

BUDYNKI I BUDOWLE ROLNICZE	N O R M A B R A N Ż O W A	BN-88
	Podłogi legowiskowe dla bydła i trzody chlewnej Wymagania zootechniczne i cieplotechniczne	8821-01
		Grupa katalogowa 0763

SPIS TREŚCI

1. WSTĘP

- 1.1. Przedmiot normy
- 1.2. Zakres stosowania normy
- 1.3. Podstawowe określenia

2. WYMAGANIA ZOOTECHNICZNE

- 2.1. Wymagania ogólne
- 2.2. Ciepłochłonność podłogi
- 2.3. Współczynnik tarcia kinetycznego f
- 2.4. Nachylenie płaszczyzny powierzchni podłogi legowiskowej
- 2.5. Toksyczność materiałów podłogowych
- 2.6. Odporność na działanie czynników chemicznych

3. WYMAGANIA CIEPŁOTECHNICZNE

4. WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA KINETYCZNEGO
MATERIAŁU PODŁOGOWEGO

5. OBLICZANIE OPORU CIEPLNEGO PODŁOGI

- 5.1. Opór cieplny podłogi złożonej z warstw jednolitych R_{λ}

- 5.2. Średni opór cieplny podłogi

6. WYZNACZANIE GĘSTOŚCI CIEPŁA

- 6.1. Wyznaczanie gęstości ciepła q według metod doświadczalnych
- 6.2. Wyznaczanie gęstości ciepła q według metod matematycznych
- 6.3. Obliczanie gęstości ciepła q

ZAŁĄCZNIKI

1. Wielkości cieplnofizyczne, dotyczące wymiany ciepła
2. Obliczanie współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ
3. Obliczanie gęstości ciepła q metodą numeryczną
4. Wyznaczanie gęstości ciepła q sposobem przybliżonym
5. Obliczanie gęstości ciepła q w podłogach o zmniejszonej powierzchni kontaktowej, sposobem przybliżonym
6. Wartości temperatury na powierzchni podłogi θ_p w procesie kontaktowej wymiany ciepła
7. Właściwości fizyczne niektórych materiałów betonowych i zasypiek stosowanych w podłogach legowiskowych

INFORMACJE DODATKOWE

1. WSTĘP

1.1. Przedmiot normy. Przedmiotem normy są wymagania zootechniczne i cieplotechniczne, dotyczące stykających się z gruntem podłóg legowiskowych dla bydła i trzody chlewnej.

1.2. Zakres stosowania normy. Normę należy stosować przy projektowaniu budynków inwentarskich oraz przy ich wykonywaniu, przebudowie i rozbudowie.

1.3. Podstawowe określenia

1.3.1. stanowisko (legowisko) ściółkowe — stanowisko (legowisko) pokryte warstwą ściółki o grubości nie mniejszej niż 50 mm w stanie ugniecionym.

1.3.2. stanowisko (legowisko) bezściółkowe — stanowisko (legowisko) pokryte warstwą ściółki o grubości mniejszej niż 50 mm, zabezpieczającej ciało zwierzęcia na legowisku przed bezpośrednim kontaktem z powierzchnią podłogi.

1.3.3. ciepłochłonność podłogi — zdolność podłogi wraz ze znajdującym się pod nią podłożem do przyswajania ciepła.

1.3.4. gęstość ciepła q — ilość ciepła przepływającego od ciała zwierzęcia lub umownego aparatu badawczego przez 1 m² podłogi w ciągu 1 h.

2. WYMAGANIA ZOOTECHNICZNE

2.1. Wymagania ogólne. Przy projektowaniu i wykonywaniu budynków inwentarskich należy spełnić jednocześnie następujące wymagania zootechniczne w zakresie właściwości dotyczących podłóg bezściółkowych:

- a) ciepłochłonność podłogi wg 2.2,
- b) opór cieplny wg 3b),
- c) współczynnik tarcia kinetycznego charakteryzujący w tym przypadku śliskość powierzchni podłogi, wg 2.3,
- d) nachylenie płaszczyzny powierzchni podłogi wg 2.4,

Zgłoszona przez Instytut Budownictwa, Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa
Ustanowiona przez Dyrektora Instytutu Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa dnia 20 maja 1988 r.
jako norma obowiązująca od dnia 1 października 1988 r.
(Dz. Norm. i Miar nr 8/1988, poz. 20)

e) toksyczność materiałów podłogowych wg 2.5,

f) odporność podłóg na działanie czynników chemicznych wg 2.6.

W stosunku do podłóg ściółkowych, należy spełnić wymagania określone wg poz. d), e), f).

2.2. Ciepłochłonność podłogi na legowisku bezściółkowym powinna być ograniczona tak, aby gęstość ciepła q przepływającego przez powierzchnię podłogi w ciągu pierwszych 60 min nie przekraczała wartości podanych w tabl. 1.

Tablica 1. Gęstość ciepła q_{\max} dla podłóg o legowiskach bezściółkowych po upływie pierwszych 60 min wymiany ciepła

Lp.	Klasa ciepłochłonności legowiska	Rodzaj zwierząt	q_{\max}	
			kJ/m^2	$\text{W} \cdot \text{h/m}^2$ ¹⁾
1	I	Cielęta, prosięta	500	140
2	II	Jałówki, krowy mleczne	750	210
3	III	Trzoda chlewna starsza	1050	290
4	IV	Bydło opasowe	1250	350

¹⁾ Wartości q_{\max} , w $\text{W} \cdot \text{h/m}^2$, podano w zaokrągleniu.

2.3. Współczynnik tarcia kinetycznego f dla materiału warstwy wierzchniej w podłogach bezściółkowych powinien wynosić nie mniej niż:

$f = 0,30$ dla zwierząt o masie ciała do 100 kg,

$f = 0,40$ dla zwierząt o masie ciała powyżej 100 kg.

2.4. Nachylenie płaszczyzny powierzchni podłogi legowiskowej w celu odprowadzenia ścieków ze stanowiska powinno wynosić, w %,

a) na legowiskach dla krów

- krótkich bezściółkowych $2 \div 3$
- średnich i długich bezściółkowych $2,5 \div 3$
- ściółkowych płytkich $2 \div 3$
- ściółkowych głębokich, w boksach do 4
- ściółkowych głębokich, tradycyjnych $1 \div 6$
- specjalnych porodowych 7

b) na legowiskach dla jałowiec i bukatów

- bezściółkowych 3
- ściółkowych płytkich 3
- ściółkowych głębokich, w boksach do 4
- ściółkowych głębokich, tradycyjnych $1 \div 6$

c) na legowiskach dla cieląt

- bezściółkowych 3
- ściółkowych płytkich 3
- ściółkowych głębokich, w boksach do 4

d) na legowiskach dla trzody chlewnej

- dla loch luźnych w kojach 4
- dla pozostałych legowisk $3 \div 4$

Dla trzody chlewnej dopuszcza się dwustronne nachylenie legowiska w kierunku części gnojowej i w kierunku kanalizacji korytarza paszowego, w paśmie o szerokości 0,50 m wzdłuż koryta.

2.5. Toksyczność materiałów podłogowych. Materiały stosowane do budowy podłóg legowiskowych nie mogą być szkodliwe dla zdrowia zwierząt. Decydujące w tym zakresie są orzeczenia upoważnionych instytucji.

2.6. Odporność na działanie czynników chemicznych.

Podłogi legowiskowe powinny być odporne na działanie kwasów o wskaźniku pH powyżej 3,5 oraz zasad o wskaźniku pH poniżej 9,0.

3. WYMAGANIA CIEPŁOTECHNICZNE

Wielkości cieplnofizyczne dotyczące wymiany ciepła należy stosować wg załącznika 1.

