

# Ocena betonu wbudowanego w konstrukcję w przypadku wątpliwości co do jego jakości

## Streszczenie

W grudniu 2019 roku opublikowano nową, gruntownie przerebadaną wersję normy PN-EN 13791 dotyczącej oceny betonu w konstrukcji. Jedną z możliwości jej wykorzystania jest ocena betonu wbudowanego w konstrukcję w przypadku wątpliwości dotyczących jego jakości. Zupełnie zmieniono zasady planowania tych badań, ale także zasady oceny. Z punktu widzenia użytkowników normy, konieczność ich wdrożenia może na początku wydawać się uciążliwa, ale niewątpliwą zaletą nowej wersji jest dużo większa jednoznaczność i precyzja proponowanych procedur badań i oceny.

## Słowa kluczowe:

beton, ocena betonu w konstrukcji, badania betonu, wykonywanie konstrukcji betonowych

## Abstract

In December 2019, a new, thoroughly re-edited version of PN-EN 13791 standard regarding the assessment of concrete in construction was published. One of the possibilities of its use is the assessment of concrete embedded in the structure in case of doubts regarding concrete quality. The planning rules for these studies have been completely changed, as well as the evaluation rules. From the point of view of the users of the standard, the need to implement these new rules may seem burdensome at first, but the undoubted advantage of the new version is the much greater clarity and precision of the proposed testing and evaluation procedures.

## Keywords:

concrete, assessment of concrete in construction, testing of concrete, performing of concrete structures

w odniesieniu do ich celu, a następnie jednoznaczny sposób postępowania w ich analizie i wnioskowaniu. Ważne też jest skorelowanie tych zasad z normami do projektowania, czyli Eurokodami (dla betonu to przede wszystkim Eurokod 2 – PN-EN 1992 [2], oraz z normą wyrobu, czyli PN-EN 206 [3].

Niemal kilkunastoletni okres użytkowania tych zasad nagromadził szereg uwag i spostrzeżeń związanych z prawidłowością procesu oceny, a konsekwencją ich jest dosyć gruntowna korekta treści normy, która weszła do zbioru Polskich Norm w grudniu 2019 roku pod numerem PN-EN 13791:2019-12 [4]. Śmiało można stwierdzić, że zmiany te są niemal rewolucyjne – w istotny sposób zmieniają planowanie badań i oceny, jak również interpretację wyników. Dotyczą zarówno oceny betonu w „starych” konstrukcjach, jak i oceny betonu w świeżo zrealizowanej konstrukcji w przypadku wątpliwości co do jego jakości.

