

PARAMETRY STADA W PROCESIE PROJEKTOWANIA MIKROKLIMATU W BUDYNKACH DLA BYDŁA

Tadeusz Głuski

Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego. Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

Streszczenie. Zapewnienie właściwych warunków mikroklimatycznych w budynku inwentarskim na etapie projektowania zależy od dokładności obliczeń bilansu ciepła, na które duży wpływ mają przyjęte dane wyjściowe. W budynkach samoogrzewalnych jedynym źródłem ciepła są same zwierzęta. Ilość emitowanego ciepła przez bydło mleczne zależy między innymi od stopnia zaawansowania ciąży. Wyznaczono średni czas zaawansowania ciąży w stadzie, równy 100 dni, który powinien być przyjmowany do obliczeń bilansu ciepła w budynkach dla bydła. Wyniki obliczeń zostały porównane ze średnim czasem zaawansowania ciąży w stadzie krów w obiekcie rzeczywistym.

Słowa kluczowe: budynek dla bydła, bilans ciepła, struktura stada, średni czas ciąży

Wykaz oznaczeń:

m	– masa zwierząt [kg],
n	– ilość krów w stadzie [szt],
M	– zawartość energii w suchej substancji [$\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$],
p_{sr}	– średni czas zaawansowania ciąży w stadzie [dni],
p_n	– czas zaawansowania ciąży n -tej krowy [dni],
Y_1	– dzienna produkcja mleka [kg],
Y_2	– przyrosty dzienne [kg],
Φ_{zc}	– ciepło całkowite emitowane przez zwierzęta [W],
Φ_{zj}	– ciepło jawne emitowane przez zwierzęta [W],
Φ_{zu}	– ciepło utajone emitowane przez zwierzęta [W],
hpu	– jednostka produkcji ciepła równa 1000 W ciepła całkowitego w temperaturze 20°C,
t_i	– temperatura powietrza w hali zwierząt [°C],
c	– czas trwania ciąży u krowy (277–285) [dni],
OmO	– okres międzyocieleniowy [dni],
WO	– wskaźnik ocieleń.

Wstęp

Budynki inwentarskie posiadają największy udział zarówno w kosztach eksploatacji infrastruktury gospodarstwa rolnego jak i w strukturze wartości odtworzeniowej gospodarstw specjalizujących się w chowie zwierząt oraz gospodarstw o produkcji mieszanej – roślinnej

i zwierzęcej [Kuboń 2008a, b]. Optymalne rozwiązania projektowe oraz właściwe wykonanie prowadzi więc nie tylko do zapewnienia dobrostanu zwierząt ale wpływa również na efekty ekonomiczne gospodarstwa. Jakość budynku inwentarskiego zależy od rozwiązania trzech podstawowych zagadnień na etapie projektowania:

- odpowiednia wytrzymałość konstrukcji i trwałość elementów konstrukcyjnych,
- układ funkcjonalny budynku, optymalny z punktu widzenia realizowanych procesów technologicznych,
- właściwy mikroklimat hali zwierząt, jako jeden z podstawowych elementów dobrostanu

Zapewnienie właściwego mikroklimatu na etapie projektowania zależy od zastosowanej metody projektowania mikroklimatu oraz przyjętych danych wyjściowych do obliczeń [Głuski 1998, 1999]. W Polsce od wielu lat do celów projektowych stosowana jest metoda uproszczona WWT (wskaźnik właściwości termicznych), która została opracowana przez Wolskiego [2001]. Metoda ta powstała w oparciu o metodę klasyczną, której podstawą jest bilans zysków i strat ciepła w budynku. Metoda ta jest bardzo wygodna w użyciu i daje istotne uproszczenie obliczeń z tego względu, że autor podaje opracowane przez siebie, wartości ciepła dysponowanego. Metoda powstała w latach siedemdziesiątych ubiegłego wieku, a opracowane w formie tabelarycznej wartości ciepła dysponowanego powstały w oparciu o dane Instytutu Zootechniki odnośnie wielkości emitowanego przez zwierzęta ciepła i pary wodnej. Najnowsze badania dotyczące emisji ciepła przez zwierzęta uwzględniają takie czynniki jak wartość energetyczna paszy czy stopień zaawansowania ciąży, które nie były uwzględniane w dotychczas stosowanych metodach.

