

## **EFEKT IZOLOWANIA TERMICZNEGO POSADZKI W BROJLERNI**

Grzegorz Nawalany, Waław Bieda, Jan Radoń

Akademia Rolnicza w Krakowie

**Streszczenie.** Przeprowadzony eksperyment, polegający na porównaniu temperatury ściółki na izolowanej i nieizolowanej termicznie posadzce brojlerni, wykazał zróżnicowany efekt. Korzystny wpływ izolacji termicznej posadzki polegał na podwyższeniu temperatury ściółki w początkowej fazie odchowu w środkowej strefie budynku.

**Słowa kluczowe:** brojlernia, posadzka, wymiana ciepła, izolacja termiczna

### **WSTĘP**

Posadzka pokryta ściółką wraz z zalegającym pod nią gruntem oraz kurczętami i powietrzem stanowią ośrodek, w którym zachodzi złożona wymiana ciepła. Wymiana ta dokonuje się pod wpływem zmieniających się w czasie odchowu: temperatury powietrza wewnętrznego, masy ptaków, wartości termoizolacyjnej ściółki [Radoń 2004] oraz czynników klimatycznych kształtujących temperaturę gruntu pod posadzką i w otoczeniu budynku [Bieda i Koźbiał 1999, Nawalany i in. 2005].

Technologia produkcji brojlerów cechuje się malejącą temperaturą odchowu (od 33°C do 20°C) i rosnącą intensywnością procesu biotermicznego zachodzącego w ściółce. Podczas przerwy technologicznej między kolejnymi cyklami produkcyjnymi warunki termiczne w gruncie pod posadzką i w otoczeniu budynku kształtuje także klimat zewnętrzny.

Złożoność wymiany ciepła zachodzącej pod wpływem wymienionych czynników do tej pory nie pozwoliła na określenie optymalnego oporu cieplnego posadzki brojlerni. Dlatego też zdecydowana większość brojlerni ma nieizolowane termicznie posadzki betonowe, które na czas odchowu pokrywane są ściółką. Wyniki badań przeprowadzone w rzeczywistych warunkach eksploatacyjnych wskazują na to, że temperatura ściółki, z którą ptaki mają bezpośredni kontakt, różni się na ogół od wymaganej. W początkowej fazie odchowu temperatura ściółki jest dużo niższa do wymaganej temperatury

---

Adres do korespondencji – Corresponding author: Grzegorz Nawalany, Waław Bieda, Jan Radoń, Akademia Rolnicza w Krakowie, Wydział Inżynierii Środowiska i Geodezji, Katedra Budownictwa Wiejskiego, Al. Mickiewicza 24–28, 30-059 Kraków, kbw@ar.krakow.pl

powietrza wewnętrznego, natomiast w fazie końcowej dużo wyższa, co sprawia, że warunki termiczne w strefie bytowej ptaków są nieodpowiednie [Bieda i in. 2003, Nawalany i in. 2004].

## MATERIAŁ I METODY

W celu określenia możliwości poprawy komfortu cieplnego w strefie bytowej kurcząt brojlerów przez zastosowanie izolacji termicznej posadzki przeprowadzono eksperyment polegający na porównaniu temperatury ściółki w dwóch polach pomiarowych, z których jedno miało typową, nieizolowaną termicznie posadzkę betonową, a drugie posadzkę betonową z izolacją termiczną (rys. 1).

Obiektem badań była brojlernia o powierzchni hali produkcyjnej około 1000 m<sup>2</sup> w fermie drobiu w miejscowości Ujazd (Małopolska). Brojlernia była ogrzewana za pomocą nagrzewnic i miała wentylację mechaniczną, poprzeczną. Na kilka dni przed zasiedleniem budynku rozścielano warstwę ściółki (słoma jęczmienna) o grubości około 10 cm.

