenia do zamgławiania powietrza (Kaczor, 2018)

Table 5. Microclimate conditions in cow waiting area equipped with ceiling fan and fogger (Kaczor, 2018)

Praca urządzeń w poczekalni <i>Equipment operating in the waiting area</i>	Średnie wartości i wahania parametrów mikroklimatu w poczekalni <i>Mean values and variation in waiting area microclimate parameters</i>	
	Temperatura <i>Temperature</i> (°C)	Wilgotność względna <i>Relative humidity</i> (%)
Działający wentylator <i>Operating fan</i>	30,9 (30,0 – 31,4)	66,6 (64,6 – 67,4)
Działający wentylator i urządzenie do zamgławiania <i>Operating fan and fogger</i>	26,1 (25,6 – 26,8)	84,7 (82,9 – 87,7)
Różnica – <i>Difference</i>	4,8	18,1 j.p.*

*jednostki procentowe – *percentage units*

Podsumowując, urządzenia do zamgławiania powietrza powodują w dni upalne obniżenie temperatury przy równoczesnym zwiększeniu wilgotności powietrza zarówno w oborze (w korytarzu karmowo-gnojowym), jak i w poczekalni dla krów. Temperatura powietrza w korytarzu karmowo-gnojowym uległa zmniejszeniu o około 20% a w poczekalni o około 15%. Prawdopodob-

nie obniżenie temperatury w tych pomieszczeniach wpłynęło na ograniczenie występowania stresu cieplnego u krów. Należy zwrócić uwagę, że wysoka wilgotność powietrza utrudnia oddawanie ciepła przez organizm zwierzęcia. Z tego powodu należy tak sterować pracą urządzenia do zamgławiania, aby wilgotność względna nie przekraczała 90%.

Literatura

- DeVries T.J., Keyserlingk M.A.G. von (2005). Time of feed delivery affects the feeding and lying patterns of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 88: 625 – 631.
- Heidenreich T. (2002). Lüftungsprobleme in Offenställen. *Landtechnik*, 57, 4: 228–229.
- Heitmüller H. (2008). Chłodzenie krów. *Hoduj z Głową*, 31, 7: 52–54.
- Kaczor A. (2018). Optymalizacja warunków mikroklimatycznych w hali udojowej i poczekalni dla krów. *Mat. XXIV Międz. Konf. Nauk.: Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej z uwzględnieniem ochrony środowiska, standardów UE i produkcji energii alternatywnej, w tym biogazu*, ITP, Warszawa, 25–26.09.2018, ss. 97–102.
- Kaczor A., Paraponiak P., Olszewski A. (2012). Wpływ recyrkulacji powietrza i zamgławiania w oborach kurtynowych na wydajność mleczną i aktywność ruchową krów. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 39, 2: 307–317.
- Kaczor A., Paraponiak P., Malinowski E., Olszewski A. (2014). Wpływ stosowania wentylatorów sufitowych na prędkości ruchu powietrza w oborach i zachowanie się krów. *Rocz. Nauk. Zoot.*, 41, 2: 153–163.
- Möller B., Müller H-J., Gläser M., Wanka U., Heidenreich T. (2007). Quantitative Erfassung von Raumluftströmungen in frei gelüfteten Ställen. *Landtechnik* 62, 4: 234–235.
- Pelzer A., Büscher W., Herrmann H-J. (2012). Planungshinweise zur Liegeboxengestaltung für Milchkühe. *DLG Fachzentrum Land- und Ernährungswirtschaft. DLG-Merkblatt.*, ss. 1–20.

HEAT STRESS IN COWS AND POSSIBILITIES TO IMPROVE MICROCLIMATE CONDITIONS IN BARNS (PART II)

Summary

On hot days, cows kept in tie-stall (conventional) and free-stall barns are exposed to heat stress. One of the possible ways to cool the cows is to increase air movement (air flow rate) through the use of high-throughput axial or ceiling fans. Other ways to reduce heat stress in the cows is to reduce temperature in the barn by fogging. Modern ceiling fans differ from axial flow fans not only in the design, performance and way of mounting, but also in shape and air flow circulation. Research showed that ceiling fans are effective in increasing air flow rate in cow facilities. It can be conjectured that on hot days, an almost 3-fold increase of air flow rate in the barn and a 2-fold increase in the milking parlour will reduce the perceived temperature of the cows and thus the incidence of heat stress. Similar results can be achieved using mist foggers, which are rarely mounted in barns located in Poland. The use of foggers reduced air temperature by around 20% in the barn and by around 15% in the waiting area. However, fogging contributes to the accumulation of moisture. Therefore, foggers must be operated in such a way that relative humidity does not exceed 90%.

Key words: cows, heat stress, barn microclimate, ceiling fans, fogging

Wszystkie rysunki i fotografie – A. Kaczor
All drawings and photographs by A. Kaczor