Cel pracy

W budynku przeznaczonym dla krów mlecznych znajdują się krowy o różnym stopniu zaawansowania ciąży, oraz krowy po ocieleniu znajdujące się w okresie międzocieleniowym. Celem pracy jest określenie średniego czasu zaawansowania ciąży w stadzie, który powinien być przyjmowany w obliczeniach emisji ciepła od zwierząt.

Struktura stada bydła mlecznego

Pedersen i Sällvik [2002] podali zależności w postaci funkcji które pozwalają na obliczenie ilości ciepła całkowitego, ciepła jawnego, pary wodnej i dwutlenku węgla produkowanego przez bydło z podziałem na poszczególne kategorie zwierząt:

- jałówki

$$\Phi_{zc} = 7,64m^{0,69} + Y_2 \left[\frac{23}{M} - 1 \right] \left[\frac{57,27 + 0,302m}{1 - 0,171Y_2} \right] + 1,6 \cdot 10^{-5} p^3 \quad [\text{W}] \quad (1)$$

- krowy mleczne

$$\Phi_{zc} = 5,6m^{0,75} + 22Y_1 + 1,6 \cdot 10^{-5} p^3 \quad [\text{W}] \quad (2)$$

Uwzględnienie temperatury otoczenia w odniesieniu do jednostki hpu:

$$\Phi_{zc} = 1000 + 4 \cdot (20 - t_w) \quad [\text{W}] \quad (3)$$

Parametry stada...

Ilość produkowanego ciepła jawnego:

$$\Phi_{zj} = 0,71 \cdot \Phi_{zc} - 0,408 \cdot t_w^2 \quad [\text{W}] \quad (4)$$

Ciepło utajone jest różnicą ciepła całkowitego i jawnego:

$$\Phi_{zu} = \Phi_{zc} - \Phi_{zj} \quad [\text{W}] \quad (5)$$

Z zależności 1–4 wynika, że ilość produkowanego przez zwierzęta ciepła zależy od następujących czynników:

- kategorii zwierząt (cielęta, bukaty, jałówki, krowy mleczne)
- masy ciała zwierzęcia (m),
- przyrostów dziennych (Y_2),
- dziennej produkcji mleka (Y_1),
- stopnia zaawansowania ciąży (p),
- temperatury otoczenia (t_w),

Struktura stada przy produkcji w cyklu zamkniętym, zależna od ilości sztuk w poszczególnych kategoriach zwierząt ulega ciągłym wahaniom, które wynikają z procesów związanych z obrotem stadem:

- wycielenia,
- przesunięcia zwierząt do innej grupy wzrostowej,
- remont stada,
- brakowanie.

Strukturę stanowisk dla bydła w cyklu zamkniętym podaje Fiedorowicz [2006]. Została ona opracowana na podstawie wieloletnich badań i uwzględnia pewien zapas stanowisk dla młodzieży wynikający z sezonowości wcieleni krów. Podana przez Fiedorowicza struktura stada odzwierciedla rzeczywistą ilość sztuk w poszczególnych kategoriach zwierząt w odniesieniu do 1000 szt. krów stada podstawowego:

- krowy 1000 szt.
- cielęta do 1 miesiąca 75 szt.
- cielęta 2 do 3 mies. 150 szt.
- cielęta 3 do 6 mies. 200 szt.
- jałówki 6 do 10,5 mies. 145 szt.
- jałówki 10,5 do 15 mies. 138 szt.
- jałówki 15 do 19,5 mies. 132 szt.
- jałówki 19,5 do 24 mies. 125 szt.
- bukaty 3 do 18 mies. 389 szt.
- opasy 20 szt.

