

*Przemysław Kaprzyk<sup>1)</sup>*

# Podjęcie normowe dotyczące napowietrzenia mieszanki betonowej na podstawie wymagań różnych krajów

**W**spólny rynek Unii Europejskiej przyczynił się do zwiększenia produkcji prefabrykatów budowlanych w Polsce i ich dostarczania na inne rynki niż kraj wytwarzania. Consolis Polska Sp. z o.o. dostarcza elementy prefabrykowane na rynek niemiecki, holenderski oraz duński. Na potrzeby ofertowania przeanalizowano również wymagania takich rynków, jak czeski, słowacki, fiński.

W celu uzyskania betonu o odpowiedniej trwałości należy poza normą EN 206 *Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność*, spełnić wymagania uzupełnień krajowych do tej normy oraz uwzględnić klimat w różnych krajach Unii Europejskiej i EOG.

W artykule przedstawiono wymagania dotyczące zapisów normy EN 206 oraz uzupełnień krajowych Polski, Niemiec, Danii, Holandii i Finlandii w przypadku klasy ekspozycji XF. Zebrano wymagania dotyczące klas XF1-XF4, tj. minimalną wytrzymałość betonu na ściskanie, maksymalny współczynnik wodno-cementowy (w/c), minimalną zawartość cementu, minimalne napowietrzenie. Przyjęto okres 50 lat eksploatacji oraz wartość napowietrzenia dla najpopularniejszej frakcji kruszywa – do 16 mm.

Beton narażony na działanie zamrażania/rozmarzania kwalifikuje się do klasy ekspozycji XF. Europejska norma EN 206 wraz z PN-B-06265:2018-10 *Beton – Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność – Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12* podaje minimalne wymagania dotyczące świeżej mieszanki betonowej oraz betonu stwardniałego. Wymagania EN 206 od 2003 r., czyli pierwszego wydania, nie uległy zmianie w przypadku klasy XF, natomiast w uzupełnieniu krajowym do-

konano zmian dotyczących m.in. wartości napowietrzenia. W tabeli 1 przedstawiono wymagania dotyczące betonu w różnych krajach w przypadku klasy ekspozycji XF1. Wynika z nich, że poza różnicą w przypadku w/c wynoszącą ok. 0,05, największa różnica (do 4,5%) dotyczy napowietrzenia mieszanki betonowej na rynku duńskim. Możemy zrezygnować z napowietrzenia, ale musimy wykazać mrozoodporność betonu nienapowietrzonego.

Najmniej rygorystyczne wymagania zawiera norma niemiecka – brak minimalnej ilości cementu, relatywnie wysokie w/c oraz klasa wytrzymałości na ściskanie C25/30. Ciekawym podejściem jest wymaganie dotyczące ilości cementu w normie duńskiej – w teorii min. 150 kg, jednak przy zastosowaniu cementu klasy 42,5, współczynnika w/c – 0,55 oraz klasie betonu na ściskanie C30/37, będzie go musiało być więcej.

W przypadku wymagań dotyczących klasy XF2 różnice w normach są już

bardziej widoczne – tabela 2 (klasa wytrzymałości betonu na ściskanie od C25/30 do C35/45). Norma duńska, poza napowietrzeniem mieszanki do min. 4,5%, wymaga potwierdzenia ilości powietrza w stwardniałym betonie – wymaganie to min. 3,5% oraz odległość porów – 0,20. Holenderskie wymagania w tej klasie dają dwie możliwości: w/c min. 0,55 i napowietrzenie min. 4% w przypadku kruszywa do 16 mm lub zmniejszenie wartości w/c do maks. 0,45 i brak napowietrzenia. Podobne warianty są w niemieckiej normie. Rezygnując z napowietrzenia, musimy zmniejszyć w/c oraz zwiększyć ilość cementu do min. 320 kg.

Z przedstawionych danych wynika, że różnice w napowietrzeniu sięgają 1%, natomiast rozrzut klas wytrzymałości na ściskanie jest znaczny. W przypadku Polski wystarczy beton klasy C25/30, natomiast aby spełnić wymagania niemieckie oraz duńskie, potrzebujemy klasy wytrzymałości C35/45.