Przy projektowaniu i wykonywaniu podłóg legowiskowych należy spełnić jednocześnie następujące wymagania:

a) gęstość ciepła q przepływającego przez powierzchnię podłogi przeznaczonej na legowisko bezściółkowe nie powinna być większa od wartości q_{\max} podanych w tabl. 1,

b) opór cieplny podłogi R powinien być nie mniejszy niż wartości R_{\min} wg tabl. 2.

Tablica 2. Minimalne wartości oporu cieplnego R dla podłóg legowiskowych

Lp.	Rozpatrywany pas podłogi	Opór cieplny podłogi ¹⁾ R_{\min} , $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$	
		podłogi ściółkowe	podłogi bezściółkowe
1	Podłogi położone w pasie o szerokości 1,0 m przyległym do ścian zewnętrznych przy a) $R_f < 0,70$ ²⁾ b) $0,70 \leq R_f \leq 0,90$ c) $R_f > 0,90$	0,90 0,80 nie ogranicza się	1,30 0,90 0,45
2	Podłogi położone poza pasem przyściennym o szerokości 1,0 m	nie ogranicza się	0,45

¹⁾ Nie ogranicza się wartości oporu cieplnego dla podłóg zagłębionych więcej niż 1,0 m poniżej poziomu terenu.
²⁾ R_f — opór cieplny ściany fundamentowej do głębokości co najmniej 1,0 m poniżej poziomu terenu, w $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$.

4. WYZNACZANIE WSPÓŁCZYNNIKA TARCIA KINETYCZNEGO MATERIAŁU PODŁOGOWEGO

Wyznaczanie współczynnika tarcia kinetycznego f dla materiałów stosowanych do budowy wierzchnich warstw podłóg legowiskowych należy przeprowadzać według metod doświadczalnych opracowanych i dopuszczonych przez upoważnione jednostki naukowo-badawcze. Pomiary należy wykonywać dla materiałów w stanie wilgotnym.

5. OBLICZANIE OPORU CIEPLNEGO PODŁOGI

5.1. Opór cieplny podłogi złożonej z warstw jednolitych, R_{λ} , wyrażony w $\text{m}^2 \cdot \text{K/W}$ należy obliczać wg wzoru

$$R_{\lambda} = \frac{d}{\lambda} \quad (1)$$

w którym:

d — grubość warstwy jednolitej, m,

λ — współczynnik przewodności cieplnej, $\text{W}/(\text{mk})$.

5.2. Średni opór cieplny podłogi, w której znajdują się warstwy niejednolite, należy obliczać wg wzoru

$$R = \frac{R_1 \cdot A_1 + R_2 \cdot A_2 + \dots + R_n \cdot A_n}{A} \quad (2)$$

w którym:

R_1, R_2, \dots, R_n — opory cieplne poszczególnych wycinków złożonych z warstw jednolitych podłogi, $m^2 \cdot K/W$,

A_1, A_2, \dots, A_n — powierzchnie wycinków podłogi, uzyskanych przez umowny podział tej podłogi płaszczyznami prostopadłymi do jej powierzchni na wycinki jednolite lub złożone z warstw jednolitych, m^2 ,

A — całkowita powierzchnia podłogi, m^2 , lub powierzchnia wydzielonego prefabrykatu podłogowego, elementu itp., lub powierzchnia jednostkowa, np. 1 m^2 .

W przypadku występowania w podłodze zamkniętej warstwy powietrznej, jej opór cieplny R_p należy przyjmować wg PN-82/B-02020 załącznik 3.

Opór cieplny podłogi należy obliczać dla całej konstrukcji podłogowej, łącznie z warstwą lub warstwami podkładowymi znajdującymi się powyżej podłoża gruntowego. Nie należy natomiast uwzględniać warstwy ściółki w przypadku legowisk ściółkowych.

6. WYZNACZANIE GĘSTOŚCI CIEPŁA

6.1. Wyznaczanie gęstości ciepła q według metod doświadczalnych należy przeprowadzać w pomieszczeniu zamkniętym, przy następującej temperaturze i wilgotności względnej powietrza

$$t_i = 12 \div 15^\circ C$$

$$\varphi = 75 \div 85\%$$

Modelowe podłogi legowiskowe, stanowiące przedmiot pomiarów testacyjnych, powinny być wykonane w skali naturalnej wymiarów przekroju poprzecznego i w trakcie przeprowadzania pomiarów cieplnych powinny być ułożone na warstwie podkładowej o grubości 20 cm, wykonanej z piasku o gęstości objętościowej $\rho = 1600 \div 1700 \text{ kg/m}^3$ (dla stanu suchego) oraz wilgotności w_0 od 4 do 5% w stosunku objętościowym.

Materiały tworzące podłoże pod warstwą podkładową podłogi powinny mieć następujące wartości cech fizycznych:

- gęstość objętościowa $\rho \geq 1600 \text{ kg/m}^3$,
- współczynnik przewodności cieplnej $\lambda \geq 0,70 \text{ W/m} \cdot \text{K}$.

Wilgotność materiałów w podłogach modelowych powinna odpowiadać warunkom użytkowemu w eksploatowanych budynkach inwentarskich, odpowiednim dla rodzaju zwierząt, sposobu karmienia, systemu chowu itp.

Aparatura pomiarowa stosowana w metodach doświadczalnych powinna być tak skonstruowana, aby urządzenie stanowiące źródło ciepła przepływającego do podłogi, odpowiadało modelowi ciała zwierzęcia o stałej temperaturze wynoszącej $+37^\circ C$, z dopuszczalną odchyłką $\pm 0,5^\circ C$.

Przepływ ciepła z urządzenia pomiarowego do podłogi powinien odbywać się poprzez warstwę wykonaną z materiału o cechach zbliżonych do skóry zwierzęcia. Opór cieplny tej warstwy powinien wynosić od 0,030 do 0,032 $m^2 \cdot K/W$.

6.2. Wyznaczanie gęstości ciepła q według metod matematycznych należy przeprowadzać stosując wzory wynikające z teorii wymiany ciepła i przewodnictwa cieplnego dla kontaktowej wymiany ciepła, przy następujących założeniach omówionych niżej.

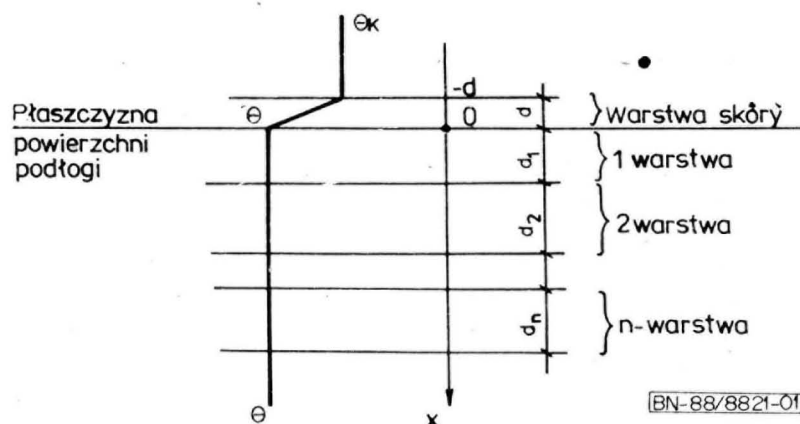
a) Schemat obszaru przewodzenia ciepła — wg rysunku.

b) Umownym źródłem ciepła przepływającego przez powierzchnię podłogi jest model pasywny ciała o stałej temperaturze $\theta_k = +37^\circ C$, w postaci półprzestrzeni przewodzącej.

c) Strumień ciepła jest przewodzony ze źródła ciepła do podłogi i podłoża gruntowego przez warstwę skóry przylegającą do powierzchni podłogi. Dla warstwy tej należy przyjmować następujące wartości umowne:

- grubość warstwy $d = 8,0 \text{ mm}$,
- współczynnik przewodności cieplnej $\lambda = 0,256 \text{ W/m} \cdot \text{K}$,
- ciepło właściwe $c_p = 2,09 \text{ kJ/kg} \cdot \text{K}$,
- gęstość objętościowa $\rho = 1450 \text{ kg/m}^3$.

d) W chwili początkowej temperatura w przekroju podłogi i podłoża jest ustalona prostoliniowo i wy-



nosi $\theta = +12^{\circ}\text{C}$. Tę samą wartość ma temperatura na powierzchni podłogi θ_p .