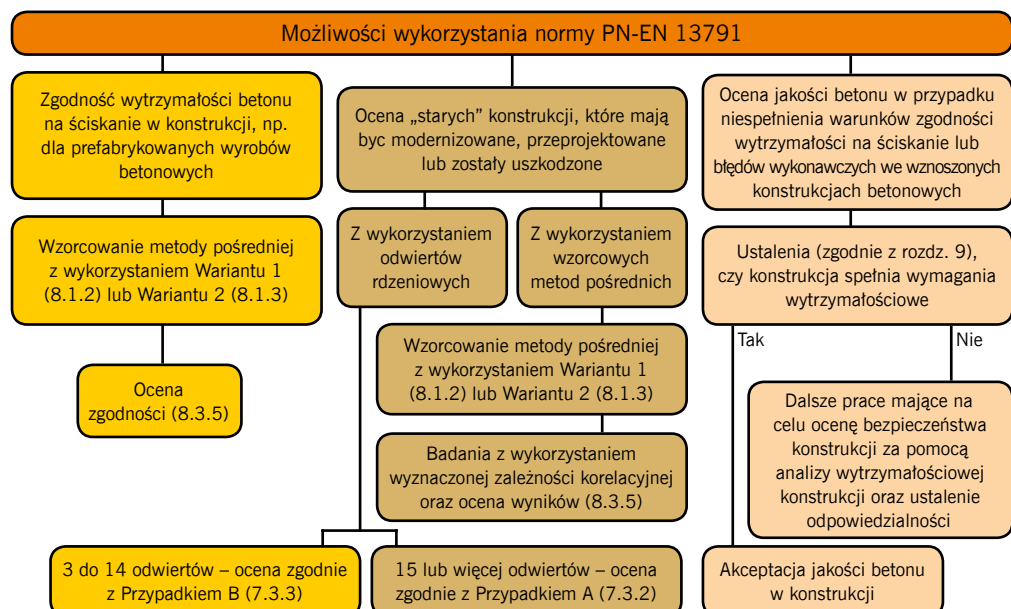
W niniejszym artykule przedstawione są procedury oceny właśnie tego drugiego przypadku. Zmieniono w nich przede wszystkim podejście do betonu, dla którego nie potwierdzono zgodności (zadanie producenta) – w normie z 2008 roku taki przypadek był równorzędnie traktowany z podejrzaniem błędów wykonawczych we wznoszonych konstrukcjach betonowych (schemat na rys. 1). Drugą zasadniczą zmianą nowej wersji normy jest dość precyzyjne określenie planowania badań w przypadku wyłącznie stosowania odwiertów rdzeniowych, jak i stosowania metod pośrednich w połączeniu ze zredukowaną liczbą odwiertów rdzeniowych.

Dla właściwego zrozumienia nowego podejścia poniżej przedstawione jest w skrócie podejście stare, do którego środowisko stosujące beton jako materiał konstrukcyjny zdążyło się już przynajmniej częściowo przyzwyczaić. Warto też przyswoić sobie na początek dwie ważne definicje charakteryzujące obszar badań:

## 1. Wprowadzenie

Przez opublikowanie w 2008 roku pierwszej wersji Normy PN-EN 13791 [1], zatytułowanej „Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych”, środowisko inżynierskie otrzymało skuteczne narzędzie do oceny wytrzymałości betonu w konstrukcji. Wprowadzenie tego dokumentu było o tyle ważne, że wcześniej ocenę przeprowadzano na podstawie dokumentów niższej rangi niż normy (np. instrukcje, wytyczne), a często wspomagano się różnymi publikacjami popartymi własnymi doświadczeniami ich autorów. Prowadziło to do częstych niejednoznacznych albo nawet przeciwstawnych werdyktów w ocenie betonu, powodujących w konsekwencji konieczność dalszych badań, analiz czy ekspertyz. Ustanowienie i wprowadzenie dokumentu normowego rangi europejskiej dało jednoznaczny wykładnię w zakresie planowania badań

Rys. 1. Schemat możliwości wykorzystania normy PN-EN 13791 do oceny wytrzymałości betonu w konstrukcji przedstawiony w wersji normy z 2008 roku [1].



- punkt pomiarowy – ograniczony obszar wybrany do pomiarów, w którym oznacza się pojedynczy wynik pomiaru, wykorzystywany następnie do oszacowania wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji
- miejsce pomiarowe – jeden lub kilka elementów konstrukcyjnych, albo prefabrykowanych wyrobów betonowych, co do których wiadomym jest lub przypuszcza się, że wykonane są z betonu o tych samych składnikach i tej samej klasie wytrzymałości na ściskanie, lub równoważnej objętości związanej z badaniem identyczności w zakresie wytrzymałości na ściskanie; miejsce pomiarowe zawiera wiele punktów pomiarowych.

## 2. Ocena betonu wbudowanego w konstrukcję w przypadku wątpliwości co do jego jakości według normy PN-EN 13791:2008 [1]

W zależności od celu oceny betonu w konstrukcji norma z 2008 roku [1] proponowała trzy odrębne „ścieżki” postępowania, które przedstawiono na schemacie (rys. 1).

