

ELEMENTY I KSZTAŁTKI

uzupełniające w asortymencie betonowej galanterii drogowej – ocena jakości betonu

Niniejszy artykuł odpowiada na pytanie w jaki sposób zbadać jakość betonu w kształtkach lub elementach uzupełniających

dr inż. Grzegorz Śmierłka,

Dyrektor ds. produkcji ZPB
Kaczmarek

Aktualne, zharmonizowane normy PN-EN 1338, PN-EN 1339 oraz PN-EN 1340 wraz ze wszystkimi uzupełnieniami zawierają w swoich załącznikach szereg zapisów, dotyczących metod badań i wymogów trwałościowych stawianych gotowym wyrobom, jak i rodziny prefabrykatów betonowej galanterii drogowej. Podstawowe wymogi geometryczne, pozwalające przypisać dany element do „rodziny” kostek, płyt bądź krawężników, jednoznacznie definiują zakres tematyczny dokumentów odniesienia [1, 2, 3]. Wyjątek stanowią sytuacje, kiedy wśród kilku prefabrykatów przypadających na cykl produkcyjny pojawiają się elementy lub kształtki uzupełniające, niespełniające podstawowych wymogów. Najczęściej są one produkowane w celu uzupełnienia posiadanej oferty handlowej i sprostania tym samym bieżącym trendom na rynku materiałów budowlanych wśród Inwestorów, Projektantów i Wykonawców [4] – fot. 1, 2.

Wychodząc naprzeciw powyższemu przypadkowi, autorzy przytoczonych norm [1, 2, 3] we wszystkich trzech dokumentach zapisali: „jeśli ze względu na geometrię kształtki elementy uzupełniające lub krawężniki nie mogą być badane zgodnie z niniejszą normą, to uważa się je za zgodne z niniejszą normą pod warunkiem, że są wykonane z betonu co najmniej takiej samej jakości jak krawężniki betonowe (kostki lub płyty brukowe), spełniające wymagania niniejszej normy”. Zapis banalny i oczywisty, dopóki nie zaczniemy dokładnie się nad nim zastanawiać.

MIESZANKA BETONOWA A BETON

Autor niniejszego artykułu wielokrotnie spotykał się z twierdzeniem, iż dwa elementy – normowy i uzupełniający, wyprodukowa-

no z betonu takiej samej jakości, gdyż mieszanka betonowa użyta do produkcji jednego i drugiego została przygotowana w oparciu o tę samą recepturę. W tym miejscu należałoby przytoczyć dwie podstawowe definicje z normy PN-EN 206-1 [5], a mianowicie:

- mieszanka betonowa – całkowicie wymieszane składniki betonu, które są jeszcze w stanie umożliwiającym zagęszczenie wybraną metodą;
- beton – materiał powstały ze zmieszania cementu, kruszywa grubego i drobnego, wody oraz ewentualnych domieszek i dodatków, który uzyskuje swoje właściwości w wyniku hydratacji cementu; oraz jako uzupełnienie powyższych, trzecią:
- beton stwardniały – beton, który jest w stanie stałym i który osiągnął pewien poziom wytrzymałości.

Pierwsza definicja dotyczy „czasu życia mieszaniny” od momentu wymieszania wszystkich składników do początku czasu wiązania cementu, natomiast druga obowiązuje po tym okresie. Trzecia definicja jest uszczegółowieniem drugiej, gdyż dotyczy powstałego komponentu od chwili zakończenia procesu wiązania cementu.

W przypadku wytwarzania prefabrykatów na bazie mieszanki betonowej o konsystencji wilgotnej, równie ważnym, jak skład recepturowy, jest jej odpowiednie zagęszczenie w procesie wibroprasowania. Dodatkowo osoby zajmujące się wytwarzaniem betonowych prefabrykatów drogowych wiedzą, iż wyniki otrzymywane podczas badania elementów z jednego cyklu produkcyjnego niejednokrotnie odbiegają od siebie nawet o kilkadziesiąt procent. Sztuką jest zminimalizowanie wartości odchylenia standar-



dowego wyników oraz „usytuowanie” ich wartości średniej na odpowiednio bezpiecznym poziomie.

