

dr inż. Irena Ickiewicz\*

# Zmniejszanie głębokości posadowienia budynków niepodpiwniczonych w wyniku stosowania izolacji cieplnej

**W** wyniku długotrwałych mrozów mogą występować wysadziny wilgotnego gruntu spoistego o drobnym uziarnieniu, a w efekcie uszkodzenia konstrukcji budynku lub przelomy na drogach. Dane klimatyczne okresu zimowego szacuje się przez podanie wartości tzw. wskaźnika mrozowego  $F_d$  (*freezing factor*), czyli całki z ujemnych wartości temperatury powietrza po czasie ich występowania (tabela 1).

W Polsce problem zapobiegania przemarzaniu podłoża gruntowego sprowadza się do zapewnienia wymaganej głębokości posadowienia fundamentu zgodnie z normą PN-81/B-03020, dotyczącą posadowień bezpośrednich. Zamieszczony w normie załącznik w formie mapy z podziałem kraju na 4 strefy głębokości przemarzania gruntu (od 0,8 do 1,4 m) niezupełnie odpowiada stanowi faktycznemu. Przyczyną tego jest przyjęcie w latach pięćdziesiątych XX w. wzoru empirycznego z normy radzieckiej, słusznego w przypadku klimatu kontynentalnego byłego ZSRR, który różni się od klimatu Polski. Obliczone na podstawie tego wzoru wartości głębokości przemarzania  $h_z$  znacznie odbiegają więc od wartości rzeczywistych – najczęściej są zawyżone, co potwierdzają zamieszczone w tabeli 2 wybrane dane z pomiarów bezpośrednich typowego podłoża gruntowego składającego się z następujących warstw: 6 cm czarnoziem, 60 cm piasek gliniasty, 100 cm piasek drobny. Pomiaru temperatury powietrza i głębokości przemarzania gruntu wykonano w IMiGW w Białymstoku.

Analizując zimy z 50-letnim czasem powrotu, zauważymy, że najwyższe liczby stopniodni temperatury ujemnej w IV strefie klimatycznej (Białystok) nie przekraczają 800. Najwyższym wskaźnikiem mrozu charakteryzowała

Tabela 1. Wybrane zimy z okresu 1952 – 2005 charakteryzujące się wysokim wskaźnikiem mrozowym  $F_d$

Zima	$\Sigma$ stopniogodzin temperatury ujemnej	$\Sigma$ dni z temperaturą ujemną	Średnia miesięczna temperatura ujemna				
			XI	XII	I	II	III
1968 – 1969	740 x 24 = 17 760	117	+	-4,2	-9,0	-6,6	-3,1
1969 – 1970	752 x 24 = 18 048	110	+	-9,3	-7,7	-7,5	-0,4
1980 – 1981	413 x 24 = 9 912	76	+	-1,7	-4,5	-2,5	+
1985 – 1986	622 x 24 = 14 928	93	-0,2	-1,2	-2,5	-11,5	+
1986 – 1987	765 x 24 = 18 360	99	+	-1,8	-15,1	-2,6	-4,3
1995 – 1996	787 x 24 = 18 888	132	-1,0	-6,7	-8,2	-7,6	-3,5

Tabela 2. Temperatura gruntu na różnej głębokości w przypadku zim charakteryzujących się wskaźnikiem mrozowym > 700 stopniodni

Zimy	Wskaźnik mrozowy stopniodni	Najniższa temperatura na głębokości [°C]					Uwagi
		5 cm	10 cm	20 cm	50 cm	100 cm	
1985 – 1986	622	-2,0 14.02	-1,8 03.03	-1,0 03.03	temperatura dodatnia	temperatura dodatnia	
1986 – 1987	765	-4,2 18.01	-4,3 18.01	-2,8 18.01	-0,5 22.01	temperatura dodatnia	najniższa temperatura na 1 m + 1,7 25.03
1995 – 1996	787	-8,0 27.01	-7,4 27.01	-6,4 27.01	-5,2 na 1 m +0,6 27.01	-0,5 + -0,1 11-17.02	temperatura ujemna na głębokości 1 m przez okres 7 dni

się zima 1995 – 1996, kiedy liczba dni z temperaturą ujemną wynosiła 132, a wskaźnik mrozowy 787 stopniodni. W takich warunkach pogodowych największa głębokość przemarzania wystąpiła w połowie lutego (po zakończeniu mroźnego okresu). Wówczas temperaturę ujemną wynoszącą od -0,5 do -0,1 °C stwierdzono na głębokości 1 m (w warstwie piasku) i utrzymywała się ona przez 7 dni.