Powyższa struktura nie zawiera informacji o samym stadzie podstawowym i jego strukturze. Z punktu widzenia emisji ciepła istotny jest procentowy udział w stadzie krów w okresie między ciążowym oraz średni stopień zaawansowania ciąży. W celu określenia tych czynników zostały przeprowadzone badania struktury stada podstawowego polegające na analizie stopnia zaawansowania ciąży w różnych okresach czasu.

Podstawowym elementem, który ma wpływ na procesy związane z obrotem stada jest długość okresu międzyporodowego, czyli czasu jaki upływa pomiędzy jednym a następnym ocieleniem krowy. Okres ten nazywany w literaturze również okresem międzyocieleniowym lub międzywycieleniowym, powinien trwać 365 dni, co daje jedno cielę od krowy

w ciągu roku [Litwińczuk, Szulc 2005]. Okres międzyporodowy zależy od indywidualnych cech krów, a szczególnie od wskaźnika zapładnialności. Wskaźnik ten jest najbardziej miarodajny dla oceny skuteczności zabiegów unasienniania i określany jest procentowym udziałem zapłodnień po pierwszym unasiennianiu. W okresie międzyporodowym można wyróżnić dwa podokresy:

- ciąży, który zależy od rasy bydła i trwa od 277 do 285 dni,
- międzyciążowy, na który składa się okres przestoju poporodowego i czas zwłoki.

Czas zwłoki jest to odstęp czasu pomiędzy pierwszym po ocieleniu unasiennieniem, które okazało się nieskuteczne, a unasiennieniem po którym nastąpiło zapłodnienie krowy. Wierzbowski i Żukowski [2007] wyróżniają trzy rodzaje okresu międzyporodowego:

- okres 12-miesięczny - ciąża 285 dni i okres międzyciążowy 80 dni (okres przestoju poporodowego 60 dni oraz czas zwłoki 20 dni),
- okres skrócony - ciąża 285 dni i okres międzyciążowy 60 dni (okres przestoju poporodowego 60 dni bez czasu zwłoki),
- okres przedłużony - ciąża 285 dni i okres międzyciążowy 120 dni (okres przestoju poporodowego 100 dni oraz czas zwłoki 20 dni).

Średni czas ciąży dla dowolnego stada krów mlecznych, przy założeniu, że ciąża trwa 285 dni będzie wynosił:

$$p_{sr} = \frac{\sum_{n=1}^n p_n}{n} \text{ dni} \quad (6)$$

Jeżeli przyjąć do analizy teoretyczne stado składające się z 365 krów, przy czym każda sztuka znajduje się w innej fazie okresu międzyporodowego, to 285 krów znajduje się w ciąży równomiernie rozłożonej w czasie (każda sztuka w innym dniu ciąży), natomiast 80 krów jest w okresie międzyciążowym. Średni czas zaawansowania ciąży dla takiego stada będzie wynosił:

$$p_{sr} = \frac{\sum_{n=1}^{n=285} d_n}{365} = \frac{40755}{365} = 111,66 \text{ dni} \quad (7)$$

Jeżeli przyjmujemy do rozważań stado liczące mniej niż 365 krów na przykład $n=100$ szt., to minimalna wartość p będzie równa:

$$p_{min} = \frac{\sum_{n=1}^{n=100} d_n}{n} = \frac{5050}{100} = 50,5 \text{ dni} \quad (8)$$

maksymalna wartość p :

$$p_{max} = \frac{\sum_{n=185}^{n=285} d_n}{n} = \frac{23550}{100} = 235,5 \text{ dni} \quad (9)$$

Uwzględniając fakt, że część stada będzie w okresie międzyciążowym (OmC), to wartość średnia p będzie równa:

Parametry stada...

$$p_{sr} = \frac{p_{min} + p_{max}}{2} \cdot \frac{c}{OmO} = \frac{50,5 + 235,5}{2} \cdot \frac{285}{365} = 111,66 \text{ dni} \quad (10)$$

czyli identycznie jak dla teoretycznego stada liczącego 365 krów.

