

WPŁYW TEMPERATURY W POMIESZCZENIACH POMOCNICZYCH NA BILANS CIEPŁA W BUDYNKACH DLA BYDŁA

Tadeusz Głuski

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego, Akademia Rolnicza w Lublinie

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę zjawiska wymiany ciepła w poszczególnych pomieszczeniach budynku inwentarskiego. Badania mikroklimatu w obiektach rzeczywistych wskazują, że obliczeniowe temperatury podawane przez PN-82/B-02403 różnią się od występujących w rzeczywistości szczególnie w zlewni mleka. Opracowano metodę symulacji procesów cieplnych zachodzących pomiędzy poszczególnymi pomieszczeniami budynku inwentarskiego. Temperatura powietrza w każdym pomieszczeniu przyjmowana do obliczeń jest wynikiem bilansu ciepła w tym pomieszczeniu. Umożliwia to analizę procesów cieplnych w budynku inwentarskim i symulację ich przebiegu w czasie. Temperatury powietrza obliczone w wyniku takiej symulacji porównano z temperaturami pomierzonymi w obiekcie rzeczywistym.

Słowa kluczowe: budynek inwentarski, bilans ciepła, temperatura powietrza, wymiana ciepła, symulacja

Wprowadzenie

Zapewnienie właściwych warunków mikroklimatycznych w budynku inwentarskim na etapie projektowania zależy od dokładności obliczeń bilansu ciepła, na które duży wpływ mają przyjęte dane wyjściowe. Temperatura powietrza w pomieszczeniach otaczających analizowane pomieszczenie jest obliczeniową temperaturą zewnętrzną dla tego pomieszczenia. Precyzyjne obliczenie rzeczywistych strat ciepła drogą przenikania zależy w dużej mierze od zgodności przyjętych wartości obliczeniowych temperatur zewnętrznych w porównaniu z rzeczywistym rozkładem temperatur w budynku inwentarskim. Obliczeniowe temperatury powietrza zewnętrznego oraz temperatury w pomieszczeniach przyległych do hali zwierząt podaje norma PN-82/B-02403. Przyjęcie do obliczeń bilansu ciepła temperatur obliczeniowych wg tej normy wpływa w dużym stopniu na dokładność obliczeń i nie daje możliwości symulacji parametrów mikroklimatu w zależności od zmiennych warunków otoczenia.

Uzasadnienie podjęcia tematu

Wieloletnie badania mikroklimatu prowadzone w budynkach dla bydła przez autora pracy wskazują, że obliczeniowe temperatury powietrza w pomieszczeniach przylegających do hali zwierząt przyjmowane zgodnie z normą PN-82/B-02403 różnią się znacznie od temperatur występujących w obiektach rzeczywistych. Badania, które prowadzono w latach 1995–2003 polegały na pomiarach temperatury powietrza we wszystkich pomieszczeniach budynku oraz na zewnątrz. Celem badań było porównanie temperatur obliczeniowych, z temperaturami jakie występują w obiektach rzeczywistych. Ponieważ wszystkie badane obiekty znajdują się w trzeciej strefie klimatycznej, z pomiarów wybrane zostały odczyty temperatur zarejestrowane w tym czasie, gdy temperatura powietrza zewnętrznego była równa lub zbliżona do -20°C . Wyniki tych pomiarów zostały zestawione w tabeli 1.

