

DR HAB. INŻ. MARTA KADELA, *Instytut Techniki Budowlanej*

MGR INŻ. IWONA POKORSKA-SILVA, *Katedra Budownictwa Ogólnego i Fizyki Budowli, Wydział Budownictwa, Politechnika Śląska*

MGR INŻ. BEATA ŁOBODA, *Instytut Techniki Budowlanej*

Możliwość zastosowania pianobetonu w posadzkach hal przemysłowych z uwagi na efektywność energetyczną

W ostatnich latach coraz większy nacisk kładziony jest na racjonalne gospodarowanie energią w budynku. Oczekiwane jest wprowadzanie rozwiązań zwiększających efektywność wykorzystania energii, tzn. mających na celu zmniejszenie ilości jej użycia.

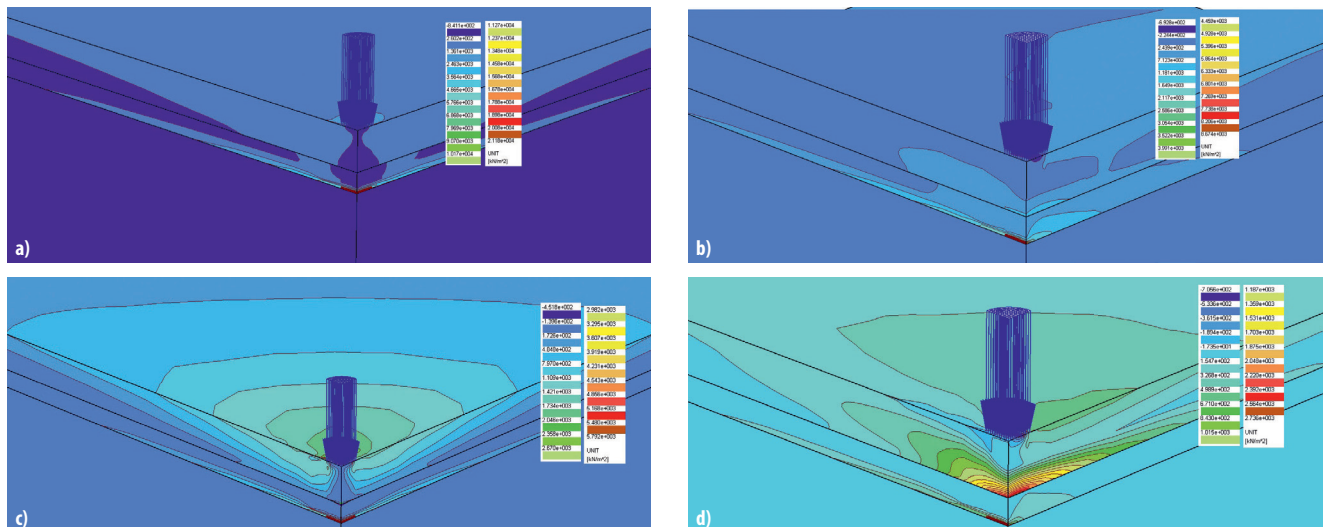
Zgodnie z aktualnym *Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie* budynek i jego instalacje powinny być zaprojektowane i wykonane tak, by spełniały wymagania co do maksymalnej wartości wskaźnika rocznego zapotrzebowania na nieodnawialną energię pierwotną (EP) (energię końcową – E_K – i użytkową – E_U) oraz współczynników przenikania ciepła U_c przegród. W artykule przedstawiono analizy symulacyjne wartości zapotrzebowania na energię użytkową do ogrzewania, wentylacji i chłodzenia, wykonane przy użyciu programu ESP-r, dla przykładowego obiektu z zastosowaniem warstwy z pianobetonu w posadzce.