PROBLEMY BADAWCZE

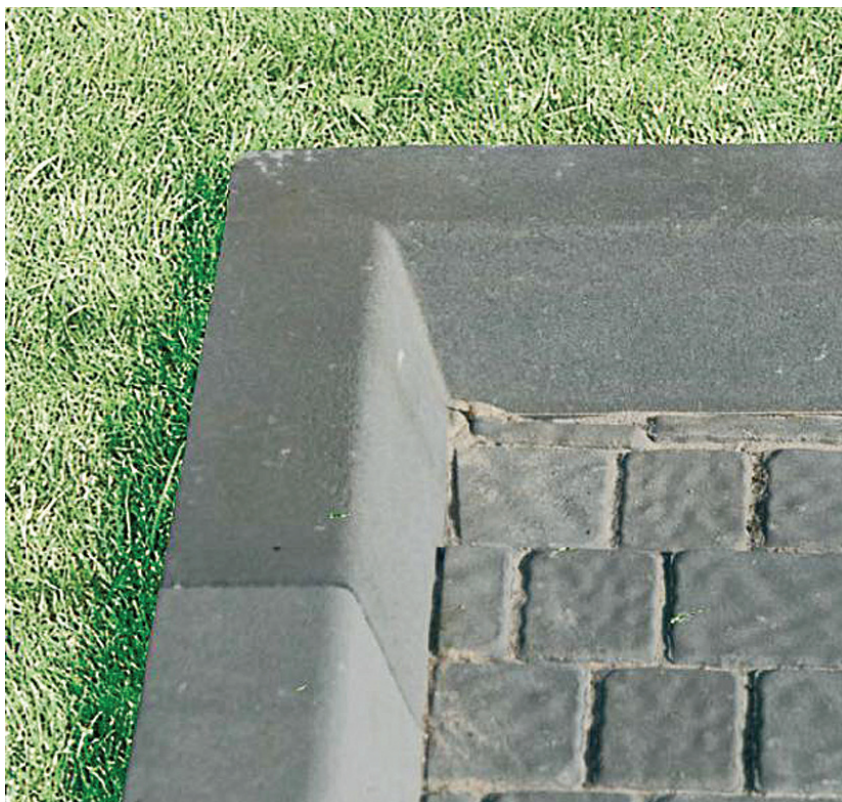
Wśród wielu publikacji, które pojawiły się w przeciągu ostatnich lat, przeważa opinia, posiadająca swoje merytoryczne uzasadnienie, iż nie istnieje wprost ostra zależność pomiędzy takimi parametrami jak: wytrzymałość mechaniczna, nasiąkliwość czy odporność na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem soli odładowanych [6]. Można zauważyć pewne korelacje mówiące, iż im wyższa wytrzymałość, tym pozostałe parametry będą ulegać poprawie, lecz takie stwierdzenie w spornych sytuacjach na budowie to zdecydowanie za mało. Należałoby więc zastanowić się w jaki sposób zbadać jakość betonu w kształtkach lub elementach uzupełniających.

Pierwszym badaniem, które wydawałoby się nie powinno nastroczać żadnych problemów, jest badanie nasiąkliwości. W przypadku większych prefabrykatów próbki zawsze można mechanicznie pobrać z całych elementów – poprzez cięcie bądź odwiert, natomiast w przypadku ich małej masy, badaniu można poddać elementy o wadze niższej od 2,5 kg. Otrzymane wyniki bez problemu można przyrównać do tych uzyskanych na normowych próbkach, po zastosowaniu (w miarę potrze-



Fot. 1. Krawężnik łukowy

Fot. 2. Krawężnik 90°





FOT. G. ŁÓJ

Fot. 3. Niewłaściwe wykonanie łuku wysepki z krawężników

SZTUKĄ JEST
ZMINIMALIZOWANIE
WARTOŚCI
ODCHYLENIA
STANDARDOWEGO
WYNIKÓW ORAZ
„USYTUOWANIE” ICH
WARTOŚCI ŚREDNIEJ
NA ODPOWIEDNIO
BEZPIECZNYM
POZIOMIE

by) współczynników uwzględniających wpływ skali i co najważniejsze kształtu na wartość końcowych wyników [7]. Prostsze i łatwiejsze, a co ważniejsze gwarantujące skuteczniejsze porównanie badanych parametrów, jest przygotowanie próbek o tych samych wymiarach i kształtach z betonu badanego oraz wzorcowego, pobranego z elementu spełniającego zapisy odpowiedniej normy [1, 2, 3].