W przypadku gdy rozpatrzmy zimy ze 100-letnim czasem powrotu, to najniższą temperaturę zanotowano w 1928 – 1929 r.; wówczas wskaźnik mrozowy wynosił ok. 1100 stopniodni, a głębokość przemarzania gruntów niespoistych i nieostroniętych (na otwartej przestrzeni) mogła wynieść 100 – 110 cm. W gruncie spoistym głębokość zamarzania jest prawie dwukrotnie mniejsza niż w gruncie sypkim, co jest związane głównie z większą zawartością wody.

## Ochrona fundamentów przed wysadzinami

Z analizy danych z pomiarów bezpośrednich wynika, że przy głębokości posadowienia 0,5 m i przyjętym okresie użytkowania budynku  $T > 50$  lat istnieje możliwość występowania większej głębokości przemarzania, niż otrzymano z opracowań statystycznych z 50-letnim okresem powrotu. Sytuacja taka dotyczy tylko gruntów niewysadziniowych. Ze względu na brak kompletnych danych z pomiarów bezpośrednich głębokości przemarzania gruntów wysadziniowych korzystnie jest jednak zabezpieczyć fundamenty przed ewentualnym przemarzaniem (wysadziną). Można to osiągnąć przez zastosowanie odpowiedniej izolacji termicznej.

W 2002 r. została ustanowiona norma PN-EN ISO 13793 *Właściwości cieplne budynków. Projektowanie cieplne posadowień budynków w celu*

\* Politechnika Białostocka

uniknięcia wysadzin mrozowych, która podaje metody zabezpieczenia fundamentów przed wysadziną w przypadku budynków, które posadowione są na gruncie wysadzinowym powyżej granicy przemarzania. W przypadku gdy jedynym kryterium głębokości posadowienia fundamentów jest przemarzanie gruntów, należy pamiętać, że temperatura warstwy gruntu pod fundamentem nie może spaść poniżej 0 °C. Zastosowana izolacja termiczna musi więc być tak zaprojektowana, aby grunt poniżej posadowień był w stanie niezamarzniętym.

W celu wykorzystania podanych w normie PN-EN ISO 13793 metod zabezpieczania fundamentów należy znać wskaźnik mrozowy  $F_{dim}$  strefy klimatycznej, w której ma być posadowiony budynek, wyrażony za pomocą  $F_n$ , czyli wartości z n-krotnym okresem powrotu, wyznaczonym na podstawie danych meteorologicznych. Wartość n związana jest z przewidywaną trwałością budynku i jego wrażliwością na wysadzinę. W przypadku konstrukcji trwałych należy przyjmować  $F_{100}$  lub  $F_{50}$ . W polskich warunkach klimatycznych dla zimy ze 100-letnim okresem powrotu maksymalny wskaźnik mrozowy  $F_d$  wynosi 27 000 ÷ 30 000 stopniogodzin (24 x 1100 = 2640).

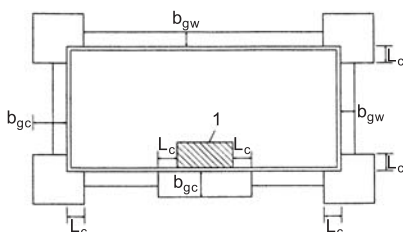
Zabezpieczenia fundamentów wykonuje się w przypadku budynków ogrzewanych i nieogrzewanych. Jeżeli budynek nie zostanie ukończony i nie będzie ogrzewany przed nastaniem mrozów, to również należy zabezpieczyć jego fundamenty przed ewentualnym uszkodzeniem tak jak w przypadku budynków nieogrzewanych.

Zarówno dla jednego, jak i drugiego rodzaju budynków należy zastosować izolację termiczną. W przypadku budynków ogrzewanych ciepło oddawane przez budynek podnosi temperaturę gruntów, tym samym częściowo zabezpiecza fundamenty przed przemarzaniem (w narożach w mniejszym stopniu niż wzdłuż krawędzi budynku). Natomiast w przypadku budynków nieogrzewanych ciepło od nich pochodzące jest mniejsze niż w budynkach ogrzewanych, stąd też do ochrony posadowienia wymagana jest lepsza izolacja.

