

# Betonowe posadzki przemysłowe wykonane z cementów: popiołowego i żuźlowego

## WPROWADZENIE

Posadzki betonowe odporne na ścieranie stanowią znaczący udział w rynku betonu towarowego. Szacuje się, że to zastosowanie stanowi około 5-10% rynku betonu w Polsce. Obejmują one w zasadzie wszystkie nawierzchnie magazynowe oraz większych nawierzchni sklepów wielkopowierzchniowych i zakładów produkcyjnych.

Najczęściej stosowaną technologią posadzek odpornych na ścieranie, zwanych również przemysłowymi, jest cementowy kompozyt betonowy z włóknami stalowymi. Jest on wykończony warstwą o wysokiej odporności na ścieranie, uzyskiwaną techniką suchej posypki. Warstwa utwardzonej posypki jest stosunkowo cienka i na jej wytrzymałość istotny wpływ mają cechy betonu w jego górnej warstwie. Ważne, aby mieszanka betonowa była homogeniczna, bez wysięku wody oraz mleczka cementowego, ponieważ może to obniżać wytrzymałość, szczepność, odporność na ścieranie, powodować pylenie oraz powstawanie mikrorys.

Specyfikacje techniczne, zwykle tworzone przez firmy wykonawcze lub producentów posypek utwardzających czy włókien stalowych wskazują szereg wymogów, jakim musi sprostać mieszanka betonowa, aby spełnić wymagania technologiczne i trwałościowe. Zwykle jest to klasa betonu C20/25 lub C25/30, wskaźnik wodno-cementowy nie wyższy niż 0,5, punkt piaskowy do 40%, maksymalny wymiar ziarna kruszywa 16 mm. Dodatkowo zdarza się, że taka specyfikacja określa klasę ekspozycji, rodzaj domieszki chemicznej, ilość frakcji pylastych, konsystencję, ilość włókien, minimalną i maksymalną ilość cementu oraz maksymalną zawartość powietrza.

Jeśli chodzi o spoiwo, to bardzo często występuje zapis o zakazie używania do posadzek betonowych popiołu lotnego oraz cementów „popiołowych”. W zamian wskazywane są cementy preferowane: CEM II/A-S, CEM II/B-S, CEM III/A i CEM I.

Autorzy niniejszego artykułu podjęli rozmowy z wieloma firmami wykonawczymi oraz z producentami betonu w celu wyjaśnienia zapisów w specyfikacjach technicznych, dotyczących preferencji oraz zakazów wobec stosowania cementów popiołowych. Podnoszone były głównie kwestie „odsparzania się” posypki od betonów (delaminacji) oraz tendencja do wypływania lżejszych frakcji zawartych w popiele na powierzchnię betonu. Najczęstszą odpowiedzią było jednak: „nie mam pojęcia”. Wnioski z przeprowadzonych wywiadów okazały

się być wieloznaczne, ogólnikowe i nie znajdujące pokrycia w danych literaturowych, w związku z czym postanowiono poszukać odpowiedzi na następujące pytania:

Czy można wykonać dobrej jakości posadzkę przemysłową na bazie betonu z cementem popiołowym?

oraz

Czy zapisy w specyfikacjach technicznych na posadzki przemysłowe, wskazujące cement „żuźlowy” jako jedyne rozwiązanie, znajdują uzasadnienie w praktyce?

## OPIS EKSPERYMENTU

W celu znalezienia odpowiedzi na powyższe pytania autorzy postanowili wykonać badania w skali przemysłowej. Zaprojektowano betony posadzkowe, do których użyto cementów: żuźlowego (CEM II/B-S 42,5 R) oraz popiołowych (CEM II/A-V 42,5 R i CEM II/B-V 42,5 N).

Parametry mieszanki były zgodne z wyżej wspomnianymi wytycznymi wykonawców.

Skład mieszanki betonowej:

1. W/C= 0,48
2. Ilość włókien stalowych 25 kg/m<sup>3</sup>
3. Kruszywo naturalne do 16 mm
4. Punkt piaskowy 40%
5. Ilość cementu 320 kg/m<sup>3</sup>
6. Superplastyfikator
7. Zawartość powietrza do 3,0%
8. Konsystencja S4.

Utwardzenie powierzchniowe zostało wykonane na bazie trzech różnych posypek cementowych (oznaczonych jako A, B i C). Kryterium wyboru posypek były deklaracje przedstawicieli firm wykonawczych, z którymi zostały przeprowadzone wywiady dotyczące zapisów w specyfikacjach. Dozowanie posypki na stałym poziomie 4 kg/m<sup>2</sup>.

## UZYSKANE WYNIKI

### MIESZANKA BETONOWA

Tab. 1. Wyniki badań konsystencji mieszanki betonowej wg PN-EN 12350-2:2001 oraz zawartości powietrza wg PN-EN 12350-7:2001

Badane parametry	Rodzaj zastosowanego cementu		
	CEM II/A-V 42,5 R	CEM II/B-V 42,5 N	CEM II/B-V 42,5 R
Opad stożka [cm]	18	19	15
Zawartość powietrza [%]	2,8	2,6	3

Fot. 1. Wnętrze budynku, w którym prowadzono badania. Powierzchnia planowanej posadzki została podzielona na pola testowe  
Fot. 2. Proces układania mieszanki betonowej





3



4



5



6

### POSYPKI CEMENTOWE

Tab. 2. Wyniki oznaczeń wytrzymałości na zginanie i ściskanie badanych posypok cementowych wg PN-EN 196-1.

	Posypka A	Posypka B	Posypka C
Wytrzymałość na zginanie [MPa]	8,7	10,3	7,9
Wytrzymałość na ściskanie [MPa]	70,4	81,4	64,7

### STWARDNIAŁY BETON

(badania wykonane przez Politechnikę Gdańską)

Tab. 3. Moduł sprężystości betonu, badanie zgodnie z Instrukcją 194/98 ITB

	CEM II/A-V 42,5 R	CEM II/B-V 42,5 N	CEM II/B-S 42,5 R
Gęstość betonu [kg/m <sup>3</sup> ]	2355	2337	2338
Moduł sprężystości [GPa]	27,7	27,2	24,5

Tab.4. Przyczepność badana metodą pull-off, wg PN-EN 1542:2000

	CEM II/A-V 42,5 R	CEM II/B-V 42,5 N	CEM II/B-S 42,5 R
Przyczepność [MPa] – grubość posypki 3,0-3,5 mm			
Posypka A	3,51	2,99	2,79
Posypka B	3,12	3,06	2,59
Posypka C	3,44	3,26	2,90

Uwaga: w każdym przypadku stwierdzono dobre połączenie posypki z betonem, sposób zniszczenia 100% w betonie

Tab. 5. Wytrzymałość [MPa] na rozciąganie przy rozłupywaniu wg PN-EN-12390-6:2011

CEM II/A-V 42,5 R	CEM II/B-V 42,5 N	CEM II/B-S 42,5 R
3,64	3,17	3,03

Tab. 6. Skurcz po 28 dniach, badany na zaprawie normowej zgodnie z PN-EN 196-1

CEM II/A-V 42,5 R	CEM II/B-V 42,5 N	CEM II/B-S 42,5 R
0,351	0,339	0,334

### WNIOSKI

Przeprowadzone badania pozwalają sformułować odpowiedzi na dwa postawione pytania:

1. Czy można wykonać dobrej jakości posadzkę przemysłową na bazie betonu z cementem popiołowym?

Uzyskanie wyniku jednoznacznie wykazały, że beton posadzkowy na bazie cementów popiołowych dorównuje jakością betonowi przygotowanemu z użyciem cementu żużlowego. Wytrzymałość na ściskanie oraz rozciąganie przy rozłupywaniu, przyczepność posypki do betonu (bez względu na

jej rodzaj) oraz moduł Younga uzyskane w betonach na bazie cementów popiołowych przekroczyły wyniki uzyskane na cementzie żużlowym.

2. Czy zapisy w specyfikacjach technicznych na posadzki przemysłowe, wskazujące cement żużlowy jako jedyne rozwiązania, znajdują uzasadnienie w praktyce?

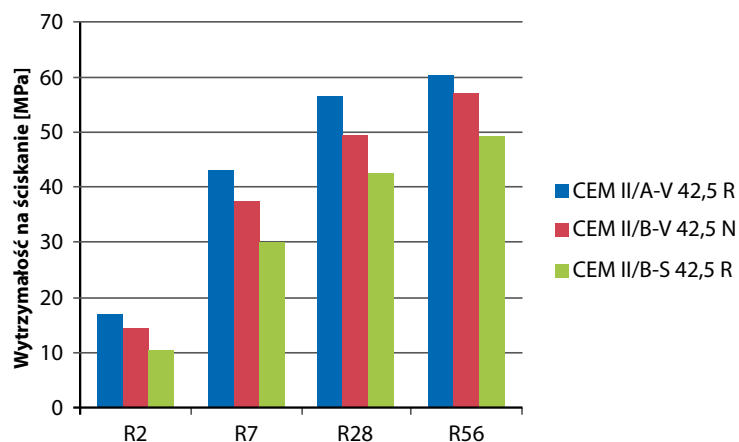
Nasz eksperyment nie dowiódł zasadności takich zapisów w specyfikacjach technicznych. Posadzki przemysłowe wykonane zarówno na betonach z cementem popiołowym jak i żużlowym mogą mieć znakomitą jakość. Kolosalne znaczenie przy każdym wykonywaniu posadzki ma reżim technologiczny oraz odpowiedni dobór surowców i ich jakość.

**Agnieszka Klabacha  
Maciej Sypek  
Lafarge Cement**

Fot. 3. Ułożony beton. Wyraźnie zaznaczona – inny kolor – granica mieszanki na bazie różnych cementów  
Fot. 4. Zacieranie posypki rozpoczęte siedem godzin od zakończenia układania betonu. Na zdjęciu widoczna granica pomiędzy posadzką na bazie cementu „popiołowego” – pole ciemniejsze a posadzką na bazie cementu „żużlowego” – pole jaśniejsze  
Fot. 5. Nacinanie szczelin dylatacyjnych rozpoczęte po 32 godzinach od zakończenia układania betonu (wytrzymałość na ściskanie w momencie nacinania dylatacji wynosiła > 10 MPa)  
Fot. 6. Wycinanie odwiertów rdzeniowych  
Fot. 7. Efekt końcowy



7



Wykres 1. Wytrzymałość na ściskanie [MPa], badanie wykonane na odwiertach rdzeniowych