Tabela 1. Rzeczywiste temperatury w pomieszczeniach przylegających do hali zwierząt w porównaniu z temperaturami obliczeniowymi według PN-82/B-02403

Table 1. Actual values of temperature in rooms adjacent to the hall for animals as compared to computational temperature values according to the PN-82/B-02403

Lokalizacja budynku inwentarskiego	Data pomiaru	Godzina pomiaru	Temperatura [°C]					na poddaszu użytkowym
			Na zewnątrz	w paszarni		w zlewni mlek.		
				z 1 ścianą zewnętrzną	z 2 ścianami zewnętrznymi	z 1 ścianą zewnętrzną	z 2 ścianami zewnętrznymi	
III strefa klimatyczna	PN-82/B-02403		-20,0	-6,0	-10,0	-6,0	-10,0	-18,0
1. Bogucin	17.01.95	2:00	-17,0	-	+3,0	-	+4,0	-14,0
2. Zemborzyce	08.02.96	1:00	-20,0	-	+4,5	-	+4,0	-12,0
3. Zemborzyce	09.02.96	23:00	-20,0	-	+5,0	-	+3,5	-12,5
4. Zemborzyce	29.12.96	7:00	-20,0	-	+2,0	-	+6,0	-16,0
5. Samokłeski	27.12.98	4:00	-20,0	+2,5	-	-	+1,0	-16,0
6. Szóstka	24.01.00	5:50	-19,8	-	+5,4	-	+4,4	-13,3
7. Żakowola	24.01.00	5:50	-19,3	+3,7	-	+6,2	-	-14,4
8. Żakowola	17.12.01	7:45	-19,8	-0,1	-	+15,6	-	-16,4
9. Niewęgłosz	17.12.01	6:45	-19,8	-	-	-	-4,0	-
10. Żakowola	25.12.02	23:00	-20,1	-0,7	-	+7,4	-	-15,2
11. Żakowola	26.12.02	1:45	-20,1	-0,7	-	+5,7	-	-15,6
12. Żakowola	26.12.02	9:30	-20,1	-1,2	-	+7,4	-	-17,2
13. Żakowola	08.01.03	22:45	-20,1	-0,7	-	+6,0	-	-14,8
14. Żakowola	09.01.03	9:15	-19,8	-0,4	-	+7,4	-	-17,2
15. Żakowola	10.01.03	2:15	-20,1	-2,7	-	+5,1	-	-16,8
16. Żakowola	10.01.03	6:45	-20,1	-3,0	-	+7,6	-	-17,7

Analiza wyników pomiarów wskazuje na znaczne różnice pomiędzy temperaturami obliczeniowymi a pomierzonymi, które dochodzą do 6°C w przypadku poddasza oraz kilkunastu stopni w przypadku innych pomieszczeń, w skrajnym przypadku nawet 21,6°C (Żakowola 17.12.2001). Na wielkość strat ciepła drogą przenikania, obok różnicy temperatur i współczynnika przenikania ciepła wpływa również powierzchnia przegród, dlatego na bilans ciepła w hali zwierząt wpływa stosunek powierzchni ścian wewnętrznych przylegających do hali zwierząt do powierzchni ścian zewnętrznych otaczających halę zwierząt. Proporcja ta wynika z układu funkcjonalnego hali zwierząt, ilości i wielkości pomieszczeń pomocniczych i na ogół nie jest duża. Większy wpływ na obliczenia bilansu ciepła ma wartość temperatury powietrza na poddaszu, ze względu na powierzchnię stropu, która równa się powierzchni posadzki i stanowi dużą część całkowitej powierzchni przegród otaczających halę zwierząt.

Cel pracy

Celem pracy było stworzenie metody wyznaczania rozkładu temperatur powietrza w budynku inwentarskim na etapie projektowania. System uwzględnia układ funkcjonalny budynku a temperatura powietrza we wszystkich pomieszczeniach budynku wyznaczana jest dla dowolnych i zmiennych warunków otoczenia.