W obliczeniach można pominąć nie więcej niż dwie warstwy podłogowe spełniające warunki:

— grubość warstwy d nie przekracza 3 mm ($d \leq 0,003$ m).

— pojemność cieplna warstwy $(c_p \cdot \rho)d$ przy odległości tej warstwy od powierzchni podłogi wynoszącej x (cm) (liczonej do wierzchniej warstwy pomijanej w obliczeniach), jest mniejsza niż: $(c_p \cdot \rho)d = 1,8$ kJ/K, jeżeli jest to warstwa wierzchnia lub jeżeli $x < 2,0$ cm,

3,0 kJ/K, jeżeli $x \geq 2,0$ cm,

8,0 kJ/K, jeżeli $x \geq 5,0$ cm,

20,0 kJ/K, jeżeli $x \geq 8,0$ cm.

6.3. Obliczanie gęstości ciepła q . Obliczanie gęstości ciepła q można przeprowadzać metodą numeryczną wg

załącznika 3 lub sposobem przybliżonym wg załącznika 4, a dla podłóg o zmniejszonej powierzchni kontaktowej (sposobem przybliżonym) wg załącznika 5. Konieczną do obliczeń wartość współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ należy obliczać wg załącznika 2, wartości temperatury na powierzchni podłogi θ_p należy przyjmować wg załącznika 6. Wartości te zostały wyznaczone w zależności od współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ oraz czasu trwania kontaktowej wymiany ciepła τ (w zakresie od 0 do 1 h) dla temperatury źródła ciepła (ciała zwierzęcia) $\theta_k = 37,00^{\circ}\text{C}$ i temperatury początkowej podłogi $\theta_0 = +12,00^{\circ}\text{C}$.

Właściwości fizyczne niektórych materiałów betonowych i zasypek stosowanych w podłogach legowiskowych zestawiono w załączniku 7.

K O N I E C

Informacje dodatkowe

ZALĄCZNIK I

WIELKOŚCI CIEPLNOFIZYCZNE, DOTYCZĄCE WYMIANY CIEPŁA

Lp.	Nazwa	Symbol	Określenie	Jednostka miary
1	2	3	4	5
1	Ciepło, ilość ciepła	Q	ilość energii cieplnej	J (W · s, W · h)
2	Strumień ciepła, moc cieplna, (strata ciepła)	\dot{Q}	ilość energii cieplnej przenoszonej w jednostce czasu $\dot{Q} = Q/\tau$, gdzie τ = czas	W
3	Gęstość strumienia ciepła	\dot{q}	ilość energii cieplnej przenoszonej w jednostce czasu przez jednostkę powierzchni A $\dot{q} = \dot{Q}/A$	W/m ²
4	Gęstość ciepła	q	ilość energii cieplnej przenoszonej w okresie Δt przez jednostkę powierzchni A	J/m ² (W · s/m ²) (W · h/m ²)
5	Współczynnik przewodności cieplnej materiału	λ	gęstość ustalonego strumienia ciepła przepływającego przez jednolitą warstwę materiału, jeżeli spadek temperatury Δt w stosunku do grubości warstwy d wynosi 1 K/m	W(m · K)
6	Opór cieplny warstwy materiału	R_λ	opór przewodzenia ciepła jednolitej warstwy materiału o grubości d i o współczynniku przewodności cieplnej λ	m ² · K/W
7	Opór cieplny przegrody (podłogi)	R	opór cieplny przegrody budowlanej (bez oporów przejmowania ciepła)	m ² · K/W
8	Ciepło właściwe materiału	c_p	ilość ciepła potrzebnego do podniesienia temperatury 1 kg ciała stałego lub płynnego o 1 K (przy stałym ciśnieniu)	kJ/(kg · K) W · h/(kg · K)
9	Pojemność cieplna materiału	$c_p \cdot \rho$	iloczyn ciepła właściwego i gęstości objętościowej materiału ρ , kg/m ³	Wh/(m ³ · K)
10	Współczynnik wyrównywania temperatury materiału	a	$a = \frac{\lambda}{c_p \cdot \rho}$	m ² /s (m ² /h)
11	Aktywność cieplna materiału	b	$b = \sqrt{\lambda \cdot c_p \cdot \rho}$	W · h ^{0,5} /(m ² · K)

cd. tabeli Z 1

Lp.	Nazwa	Symbol	Określenie	Jednostka miary
1	2	3	4	5
12	Współczynnik ciepłochłonności przegrody (podłogi)	ϵ	$\epsilon = b_1 \cdot N$ gdzie: b_1 — aktywność cieplna materiału wierzchniej warstwy podłogi N — wielkość bezwymiarowa (wg załącznika 2)	$W \cdot h^{0.5} (m^2 \cdot K)$
13	Temperatura obliczeniowa powietrza	t_i	po cieplejszej stronie przegrody (podłogi)	$^{\circ}C$
		t_e	po chłodniejszej stronie przegrody (podłogi)	$^{\circ}C$
14	Różnica temperatur obliczeniowych	Δt	$\Delta t = t_i - t_e$	K
15	Temperatura przegrody (podłogi)	θ	wewnątrz przegrody (podłogi)	$^{\circ}C$
		θ_p	na powierzchni przegrody (podłogi)	$^{\circ}C$
16	Różnica (przyrost) temperatury przegrody (podłogi)	$\Delta \theta$	wewnątrz przegrody (podłogi)	K
		$\Delta \theta_p$	na powierzchni przegrody (podłogi)	K

ZAŁĄCZNIK 3

OBLICZANIE WSPÓŁCZYNNIKA CIEPŁOCHŁONNOŚCI PODŁOGI ϵ

Współczynnik ciepłochłonności podłogi ϵ , $W \cdot h^{0.5} / (m^2 \cdot K)$, należy obliczać w sposób:

a) Jeżeli grubość pierwszej (wierzchniej) warstwy podłogi spełnia warunek

$$\frac{d_1}{\sqrt{a_1 \cdot \Delta \tau}} \geq 1,5 \quad (Z 2-1)$$

współczynnik ciepłochłonności podłogi (ϵ) jest równy aktywności cieplnej materiału tej warstwy, wg wzoru

$$\epsilon = b_1 \quad (Z 2-2)$$

w którym: b_1 — aktywność cieplna materiału pierwszej warstwy, $W \cdot h^{0.5} / (m^2 \cdot K)$, obliczana wg wzoru

$$b_1 = \sqrt{\lambda_1 (c_p \cdot \rho)_1} \quad (Z 2-3)$$

b) Jeżeli warunek wg wzoru (Z 2-1) nie jest spełniony, natomiast grubości pierwszej i drugiej warstwy podłogi spełniają warunek

$$\frac{d_1}{\sqrt{a_1 \cdot \Delta \tau}} + \frac{d_2}{\sqrt{a_2 \cdot \Delta \tau}} \geq 1,5 \quad (Z 2-4)$$