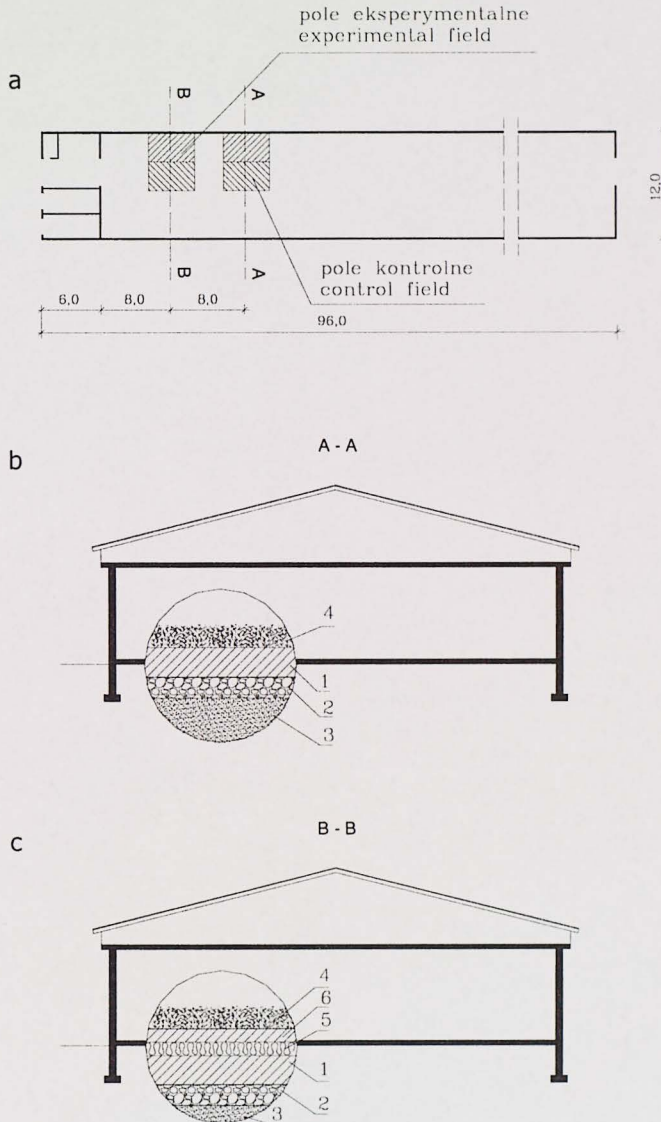
W brojlerni wydzielono dwa pola pomiarowe o powierzchni 21 m<sup>2</sup>. Pole pomiarowe zajmowało pas szerokości 3 m od ściany zewnętrznej do 1 m poza oś podłużną budynku.

Pole kontrolne obejmowało istniejącą, nieizolowaną posadzkę, składającą się z 10-centymetrowej warstwy betonu na podłożu z żużla, o oporze cieplnym wymienionych warstw  $R = 0,46 \text{ m}^2 \text{ K} \cdot \text{W}^{-1}$ . W polu eksperymentalnym na istniejącej posadzce betonowej ułożono izolację termiczną w postaci 3 cm ekstrudowanego polistyrenu przykrytego zbrojoną wylewką betonową, co spowodowało zwiększenie oporu cieplnego do  $R = 1,31 \text{ m}^2 \cdot \text{K} \cdot \text{W}^{-1}$ .

Do pomiaru temperatury ściółki użyto 16 czujników PT-100 o dokładności  $\pm 0,1^\circ\text{C}$ . Czujniki te umieszczono w środku warstwy ściółki, po 8 sztuk na każdym polu pomiarowym, z czego 4 znajdowały się w strefie przyściennej, a pozostałe w strefie środkowej. Do kontrolnego pomiaru temperatury powietrza wewnętrznego użyto 2 czujniki PT-100 umieszczone na wysokości 0,5 m nad ściółką. Częstotliwość pomiaru temperatury wynosiła 60 minut, a wyniki były rejestrowane przez wielokanałowy data logger firmy HP. Pomiary prowadzono podczas letniego cyklu produkcyjnego (10.07–20.08.2005) i jesiennego cyklu produkcyjnego (6.09–13.10.2005) – od początku odchowu do momentu pierwszej selekcji ptaków.