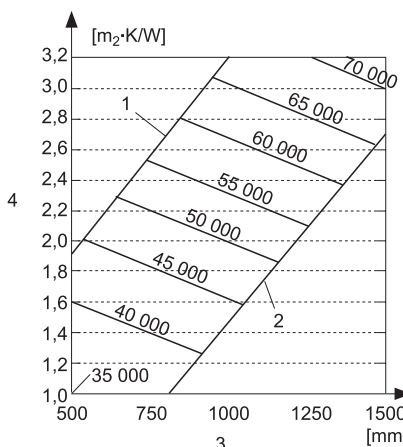
W celu osiągnięcia wymaganej ochrony przeciwmrozowej w polskich warunkach klimatycznych norma proponuje:

- w przypadku budynków ogrzewanych
  - zastosowanie krawędziowej izolacji pionowej, o oporze cieplnym  $R_v \geq 1 \text{ m}^2\text{K/W}$  (przy zagłębieniu fundamentów na 0,5 m i wskaźniku mrozowym  $F_d$  wynoszącym od 30 000 do 40 000 K·h). Wymaganą pionową izolację krawędziową można wykonać z materiału izolacyjnego, np. wodoodpornego styropianu EPS 100. Izolację termiczną grubości 5 cm należy umieścić po stronie zewnętrznej;
  - wykonanie izolacji gruntowej na całym obwodzie budynku, przy czym o większej grubości w narożach i pomieszczeniach nieogrzewanych (np. łapacz wiatru).

Przykład rozmieszczenia izolacji termicznej na całym obwodzie, w narożach i nieogrzewanych częściach budynku pokazano na rysunku 1. Dobrać odpowiedniej szerokość izolacji gruntowej naroży i nieogrzewanych części budynku w zależności od  $F_d$  można dobrać, korzystając z zależności pokazanych na rysunku 2, natomiast korzystając z wykresu zamiesz-



Rys. 1. Przykład rozmieszczenia izolacji: 1 – ograniczona nieogrzewana część budynku



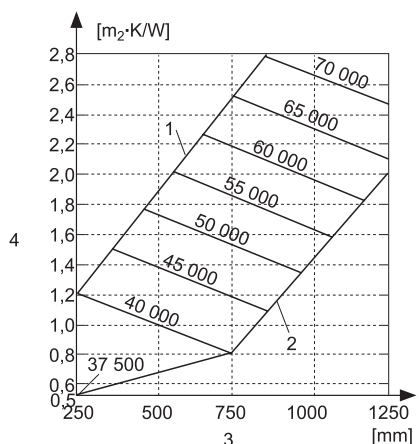
Rys. 2. Szerokość i opór cieplny izolacji gruntowej w narożach i nieogrzewanych, nieogrzewanych częściach budynku: 1 – najmniejsza wartość  $b_{gc}$ ; 2 – najmniejsza wartość  $R_{gc}$ ; 3 – szerokość izolacji gruntowej w narożach  $b_{gw}$ ; 4 – opór cieplny izolacji gruntowej w narożach  $R_{gw}$

czonego na rysunku 3 można dobrać szerokość izolacji gruntowej wzdłuż ścian  $b_{gw}$ . Opór cieplny izolacji gruntowej powinien wynosić co najmniej 1  $\text{m}^2\text{K/W}$ , a jej szerokość  $b_{gc}$  przynajmniej 0,5 m.

- w przypadku budynków o niskiej temperaturze wewnętrznej (budynki słabo ogrzewane o średniomiesięcznej temperaturze wewnętrznej  $5 \text{ °C} \leq \theta_{im} < 17 \text{ °C}$ ) należy zwiększyć głębokość posadowienia  $H_f$  (w zależności od  $F_d$ ) o 0,20 m, czyli w polskich warunkach klimatycznych do 0,6 m;

- w przypadku budynków nieogrzewanych, a więc takich, których średniomiesięczna temperatura w dowolnym miesiącu  $< 5 \text{ °C}$ , podane w normie metody zabezpieczenia fundamentów nie mogą być stosowane w strefie klimatycznej Polski, gdyż dotyczą one tylko strefy klimatycznej, dla której średniomiesięczna temperatura powietrza zewnętrznego jest większa od 1 °C. Dla średniorocznej temperatury pomiędzy 0 °C i 1 °C można zaprojektować izolację mrozową za pomocą obliczeń komputerowych.

Projekt posadowienia budynku nieogrzewanego uważa się za poprawny (dostateczne zabezpieczenie fundamentów przed wysadzinami), gdy w okresie zimy pod posadowieniem nie występuje zamarznięty grunt, tzn. temperatura całego gruntu posadowienia jest wyższa niż 1 °C.



Rys. 3. Szerokość i opór cieplny izolacji gruntowej wzdłuż ścian dla płyty podłogowej: 1 – najmniejsza wartość  $b_{gw}$ ; 2 – najmniejsza wartość  $R_{gw}$ ; 3 – szerokość izolacji gruntowej w narożach  $b_{gc}$ ; 4 – opór cieplny izolacji gruntowej w narożach  $R_{gc}$

(dokończenie na str. 40)