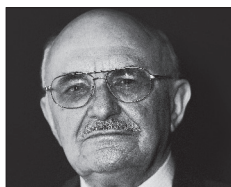


Nowe zasady stosowania badań nieniszczących do oceny wytrzymałości i jednorodności betonów Cz. 2.



prof. dr hab. inż.
LEONARD RUNKIEWICZ
Instytut Techniki Budowlanej
Politechnika Warszawska
ORCID: 0000-0002-2844-4725



mgr inż.
MACIEJ RUNKIEWICZ
Kajima Poland Sp. z o.o.
ORCID: 0000-0002-3860-1843



mgr inż.
JAN SIECZKOWSKI
Instytut Techniki Budowlanej
ORCID: 0000-0002-3191-8602

Oceny dostarczonych betonów w przypadkach kwestionowania ich jakości

Przed rozpoczęciem badań betonów w konstrukcjach konieczne jest ustalenie celu badań, co pozwala na wybranie właściwych metod badań i metod oceny oraz ustalenia obszarów (elementów) i miejsc pomiarowych.

Początkową czynnością jest określanie problemów, tj. ustalenie kwestii, czy nieosiągnięcie przez betony deklarowanych wytrzymałości na ściskanie w konstrukcjach wynika z jakości betonów dostarczonych na budowę czy z innych przyczyn, np. błędów przy wbudowywaniu betonów, ich zagęszczaniu, pielęgnacji czy ochronie w trakcie dojrzewania.

W przypadkach wątpliwości związanych z jakością dostarczonych betonów na budowy, producenci powinni dostarczać zainteresowanym stronom informacje umożliwiające określanie zagrożeń dla konstrukcji, w tym oszacowane charakterystyczne wytrzymałości na ściskanie dostarczonych betonów bezpośrednio przed betonowaniami konstrukcji.

Do oceny klas wytrzymałości na ściskanie wbudowanych betonów można stosować:

- badania przesiewowe,
- pośrednie metody pomiarowe wraz z badaniami próbek rdzeniowych,
- badania próbek rdzeniowych.

Badania przesiewowe

Badania te są stosowane do określania zmienności właściwości wbudowywanych betonów, do wskazania miejsc najłabszych oraz do oszacowania, czy osiągnięto założone klasy betonów. Polegają one na zastosowaniu metod pośrednich o ustalonych zależnościach korelacyjnych pomiędzy wynikami badań tymi metodami a wytrzymałościami betonów w konstrukcjach.

Zależności korelacyjne mogą mieć:

- postacie ogólne – ogólne zależności pomiędzy liczbami odbicia lub prędkościami fal ultradźwiękowych a klasami wytrzymałości na ściskanie,
- charakter ścisłych zależności wyznaczonych przez kalibrację metod.

W artykule opisano nowe zasady oceny wytrzymałości betonu na podstawie badań metodami nieniszczącymi. Zasady te, określone w normie PN-EN 13791, są odmienne od dotychczas stosowanych według PN-B.

Przykłady ogólnych zależności dla betonów zwykłych, gdy nie stosowano deskowań o kontrolowanych przepuszczalnościach ani utwardzaczach powierzchni oraz gdy głębokości napowietrzenia nie przekraczają 5 mm, podano w tablicy 4. (tablica B1 z [4]) dla badań sklerometrem typu N.

Pośrednie metody pomiarowe wraz z badaniami próbek rdzeniowych

Betony objęte badaniami powinny być podzielone na obszary (elementy) pomiarowe nieprzekraczające objętości betonu 180 m³, a te z kolei na porcje po około 30 m³, które stanowią podstawę do wyznaczenia

Tablica 4. Zależność pomiędzy liczbami odbicia i klasami wytrzymałości na ściskanie wg PN-EN 206 dla betonu zwykłego