## WYNIKI

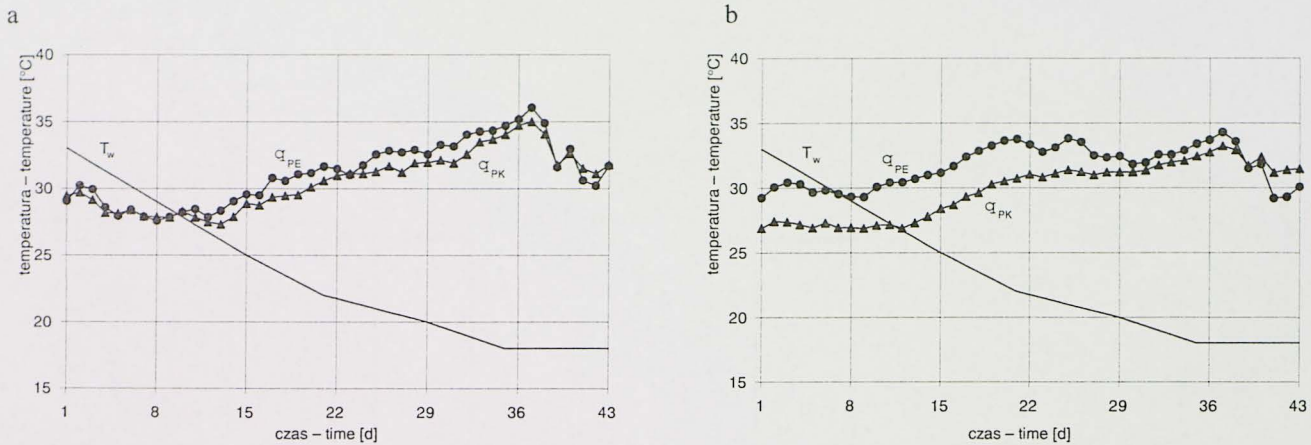
Wyniki pomiarów opracowano graficznie w postaci wykresów średniej dobowej temperatury ściółki (średnia z 4 punktów pomiarowych w strefie przyściennej i średnia z 4 punktów pomiarowych w strefie środkowej) na tle wymaganej technologią chowu kurcząt brojlerów temperatury powietrza wewnętrznego. Wyniki pomiarów przedstawiono oddzielnie dla obu badanych cykli produkcyjnych – letniego na rysunku 2 i jesiennego na rysunku 3.



Rys. 1. Schemat brojlerni i rozmieszczenie pól pomiarowych: a – rzut przyziemia, b – przekrój przez kontrolne pole pomiarowe, c – przekrój przez pole pomiarowe z izolacją termiczną; 1 – posadzka betonowa, 2 – podsypka, 3 – grunt, 4 – ściółka, 5 – pianka ekstrudowana, 6 – wylewka betonowa zbrojona

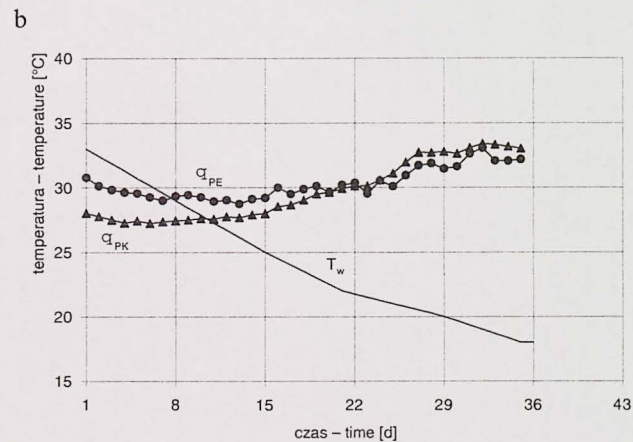
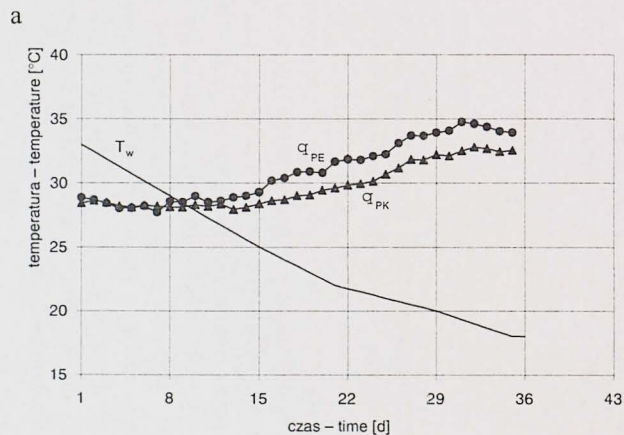
Fig. 1. Diagram of broiler house and distribution of measurement fields: a – basement plan, b – section through control measurement field, c – section through measurement field with thermal insulation; 1 – concrete floor, 2 – filling, 3 – ground, 4 – bedding, 5 – extruded foam, 6 – reinforced concrete floor