Obliczony średni czas ciąży $p_{sr} = 111,66$ dni dla stada o dowolnej liczebności jest wielkością teoretyczną i w praktyce nieosiągalną, dlatego że zakłada 100% skuteczność inseminacji, czyli z teoretycznego stada liczącego 365 krów aż 285 szt. znajduje się w ciąży. W rzeczywistości będą decydowały o tym następujące wskaźniki [Litwińczuk 1999]:

- wskaźnik zapłodnialności czyli procent zapłodnień po pierwszym unasiennianiu,
- wskaźnik niepowtarzalności czyli procentowy udział krów, które w przeciągu 60 dni po pierwszym unasiennianiu nie powtórzyły rui i nie zostały zgłoszone do ponownego unasienniania.

Miarą oceny skuteczności unasienniania jest wskaźnik ocielen WO [Wierzbowski, Żukowski 2007]. Jest to stosunek liczby porodów w roku do średniorocznego stanu krów wyrażony w procentach. Wskaźnik ten przyjmuje się za bardzo dobry jeżeli wynosi powyżej 90%. Można zatem przyjąć, że średni czas trwania ciąży będzie wynosił:

$$p_{sr} = 111,66 \cdot 0,9 = 100,49 \text{ dni} \quad (11)$$

W celu weryfikacji obliczeń poddano analizie podstawowe stado krów w gospodarstwie specjalistycznym w miejscowości Ossowa na terenie woj. lubelskiego (tabela 1).

Tabela 1. Średni czas zaawansowania ciąży w poszczególnych grupach laktacyjnych krów
Table 1. Average pregnancy advancement time in individual lactation groups of cows

Data	I laktacja		II laktacja		III laktacja		IV laktacja		V laktacja		Ilość krów szt.	Ilość wycieleń szt.
	ilość szt.	p_{sr} dni	ilość szt.	p_{sr} dni	ilość szt.	p_{sr} dni	ilość szt.	p_{sr} dni	ilość szt.	p_{sr} dni		
19.01.05	28	67,36	20	120,70	41	87,71	20	60,80	13	26,08	122	7
18.02.05	28	58,61	20	114,55	38	72,71	23	40,04	15	33,53	124	12
22.03.05	32	53,91	16	76,19	37	52,65	27	37,59	16	43,44	128	17
21.04.05	33	63,73	16	98,63	36	61,39	28	48,04	16	58,50	129	2
24.05.05	30	56,07	18	92,61	35	65,14	28	44,04	18	81,17	129	8
22.06.05	28	43,36	19	104,58	33	70,48	31	67,81	15	99,67	126	5
22.07.05	28	59,43	18	114,94	34	88,09	30	66,40	13	115,46	123	3
19.08.05	28	78,00	18	116,61	33	101,12	29	83,86	12	88,33	120	4
23.09.05	27	86,07	16	119,56	36	115,75	27	89,15	13	84,77	119	6
21.10.05	27	96,85	13	105,69	34	107,15	29	88,31	13	98,15	116	10
26.11.05	29	114,79	11	103,27	32	101,28	28	71,39	15	63,60	115	14
13.12.05	30	104,50	13	99,15	29	103,55	27	61,11	16	66,00	115	14
Średnio:	29,00	73,28	16,50	106,24	34,83	84,95	27,25	63,83	14,58	70,73	122,17	-
Razem:	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102

Źródło: obliczenia własne autora

Badania zostały przeprowadzone dwunastokrotnie, raz w miesiącu, w ciągu jednego roku kalendarzowego. Stado zostało podzielone na pięć grup laktacyjnych i dla każdej grupy został wyznaczony średni czas zaawansowania ciąży. Do obliczeń przyjęto czas trwania ciąży 285 dni oraz 12-miesięczny okres międzyporodowy. W ciągu roku było 102 wycielenia, co daje wskaźnik ocieleń WO równy 0,835. Średni czas zaawansowania ciąży dla poszczególnych grup laktacyjnych waha się od 63,83 dni dla grupy krów w czwartej laktacji do 106,24 dni dla krów w drugiej laktacji. Średni czas zaawansowania ciąży dla całego stada wynosi 78,65 dni.