Najniższa liczba odbicia ze wszystkich miejsc pomiarowych w obrębie obszaru (elementu) pomiarowego	Mediana liczb odbicia dla obszaru (elementu) pomiarowego	Klasa wytrzymałości na ściskanie wg EN 206 ^a
≥26	≥30	C8/10
≥30	≥33	C12/15
≥32	≥35	C16/20
≥35	≥38	C20/25
≥37	≥40	C25/30
≥40	≥43	C30/37
≥44	≥47	C35/45
≥46	≥49	C40/50
≥48	≥51	C45/55
≥50	≥53	C50/60
≥53	≥57	C55/67
≥57	≥60	C60/75
≥62	≥65	C70/85
≥66	≥69	C80/95

^a dla poziomu ufności 10 procentyl

Tablica 5. Minimalna liczba miejsc pomiarowych dla badań pośrednich w obszarze (elementie) pomiarowym

Liczba porcji betonu o objętości ok. 30 m ³ w obszarze (elementie) pomiarowym ^a	Minimalna liczba miejsc pomiarowych metodą pośrednią
1 ^b	9
2 – 4	12
5 – 6	20

^a Jeśli objętość obejmuje duży obszar, należy zwiększyć liczbę badań metodą pośrednią, aby zapewnić reprezentatywność zmienności w obrębie elementu pomiarowego.
^b Pod warunkiem, że jest to pojedyncza objętość.

czenia punktów pomiarowych. Następnie ustalane są minimalne liczby punktów pomiarowych dla obszarów (elementów) pomiarowych według tablicy 5.

W wybranych miejscach przeprowadza się badania metodą pośrednią. Służą one także do wyznaczenia miejsc pomiarowych, w których przeprowadzone będą badania próbek rdzeniowych – tablica 6.

Jeśli oba kryteria podane w tablicy 6. są spełnione, można uznać, że istnieje zgodność wytrzymałości na ściskanie w badanym obszarze (elementie) pomiarowym.

Badania próbek rdzeniowych

W metodach, gdzie za podstawę przyjęto wyłącznie wyniki badań próbek rdzeniowych badane betony – obszary (elementy) pomiarowe – dzielone są na mniejsze porcje o objętości ok. 30 m³. Z każdej porcji pobierane są próbki rdzeniowe o minimalnej liczbie określonej w tablicy 7. Jeśli oba kryteria w niej podane są spełnione, można uznać, że istnieje zgodność wytrzymałości na ściskanie w badanym obszarze (elementie) pomiarowym.

Podsumowanie i wnioski

Wznoszenie oraz modernizację zarówno budynków, jak i budowli inżynierskich o konstrukcjach żelbetonowych wymagają znajomości właściwości wbudowanych betonów, szczególnie wytrzymałości na ściskanie oraz ich jednorodności. W tym celu wykonywane są dokładne oceny betonów za pomocą próbek odwiercanych z konstrukcji (próbek rdzeniowych) oraz metod nieniszczących [13-15].

Metody badań w Unii Europejskiej wymagają jednolitych zasad ich stosowania.

Tablica 6. Punkty pobrania próbek rdzeniowych i kryteria oceny

Liczba porcji betonu o objętości ok. 30 m ³ w obrębie obszaru (elementu) pomiarowego	Minimalna liczba miejsc pomiarowych do odwiertów ^a	Średnia wartość z wyników badań próbek rdzeniowych w punktach najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w obszarze (elementie) pomiarowym ^b	Najniższy wynik badania ^{c,d}
1 ^d	Jeden rdzeń dla każdej z dwóch najmniejszych wartości badania metodą pośrednią w obszarze (elementie) pomiarowym	-	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
2 – 4	Jedna próbka rdzeniowa dla najmniejszej wartości badania metodą pośrednią oraz jedna próbka rdzeniowa w każdym z dwóch miejsc pomiarowych najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w obszarze (elementie) pomiarowym	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
5 – 6	Jedna próbka rdzeniowa dla najmniejszej wartości badania metodą pośrednią oraz jedna próbka rdzeniowa w każdym z dwóch miejsc pomiarowych najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w obszarze (elementie) pomiarowym	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 2)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$

^a w celu określenia minimalnej liczby odwiertów dla uzyskania wyniku badania w każdym miejscu pomiarowym należy skorzystać z punktu 6. normy [4].