Rys. 2. Przebieg średniej dobowej temperatury ściółki w kontrolnym polu pomiarowym ( $\vartheta_{PK}$ ) oraz izolowanym polu pomiarowym ( $\vartheta_{PE}$ ) na tle wymaganej temperatury powietrza wewnętrznego ( $T_w$ ) podczas letniego cyklu produkcyjnego (10.07–20.08.2005) w: a – strefie przyściennej, b – strefie środkowej

Fig. 2. Mean daily temperatures of bedding in the control measurement field ( $\vartheta_{PK}$ ) and in the insulated measurement field ( $\vartheta_{PE}$ ) as compared with required internal air temperature ( $T_w$ ) during the summer production cycle (10 July – 20 August 2005) in: a – wall area, b – central area



Rys. 3. Przebieg średniej dobowej temperatury ściółki w kontrolnym polu pomiarowym ( $\vartheta_{PK}$ ) oraz izolowanym polu pomiarowym ( $\vartheta_{PE}$ ) na tle wymaganej temperatury powietrza wewnętrznego ( $T_w$ ) podczas jesiennego cyklu produkcyjnego (6.09–13.10.2005) w: a – strefie przyściennej, b – strefie środkowej

Fig. 3. Mean daily temperatures of bedding in the control measurement field ( $\vartheta_{PK}$ ) and in the insulated measurement field ( $\vartheta_{PE}$ ) as compared with required internal air temperature ( $T_w$ ) during the autumn production cycle (6 September – 13 October 2005) in: a – wall area, b – central area

Podczas cyklu letniego w strefie przyściennej brojlerni średnia temperatura ściółki w obu polach pomiarowych były zbliżone, z tym że od 10 dnia odchowu temperatura w polu eksperymentalnym była wyższa mniej więcej o 1 K. Natomiast w strefie środkowej od początku odchowu występowało wyraźne zróżnicowanie temperatury ściółki z wyższą mniej więcej o 3 K temperaturą w polu eksperymentalnym. W drugiej części cyklu produkcyjnego zróżnicowanie stopniowo malało do około 1 K, przy czym przez cały cykl temperatura ściółki w polu eksperymentalnym była wyższa niż w polu kontrolnym.

W jesiennym cyklu produkcyjnym przebieg temperatury ściółki w strefie przyściennej był zbliżony do przebiegu w cyklu letnim, z nieznacznie wyższą różnicą temperatur, która wystąpiła w drugiej fazie odchowu. W strefie środkowej największe zróżnicowanie temperatury ściółki wystąpiło na początku odchowu, po czym stopniowo malało aż do zrównania się  $\vartheta_{PE} = \vartheta_{PK}$ , co nastąpiło około 20 dnia odchowu. Od tego czasu temperatura w polu kontrolnym przewyższyła  $\vartheta_{PE}$  mniej więcej o 1 K.

## DYSKUSJA

Wyniki przeprowadzonych badań nie dają jednoznacznej odpowiedzi na pytanie, czy zastosowanie izolacji termicznej w posadzce brojlerni poprawia warunki termiczne w strefie bytowej kurcząt. Zdecydowanie korzystny wpływ izolacji termicznej na komfort cieplny kurcząt uwidocznił się w początkowej fazie odchowu tylko w strefie środkowej brojlerni. Polegał on na tym, że temperatura ściółki w polu eksperymentalnym była znacznie wyższa od temperatury ściółki w polu kontrolnym, jednak nadal niższa od temperatury wymaganej. W tej fazie odchowu, w strefie przyściennej, temperatura ściółki w obu polach pomiarowych była prawie jednakowa, ale znacznie niższa od temperatury wymaganej, a zatem brak było efektu izolowania. W pozostałym okresie odchowu wpływ izolacji termicznej na przebieg temperatury ściółki zaznaczył się podwyższeniem temperatury ściółki w stosunku do temperatury wymaganej, zarówno w strefie przyściennej, jak i strefie środkowej.