**Tabela 1. Wymagania dotyczące betonu w przypadku klasy ekspozycji XF1**

| Parametr                                     | EN 206 | Polska | Dania                  | Holandia | Niemcy | Finlandia |
|----------------------------------------------|--------|--------|------------------------|----------|--------|-----------|
| Maks. w/c                                    | 0,55   | 0,55   | 0,55                   | 0,55     | 0,60   | 0,60      |
| Min. klasa wytrzymałości betonu na ściskanie | C30/37 | C30/37 | C30/37                 | –        | C25/30 | –         |
| Min. zawartość cementu                       | 300    | 300    | 150<br>klasy min. 42,5 | 300      | –      | 270       |
| Min. zawartość powietrza [%]                 | –      | –      | 4,5                    | –        | –      | 4,0       |

**Tabela 2. Wymagania dotyczące betonu w przypadku klasy ekspozycji XF2**

| Parametr                                     | EN 206          | Polska | Dania                                                                          | Holandia | Niemcy | Finlandia |
|----------------------------------------------|-----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------|
| Maks. w/c                                    | 0,55            | 0,55   | 0,45                                                                           | 0,55     | 0,45   | 0,50      |
| Min. klasa wytrzymałości betonu na ściskanie | C25/30          | C25/30 | C35/45                                                                         | –        | –      | C35/45    |
| Min. zawartość cementu [kg/m <sup>3</sup> ]  | 300             | 300    | 150<br>klasy min. 42,5                                                         | 300      | 300    | 300       |
| Min. zawartość powietrza [%]                 | 4 <sup>*)</sup> | 4,5    | 4,5                                                                            | 4        | –      | 4         |
| Inne wymagania                               | –               | –      | 3,5% w stwardniałym betonie, min. odległość porów 0,2; dobra odporność na mróz | –        | –      | –         |

<sup>1)</sup> Consolis Polska Sp. z o.o.;

<sup>\*)</sup> w przypadku betonu nienapowietrzonego zaleca się badanie jego właściwości użytkowych odpowiednią metodą i porównanie z betonem, którego mrozoodporność w warunkach danej klasy ekspozycji jest potwierdzona

Wiele osób zajmujących się technologią betonu uważa, że beton wysokiej wytrzymałości (BWW, BBWW) zapewnia mrozoodporność, ale beton klasy C35/45 jest betonem zwykłym.

Z analizowanych, najbardziej restrykcyjne są wymagania duńskie. Poza relatywnie wysoką klasą wytrzymałości betonu na ściskanie, jesteśmy zobligowani do napowietrzenia mieszanki do min. 4,5%. Stosując kruszywa o ziarnie do 16 mm, nie ma odstępstwa jak w przypadku klasy XF1. Dodatkowo należy udowodnić, że zawartość porów powietrza wynosi min. 3,5%, ich odpowiedni rozstaw w stwardniałym betonie (procedura badawcza zgodna z EN 480-11) – maksymalnie 0,20 oraz „dobrą” odporność na działanie mrozu (Procedura badawcza normy SS 137244 metoda „Boras”).

W klasie XF3 rozrzut klas wytrzymałości na ściskanie wynosi od C25/30 do C35/45 (tabela 3), różnica w napowietrzeniu 0,5% przy kruszywie do 16 mm, a wyjątek stanowią normy holenderska oraz niemiecka (przy zwiększeniu ilości cementu, obniżeniu w/c oraz podwyższeniu klasy wytrzymałości do C35/45), które nie wymagają napowietrzenia w tej klasie. Podobnie jak w klasie XF2 norma duńska wymaga potwierdzenia napowietrzenia min. 3,5% w stwardniałym betonie (wg EN 480-11), odległości porów maks. 0,20 oraz „dobrej” odporności na działanie mrozu.

W klasie XF4, podobnie jak w pozostałych, najwyższe wymagania klasy wytrzymałości na ściskanie, tj. C40/50,

**Tabela 4. Wymagania dotyczące betonu w przypadku klasy ekspozycji XF4**

| Parametr                                     | EN 206          | Polska             | Dania                                                                          | Holandia | Niemcy           | Finlandia |
|----------------------------------------------|-----------------|--------------------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|------------------|-----------|
| Maks. w/c                                    | 0,45            | 0,45               | 0,40                                                                           | 0,50     | 0,55             | 0,50      |
| Min. klasa wytrzymałości betonu na ściskanie | C30/37          | C30/37             | C40/50                                                                         | –        | C30/37           | –         |
| Min. zawartość cementu [kg/m³]               | 340             | 340                | 150 klasy min. 42,5                                                            | 300      | 320              | 360       |
| Min. zawartość powietrza [%]                 | 4 <sup>*)</sup> | 4,5 <sup>**)</sup> | 4,5                                                                            | 4        | 4 <sup>**)</sup> | 5,5       |
| Inne wymagania                               | –               | –                  | 3,5% w stwardniałym betonie, min. odległość porów 0,2; dobra odporność na mróz | –        | –                | –         |

