

prof. dr hab. inż. Zbigniew Giergiczny¹⁾
mgr inż. Katarzyna Synowiec¹⁾
mgr inż. Maciej Batog¹⁾

Stosowanie dodatków typu II w składzie betonu wg normy PN-EN 206:2014

Use of type II additions in concrete according to PN-EN 206:2014

DOI: 10.15199/33.2015.10.33

Streszczenie. W artykule omówiono rodzaje i możliwości stosowania dodatków typu II do betonu w kontekście wymagań normy PN-EN 206. Przedstawiono również zasady stosowania dodatków wg dopuszczonych normą koncepcji, pozwalających na ich uwzględnienie w składzie betonu.

Słowa kluczowe: dodatki do betonu, dodatki typu II, PN-EN 206, beton, normalizacja.

Abstract. In the paper application possibilities and kinds of additives type II for concrete were discussed in terms of requirements of PN-EN 206 standard. Also guidelines for the use of additives according to the approved conceptions which allow to include the additive in the concrete composition were presented.

Keywords: concrete additives, type II additives, PN-EN 206, concrete, standardization.

Beton jest najpowszechniej stosowanym materiałem budowlanym. W Polsce roczne zapotrzebowanie na beton towarowy wynosi blisko 19 mln m³, a w krajach Unii Europejskiej przekracza 210 mln m³ [1]. Ze względu na rodzaj i ilość stosowanych surowców (cement, kruszywo naturalne, woda), produkcja betonu w istotny sposób oddziałuje na środowisko. Ograniczenie negatywnego wpływu realizowane jest głównie przez zmniejszenie zawartości cementu, którego produkcja związana jest z emisją CO₂ na poziomie 800 – 850 kg/t [2, 3]. W składzie betonu cement częściowo zastępowany jest przez dodatki typu II, najczęściej uboczne produkty przemysłowe, jak np. popioły lotne, pył krzemionkowy, mielony granulowany żużel wielkopiecowy. W artykule przedstawiono zasady stosowania tego typu dodatków wg normy PN-EN 206:2014 [4].

Dodatki do betonu wg normy PN-EN 206

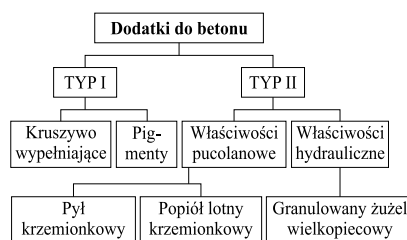
Zgodnie z normą PN-EN 206 [4] dodatek to drobnoziarnisty nieorganiczny składnik stosowany do betonu w celu poprawy pewnych właściwości lub uzyskania specjalnych, którego zawartość zazwyczaj przekracza 5% masy cementu. Dodatek może w znaczny sposób modyfikować właściwości zarówno mieszanki betonowej, jak i stwardniałego betonu. Norma [4] wyróżnia 2 typy dodatków

¹⁾ Politechnika Śląska, Wydział Budownictwa; Górażdże Cement S.A.

^{*)} Autor do korespondencji:

e-mail: zbigniew.giergiczny@gorazdze.pl

do betonu (rysunek 1). Ich przydatność ustala się wg wymagań przedmiotowych norm (tabela 1). Ilość i użyteczność należy określić na etapie badań wstępnych (projektowania składu betonu).



Rys. 1. Dodatki do betonu wg PN-EN 206 [4]
Fig. 1. Additives for concrete acc. to PN-EN 206 [4]

Koncepcje stosowania dodatków typu II do betonu

Dodatki można stosować w składzie betonu w ramach zawartości cementu oraz z uwzględnieniem wartości współczynnika w/c [4, 6]. W przypadku dodatków typu II norma PN-EN 206 dopuszcza trzy koncepcje uwzględnienia i ustalenia ilości dodatku w składzie betonu:

- współczynnika k;
- równoważnych właściwości użytkowych (ECPC);
- kombinacji równoważnych właściwości (EPCC).