Metoda obliczania temperatury powietrza w pomieszczeniu

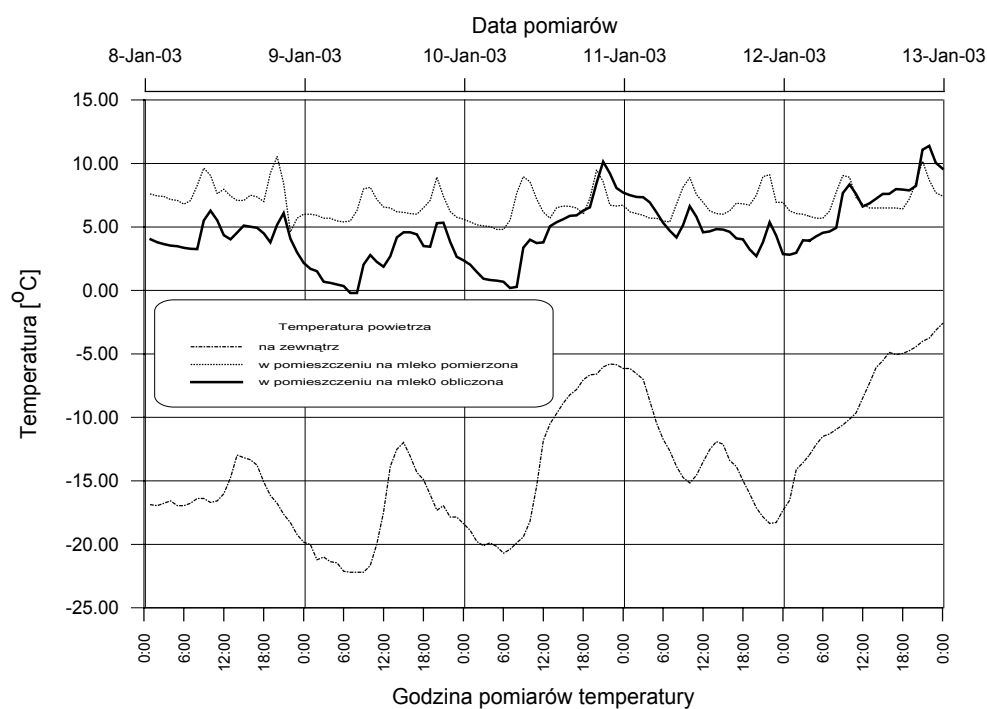
Temperatura w poszczególnych pomieszczeniach budynku inwentarskiego obliczana jest na podstawie bilansu ciepła w tym pomieszczeniu. W okresie zimowym ciepło przenika przez ściany zewnętrzne na zewnątrz, przez strop do poddasza, przez posadzki do podłoża a przez ściany wewnętrzne do pomieszczeń sąsiadujących o temperaturze niższej. Zyskami ciepła jest ciepło przenikające przez ściany wewnętrzne z pomieszczeń, które posiadają wyższą temperaturę oraz ciepło ze źródeł ciepła znajdujących się w tym pomieszczeniu. W hali zwierząt źródłem ciepła są same zwierzęta a w zlewni mleka ciepło powstające w procesie jego schładzania. Schemat takiej złożonej wymiany ciepła przedstawił Głuski [2003]. Obliczanie temperatury powietrza w dowolnym pomieszczeniu odbywa się według następującego schematu:

- przyjęcie wielkości przedziału czasowego, w którym bilansowana jest ilość ciepła dopływającego i odpływającego z pomieszczenia;
- ustalenie dla każdego pomieszczenia pomieszczeń przyległych, z którymi następuje wymiana ciepła;
- przyjęcie we wszystkich pomieszczeniach temperatur wyjściowych do obliczeń oraz temperatury powietrza zewnętrznego;
- obliczenie bilansu ciepła w każdym pomieszczeniu;
- zmiana temperatury powietrza o 0,1°C w zależności od wyniku bilansu ciepła;
- powtórzenie cyklu obliczeń aż do zbilansowania zysków i strat ciepła w każdym pomieszczeniu;
- przyjęcie obliczonych temperatur powietrza jako wyjściowych do obliczeń w kolejnym przedziale czasowym.