współczynnik ciepłochłonności podłogi (ϵ) należy obliczać wg wzoru

$$\epsilon = b_1 \cdot N \quad (Z 2-5)$$

w którym: N — wielkość bezwymiarowa, wyznaczana z nomogramu (rys. Z2), w zależności od wielkości

$$\frac{b_2}{b_1} \quad \text{oraz} \quad K = \frac{d_1}{\sqrt{a_1 \cdot \Delta \tau}}$$

gdzie:

b_2 — aktywność cieplna materiału drugiej warstwy podłogi, $W \cdot h^{0.5} / (m^2 \cdot K)$, obliczana wg wzoru

$$b_2 = \sqrt{\lambda_2 (c_p \cdot \rho)_2} \quad (Z 2-6)$$

K — wielkość bezwymiarowa

c) Jeżeli warunki ze wzorów (Z 2-1) i (Z 2-4) nie są spełnione, natomiast grubości trzech kolejnych od powierzchni podłogi warstw spełniają warunek

$$\frac{d_1}{\sqrt{a_1 \cdot \Delta \tau}} + \frac{d_2}{\sqrt{a_2 \cdot \Delta \tau}} + \frac{d_3}{\sqrt{a_3 \cdot \Delta \tau}} \geq 1,5 \quad (Z 2-7)$$

najpierw wyznacza się współczynnik ciepłochłonności dla drugiej warstwy wg poz. b), a następnie wykorzystuje się go do określenia w ten sam sposób współczynnika ciepłochłonności dla warstwy wierzchniej.

Nomogram na rys. Z2 ograniczony jest do wartości

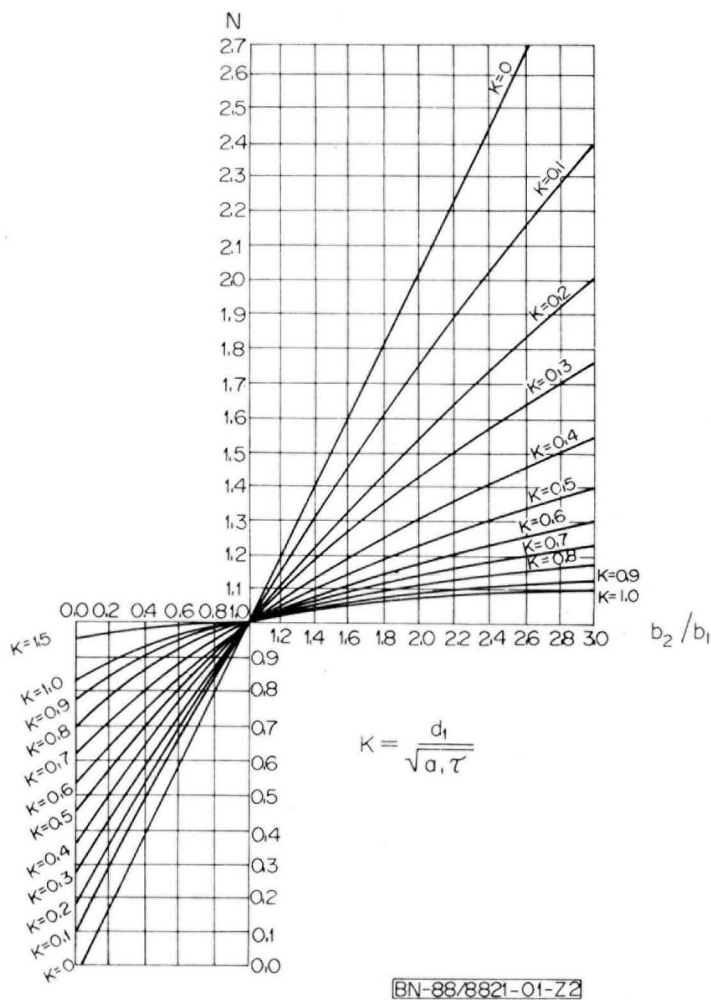
$$\frac{b_2}{b_1} = 3$$

We wzorach (Z2-1), (Z2-4) i (Z2-7):

d_1, d_2, d_3 — grubość pierwszej, drugiej i trzeciej warstwy podłogi, m,

a_1, a_2, a_3 — współczynnik wyrównywania temperatury materiału pierwszej, drugiej i trzeciej warstwy podłogi, m^2/h ,

$\Delta \tau$ — początkowy przedział czasu wymiany ciepła, h (dla wartości q_{max} z tabl. 1 należy przyjąć $\Delta \tau = 1$ h).

Rys. Z2. Nomogram do określenia wielkości N

W przypadku, jeśli $\frac{b_2}{b_1} > 3$ wartość liczby N należy przyjmować wg tabl. Z2-1.

Dla przypadków nie objętych nomogramem wg rys. Z2 ani wg tabl. Z2-1, wielkość N dla powierzchni n -tej warstwy w podłodze należy wyznaczać z tabl. Z2-2, w zależności od wartości P , obliczanej wg wzoru

$$P = \frac{\sqrt{\Delta\tau}}{R_n \cdot b_{n+1}} \quad (\text{Z2-8})$$

w którym:

R_n — opór cieplny n -tej warstwy podłogowej, $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$,

b_{n+1} — aktywność cieplna materiału warstwy niżej położonej, $\text{W} \cdot \text{h}^{0.5}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$,

$\Delta\tau$ — wg wzoru (Z2-7).

Tablica Z2-1

$\frac{b_2}{b_1}$	Wartości liczby $N^{1)}$						
	$K=0,3$	$K=0,4$	$K=0,5$	$K=0,6$	$K=0,7$	$K=0,8$	$K=0,9$
3,1	1,780	1,580	1,430	1,320	1,240	1,180	1,120
3,4	1,830	1,620	1,450	1,335	1,260	1,185	1,124
3,6	1,890	1,650	1,480	1,355	1,270	1,190	1,126
3,8	1,935	1,685	1,500	1,370	1,278	1,194	1,128
4,0	1,980	1,715	1,520	1,380	1,285	1,195	1,130
4,2	2,000	1,740	1,537	1,390	1,291	1,200	1,132
4,4	2,075	1,770	1,555	1,397	1,296	1,204	1,132
4,6	2,125	1,798	1,575	1,402	1,300	1,205	1,132
4,8	2,165	1,805	1,587	1,405	1,304	1,206	1,133
5,0	2,190	1,812	1,595	1,410	1,308	1,207	1,134

¹⁾ Wartości pośrednie uzyskuje się przez interpolację.

Tablica Z2-2

P	$N^{1)}$	P	$N^{1)}$
0,00	0,0000	0,30	0,2160
0,05	0,0427	0,35	0,2442
0,10	0,0823	0,40	0,2706
0,15	0,1193	0,45	0,2955
0,20	0,1537	0,50	0,3188
0,25	0,1859		

¹⁾ Wartości pośrednie uzyskuje się przez interpolację.

OBLICZANIE GĘSTOŚCI CIEPŁA q METODĄ NUMERYCZNĄ

Gęstość ciepła q , $W \cdot h/m^2$ należy obliczać wg wzoru

$$q = q_1 + q_2 + q_3 \dots + q_w \quad (Z3-1)$$

w którym:

$q_1, q_2, q_3 \dots$ — ilość energii cieplnej przenoszonej w kolejnych warstwach podłogi (i ewentualnie podłoża pod podłogą) w przedziale czasu $\Delta\tau$, na jednostkę powierzchni, $W \cdot h/m^2$,

q_w — ilość energii cieplnej przenoszonej w ostatniej znaczącej warstwie podłogi lub podłoża, poniżej której przenoszenie ciepła można uznać za pomijalnie małe, $W \cdot h/m^2$.

