

WPŁYW GEOMETRII MATERACA WODNEGO DLA BYDŁA MLECZNEGO NA EFEKTYWNOŚĆ WYMIANY CIEPŁA NA DRODZE PRZEWODZENIA:

PROJEKT RADMAT

THE INFLUENCE OF THE DAIRY CATTLE'S WATER MATTRESS GEOMETRY ON THE CONDUCTIVE HEAT TRANSFER EFFICIENCY: RADMAT PROJECT

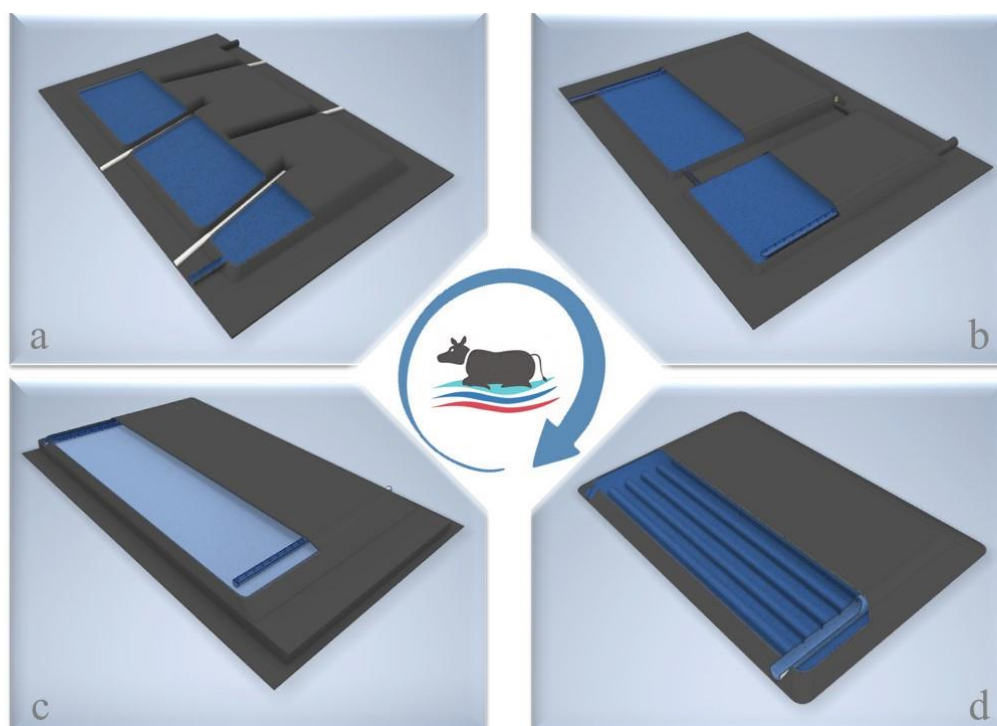
Jagoda Błotny¹, Sabina Rosiek-Pawłowska¹

¹Politechnika Wroclawska, Katedra Termodynamiki i Odnawialanych Źródeł Energii

Promotor: dr hab. inż. Sabina Rosiek-Pawłowska, profesor uczelni

Streszczenie

Konstrukcja pomieszczeń inwentarskich utrudnia osiągnięcie komfortu cieplnego przebywających w nim zwierząt. Szczególne zagrożenie dobrostanu bydła mlecznego występuje w okresie letnim, kiedy w oborze można zaobserwować znaczący wzrost temperatury oraz wilgotności powietrza. Warunki te zaburzają bilans energetyczny zwierzęcia, które nie jest w stanie oddać do otoczenia nadmiaru ciepła metabolicznego, doświadczając stresu cieplnego [1]. Towarzyszący temu zjawisku wzrost temperatury wewnętrznej krowy [1] prowadzi do licznych zaburzeń zdrowotnych zwierzęcia, a w konsekwencji do redukcji zysków ekonomicznych hodowcy.



Rys. 1.: Grafika przedstawiająca propozycje modyfikacji komercyjnych modeli materacy wodnych dla bydła mlecznego: a) rozwiązanie z systemem dystrybucji wody oraz ryflowanym podłożem, b) DCC Waterbed (www.dccwaterbeds.com) z systemem dystrybucji wody, c) AquaStar (www.bioret-agri.com) z systemem dystrybucji wody, d) rozwiązanie z zastosowaniem paneli kształtujących strukturę kanałową

Niwelacja stresu cieplnego u krów mlecznych opiera się na lokalnym odbiorze ciepła od zwierzęcia. W tym celu najczęściej wykorzystywane są otwarte systemy wodne - zraszacze lub dysze mgielne, w połączeniu z

mechanicznym systemem nawiewu. Zastosowanie to wiąże się z dużym poborem wody oraz energii elektrycznej [2]. Ponadto zwilżenie legowiska krowy w wyniku działania zraszaczy naraża zwierzę na rozwój zapalenia wymienia, natomiast wykorzystanie dysz mgielnych, prowadzi do wzrostu wilgotności powietrza [2] i pogorszenia warunków wymiany ciepła między zwierzęciem a otoczeniem. W obliczu powyższych problemów, szczególnie potencjał stanowi technologia oparta na wymianie ciepła przez przewodzenie, dzięki zastosowaniu zamkniętego obiegu wody chłodzącej.