Zalecana i najbardziej rozposzechniona koncepcja współczynnika k (tabela 2) stosowana jest najczęściej przez krajowych producentów betonu. Polega na porównaniu właściwości betonu referencyjnego z betonem, w którym część cementu zastąpiono dodatkiem. Kryte-

Tabela 1. Normy przedmiotowe dotyczące dodatków do betonu wg PN-EN 206

Table 1. Standards concerning additives for concrete acc. to PN-EN 206

Dodatki typu I	
Ogólną przydatność ustala się zgodnie z:	
Kruszywo wypełniające	PN-EN 12620+A1:2008 Kruszywa do betonu
	PN-EN 13055-1:2002 Kruszywa lekkie – Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i rzadkiej zaprawy
Pigmenty	PN-EN 12878:2014 Pigmenty do barwienia materiałów budowlanych opartych na cemencie i/lub wapnie – Wymagania i metody badań
Dodatki typu II	
Ogólną przydatność ustala się zgodnie z:	
Pył krzemionkowy	PN-EN 13263-1:2005 + A1:2009 Pył krzemionkowy do betonu – Część 1: Definicje, wymagania i kryteria zgodności
Popiół lotny	PN-EN 450-1:2011 Popiół lotny do betonu – Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności
Mielony granulowany żużel wielkopiecowy	PN-EN 15167-1:2006 Mielony granulowany żużel wielkopiecowy do stosowania w betonie, zaprawie i zaczynie – Część 1: Definicje, specyfikacje i kryteria zgodności

rium porównawczym jest trwałość, ale jako kryterium zastępcze dopuszcza się wytrzymałość betonu. Koncepcja współczynnika k pozwala na uwzględnienie dodatku przez zastąpienie współczynnika w/c współczynnikiem $w/(c+k \times d)$, gdzie d – ilość dodatku (rysunek 2) [4, 6]. Ponadto należy spełnić warunek minimalnej zawartości cementu $(c+k \times d)$ wymaganej ze względu na klasę ekspozycji.

Norma zastrzega, że w przypadku stosowania dodatków w większej ilości niż wynika to z założeń koncepcji współczynni-

Tabela 2. Zasady stosowania dodatków do betonu zgodnie z koncepcją współczynnika k
Table 2. The rules for use of additives for concrete acc. to the k value concept

Rodzaj dodatku typu II	Współczynnik k	Maksymalna zawartość dodatku	Uwagi
Pył krzemionkowy	2,0 1,0 w klasach ekspozycji XA, XF przy w/c < 0,45	pył krzemionkowy/cement ≤ 11%	ilość cementu nie powinna być zmniejszona o więcej niż 30 kg/m ³
Popiół lotny krzemionkowy	0,4	popiół lotny /cement ≤ 33% popiół lotny/cement ≤ 25%	dotyczy cementu CEM I dotyczy cementu CEM II/A
Granulowany żużel wielkopiecowy	0,6	żużel wielkopiecowy /cement ≤ 1,0	dotyczy cementów CEM I CEM II/A

ka k, nadmiaru nie należy uwzględniać przy obliczaniu współczynnika w/c i minimalnej zawartości cementu.

Zasada koncepcji równoważnych właściwości betonu dopuszcza zmianę wymagań dotyczących składu betonu, w przypadku stosowania dodatków i cementów powszechnego użytku spełniających wymagania PN-EN 197-1 (rysunek 3). Pochodzenie i właściwości tych składników powinny być dokładnie określone i udokumentowane. Koncepcja bazuje na założeniu, że jeżeli właściwości betonu o modyfikowanym składzie odpowiadają właściwościom betonu referencyjnego, to możliwa jest zmiana wymagań dotyczących minimalnej zawartości cementu oraz maksymalnego współczynnika w/c z uwagi na zastosowany rodzaj cementu lub dodatków. Sprawdzenia wymagają przede wszystkim właściwości związane z odpornością betonu (zaprawy) na korozyjne oddziaływanie środowiska, zgodnie z wymaganiami specyfikowanej klasy ekspozycji [4, 6 ÷ 8].