Weryfikacja metody

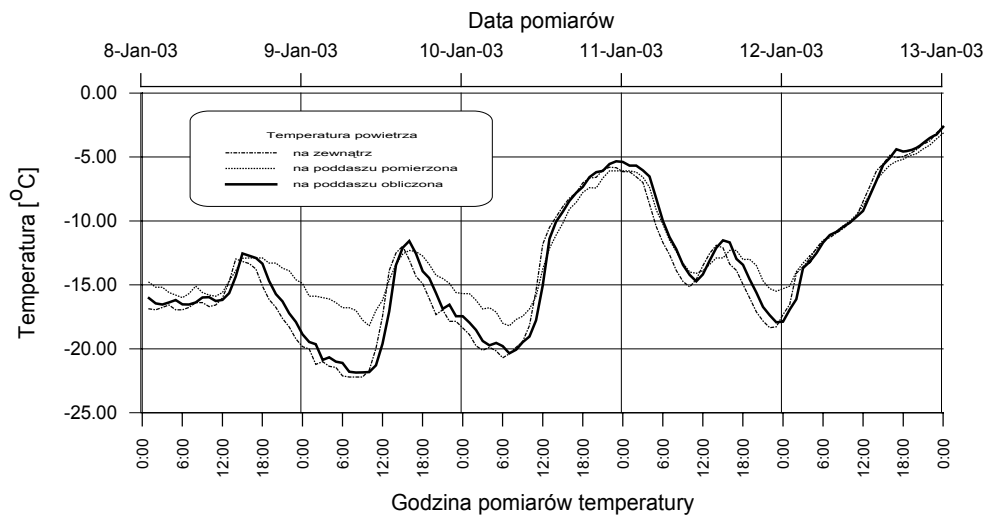
W celu weryfikacji metody porównano temperatury powietrza pomierzone w obiekcie rzeczywistym i obliczone przy wykorzystaniu opracowanej metody. Do badań wybrano budynek dla bydła zlokalizowany w miejscowości Żakowola. Jest to obora stanowiskowa o konstrukcji tradycyjnej z poddaszem użytkowym i kominowym systemem wentylacji naturalnej. Obok hali zwierząt znajdują się cztery podpiwniczone pomieszczenia pomocnicze.

Budynek ten ze względu na dużą ilość pomieszczeń i skomplikowany układ wymiany ciepła między nimi jest przydatny do testowania oprogramowania i weryfikacji metody. Pomiary temperatury przeprowadzono we wszystkich pomieszczeniach budynku oraz na zewnątrz w okresie zimowym od 24.12.2002 r. do 13.01.2003r. Pomiary zostały wykonane przy pomocy rejestratorów temperatury, które zaprogramowane były na równoczesny zapis odczytów w odstępach piętnastominutowych. Porównanie temperatur pomierzonych z obliczonymi w pomieszczeniu na mleko na poddaszu oraz w paszarni przedstawiono na rys. 1, 2 i 3.



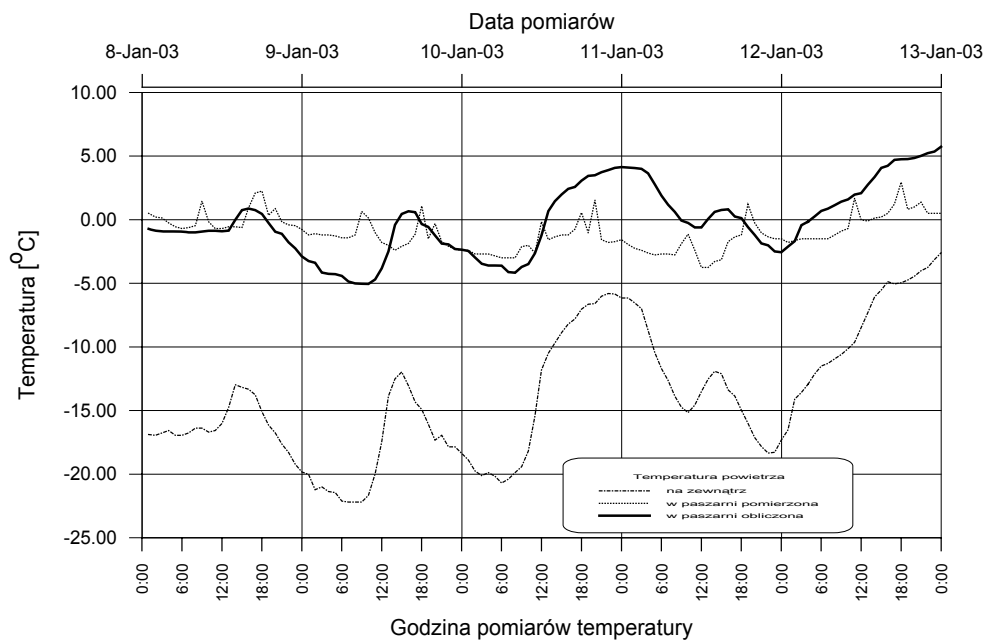
Rys. 1. Temperatura powietrza pomierzona i obliczona w pomieszczeniu na mleko oraz temperatura powietrza na zewnątrz