Ilość energii cieplnej q_n , $W \cdot h/m^2$ przenoszonej w kolejnej n -tej warstwie podłogi lub podłoża w przedziale czasu $\Delta\tau$ na jednostkę powierzchni należy obliczać wg wzoru

$$q_n = A_n (c_p \cdot \rho)_n \quad (Z3-2)$$

w którym:

A_n — powierzchnia pola przyrostu temperatury w n -tej warstwie podłogi, którą można obliczać przybliżonym sposobem całkowania graficznego, np. metodą trapezów, wg wzoru

$$A_n = \sum_{i=1}^m \Delta\theta_i \cdot \Delta x \quad (Z3-3)$$

w którym:

Δx — długość odcinka, m, wynikającego z podziału danej warstwy na jednakowe odcinki wyznaczające przekroje, dla których oblicza się rzędne przyrostu temperatury,

$\Delta\theta_i$ — średni przyrost temperatury w czasie τ , K, w kolejnym i -tym odcinku Δx , w n -tej warstwie podłogi,

m — ilość odcinków Δx w danej warstwie podłogi,

$(c_p \cdot \rho)_n$ — pojemność cieplna materiału n -tej warstwy podłogi, $W \cdot h/(m^3 \cdot K)$.

Pojemność cieplną materiału wilgotnego $(c_p \cdot \rho)$, $W \cdot h/(m^3 \cdot K)$, o wilgotności objętościowej w_0 , %, należy obliczać wg wzoru

$$c_p \cdot \rho = c_s \cdot \rho_s + 10 \cdot w_0 \quad (Z3-4)$$

w którym:

c_s — ciepło właściwe materiału w stanie suchym, $W \cdot h/(kg \cdot K)$,

ρ_s — gęstość objętościowa materiału w stanie suchym, kg/m^3 ,

w_0 — wilgotność materiału w stosunku objętościowym, %.

Postępowanie według opisywanej metody polega na wyznaczeniu sposobem numerycznym rozkładu temperatury w przekroju podłogi i ewentualnie podłoża pod

podłogą po upływie czasu τ , a następnie obliczenie sumarycznej ilości energii cieplnej zakumulowanej w podłodze i podłożu, przy zastosowaniu wzorów (Z3-1), (Z3-2) i (Z3-3).

Należy przyjąć że w chwili początkowej $\tau = 0$ w całym przekroju podłogi i podłoża panuje temperatura $\theta = 0$.

W obliczeniach należy przyjmować skokowy wzrost temperatury w przekroju podłogi i podłoża, przy czym wartości kroku czasowego $\Delta\tau$ należy ze względu na dokładność obliczeń założyć tak, aby dla wszystkich znaczących warstw materiałowych spełniony był warunek:

$$\frac{\Delta x^2}{a \cdot \Delta\tau} > 2,0 \quad (Z3-5)$$

w którym $\Delta\tau$ — krok czasowy, h.

Wartości Δx dla poszczególnych warstw mogą być różne, lecz ze względu na dokładność obliczeń nie powinny być większe od 0,01 m.

Obliczenia gęstości ciepła q należy wykonywać następująco:

a) Ustalić wartość kroku czasowego $\Delta\tau$ oraz podział poszczególnych warstw podłogi i ewentualnie podłoża na odcinki Δx tak, aby dla każdej warstwy spełniony był warunek wg (Z3-5),

b) Wyznaczyć rozkład temperatury dla pierwszego kroku czasowego $\Delta\tau$ obliczając rzędne przyrostu temperatury $\Delta\theta_x$, K, w punkcie (przekroju) położonym w odległości x od powierzchni podłogi wg wzoru

$$\Delta\theta_x = \Delta\theta_p \left(1 - \operatorname{erf} \frac{x}{2\sqrt{a \cdot \Delta\tau}} \right) \quad (Z3-6)$$

w którym:

$\Delta\theta_p$ — przyrost temperatury na powierzchni podłogi, K, w czasie $\Delta\tau$,

x — odległość obliczanego punktu (przekroju) od powierzchni podłogi, m,

a — współczynnik wyrównywania temperatury materiału danej warstwy, m^2/h ,

$\Delta\tau$ — wg wzoru (Z3-5).

Wartości funkcji „erf” należy wyznaczyć na podstawie funkcji Gaussa (rachunek prawdopodobieństwa), korzystając z tablic matematycznych.

W przypadku, jeśli grubość pierwszej (wierzchniej) warstwy podłogi nie przekracza 3 mm, do wzoru (Z3-6) należy wstawić wartość współczynnika wyrównywania temperatury a , m^2/h obliczoną dla materiału drugiej z kolei warstwy podłogowej (a_2), zamiast wartości a_1 dla materiału warstwy pierwszej.

c) Obliczyć wartości przyrostu temperatury $\Delta\theta_x$, w K, dla kolejnych kroków czasowych, wg wzorów (Z3-7) i (Z3-8). We wzorach tych wielkości θ równe są co do wartości przyrostom temperatury $\Delta\theta$, zgodnie z uprzednim założeniem, że dla $\tau = 0$, $\theta = 0$ w całym przekroju podłogi i podłoża.

Dla przekroju wewnątrz danej warstwy podłogowej przyrosty temperatury należy obliczyć wg wzoru

$$\theta_{i,k+1} = \left(1 - \frac{2a \cdot \Delta \tau'}{\Delta x^2}\right) \theta_{i,k} + \frac{a \cdot \Delta \tau'}{\Delta x^2} (\theta_{i-1,k} + \theta_{i+1,k}) \quad (\text{Z3-7})$$

w którym:

- $\theta_{i,k}$ — przyrost temperatury, K, w punkcie (przekroju) o współrzędnych:
 przestrzennej $x = i \cdot \Delta x$, m,
 czasowej $\tau = k \cdot \Delta \tau'$, h
 w układzie prostokątnym (x, τ)
 a — współczynnik wyrównywania temperatury materiału danej warstwy, m^2/h .

Dla przekroju stykowego pomiędzy dwiema kolejnymi warstwami materiałowymi, przyrosty temperatury należy obliczyć wg wzoru (Z3-8) podanego przykładowo dla pierwszej i drugiej warstwy (ze względu na indeks wielkości fizycznych):

$$\theta_{i,k+1} = \theta_{i,k} + \frac{2 \cdot \Delta \tau'}{(c_p \cdot \rho)_1 \Delta x_1 + (c_p \cdot \rho)_2 \Delta x_2} \left(\frac{\theta_{i-1,k} - \theta_{i,k}}{\Delta x_1} \lambda_1 - \frac{\theta_{i,k} - \theta_{i+1,k}}{\Delta x_2} \lambda_2 \right) \quad (\text{Z3-8})$$

w którym:

- λ_1, λ_2 — współczynniki przewodności cieplnej materiałów odpowiednio 1 i 2 warstwy, $\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$,
 $(c_p \cdot \rho)_1, (c_p \cdot \rho)_2$ — pojemności cieplne materiałów odpowiednio pierwszej i drugiej warstwy, $\text{W} \cdot \text{h}/(\text{m}^3 \cdot \text{K})$, obliczone wg wzoru (Z3-4),
 $\Delta \tau$ — wg wzoru (Z3-5),
 $\Delta x_1, \Delta x_2$ — wg wzoru (Z3-3).

Obliczenia prowadzi się do osiągnięcia zadanego przedziału czasu $\Delta \tau$. Dla podłóg legowiskowych na stanowiskach dla bydła i trzody chlewnej należy przyjmować $\Delta \tau = 1$ h.

