

mgr Tomasz Nowacki\*

# Zastosowanie betonu SCC do prefabrykowanych elementów żelbetowych konstrukcji wieży wiatrowej

W artykule opisano przykład zastosowania betonu samożęszczalnego do wykonania prefabrykowanych elementów żelbetowych konstrukcji wieży wiatrowej. Wymagania ze strony wykonawcy, dotyczące zarówno mieszanki betonowej i stwardniałego betonu, jak i procesu realizacji, stanowiły wyzwanie dla producenta betonu. Szczególnie należy podkreślić konieczność prowadzenia prac betoniarskich zarówno w warunkach normalnej, jak i obniżonej temperatury, z zachowaniem wymaganych właściwości fizycznych i mechanicznych betonu już w wczesnych okresach twardnienia.

Wymagania dotyczące mieszanki betonowej:

- współczynnik wodno-cementowy: maks.  $w/c = 0,39$ ;
- konsystencja mieszanki betonowej utrzymywana przez min. 1,5 h;
- konsystencja badana metodą rozplywu: 660 – 750 mm (klasa SF2);
- czas rozplywu badany metodą V-lejka: 5 – 10 s (klasa VF1/VF2).

Wymagania dotyczące stwardniałego betonu:

- wytrzymałość na ściskanie po 28 dniach dojrzewania: klasa C60/75 (B75);
- wczesna wytrzymałość na ściskanie po 24 h: min. 35 MPa.

Wymagania dotyczące receptury:

- należy zachować ten sam skład betonu w trakcie realizacji;
- ustalony skład mieszanki betonowej ma zapewnić założone parametry również w warunkach obniżonej temperatury;
- dopuszczalna odchyłka w dozowaniu składników wynosi 0,1% w stosunku do wyjściowego składu mieszanki betonowej.

Wymagania dotyczące transportu i produkcji elementów:

- wytwórnia prefabrykowanych elementów wież wiatrowych powinna być zlokalizowana 20 km od betoniarni;
- każdy element należy wytwarzać z objętości 20 – 25 m<sup>3</sup> mieszanki betonowej, co odpowiada 3 – 4 betonowozom;
- formowanie elementu rozpoczyna się w momencie, gdy do wytwórni została do-

starzona cała mieszanka betonowa potrzebna do jego wykonania;

- element jest rozformowywany po 6 – 8 h od momentu połączenia wody z cementem.

Do opracowania receptury laboratoryjnej zastosowano cement specjalny CEM I 52,5R UltraVAL o wytrzymałości na ściskanie:

- po 1 dniu dojrzewania – 50 MPa;
- po 2 dniach dojrzewania – 60 MPa;
- po 7 dniach dojrzewania – 71 MPa;
- po 28 dniach dojrzewania – 82 MPa.

W celu poprawy urabialności mieszanki betonowej, a także przyspieszenia hydratacji C<sub>3</sub>A i C<sub>3</sub>S użyto dodatku mączki wapiennej (14% m.c.). Stos okruszowy skomponowano z piasku naturalnego kwarcytowego 0 ÷ 2 mm oraz gryszy granitowego frakcji 2 ÷ 8 mm i 8 ÷ 11 mm. Jako domieszkę upłynniającą zastosowano superplastyfikator Stachement 2701 na bazie polikarboksylanu. Skład receptury laboratoryjnej betonu przedstawiono w tabeli. Przed wykonaniem zarobów wszystkie składniki schłodzono w komorze do następującej temperatury – kruszywo -15 °C, cement +2 °C. Wytrzymałość na ściskanie przedstawiono na rysunku 1. Próbkę przechowywano w formach w temperaturze -3 °C i 15 °C.

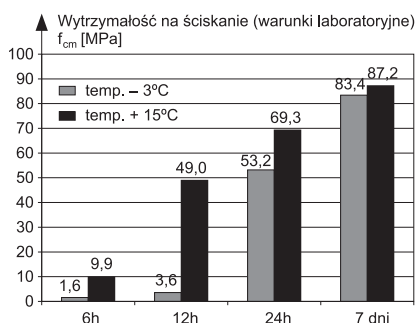
## Receptura laboratoryjna betonu

Składniki betonu SCC ( $w + w_{sp}$ )/c = 0,39	
Cement [kg/m <sup>3</sup> ]	430
Mączka wapienna [kg/m <sup>3</sup> ]	60
Piasek 0÷2 mm [kg/m <sup>3</sup> ]	855
Kruszywo grube 2÷8 mm [kg/m <sup>3</sup> ]	395
Kruszywo grube 8÷11 mm [kg/m <sup>3</sup> ]	480
Woda [dm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup> ]	162
Superplastyfikator [kg/m <sup>3</sup> ]	7,96

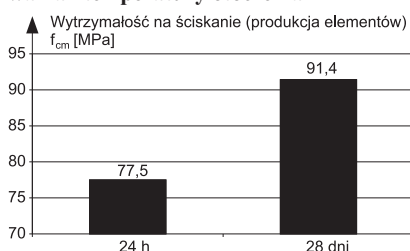
Betonowanie realizowano w temperaturze 3,6 – 21,9 °C. W sposób ciągły kontrolowano konsystencję (metoda rozplywu) i lepkość mieszanki betonowej (metoda V-lejka). Wartość średnia konsystencji badanej metodą rozplywu wyniosła – 735 mm (klasa SF2), natomiast wartość średnia lepkości badanej metodą V-lejka – 6,4 s (klasa VF1). Wyniki badania wytrzymałości na ściskanie prowadzonego na próbkach dojrzewających w warunkach produkcji po 24 h i 28 dniach ich dojrzewania pokazano na rysunku 2.



Wieże wiatrowe



Rys. 1. Wytrzymałość średnia betonu SCC na ściskanie  $f_{cm}$  [MPa] w warunkach laboratoryjnych w zależności od okresu dojrzewania i temperatury otoczenia



Rys. 2. Wytrzymałość na ściskanie betonu SCC  $f_{cm}$  [MPa] w zależności od okresu dojrzewania

Prowadzona systematycznie kontrola właściwości reologicznych mieszanki i wytrzymałościowych stwardniałego betonu potwierdziła spełnienie określonych założeń wstępnych. Okazało się to możliwe przede wszystkim dzięki zastosowaniu cementu o dużej wytrzymałości wczesnej oraz efektywnej domieszki upłynniającej Stachement 2701. Opracowana receptura pozwoliła na uzyskanie wszystkich założonych parametrów, a nawet znacznie je przekroczone (rysunek 2), pomimo betonowania w temperaturze poniżej 5 °C.

\* Stachema Polska