W przypadku normowych badań odporności na zamrażanie i rozmrażanie z udziałem środków odladzających oraz odporności na ścieranie [1, 2, 3] wydaje się, iż wiarygodniejszymi od parametrów uzyskanych na innych elementach będą te z badań na niepełnych, więc nie normowych, rzeczywistych powierzchniach. Wynika to z faktu, iż parametry te zależą liniowo od ilości złuszczonego materiału, określonej w [kg] na [m²] powierzchni dla badania pierwszego bądź w [mm³] ubytku na [mm²] powierzchni dla badania drugiego. Największym jednak problemem, z jakim boryka się Producent podczas określenia jakości betonu, jest ocena jego wytrzymałości mechanicznej na zginanie dla płyt [2] i krawężników [3], gdyż w przypadku betonowych kostek brukowych [1] istnieje możliwość rozłupania praktycznie każdej powierzchni betonowej.

OCENA WYTRZYMAŁOŚCI MECHANICZNEJ

Zgodnie z zasadami statyki budowli i wytrzymałości materiałów budowlanych, bel-

kami lub płytami nazywamy takie elementy, których wymiar wysokości przekroju do ich rozpiętości jest mniejszy o rząd, tj. około 10. W przeważającej większości są one kształtowane przez projektantów z materiałów dobrze przenoszących naprężenia rozciągające od zginania, tj. stali, drewna bądź żelbetu, czyli betonu z wkładkami z prętów zbrojeniowych. W rzeczywistości niewiele betonowych prefabrykatów spełnia ten warunek. Dodatkowo należy stwierdzić, iż materiał jakim jest beton, nie jest w budownictwie „idealnie przeznaczonym” do przenoszenia naprężeń rozciągających. Autorzy norm [2, 3] zaniżyli więc iloraz rozpiętości belki do jej wysokości, do wartości 4, co pozwoliło na badanie betonowych prefabrykatów drogowych w kierunku ich najsłabszej strony – przenoszenia rozciągania, w szczególności od zginania.

W normie PN-B-03264 [8], w tablicy 2, zapisano wartości większości wytrzymałości mechanicznych oraz modułów sprężystości dla dostępnych klas betonu z wyłączeniem parametru wytrzymałości na zginanie. Należy więc w tym miejscu zadać pytanie, w jaki sposób porównać jakość, czyli wytrzymałość na zginanie dwóch elementów – normowego i nienormowego, bez możliwości jego przeprowadzenia dla drugiego przypadku.

Jedynym rozsądnym i prawidłowym w tej sytuacji rozwiązaniem wydaje się zastosowanie zapisów normy PN-EN 13791 [9], gdyż dokument ten dotyczy właśnie tego rodzaju

przypadków. W normatywie zawarto metody pozwalające określić mechaniczną wytrzymałość betonu na ściskanie na odwiertach bądź wycinkach próbek betonu i porównanie ich z oczekiwanymi wynikami. Wykorzystując więc fakt, iż wszystkie „drugorzędne” wytrzymałości „sztucznego kamienia” skorelowane są z wytrzymałością na ściskanie – podstawową, bo najczęściej określaną, sprawdzenie spełnienia zakładanych parametrów można wykonać poprzez porównanie, zamiast wytrzymałości na zginanie dwóch elementów, wytrzymałości na ściskanie próbek pobranych ze sprawdzanego elementu oraz referencyjnego, tj. normowego. Uogólniając, kształtka produkowana jako uzupełniająca asortyment krawężników lub płyt brukowych, będzie spełniać deklarowaną wytrzymałość na zginanie pod warunkiem, iż średnia wytrzymałość na ściskanie próbek betonu pobranych z tejże kształtki będzie co najmniej taka sama jak średnia wytrzymałość próbek pobranych z elementu normowego, który dodatkowo pozytywnie przeszedł wcześniej badanie wytrzymałości na zginanie. Jest to uzasadnione merytorycznie założenie, gdyż wytrzymałość na zginanie to zdolność przez przekrój poprzeczny do przeniesienia, w przypadku badania normowego, przez górne włókna belki naprężeń ściskających, a dolne naprężeń rozciągających, które bezpośrednio są powiązane z badaną wytrzymałością betonu na ściskanie.