Wartości przyrostu temperatury na powierzchni

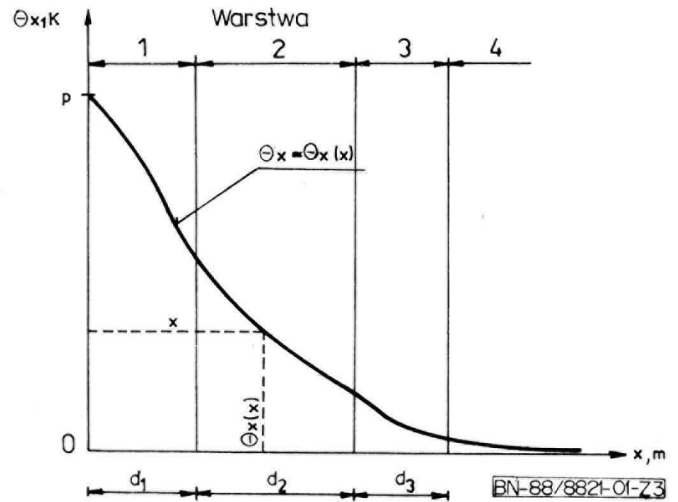
podłogi $\Delta \theta_p$ należy przyjmować na podstawie tabl. Z6, podanej w załączniku 6. Ponieważ w tabl. Z6 podane są wartości temperatury θ_p wyznaczone przy założeniu, że temperatura powierzchni podłogi jest 12°C , to przyrosty temperatury $\Delta \theta_p$ należy obliczać wg wzoru

$$\Delta \theta_p = \theta_p - 12.00 \quad (\text{Z3-9})$$

Współczynnik ciepłochłonności podłogi ϵ należy obliczyć według załącznika 2.

d) Obliczyć powierzchnię pola przyrostu temperatury w poszczególnych warstwach materiałowych podłogi i ewentualnie podłoża gruntowego A_n , ($\text{K} \cdot \text{m}$) wg wzoru (Z3-2).

W celu zwiększenia dokładności obliczenia powierzchni A_n metodą całkowania graficznego, zaleca się sporządzić wykres rozkładu temperatury w przekroju podłogi $\theta_x = \theta_x(x)$, wg rys. 3. W praktyce dotyczy to przypadków gdy $\Delta x \geq 5$ mm.



Rys. Z3. Schemat wykresu rozkładu temperatury w przekroju podłogi

e) Obliczyć wartości q_n wg wzoru (Z3-2), a następnie sumaryczną wartość gęstości ciepła q wg wzoru (Z3-1).

ZAŁĄCZNIK 4

WYZNACZANIE GĘSTOŚCI CIEPŁA q SPOSOBEM PRZYBLIŻONYM

Przybliżone wartości gęstości ciepła q dla $\Delta \tau = 1,0$ h (q_{60}) można wyznaczać za pomocą rys. Z4, w zależności od współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ , który należy obliczać wg załącznika 2.

Sposób postępowania jest następujący:

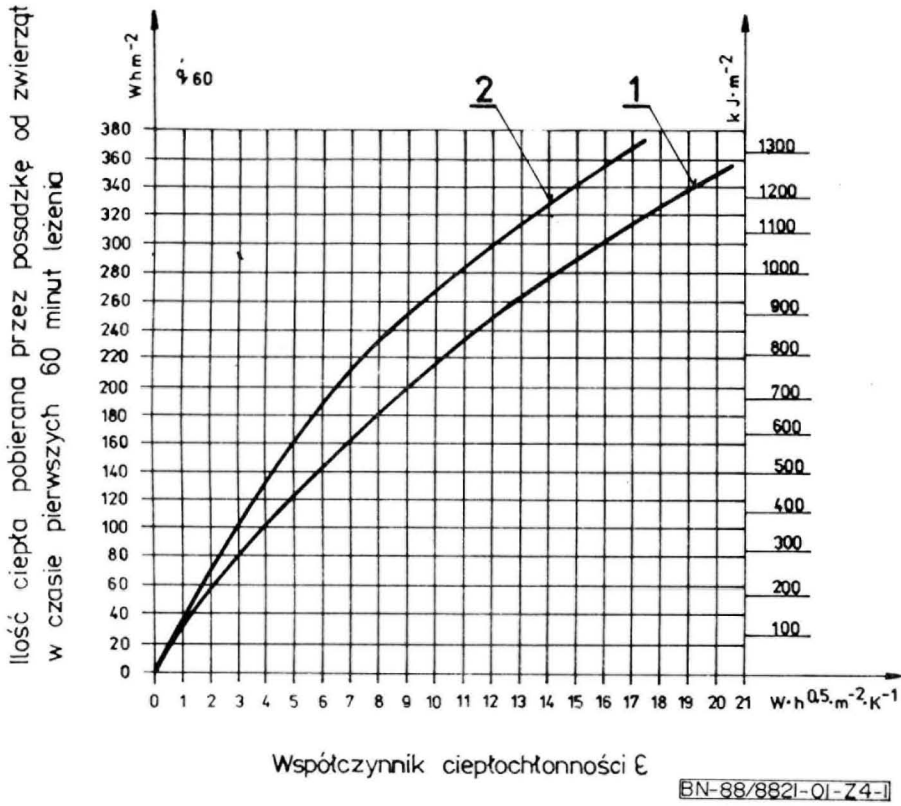
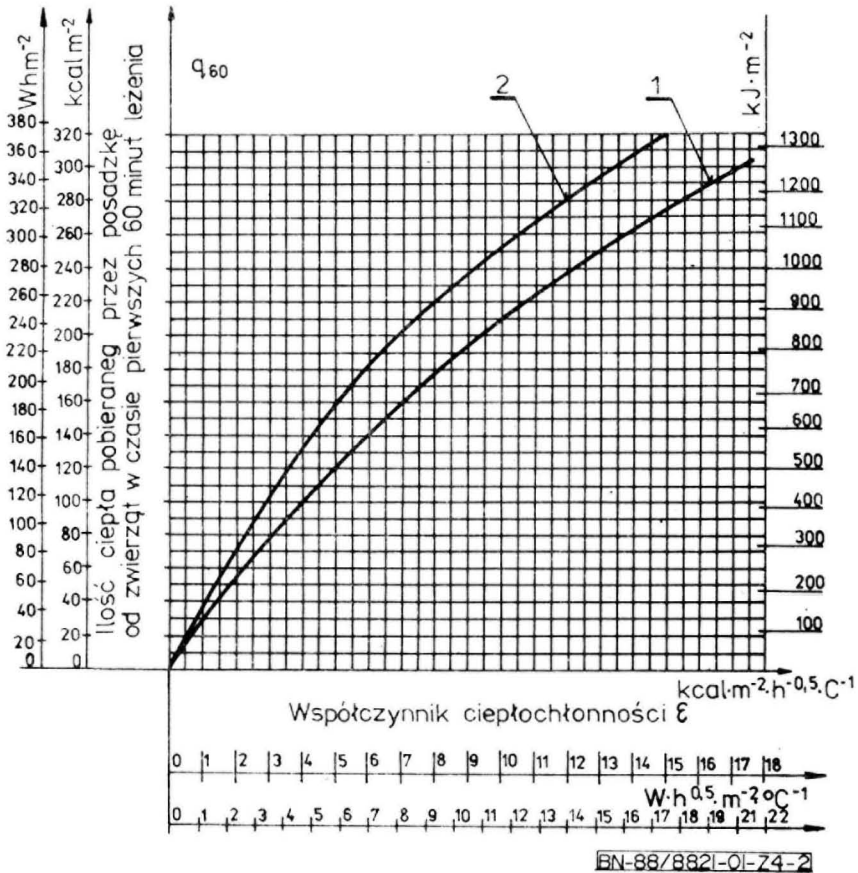
a) Jeżeli spełniony jest warunek wg wzoru (Z2-1), to gęstość ciepła q_{60} przyjmuje się z rys. Z4-1 według krzywej 1.