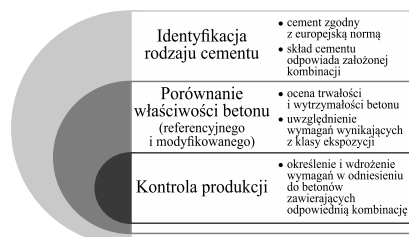


Rys. 2. Idea koncepcji współczynnika k
Fig. 2. The idea of k value concept



Rys. 3. Schemat postępowania w ramach koncepcji równoważnych właściwości użytkowych
Fig. 3. Work procedure within the Equivalent Concrete Performance Concept

Zasada koncepcji kombinacji równoważnych właściwości użytkowych dopuszcza możliwość stosowania w betonie układu cement + dodatek, jeżeli przepisy obowiązujące w kraju stosowania na to pozwalają, przy założeniu, że wyniki badań trwałości betonu są zbliżone z wynikami betonu referencyjnego, w danej klasie ekspozycji. Metodyka postępowania w przypadku stosowania tej kombinacji obejmuje identyfikację rodzaju cementu, ocenę porównawczą właściwości betonu oraz prowadzenie kontroli produkcji (rysunek 4). Koncepcja dopuszcza możliwość zastosowania kombinacji cementu i dodatku (lub dodatków), które w całości mogą być uwzględnione w ramach wymagań dotyczących maksymalnego współczynnika w/c



Rys. 4. Metodyka działania w ramach koncepcji kombinacji równoważnych właściwości

Fig. 4. Methodology in the Equivalent Performance of Combinations Concept

i minimalnej zawartości cementu, określonych w odniesieniu do betonu z uwagi na warunki oddziaływania środowiska [4, 6 ÷ 8].

Jeżeli przepisy krajowe na to pozwalają, możliwa jest bezpośrednia zamiana minimalnej ilości cementu, wynikającej z klasy ekspozycji, kombinacją cement + dodatek w takiej samej ilości oraz zamiana współczynnika w/c na współczynnik w/(c+d), gdzie d – ilość dodatku [6, 7].

Wprowadzone wraz z nowelizacją normy PN-EN 206 alternatywne koncepcje uwzględniania dodatków typu II w składzie be-

tonu odwołują się do przepisów krajowych, obowiązujących w miejscu stosowania. Obecnie nie uwzględniają one jednak zapisów, które umożliwiałyby kształtowanie składu i właściwości betonu w myśl przytoczonych koncepcji. Dokumentem właściwym do takich zapisów może być w przyszłości norma krajowa PN-B-06265 stanowiąca krajowe uzupełnienie normy PN-EN 206, która obecnie jest na etapie uzgodnień branżowych.

Szczegółowe informacje dotyczące zasad stosowania koncepcji umożliwiających uwzględnienie dodatków typu II w składzie betonu opisuje raport techniczny opracowany przez Europejski Komitet Normalizacyjny CEN/TR 16639:2014 [8].

Podsumowanie

Stosowanie dodatków do betonu jest dobrze znaną i powszechnie stosowaną praktyką. Mimo doświadczenia, należy przestrzegać obowiązujących zasad i postępować wg wymagań dokumentów normalizacyjnych. Postanowienia znowelizowanej normy PN-EN 206:2014 liberalizują dotychczasowe zalecenia dotyczące zasad stosowania dodatków typu II w składzie betonu i w wielu przypadkach odwołują się do przepisów lokalnych, obowiązujących w miejscu stosowania. Zapisy takie ułatwiają projektowanie betonu z dodatkami, nakładając jednocześnie obowiązek udokumentowania równoważnych właściwości betonu o zmodyfikowanym składzie. Szczególną uwagę należy zwrócić na trwałość betonu w specyfikowanych klasach ekspozycji.

Literatura

- [1] Ready-mixed concrete industry statistics year 2013, ERMCO, Lipiec 2014 r. <http://www.ermco.eu/>.
- [2] „The concrete conundrum” Chemistry World, March 2008 s. 62-66, www.chemistryworld.org.
- [3] Bjegovic D., Stirmer N., Serdar M., „Ecological aspects of concrete production” 2nd International Conference on Sustainable Construction Materials and Technologies, Ancona, Italy, 2008.
- [4] PN-EN 206:2014 „Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność”.
- [5] Broszura informacyjna „Beton wg normy PN-EN 206” Górażdzie Cement, 2014.
- [6] Podręcznik SPBT do znowelizowanej normy PN-EN 206:2014, Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego, Kraków 2014.
- [7] ERMCO „Guide to EN 206:2014” Europejska Organizacja Betonu Towarowego, Bruksela 2013.
- [8] Technical Report CEN/TR 16639 Use of k-value concept, equivalent concrete performance concept and equivalent performance of combinations concept.

Przyjęto do druku: 12.09.2015 r.