Zaproponowane rozwiązanie opiera się na modyfikacji dostępnej komercyjnie maty wodnej dla bydła, w taki sposób by umożliwić wewnątrz niej przepływ wody chłodzącej i zapewnić bezpośredni odbiór ciepła od leżącej na macie krowy. Materace wodne dla bydła w swoim przeznaczeniu pełnią rolę komfortowego legowiska, zapewniającego równomierny rozkład ciężaru krowy, zapobiegając powstawaniu otarć i punktowego nacisku [3], prowadzącego do kulawizny. Wypukły kształt materaca zapewnia również spływ cieczy poza jego powierzchnię, poprawiając warunki higieniczne zwierzęcia. Rozwiązanie to jest rozwijane w ramach projektu RadMAT: Radiacyjny Materac Wodny (www.radmat.eu), finansowanego przez Narodową Agencję Wymiany Akademickiej w ramach Programu Polskie Powroty 2018.

Z energetycznego punktu widzenia, kluczowymi parametrami mającymi wpływ na efektywność wymiany ciepła są: gradient temperatury między wodą chłodzącą a krową, współczynnik przewodzenia ciepła oraz grubość gumy i warstwy ściółki pokrywającej materac, strumień masy wody chłodzącej, a także geometria materaca warunkująca dystrybucję wody chłodzącej wewnątrz materaca. W niniejszej pracy zaproponowano kilka sposobów modyfikacji komercyjnych modeli materacy wodnych, pierwszym z nich jest ukształtowanie kanałów wodnych wewnątrz materaca poprzez działanie zewnętrzne przy wykorzystaniu metalowych paneli mocujących (Rys. 1a). W rozwiązaniu rozpatrywano materac jednokomorowy i przyjęto ułożenie paneli w jodełkę, tak aby wydłużyć drogę strumienia oraz zapewnić spływ cieczy z powierzchni materaca. Kolejne rozwiązanie opiera się na zastosowaniu systemu dystrybucji wody, poprzez ułożenie dwóch perforowanych kolektorów wodnych – rozprowadzającego oraz zbierającego, w celu zapewnienia równomiernego rozprowadzenia wody. Rozwiązanie to zaproponowano dla dwóch komercyjnych modeli materacy: DCC Waterbed (www.dccwaterbeds.com) składającego się z dwóch komór wodnych, które zostałyby ze sobą połączone poprzez utworzenie dwóch bocznych kanałów (Rys. 2b) oraz modelu AquaStar (www.bioret-agri.com), który stanowi rozwiązanie jednokomorowe, z dodatkową warstwą pianki lateksowej, zapewniającej amortyzację podczas kładzenia się krowy (Rys. 1c). Ostatnia propozycja stanowi modyfikację materaca AquaStar poprzez usunięcie warstwy pianki lateksowej i zastąpienie jej spodnią warstwą gumy z ukształtowanymi kanałami, zapewniającymi jednoczesną amortyzację oraz dystrybuującą wodę chłodzącą bez możliwości zablokowania przepływu pod wpływem ciężaru krowy. W rozwiązaniu tym również zastosowano system dystrybucji wody, zmieniając jednak jego geometrię (Rys. 1d).

Wpływ przedstawionych geometrii na efektywność wymiany ciepła na drodze przewodzenia został zweryfikowany przy wykorzystaniu środowiska Ansys Fluent. Analiza została poparta graficznym przedstawieniem wektorów prędkości i rozkładu temperatury dla wody chłodzącej oraz strumienia ciepła na powierzchni i na spodzie materaca (odpowiednio strumienia ciepła odbieranego od krowy oraz stanowiącego zysk ciepła od gruntu). Wybór optymalnego rozwiązania uwzględniał konfrontację otrzymanych wyników z technologicznymi wyzwaniami poszczególnych geometrii, co zostanie przedstawione w niniejszej pracy. Rozwiązanie to, stanowiące część instalacji RadMAT, zostanie zbadane eksperymentalnie w warunkach laboratoryjnych, a następnie na wybranej farmie mlecznej. Natomiast model numeryczny zostanie rozbudowany tak, aby uwzględnić wszystkie mechanizmy wymiany ciepła między krową a otoczeniem, umożliwiając jego walidację w warunkach rzeczywistych.

Literatura

- [1] Liu, J. i in.: *Effects of heat stress on body temperature, milk production, and reproduction in dairy cows: a novel idea for monitoring and evaluation of heat stress—a review*. *Asian Aust. J. Anim. Sci.* **32**, 1332–1339, 2019
- [2] Fomel S. i i.: *Practices for Alleviating Heat Stress of Dairy Cows in Humid Continental Climates: A Literature Review*. *Animals* **7**(5), 37, 2017
- [3] Jones B. i in.: *Case Study: Characterization of milk yield, lying and rumination behavior, gait, cleanliness, and lesions between 2 different freestall bases*, *The Professional Animal Scientist* **33**, 140–149, 2017