<sup>\*)</sup> w przypadku betonu nienapowietrzonego zaleca się badanie jego właściwości użytkowych odpowiednią metodą i porównanie z betonem, którego mrozoodporność w warunkach danej klasy ekspozycji jest potwierdzona; <sup>\*\*)</sup> beton o konsystencji VO (≥ 31s) oznaczonej wg PN-EN 12350-3 i w/c ≤ 0,4 może być produkowany bez dodatkowego napowietrzenia

dotyczą betonu stosowanego na terenie Danii (tabela 4), natomiast największe napowietrzenie oraz największą zawartość cementu zawiera norma fińska.

Z przedstawionych wymagań dotyczących klas wytrzymałości na ściskanie, współczynnika w/c, minimalnej zawartości cementu oraz wartości napowietrzenia zawartych w normie EN 206 oraz wymaganiach krajowych Polski, Danii, Holandii, Niemiec oraz Finlandii, najbardziej restrykcyjne są przepisy duńskie – najwyższa klasa wytrzymałości na ściskanie, najmniejszy współczynnik w/c i napowietrzenie mieszanki 4,5%, jeżeli nie potwierdzono odporności (tylko w XF1) oraz konieczność potwierdzenia ilości i rozstawu porów w stwardniałym betonie.

W przypadku pozyskania zlecenia na wykonanie prefabrykatów z rynku innego niż polski należy bezwzględnie zapoznać się z załącznikami krajowymi do normy EN 206. Poza przedstawio-

nymi wymaganiami, w przywołanych normach można znaleźć inne dotyczące m.in. kruszywa, cementów, badania stwardniałego betonu na odporność na rozmrażanie/zamrażanie.

Wymagania dotyczące betonu w różnych krajach przedstawiono na podstawie analizy norm:

- PN-EN 206+A2:2021-08 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność;
- PN-B-06265:2018-10 Beton. Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność. Krajowe uzupełnienie PN-EN 206+A1:2016-12;
- DS/EN 206 DK NA:2019 Beton – Specification, performance, production and conformity – Rules for application of EN 206 in Denmark;
- NEN 8005+C1 Dutch supplement of NEN-EN 206: Concrete – Specification, performance, production and conformity;
- DIN 1045-2 Plain, reinforced and prestressed concrete structures – Part 2: Concrete – Specification, performance, production and conformity – Application rules for DIN EN 206-1;
- SFS 7022 Concrete. Application of standard SFS-EN 206:2015 in Finland;
- EN 480-11 Domieszki do betonu, zaprawy i zaczynu – Metody badań – Część 11: Oznaczanie charakterystyki porów powietrznych w stwardniałym betonie;
- SS 137244 Concrete testing – Hardened concrete – Scaling at freezing.

**Tabela 3. Wymagania dotyczące betonu w przypadku klasy ekspozycji XF3**

| Parametr                                     | EN 206          | Polska | Dania                                                                          | Holandia | Niemcy | Finlandia |
|----------------------------------------------|-----------------|--------|--------------------------------------------------------------------------------|----------|--------|-----------|
| Maks. w/c                                    | 0,50            | 0,50   | 0,45                                                                           | 0,50     | 0,55   | 0,50      |
| Min. klasa wytrzymałości betonu na ściskanie | C30/37          | C30/37 | C35/45                                                                         | –        | C25/30 | C35/45    |
| Min. zawartość cementu [kg/m³]               | 320             | 320    | 150 klasy min. 42,5                                                            | 300      | 300    | 320       |
| Min. zawartość powietrza [%]                 | 4 <sup>*)</sup> | 4,5    | 4,5                                                                            | –        | 4      | –         |
| Inne wymagania                               | –               | –      | 3,5% w stwardniałym betonie, min. odległość porów 0,2; dobra odporność na mróz | –        | –      | –         |

<sup>\*)</sup> w przypadku betonu nienapowietrzonego zaleca się badanie jego właściwości użytkowych odpowiednią metodą i porównanie z betonem, którego mrozoodporność w warunkach danej klasy ekspozycji jest potwierdzona

**Partner działu:**

**Stowarzyszenie Producentów Betonów**

[www.s-p-b.pl](http://www.s-p-b.pl)



ROK ZAŁOŻENIA 1994