Podsumowanie

W analizowanym gospodarstwie proces produkcyjny realizowany jest w dwóch budynkach. W budynku głównym, wyposażonym w halę udojową trzymane są tylko krowy mleczne, w drugim natomiast pozostałe grupy wzrostowe czyli cielęta, jałówki i bukaty. Jałówki po pierwszym wycieleniu przenoszone są do budynku głównego. Taka organizacja procesu produkcyjnego powoduje, że średni czas zaawansowania ciąży wyliczony dla stada podstawowego jest nieco zaniżony.

Przeprowadzona analiza pozwala na wyciągnięcie wniosku, że do obliczeń emisji ciepła przez krowy, korzystając z wzoru 2 wartość „*p*” należy przyjmować równą 100 dni.

Bibliografia

- Fiedorowicz G.** 2006. Struktura stanowisk dla bydła przy produkcji w cyklu zamkniętym. Problemy Inżynierii Rolniczej 3(53), Warszawa. s.43-52.
- Głuski T.** 1998. Analiza elementów bilansu ciepła w hali zwierząt. IV Międzynarodowa Konferencja Naukowa pt.: Problemy intensyfikacji produkcji zwierzęcej przy uwzględnieniu ograniczeń ochrony środowiska. IBMER, Warszawa. s. 59-65.
- Głuski T.** 1999. Badania symulacyjne procesów wymiany ciepła w budynkach dla bydła. Inżynieria Rolnicza 5(11), Warszawa. s. 305-310.
- Kuboń M.** 2008a. Koszty eksploatacji budynków i budowli magazynowych w gospodarstwach o różnym typie produkcji rolniczej. Inżynieria Rolnicza 2(100), Kraków. s. 137-144.
- Kuboń M.** 2008b. Koszty infrastruktury logistycznej w przedsiębiorstwach rolniczych. Inżynieria Rolnicza 10(108), Kraków. s. 125-136.
- Litwińczuk Z., Szulc T.** 2005. Praca zbiorowa. Hodowla i użytkowanie bydła. PWRiL, Warszawa. ISBN 83-09-01794-4.
- Pedersen S., Sällvik K.** 2002. Heat and moisture production at animal and house levels. 4th Report of Working Group on Climatization of Animal Houses. CIGR. Horsens. ISBN 87-88976-60-2. Dostępny w Internecie: <http://www.agrsci.dk/jbt/spe/CIGRreport>.
- Wierzbowski S., Żukowski K.** 2007. Rozród bydła. Wyd. KOS. Balice. ISBN 83-922750-1-4.
- Wolski L.** 2001. Wymiarowanie termiczne obiektów w zabudowie rozproszonej. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa. ISBN 83-7207-252-3.

HERD PARAMETERS IN MICROCLIMATE DESIGN PROCESS IN BUILDINGS FOR CATTLE

Abstract. Ensuring proper microclimatic conditions in building for livestock at the design stage depends on the accuracy of heat balance computation, which is highly affected by assumed initial data. In self-heating buildings the animals are the sole source of heat. Among other things, the volume of heat emitted by milk cattle depends on pregnancy advancement. The research allowed to determine average pregnancy advancement time in a herd, that is 100 days, which should be taken to compute heat balance in buildings for cattle. Computation results were compared to average pregnancy advancement time for a herd of cows in a real object.

Key words: building for cattle, heat balance, herd structure, average pregnancy duration

Adres do korespondencji:

Tadeusz Głuski; e-mail: tadeusz.gluski@up.lublin.pl
Katedra Melioracji i Budownictwa Rolniczego
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie
ul. St. Leszczyńskiego 7
20-069 Lublin