Współczynnik ciepłochłonności ϵ należy obliczyć wg wzoru (Z2-2).

b) Jeżeli warunek wg wzoru (Z2-1) nie jest spełniony, to współczynnik ciepłochłonności podłogi ϵ należy obliczyć wg wzoru (Z2-5). W takim przypadku przyjmu-

je się, że gęstość ciepła q_{60} zawarta jest w przedziale ograniczonym krzywymi 1 i 2 (rys. Z4-2) dla odciętej odpowiadającej obliczonej wartości współczynnika ϵ .

Wyższe wartości q_{60} (bliżej krzywej 2) odpowiadają podłogom zbudowanym z materiałów o bardziej zróżnicowanych wartościach współczynnika przewodności cieplnej λ (np. posiadającym warstwę ocieplającą z wysokoefektywnego materiału termoizolacyjnego, umieszczoną pod znacznie gorszą pod tym względem i niezbyt grubą warstwą wierzchnią). Natomiast podłogi wykonane z materiałów o zbliżonych cechach cieplnoizolacyjnych charakteryzują się niższymi wartościami q_{60} (bliżej krzywej 1), przy tej samej wartości współczynnika ϵ .

Rys. Z4-1. Zależność gęstości ciepła q dla $\Delta\tau = 1$ h od współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ Rys. Z4-2. Zależność gęstości ciepła q dla $\Delta\tau = 1$ h od współczynnika ciepłochłonności podłogi ϵ

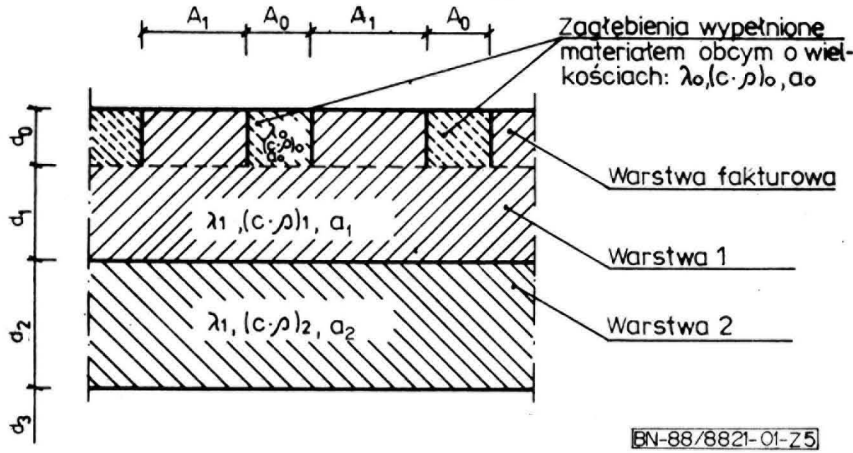
OBLICZANIE GĘSTOŚCI CIEPŁA q W PODŁOGACH O ZMNIJSZONEJ POWIERZCHNI KONTAKTOWEJ SPOSOBEM PRZYBLIŻONYM

Podłogi o zmniejszonej powierzchni kontaktowej, tzn. celowo ukształtowanej powierzchni warstwy wierzchniej (wykładziny) tak, aby leżące na podłożu zwierzę przylegało swym ciałem tylko do pewnej części materiału wykładziny w obrębie ciała, można obliczać sposobem przybliżonym, przyjmując umowną warstwę materiałową (tzw. warstwę „fakturową”) o grubości równej głębokości zagłębień powierzchniowych wg rys. Z5. Należy przyjąć, że zagłębienia powierzchniowe w podłożu wypełnione są zanieczyszczeniami wilgotnymi, znajdującymi się zwykle na legowiskach w trakcie ich użytkowania.

Y_1 — obliczana wielkość fizyczna dla materiału podłogowego warstwy fakturowej, również warstwy pierwszej.

Na przykład wartość współczynnika przewodności cieplnej λ dla umownej warstwy fakturowej oblicza się wg wzoru

$$\lambda = \frac{1}{\frac{A_0}{\lambda_0} + \frac{A_1}{\lambda_1}} \quad (Z5-2)$$



Rys. Z5. Schemat przekroju podłogi o zmniejszonej powierzchni kontaktowej

Dowolną wielkość fizyczną \bar{Y} [np. ϵ , λ , $(c \cdot \rho)$, a], dotyczącej umownej warstwy fakturowej, należy obliczać wg ogólnego wzoru

$$\bar{Y} = \frac{1}{\frac{A_0}{Y_0} + \frac{A_1}{Y_1}} \quad (Z5-1)$$

w którym:

- A_0 — całkowita powierzchnia zagłębień w podłożu, m^2 ,
- A_1 — całkowita powierzchnia materiału podłogowego warstwy fakturowej, m^2 ,
- Y_0 — obliczana wielkość fizyczna dla materiału obcego (wypełniającego zagłębienia w podłożu),

w którym:

- λ_0 — współczynnik przewodności cieplnej materiału obcego (wypełniającego zagłębienia w podłożu), $W/m \cdot K$,
- λ_1 — współczynnik przewodności cieplnej materiału podłogowego warstwy fakturowej, również warstwy pierwszej, $W/m \cdot K$.

Wartości liczbowe wielkości fizycznych dla materiału obcego, wypełniającego zagłębienia w podłożu, które stanowią zanieczyszczenia znajdujące się na legowisku, należy przyjmować na podstawie danych literaturowych, badań doświadczalnych lub innych udokumentowanych źródeł.

Przy braku odpowiednich danych, można przyjmować do obliczeń cieplnych następujące wartości podstawowych wielkości fizycznych materiału obcego:

- współczynnik przewodności cieplnej $\lambda_0 = 0,40 W/(m \cdot K)$,
- pojemność cieplna $(c_p \cdot \rho)_0 = 500 W \cdot h/(m^3 \cdot K)$.

ZAŁĄCZNIK 6

WARTOŚCI TEMPERATURY NA POWIERZCHNI PODŁOGI θ_p W PROCESIE KONTAKTOWEJ WYMIANY CIEPŁA

Czas τ h	Współczynnik ciepłochłonności podłogi ϵ , $\frac{W \cdot h^{0,5}}{m^2 \cdot K}$					
	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0
0,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
0,05	24,46	22,67	21,33	20,29	19,46	18,78
0,10	27,78	25,92	24,44	23,24	22,24	21,41
0,15	29,35	27,58	26,12	24,89	23,85	22,97
0,20	30,31	28,65	27,23	26,02	24,98	24,07
0,25	30,99	29,41	28,05	26,86	25,82	24,92
0,30	31,49	30,00	28,68	27,52	26,50	26,00
0,35	31,89	30,46	29,19	28,07	27,06	26,17
0,40	32,21	30,85	29,62	28,52	27,54	26,65
0,45	32,47	31,17	29,98	28,91	27,94	27,07
0,50	32,70	31,44	30,30	29,25	28,30	27,44
0,55	32,90	31,68	30,57	29,55	28,62	27,77
0,60	33,07	31,90	30,81	29,81	28,90	28,06
0,65	33,22	32,08	31,03	30,05	29,15	28,33
0,70	33,35	32,25	31,22	30,27	29,39	28,57
0,75	33,48	32,40	31,40	30,46	29,60	28,79
0,80	33,59	32,54	31,56	30,64	29,79	29,00
0,85	33,69	32,67	31,71	30,81	29,97	29,19
0,90	33,78	32,78	31,84	30,96	30,14	29,37
0,95	33,86	32,89	31,97	31,10	30,29	29,53
1,00	33,94	32,99	32,09	31,24	30,44	29,69