^b Wytrzymałość odwiertu powinna być wyrażona jako $f_{c, 1:1 core}$ lub $f_{c, 2:1 core}$ w zależności od wyrażonej wartości $f_{ck,spec}$

^c M = 4 MPa – dla klasy wytrzymałości na ściskanie C20/25 lub wyższej. Dla klasy C16/20, C12/15 i C8/10 wartość zapasu M powinna być zmniejszana odpowiednio do 3, 2 i 1.

^d Zakładając, że jest traktowana jako pojedyncza objętość.

Oznaczenia:

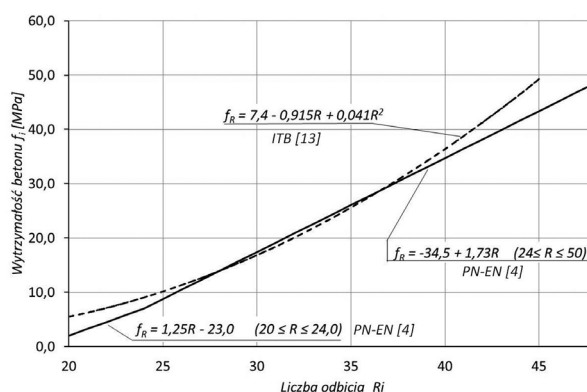
$f_{ck,spec}$ – wytrzymałość betonu na ściskanie określona dla wyspecyfikowanej klasy betonu (na próbkach walcowych lub kostkowych)

$f_{c, 1:1 core}$ lub $f_{c, 2:1 core}$ – wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji określona na próbkach rdzeniowych o stosunku wysokości do średnicy 1:1 lub 2:1 odwiertu może być wyrażona jako w zależności od wybranej wartości

Tablica 7. Kryteria oceny na podstawie wyników badań próbek rdzeniowych

Liczba porcji betonu o objętości ok. 30 m ³ w obrębie obszaru (elementu) pomiarowego	Minimalna liczba miejsc pomiarowych w każdej objętości ^a	Wartość średnia z wyników badań próbek rdzeniowych w obszarze (elementie) pomiarowym	Najniższy wynik badania ^{b,c}
1 ^d	3	-	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
2 – 4	2	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 1)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$
5 – 6	2	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} + 2)$	$\geq 0,85 (f_{ck,spec} - M)$

^a W celu określenia minimalnej liczby odwiertów dla uzyskania wyniku badania w każdym miejscu pomiarowym należy skorzystać z punktu 6 normy [4].
^b Wytrzymałość odwiertu może być wyrażona jako $f_{c, 1:1 core}$ lub $f_{c, 2:1 core}$ w zależności od wybranej wartości $f_{ck,spec}$.
^c M = 4 MPa – dla klasy wytrzymałości na ściskanie C20/25 lub wyższej. Dla klasy C16/20, C12/15 i C8/10 wartość zapasu M powinna być zmniejszana odpowiednio do 3, 2 i 1.
^d Zakładając, że jest traktowana jako pojedyncza objętość.
 Oznaczenia – jak w tablicy 6.



Rys. 3. Krzywe podstawowe (bazowe): normowa oraz ITB [15]

W Polsce od wielu już lat z powodzeniem i na szeroką skalę są stosowane metody badań nieniszczących. Do metod tych zaliczane są metody ultradźwiękowe, sklerometryczne, radiologiczne, elektryczne itp. Wymienione metody stosowane są zarówno przy ocenach obiektów nowo realizowanych, jak i obiektów modernizowanych, zagrożonych oraz historycznych.

Ujednolicanie w ramach Unii Europejskiej metod badań oraz zasad ich stosowania objęło również ocenę betonów w obiektach budowlanych (normy PN-EN 13791 [4] i PN-EN 12504 [10-12]).

Jednakże norma [4] dopuszcza korzystanie z innych równań korelacji niż podane w niej równania liniowe. W związku z tym możliwe jest dalsze stosowanie krzywych korelacji wykorzystywanych w dotychczasowej praktyce budowlanej. Za tym przemawiają także małe różnice w wartościach wytrzymałości betonu określanych według PN-EN i PN-B, co pokazano na rysunku 3.