Pianobeton (PB) jest klasyfikowany jako beton lekki o minimalnej zawartości objętościowej 20% porów [1], wytworzonych w sposób mechaniczny ze środka pianotwórczego i dodany do zaczynu cementowego. Uznaje się go za materiał uniwersalny, ponieważ może być produkowany i wbudowywany w postaci płynnej, a wytworzenie pianobetonu o szerokim zakresie gęstości [2] pozwala na jego zastosowanie w różnego typu obiektach budowlanych (jako materiału niekonstrukcyjnego czy jako materiału konstrukcyjnego [3]). W rzeczywistości pianobeton jest znany od przeszło 100 lat, a technologia jego wytwarzania została opatentowana już w 1923 r. Jednak zastosowanie tego materiału przez długi okres ograniczało się wyłącznie do roli izolacji termicznej i akustycznej



Rys. 1. Wykonanie posadzki, Lidl Łódź [7]

czy materiału wypełniającego. Dopiero rozwój technologii w zakresie chemii oraz produkcji maszyn, a tym samym rozwój odpowiednich środków spieniających oraz rozwój maszyn do wytwarzania piany przyczyniły się do wzrostu zainteresowania w środowisku budowlanym technologią pianobetonu. Znane są zastosowania tego materiału w konstrukcji nawierzchni czy w posadzkach przemysłowych (rys. 1) [4-7].



Rys. 2. Rozkład naprężeń rozciągających dla obciążenia na krawędzi i w narożu płyty dla posadzki betonowej ułożonej na chudym betonie (a, c) i pianobetonie (b, d)

Charakterystyka pianobetonu

Mieszanki pianobetonowe sporządza się z zaczynu cementowego (betonu), do którego dodaje się środek pianotwórczy, a tak powstały roztwór ulega spienieniu w specjalnym agregacie do produkcji pianobetonu. Pianobeton produkuje się w gęstościach w zakresie od 400 do 1800 kg/m³. W zależności od gęstości może charakteryzować się określonymi parametrami wytrzymałościowymi [8-13]; wraz ze wzrostem gęstości wzrasta wytrzymałość, przy czym zależności te nie są wprost proporcjonalne.

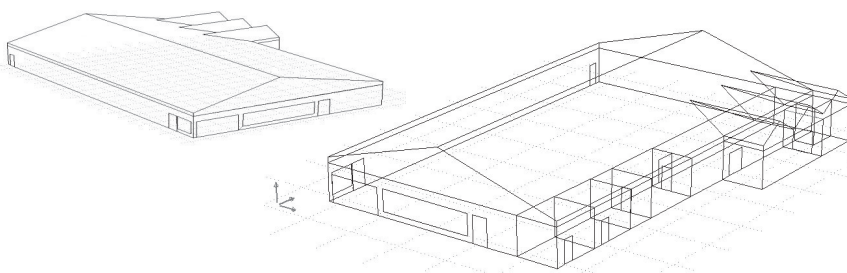
Zastosowanie warstwy z pianobetonu z uwagi na parametry wytrzymałościowe

Przeprowadzone analizy numeryczne [14-17] wykazują kompensację naprężeń rozciągających w spodzie warstwy pośredniczącej (chudego betonu w przypadku tradycyjnego układu warstw). W przypadku gdy w warstwę pośredniczącą zostanie wbudowany pianobeton, otrzyma się niższe naprężenia rozciągające w płycie betonowej dla wszystkich przypadków obciążenia (w środku płyty, na krawędzi i w narożu). W związku z tym nie jest wymagane zbrojenie w środku płyty, a wyłącznie w narożach i na krawędziach (rys. 2). Zastosowanie warstwy z pianobetonu wpływa na zmianę rozkładu naprężeń w płycie betonowej (rys. 2 c-d).

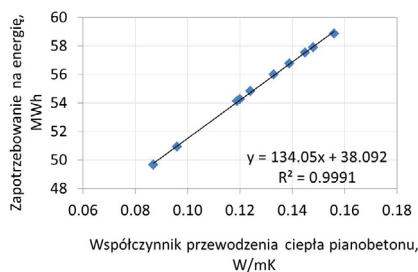
Wpływ grubości warstwy z pianobetonu z uwagi na efektywność energetyczną

Analizy przeprowadzono dla budynku o powierzchni zabudowy 996 m² (rys. 3), usytuowanego w warunkach klimatu lokalnego Katowic. Ściany zewnętrznych budynku wykonane są z dwuwarstwowych bloczków YTONG, ocieplonych styropianem EPS o współczynniku przenikania ciepła $U < 0,2 \text{ W/m}^2\text{K}$. Przyjęto konstrukcję warstwową podłogi zbudowaną z warstwy kruszywa, pianobetonu oraz warstwy wierzchniej z betonu; rozważono następujące przypadki:

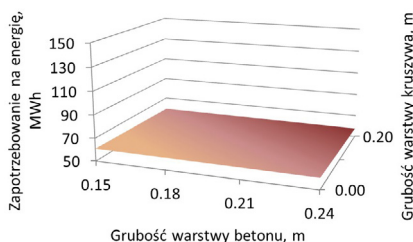
- o różnych parametrach materiałowych (współczynnik przewodzenia ciepła oraz gęstość) warstwy pianobetonu,



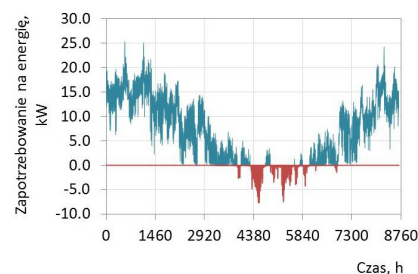
Rys. 3. Widoki modelu analizowanego obiektu



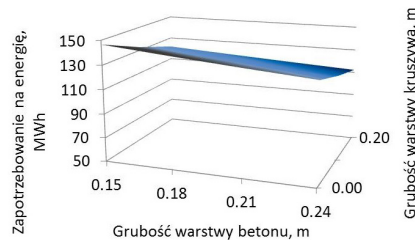
Rys. 4. Zapotrzebowanie na energię w obiekcie rzeczywistym dla betonu o gramaturze 0,15 m, pianobeton o gramaturze 0,15 m i warstwa kruszywa 0,20 m



Rys. 6. Zapotrzebowanie na energię – pianobeton 0,15 m $U_{\text{equv}} = 0,230-0,255 \text{ W/m}^2\text{K}$



Rys. 5. Przebieg zapotrzebowania na energię do ogrzewania i chłodzenia obiektu dla układu, jak na rys. 4; pianobeton o $\lambda = 0,1556 \text{ W/mK}$, $\rho = 669 \text{ kg/m}^3$



Rys. 7. Zapotrzebowanie na energię – pianobeton 0,00 m $U_{\text{equv}} = 0,389-0,476 \text{ W/m}^2\text{K}$

- o różnych wariantach grubości warstw: kruszywa – 0,00-0,20 m, pianobetonu – 0,00-0,15 m, betonu – 0,15-0,24 m. W obiekcie utrzymywano temperaturę na poziomie 18-22°C; przykładowe wyniki przedstawiono na rys. 4-7. Pianobeton wyraźnie rzutuje na zapotrzebowanie na energię. Warianty, w których wbudowano pianobeton 10 i 15 cm, spełniają wymagania warunków technicznych co do maksymalnej wartości współczynnika przenikania ciepła podłogi na gruncie $U = 0,30 \text{ W/m}^2\text{K}$ zgodnie z aktualnym Rozporządzeniem Ministra Infrastruktury.

Podsumowanie

Kończące się zasoby materiałów naturalnych, np. kruszyw stosowanych w podbudowach posadzek przemysłowych, zmuszają do poszukiwania nowych źródeł zastępczych. Dobrym rozwiązaniem

wydaje się zastosowanie materiału alternatywnego, jakim jest pianobeton. Wykazano, że przy zastosowaniu warstwy z pianobetonu pod posadzką betonową, oprócz poprawy cech mechanicznych posadzki, zmniejszone jest zapotrzebowanie na energię, co wpływa na ochronę środowiska i związane z nią zmniejszone zapotrzebowanie na zużywanie źródeł energii nieodnawialnej.

Podziękowania

Przedstawione w artykule analizy numeryczne wykonano w ramach projektu badawczego „Wzmacnianie słabego podłoża poprzez zastosowanie warstwy z pianobetonu w kontakcie z podłożem gruntowym” (LIDER/022/537/L-4/NCBR/2013), finansowanego przez NCBR w ramach programu LIDER IV. □

Piśmiennictwo dostępne w redakcji.