Czas τ h	Współczynnik ciepłochłonności podłogi ϵ , $\frac{W \cdot h^{0,5}}{m^2 \cdot K}$					
	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0
0,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
0,05	18,22	17,74	17,33	16,97	16,66	16,39
0,10	20,70	20,09	19,55	19,09	18,67	18,31
0,15	22,20	21,53	20,95	20,43	19,96	19,55
0,20	23,28	22,58	21,96	21,41	20,92	20,47
0,25	24,11	23,40	22,77	22,20	21,68	21,23
0,30	24,79	24,08	23,43	22,85	22,32	21,84
0,35	25,36	24,64	23,99	23,40	22,87	22,38
0,40	25,85	25,13	24,48	23,88	23,34	22,83
0,45	26,28	25,58	24,91	24,31	23,76	23,26
0,50	26,65	25,94	25,29	24,69	24,14	23,64
0,55	26,99	26,28	25,63	25,03	24,48	23,98
0,60	27,29	26,59	25,94	25,35	24,80	24,29
0,65	27,57	26,87	26,23	25,63	25,08	24,57
0,70	27,82	27,13	26,49	25,90	25,35	24,84
0,75	28,05	27,37	26,73	26,14	25,59	25,08
0,80	28,27	27,59	26,95	26,37	25,82	25,31
0,85	28,47	27,79	27,16	26,58	26,04	25,53
0,90	28,65	27,98	27,36	26,78	26,24	25,73
0,95	28,82	28,16	27,54	26,97	26,43	25,92
1,00	28,99	28,33	27,72	27,14	26,60	26,10

Wartości pośrednie uzyskuje się przez interpolację.

ZAŁĄCZNIK 7

WŁAŚCIWOŚCI FIZYCZNE NIEKTÓRYCH MATERIAŁÓW BETONOWYCH I ZASYPEK STOSOWANYCH W PODŁOGACH LEGOWISKOWYCH

Lp.	Nazwa materiału	Gęstość objętościowa w stanie suchym ρ_s , kg/m ³	Przeciętna wilgotność w podłodze % obj. — w warstwie wierzchniej — w warstwie niższej	Współczynnik przewodności cieplnej w stanie wilgotnym λ W/m · K	Ciepło właściwe w stanie suchym kJ/kg · (Wh/kg)
1	2	3	4	5	6
1	Beton zwykły z kruszywa kamiennego ¹⁾	2200 1900	5,0 ÷ 8,0 4,0 ÷ 6,0 5,0 ÷ 10,0 4,0 ÷ 6,0	1,40 ÷ 1,50 1,30 ÷ 1,40 1,10 ÷ 1,20 1,00 ÷ 1,10	0,84 (0,234)
2	Beton jamisty z kruszywa kamiennego ¹⁾ (w warstwie niższej)	1900	4,0 ÷ 6,0	1,00 ÷ 1,10	0,84 (0,234)
3	Beton jamisty z kruszywa kamiennego ¹⁾ (w warstwie niższej)	1600 1500 1400 1300	8,0 ÷ 16,0 7,0 ÷ 14,0	0,70 ÷ 0,80 0,65 ÷ 0,75 0,60 ÷ 0,70 0,55 ÷ 0,65	0,84 (0,234)
4	Beton jamisty z żużla pumekowego lub granulowanego ¹⁾ (w warstwie niższej)	1400 1300 1200 1100	6,0 ÷ 11,0 5,0 ÷ 10,0	0,50 ÷ 0,58 0,44 ÷ 0,52 0,40 ÷ 0,47 0,35 ÷ 0,45	0,84 (0,234)
5	Beton jamisty z żużla paleniskowego ¹⁾ (w warstwie niższej)	1500 1400 1300 1200	10,0 ÷ 15,0 8,0 ÷ 13,0	0,65 ÷ 0,75 0,60 ÷ 0,55 0,55 ÷ 0,60 0,50 ÷ 0,55	0,84 (0,234)
6	Beton jamisty z kruszywa keramzytowego ¹⁾ (w warstwie niższej)	1300 1200 1100 1000	6,0 ÷ 13,0 5,0 ÷ 10,0	0,58 ÷ 0,63 0,50 ÷ 0,55 0,44 ÷ 0,50 0,38 ÷ 0,43	0,84 (0,234)

cd. tablicy Z 7

I.p.	Nazwa materiału	Gęstość objętościowa w stanie suchym ρ_s , kg/m ³	Przeciętna wilgotność w podłodze % obj. — w warstwie wierzchniej — w warstwie niższej	Współczynnik przewodności cieplnej w stanie wilgotnym λ W/m · K	Ciepło właściwe w stanie suchym kJ/kg · (Wh/kg)
1	2	3	4	5	6
7	Beton jamisty z popiołoporytu ²⁾ (w warstwie niższej)	1300 1200 1100 1000	6,0 ÷ 13,0 5,0 ÷ 10,0	0,52 ÷ 0,57 0,47 ÷ 0,52 0,42 ÷ 0,47 0,37 ÷ 0,42	0,84 (0,234)
8	Beton jamisty z łupkoporytu ²⁾ (w warstwie niższej)	1500 1400 1300 1200 1100	8,0 ÷ 15,0 6,0 ÷ 13,0	0,65 ÷ 0,70 0,58 ÷ 0,63 0,52 ÷ 0,57 0,47 ÷ 0,52 0,42 ÷ 0,47	0,84 (0,234)
9	Beton zwarty z łupkoporytu ²⁾ z dodatkami uszczelniającymi (w warstwie wierzchniej)	1700 1800	20,0 ÷ 30,0	0,90 ÷ 1,20	0,84 (0,234)
10	Trocimobeton cementowy (w warstwie wierzchniej)	850 900 900 1000	20,0 ÷ 25,0 15,0 ÷ 20,0	0,30 ÷ 0,40	1,46 (0,41)
11	Zaprawa cementowa	2000 2100	10,0 ÷ 20,0	1,30 ÷ 1,40	0,84 (0,234)
12	Zaprawa cementowa z dodatkami uszczelniającymi	2100	8,0 ÷ 10,0	1,20 ÷ 1,30	0,84 (0,234)
13	Zасыпка z żużla paleniskowego	1000 700	5,0 ÷ 10,0 3,0 ÷ 5,0	0,30 ÷ 0,35 0,22 ÷ 0,30	0,75 (0,21)
14	Zасыпка z żużla granulowanego lub keramzytu	900 700 500	3,0 ÷ 8,0	0,26 ÷ 0,30 0,20 ÷ 0,25 0,16 ÷ 0,20	0,75 (0,21)
15	Piasek w warstwie podkładowej	1600 1650	3,0 ÷ 5,0	0,65 ÷ 0,70	0,84 (0,234)

¹⁾ Wg PN-82/B-02020, załącznik 4,²⁾ Wg PN-78/B-01101.

Właściwości fizyczne materiałów nie wyszczególnionych w tablicy należy ustalać za pomocą badań lub według udokumentowanych źródeł.

INFORMACJE DODATKOWE

1. Instytucja opracowująca normę — Instytut Budownictwa Mechanizacji i Elektryfikacji Rolnictwa.

2. Normy związane

PN-82/B-02020 Ochrona cieplna budynków. Wymagania i obliczenia

3. Autor projektu normy: dr inż. Zdzisław Skrzyniowski, współpraca: prof. dr hab. inż. Jerzy A. Pogorzelski — Instytut Techniki Budowlanej, prof. dr hab. inż. Kazimierz Flaga — Politechnika Krakowska, doc. dr Adam Pilarczyk — Instytut Zootechniki.