Zastosowanie opisanej izolacji termicznej posadzki brojlerni spowodował, że w strefie środkowej zrównanie się  $\vartheta_{PE} = T_w$  skróciło się o 5–6 dni, co oznacza, że okres występowania temperatury ściółki wyższej od temperatury wymaganej wydłużył się o taki sam czas.

Zróżnicowanie efektów izolowania termicznego posadzki brojlerni między strefą przyścienną i środkową można przypisać dużemu wpływowi klimatu zewnętrznego, kształtującemu warunki termiczne w gruncie w otoczeniu budynku i w pasie przyściennym wewnątrz budynku. Na podstawie wyników wcześniejszych badań można przypuszczać, że ograniczenie wpływu klimatu zewnętrznego na warunki termiczne w gruncie pod posadzką strefy przyściennej brojlerni byłoby skuteczniejsze dzięki zastosowaniu pionowej izolacji termicznej sięgającej do poziomu posadowienia budynku [Bieda 1978, Bieda i in. 1988]. Zarówno pozytywny, jak i negatywny efekt izolowania termicznego posadzki brojlerni wskazuje na potrzebę dalszego eksperymentowania w kierunku uzyskania temperatury ściółki zbliżonej do wymaganej temperatury powietrza, co jest warunkiem komfortu cieplnego. Jedną z możliwości wydaje się być dostosowanie wartości cieplno-izolacyjnej ściółki do wychłodzenia posadzki w przerwie technologicznej, pory roku, fazy odchowu, zdrowotności kurcząt itp.



## PODSUMOWANIE

Zastosowanie izolacji termicznej posadzki brojlerni przyniosło zarówno korzystne, jak i niekorzystne zmiany warunków termicznych w strefie bytowej kurcząt. Zmiany korzystne, polegające na podwyższeniu temperatury ściółki, wystąpiły wyłącznie w strefie środkowej i w początkowej fazie odchovu. Natomiast w pozostałym okresie odchovu spowodowały podwyższenie temperatury ściółki w stosunku do wymaganej temperatury powietrza.

## PIŚMIENNICTWO

- Bieda W., 1978. Wymiana ciepła z gruntem w budynku inwentarskim [w:] Badania w zakresie budownictwa rolniczego i gospodarki rolnej w rolnictwie. PAN, Wrocław, 3–13.
- Bieda W., Koźbiał M., 1999. Wpływ ściółki, posadzki i gruntu na kształtowanie warunków cieplnych w brojlerni w okresie zimowym. Roczniki Nauk Zootechnicznych 26, 3, 265–274.
- Bieda W., Radoń J., Gryc A., 1988. Wpływ izolacji cieplnej fundamentów na straty ciepła do gruntu przylegającego do budynku dla bydła. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Melioracje, 225, 149–164.
- Bieda W., Nawalany G., Radoń J., 2003. Temperature of bedding during floor keeping of broilers [w:] Elimination of Agricultural Risks to Health and Environment. Scientific Network "Agrorisks". IBMER, Warszawa, 199–203.
- Nawalany G., Bieda W., Radoń J., 2004. Thermal and Moisture Parameters of Broiler House Litter in Light of Research. Ann. Anim. Sci., Suppl. 1, 193–196.
- Nawalany G., Bieda W., Radoń J., 2005. Rozkład temperatury w gruncie w otoczeniu budynku ogrzewanego okresowo na przykładzie brojlerni. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Inżynieria Środowiska, 26, 475–482.
- Radoń J., 2004. Model obliczeniowy i analiza dynamicznego kształtowania się mikroklimatu budynków rolniczych na przykładzie brojlerni. Zesz. Nauk. AR w Krakowie, ser. Rozprawy 299.

## EFFECT OF FLOOR THERMAL INSULATION IN BROILER HOUSES

**Abstract.** The experiment which compared bedding temperature at thermally insulated and uninsulated broiler house floor showed varying results. A positive effect of floor thermal insulation was elevated bedding temperature at the initial stage of rearing, in the central area of the poultry house.

**Key words:** broiler house, floor, heat exchange, thermal insulation

Zaakceptowano do druku – Accepted for print: 30.05.2005