Jedynie jakościowe odniesienie do siebie dwóch wyników, bez ilościowego określania ich wartości, nie powinno budzić wątpliwości przeciwników stosowania przedmiotowego normatywu [8], powstałym, jak to można odnieść wrażenie po lekturze [10], jego zbyt liberalnym podejściem do szacowania wytrzymałości na ściskanie istniejących konstrukcji, poprzez uwzględnianie współczynnika 0,85. Pozwala on zwiększać otrzymane w laboratorium wyniki o ponad 17% z tytułu mechanicznej obróbki powierzchni próbek, która to bez wątpliwości „może powodować uszkodzenie niedojrzałego lub naturalnie słabego betonu. Odwiert może być z natury słabszy niż próbka walcowa, ponieważ jego powierzchnia zawiera drobinki pociętego kruszywa, które jedynie dzięki adhezji cementowej matrycy pozostają w strukturze przypowierzchniowej warstwy betonu. Tego rodzaju cząstki prawdopodobnie w niewielkim stopniu uczestniczą w kształto-

■

KSZTAŁTKA
BĘDZIE SPEŁNIAĆ
DEKLAROWANĄ
WYTRZYMAŁOŚĆ
NA ZGINANIE
POD WARUNKIEM,
IŻ ŚREDNIA
WYTRZYMAŁOŚĆ
NA ŚCISKANIE
PRÓBEK BETONU
POBRANYCH Z TEJŻE
KSZTAŁTKI BĘDZIE
CO NAJMNIEJ TAKA
SAMA JAK ŚREDNIA
WYTRZYMAŁOŚĆ
PRÓBEK POBRANYCH
Z ELEMENTU
NORMOWEGO

waniu wytrzymałości odwiertu”.

WNIOSKI

Przytoczona procedura nie jest nadmiernie zawiła i uciążliwa, a co najważniejsze bezdyskusyjnie potwierdza spełnienie zapisów normowych przez badane prefabrykaty. Dodatkowo można ją odnieść, dzięki korelacji pomiędzy poszczególnymi wytrzymałościami betonu, do całego asortymentu betonowych kostek, płyt i krawężników betonowych. Stosowanie kształtek uzupełniających podstawowy asortyment betonowej galanterii drogowej, pozwala [wg 3] na wyznaczenie „granicy rzeczywistej lub wizualnej w terenie” o dowolnym kształcie, bez konieczności zakrzywiania w planie prefabrykatów prostych bądź ich czaso- i pracochłonnego docinania na budowie w trapezy. Uzyskane w ten sposób nawierzchnie odznaczają się harmonią i ciągłością, a przede wszystkim wyższą trwałością z uwagi na mniejszą ilość łączy, szczególnie przy ostrych łukach – fot. 3. ■

LITERATURA

1. PN-EN 1338:2005/AC:2007 „Betonowe kostki brukowe. Wymagania i metody badań”.
2. PN-EN 1339:2005/AC:2007 „Betonowe płyty brukowe. Wymagania i metody badań”.
3. PN-EN 1340:2007/AC:2009 „Krawężniki betonowe. Wymagania i metody badań”.
4. PN-EN 206-1:2003/AC:2004 „Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność” + krajowe uzupełnienie PN-B-06265:2004.
5. ZPB Kaczmarek, Katalog reklamowy, 2012.
6. Glinicki A. M.: *Widmo nasiąkliwości*. „Budownictwo, Technologie, Architektura”, nr 3/2007.
7. Śmiertka G., Kaczmarek K.: *Niejednoznaczności w interpretacji wyników nasiąkliwości, prefabrykatów betonowej, wibroprasowanej galanterii drogowej*. VII Konferencja Dni betonu, Wiśła 2012.
8. PN-B-03264:2002 „Konstrukcje betonowe, żelbetowe i sprężone. Obliczenia statyczne i projektowanie”.
9. PN-EN 13791:2008 „Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych”.
10. Karaś S.: *Norma PN-EN 13791 – pytania o definiowanie klasy wytrzymałości betonu*. „Inżynier budownictwa”, październik 2011.