Literatura

- [1] Praca zbiorowa pod redakcją L. Runkiewicz: Diagnostyka obiektów budowlanych. PWN, Warszawa 2020.
- [2] Drobiec Ł., Jasiński R., Piekarczyk A., Diagnostyka konstrukcji żelbetonowych, tom 1., Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010.
- [3] PN-EN 13791:2008 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach budowlanych.
- [4] PN-EN 13791:2019-12 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach budowlanych.
- [5] PN-B-06261:1974 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda ultradźwiękowa badania wytrzymałości betonu na ściskanie.
- [6] PN-B-06262:1974 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
- [7] PN-EN 1990 Eurokod. Podstawy projektowania konstrukcji.
- [8] PN-EN 1992-1-1 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu. Część 1-1: Reguły ogólne i reguły dla budynków.
- [9] PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność.
- [10] PN-EN 12504-1:2019-08 Badania betonu w konstrukcjach. Część 1: Próbkę rdzeniowe. Pobieranie, ocena i badanie wytrzymałości na ściskanie.
- [11] PN-EN 12504-2:2013-03 Badania betonu w konstrukcjach. Część 2: Badanie nieniszczące. Oznaczanie liczby odbicia.
- [12] PN-EN 12504-4:2005 Badania betonu w konstrukcjach. Część 4: Badanie nieniszczące. Oznaczanie prędkości fali ultradźwiękowej.
- [13] Runkiewicz L., Brunarski L., Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji. ITB, Warszawa 1977.
- [14] Jasiński R., Określenie wytrzymałości betonu w konstrukcji. XXIX Ogólnopolskie Warsztaty Pracy Projektanta Konstrukcji, Szczyrk 2014.
- [15] Brunarski L., Dohojda M., Diagnostyka wytrzymałości betonu w konstrukcji. ITB, Warszawa 2015.

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA

Runkiewicz Leonard, Runkiewicz Maciej, Sieczkowski Jan, 2021, Nowe zasady stosowania badań nieniszczących do oceny wytrzymałości i jednorodności betonów. Cz. 2., „Builder” 02 (283), DOI: 10.5604/01.3001.0014.6350

Streszczenie: W artykule opisano nowe zasady oceny wytrzymałości betonu na podstawie badań metodami nieniszczącymi. Zasady te, określone w normie PN-EN 13791, są odmienne od dotychczas stosowanych według PN-B. Niemniej jednak możliwe jest dalsze stosowanie krzywych korelacji wykorzystywanych w dotychczasowej praktyce budowlanej. Za tym przemawiają małe różnice w wartościach wytrzymałości betonu określanych według PN-EN i PN-B.

Słowa kluczowe: badania nieniszczące, wytrzymałość betonu, jednorodność betonu, młotek Schmidta

Abstract: New rules for the application of non-destructive tests to assess the strength and concrete uniformity. The article describes new rules for assessing the strength of concrete based on non-destructive testing. These rules, specified in the PN-EN 13791 standard, are different from those previously used according to PN-B. Nevertheless, it is possible to continue to apply the correlation curves used in the current construction practice. This is supported by small differences in the values of concrete strength, determined according to PN-EN and PN-B.

Keywords: non-destructive testing, concrete strength, concrete uniformity, Schmidt's hammer

REKLAMA



MAGAZYN
CZYTAJ
BUILDER
NA TABLECIE,
SMARTFONIE
i KOMPUSERZE
ZA DARMO!

1 NA TABLETACH i SMARTFONACH
Pobierz bezpłatną aplikację Builder Polska z App Store lub Google Play

2 NA KOMPUSERACH
Wejdź przez przeglądarkę na stronę e.buildercorp.pl i zarejestruj się

PEŁEN DOSTĘP BEZ OGRANICZEŃ
Czytaj magazyn Builder i inne publikacje z Biblioteki Buildera

BUILDER CYFROWY
FOR FREE!