Fig. 1. Air temperature measured in and computed for milk storage room, and outside air temperature



Rys. 2. Temperatura powietrza pomierzona i obliczona poddaszu oraz temperatura powietrza na zewnątrz

Fig. 2. Air temperature measured in and computed for an attic, and outside air temperature



Rys. 3. Temperatura powietrza pomierzona i obliczona w paszarni oraz temperatura powietrza na zewnątrz

Fig. 3. Air temperature measured in and computed for food store, and outside air temperature

Podsumowanie

Opracowano metodę obliczania temperatury powietrza w poszczególnych pomieszczeniach budynku inwentarskiego, która umożliwi symulację zachowania budynku z punktu widzenia mikroklimatu w hali zwierząt dla dowolnych warunków otoczenia i stanowi podstawę nowego podejścia do projektowania mikroklimatu w budynkach dla bydła. W obliczeniach symulacyjnych możliwe jest uwzględnienie temperatury powietrza w pomieszczeniach pomocniczych wyznaczonej na podstawie bilansu ciepła z uwzględnieniem źródeł ciepła, które znajdują się w pomieszczeniu a w szczególności ciepła powstającego w procesie chłodzenia mleka.

Bibliografia

- Głuski T. 1999. Badania symulacyjne procesów wymiany ciepła w budynkach dla bydła. Inżynieria Rolnicza 5(11). Warszawa. s. 305-310.
- Siarkowski Z., Głuski T. 2000. Obliczeniowe temperatury zewnętrzne i ich wpływ na bilans cieplny budynku inwentarskiego. Inżynieria Rolnicza 8(19). Warszawa. s. 243-248.
- Głuski T. 2003. Temperatury obliczeniowe w klasycznej metodzie bilansowania ciepła w budynkach inwentarskich. Inżynieria Rolnicza 9(51). Kraków. s. 325-333.

IMPACT OF TEMPERATURE IN AUXILIARY ROOMS ON THERMAL BALANCE IN BUILDINGS FOR CATTLE

Summary. The paper presents an analysis of the heat exchange effect in individual rooms of building for livestock. Microclimate tests in existing facilities indicate that computational temperature values specified in Polish Standard PN-82/B-02403 differ from actual ones, in particular in a milk plant. The researchers developed a method for simulation of thermal processes occurring between individual rooms in livestock building. Air temperature in each room taken for calculation purposes is obtained from thermal balance in that room. This allows to carry out an analysis of thermal processes in livestock building and to simulate their trajectory in time. Air temperature values computed on the grounds of this simulation were compared to the temperature values measured in an existing facility.

Key words: livestock building, thermal balance, air temperature, heat exchange, simulation

Adres do korespondencji:

Tadeusz Głuski; e-mail: tadeusz.gluski@ar.lublin.pl
Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Akademia Rolnicza w Lublinie
ul. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin