

mgr inż. Adrian Chajec¹⁾
ORCID: 0000-0001-5329-9534

Wpływ włókien stalowych na właściwości mieszanek betonowych do wykonywania posadzek

Influence of steel fibers on properties of concrete mixes used in floors

DOI: 10.15199/33.2019.06.10

Streszczenie. W artykule omówiono wpływ dodatku włókien stalowych na właściwości mieszanek betonowych stosowanych w posadzkach. Przedstawiono wyniki badań mieszanki, w skład których wchodzi: pomiar zawartości powietrza w mieszance betonowej; określenie konsystencji mieszanki betonowej za pomocą metody opadu stożka oraz oznaczenie gęstości mieszanki betonowej. Badania dotyczyły siedmiu serii betonów, różniących się zawartością włókien stalowych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdzono, że wraz ze wzrostem zawartości włókien w mieszance betonowej rośnie w niej zawartość powietrza. Wykazano także, że dodatek włókien ma wpływ na konsystencję mieszanki betonowej oraz że zawartość włókien stalowych w mieszance betonowej nie ma istotnego wpływu na jej gęstość.

Słowa kluczowe: posadzki betonowe; włókna stalowe; konsystencja mieszanki betonowej.

Abstract. The purpose of the article is to describe the influence of addition of steel fibers on properties of concrete mixes used in floors. The paper presents the results of a mix test including: measurement of air content in a concrete mix, determination of the consistency of a concrete mix using the slump fall method and determination of the density of a concrete mix. The tests were carried out for seven series of concrete mixes, differing from each other by dispensing steel fibers. On the basis of the tests carried out, it was found that with increasing the fibers addition to the concrete mix, the air content in it increases, it has also been shown that the dispensing of fibers has an effect on the consistency of the concrete mix, it was also found that the addition of steel fibers into the concrete mix does not have a significant impact on its density of concrete mix.

Keywords: concrete floors; steel fibers; consistency of a concrete mix.

W ostatnich latach posadzki są coraz częściej wykonywane z betonu, przede wszystkim w wielkopowierzchniowych obiektach, np. przemysłowych, produkcyjnych i handlowych [1, 2, 4]. W literaturze jest wiele badań na temat właściwości stwardniałego betonu z dodatkiem włókien stalowych [3, 5, 6], natomiast niewiele jest prac dotyczących właściwości mieszanki betonowej z dodatkiem włókien stalowych [12], przede wszystkim poświęconych analizie wpływu dodatku włókien stalowych na takie podstawowe właściwości mieszanki betonowej, jak zawartość powietrza w mieszance betonowej, konsystencja czy gęstość.

W artykule omówiono wpływ włókien stalowych na właściwości mieszanek betonowych stosowanych do wykonywania posadzek. Wykonano siedem serii mieszanek betonowych, których skład różnił się zawartością włókien stalowych, przeprowadzono badanie zawartości powietrza w mieszance betonowej, konsystencji za pomocą metody opadu stożka oraz gęstości.

¹⁾ Politechnika Wrocławska; Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego; adrian.chajec@pwr.edu.pl

Badania

Skład mieszanek betonowych do badania: zawartości powietrza zgodnie z [10]; konsystencji za pomocą metody opadu stożka wg [8] oraz gęstości wg [9] przedstawiono w tabeli 1, a właściwości zastosowanych w nich włókien stalowych w tabeli 2. Rysunek 1 przedstawia uziarnienie mieszanki kru-

Tabela 1. Skład mieszanek betonowych przygotowanych do badań

Table 1. Components of concrete mix used for testing

Składnik	Zawartość [kg/m ³]
Cement (CEM III, Hranice, Czechy)	320
Woda (wodociąg)	158
Kruszywo 0 – 2 mm (Byczeń, Polska)	700
Kruszywo 2 – 8 mm (Byczeń, Polska)	443
Kruszywo 8 – 16 mm (Byczeń, Polska)	700
Superplastyfikator (Pantarhit FM 1,2%)	3,84
Włókna stalowe długości 50 mm	20,0 – 32,5 (dodatek zwiększa się co 2,5 kg/m ³)

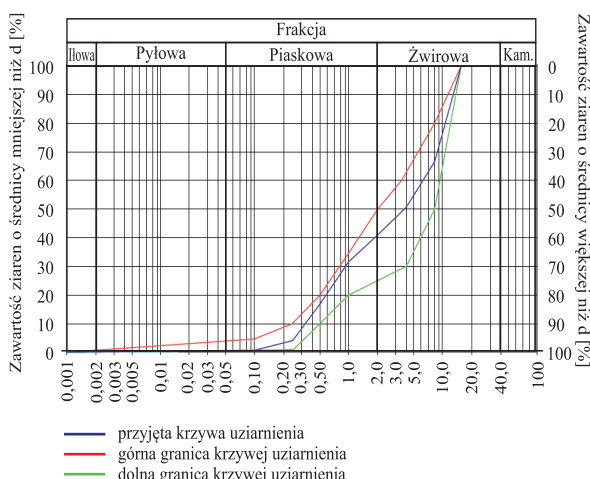
Tabela 2. Właściwości włókien stalowych wykorzystanych jako dodatek do mieszanki betonowej

Table 2. Properties of steel fibers used for adding to concrete mix

Właściwość	Wartość
Długość [mm]	50
Średnica [mm]	1,0
Średnia wytrzymałość na rozciąganie [MPa]	1100
Moduł Younga [GPa]	180
Liczba [szt./kg]	3200
Całkowita długość włókien [m/kg]	160

szyw użytych do wykonania serii siedmiu badanych mieszanek betonowych, w odniesieniu do zawartych w normie [8] granicznych wartości krzywych uziarnienia [7].

Przygotowanie mieszanek betonowych obejmowało wymieszanie przez 30 s suchych składników wraz z dodanymi włóknami oraz 1/3 objętości wody, a następnie dodano resztę wody i mieszano przez 60 s. Podczas mieszania do składników dodawano superplastyfikator, zachowując ciągły, minimalny strumień cieczy.

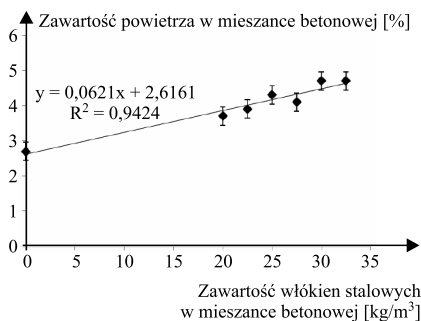


Rys. 1. Krzywa uziarnienia mieszanki kruszyn wykorzystanej do wykonania mieszanki betonowej [11]

Fig. 1. The aggregate grain size curve used for concrete mix preparation [11]

Analiza wyników

Na rysunku 2 przedstawiono wyniki badania zawartości powietrza w mieszance betonowej w zależności od zawartości włókien stalowych. Wynika z nich, że wraz ze wzrostem dodatku włókien stalowych zwiększa się zawartość powietrza w mieszance betonowej. Przedstawiona zależność jest w przybliżeniu liniowa. Współczynnik determinacji R^2 wynosi 0,94 [-].



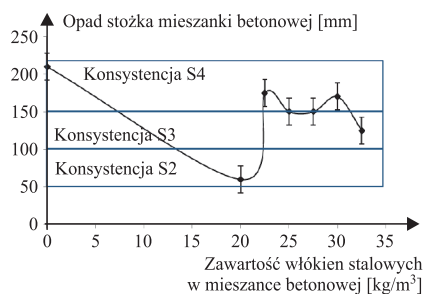
Rys. 2. Zależność zawartości powietrza w mieszance betonowej od zawartości włókien stalowych

Fig. 2. Dependence of air content in concrete from steel fibers content

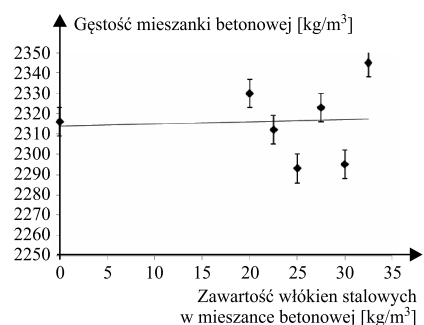
Na rysunku 3 przedstawiono wyniki badania konsystencji mieszanki betonowej za pomocą metody opadu stożka.

Dodanie 22,5 – 30,0 kg/m³ włókien nieznacznie zmniejsza opad stożka, natomiast powyżej 30,0 kg/m³ powoduje obniżenie o ok. 50 mm. Efektem tego jest zmiana klasy konsystencji mieszanki betonowej.

Na rysunku 4 przedstawiono wyniki badania gęstości mieszanki betonowej pokazujące, że wraz ze wzrostem zawartości włókien stalowych, gęstość mieszanki betonowej nie zmienia się w sposób istotny.



Rys. 3. Zależność opadu stożka mieszanki betonowej od zawartości włókien stalowych
Fig. 3. Dependence of slump height from steel fibers content



Rys. 4. Zależność gęstości mieszanki betonowej od zawartości włókien stalowych
Fig. 4. Dependence of the density of concrete mix from steel fibers content

Wnioski

Z przeprowadzonych badań wynika, że:

- wraz ze wzrostem zawartości włókien zwiększa się zawartość powietrza w mieszance betonowej;

- dodanie włókien stalowych w ilości 22,5 – 30,0 kg/m³ nie powoduje istotnej zmiany wysokości opadu stożka, natomiast wraz z dalszym zwiększaniem dodatku włókien stwierdzono istotny ich wpływ na konsystencję mieszanki betonowej (zmiana konsystencji z S4 do S3);

- wraz ze wzrostem ilości dodanych włókien nie zmienia się w sposób istotny gęstość mieszanki betonowej.

Literatura

[1] Błaszczyński Tomasz, Marta Przybylska, Jerzy Hoła, Tomasz Gorzelańczyk. 2009. „Fibrobeton jako materiał konstrukcyjny i naprawczy”, [w:] *Współczesne metody naprawy w obiektach budowlanych*. red. M. Kamiński, J. Jasiczak, W. Buczkowski, T. Błaszczyński. Wrocław. DWE: 96 – 107.

[2] Emmons Peter H., Lech Czarnecki. 2002. *Naprawa i ochrona konstrukcji betonowych*. Kraków. Polski Cement.

[3] Glinicki Michał. 2010. *Beton ze zbrojeniem strukturalnym*. XXV Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji. Szczyrk: WPPK Beskidy. 279 – 308.

[4] Hajduk Piotr. 2018. *Projektowanie i ocena techniczna betonowych podłóg przemysłowych*. Warszawa. PWN.

[5] Jamróży Zygmunt. 2005. *Beton i jego technologie*. Warszawa. Wydawnictwo Naukowe PWN.

[6] Jamróży Zygmunt. 2002. *Betony ze zbrojeniem rozproszonym (co projektant wiedzieć powinien)*. XVII Ogólnopolska Konferencja Warsztat Pracy Projektanta Konstrukcji. Ustroń: WPPK Ustroń.

[7] Piotrowski Tomasz, Sylwia Świątek-Żołyńska. 2017. „Beton posadzkowy – wymagania i odpowiedzialność za jakość zgodnie z PN-EN 206.” *Materiały Budowlane* 541 (9): 3 – 6. DOI: 10.15199/33.2017.09.01.

[8] PN-EN 12350-2:2011: Badania mieszanki betonowej – Część 2: Badanie konsystencji metodą opadu stożka.

[9] PN-EN 12350-6:2011 Badania mieszanki betonowej – Część 6: Gęstość.

[10] PN-EN-12350-7:2011: Badania mieszanki betonowej – Część 7: Badanie zawartości powietrza – Metody ciśnieniowe.

[11] PN-EN 12620+A1:2010: Kruszywa do betonu.

[12] Ponikiewski Tomasz. 2002. *Plastyczność włókno-zaprawy a jej właściwości reologiczne*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej. Gliwice. *Przyjęto do druku: 09.03.2019 r.*

Zapraszamy na stronę internetową

www.materiałybudowlane.info.pl/science