W przypadku potrzeby informacji o aktualnej wytrzymałości, wymaganej do diagnozowania i analizy stanu konstrukcji, norma wskazuje tok postępowania jako ocenę betonu „starego” („ścieżka 2” – środkowa schematu na rys. 1). Dwie pozostałe ścieżki dotyczą, ogólnie mówiąc, oceny betonu „młodego” i związane są z oceną jego zgodności.

„Ścieżka 1” (lewa na schemacie na rys. 1) określa dokładnie procedurę wykazania zgodności wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, czyli betonu już wbudowanego w element konstrukcyjny (np. prefabrykat betonowy), ale bez użycia próbek „normowych” (według PN-EN 206-1 [3]). Wykorzystuje się tutaj metody pośrednie, czyli takie, które nie „niszczą” konstrukcji, a jednocześnie są

tańsze od tradycyjnego pobierania próbek świadków.


Z kolei „ścieżka 3” (prawa na schemacie na rys. 1) obejmuje ocenę jakości betonu w przypadku niespełnienia warunków zgodności wytrzymałości na ściskanie, którą przeprowadzono z użyciem próbek normowych, albo wtedy, gdy dopatrzono się w trakcie realizacji robót błędów wykonawczych – np. brak zabezpieczeń przy betonowaniu w warunkach obniżonych temperatur, nieprawidłowo prowadzony proces zagęszczania, brak prawidłowej pielęgnacji dojrzewającego betonu itp. Ta właśnie „ścieżka” zajmuje się betonem dopiero co wbudowanym w konstrukcję, ale wzbudzającym wątpliwości co do jakości. Wątpliwości mogą być adresowane w stronę producenta betonu – gdy sam zauważył niespełnienie kryteriów zgodności w ramach prowadzonej przez siebie zakładowej kontroli produkcji, lub gdy zostało to wykryte w ramach badań identyczności prowadzonych przez odbiorcę betonu. Wątpliwości mogą być również adresowane do wykonawcy robót – gdy stwierdzono nieprawidłowości związane z procesami wbudowywania i pielęgnacji świeżo wykonanej konstrukcji [5,6,7]. Chodzi wtedy zasadniczo o odpowiedź, czy wbudowany beton można ostatecznie zaakceptować jako zgodny z zamówieniem, czyli zapewniający spełnienie wymagań bezpieczeństwa realizowanej konstrukcji, czy też nie. Akceptacja oznacza uznanie betonu za prawidłowy pomimo wzbudzonych wątpliwości negatywnymi wynikami prowadzonych badań lub obserwacji, natomiast brak tej akceptacji uruchamia dalsze działania i analizy szacujące rzeczywiste zagrożenie bezpieczeństwa konstrukcji i ewentualne jej poprawienie (poprzez naprawę lub wzmocnienie).

W zależności od objętości betonu poddanego analizie, oraz w zależności od ważności elementu



# CENTRUM TECHNOLOGICZNE BUDOWNICTWA INSTYTUT BADAŃ I CERTYFIKACJI

**Akredytowane laboratorium badawcze - AB 535**  
**Jednostka notyfikowana - NB 2039**  
**Jednostka certyfikująca wyroby - AC 205**

 ul. Przemysłowa 23  
35-105 Rzeszów

 +48 17 864 04 50

 [ctb@ctb-ibc.pl](mailto:ctb@ctb-ibc.pl)

[www.ctb-ibc.pl](http://www.ctb-ibc.pl)

Oferta:

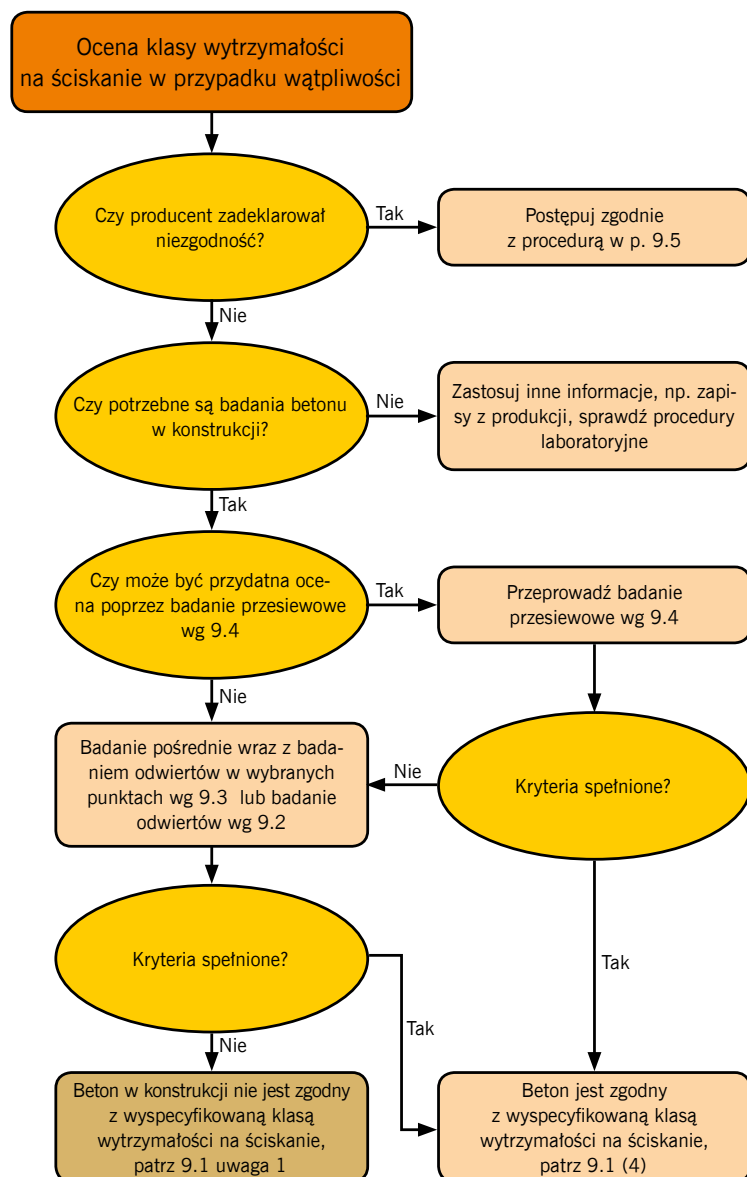
certyfikacja zakładowej kontroli produkcji betonu towarowego  
badania wstępne betonu towarowego  
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta betonu towarowego  
kompleksowa obsługa laboratoryjna producenta kruszyw  
badania typu wyrobów budowlanych, w tym liniowych elementów odwodnień  
obsługa laboratoryjna wykonawcy robót i nadzoru  
ekspertyzy i opinie budowlane  
szkolenia otwarte w zakresie budownictwa

Tabela 1. Wymogi dotyczące doboru metody, wymaganej liczby badań oraz kryteria oceny betonu w przypadku wątpliwości według zasad zawartych w wersji normy PN-EN 13791:2008 [1]

Określenie miejsca pomiarowego	Rodzaj badania	Wymagana liczba badań dla miejsca pomiarowego	Kryteria oceny
PRZYPADK 1: Wiele wbudowanych w konstrukcję zarobów betonu	Wyłącznie odwierty rdzeniowe	Liczba odwiertów $\geq 15$	$f_{m(n), is} \geq 0,85 (f_{ck} + 1,48 \cdot s)$ $f_{is, lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$
PRZYPADK 2 <sup>a</sup> : Alternatywa dla „przypadku 1”	Badanie metodą pośrednią	Liczba badań pośrednich $\geq 15$	Wykonywane wyłącznie w celu wskazania miejsc najstabszych (bez skalowania metody)
	Odwierty rdzeniowe w miejscach najstabszych wskazanych metodą pośrednią	Liczba odwiertów $\geq 2$	$f_{is, lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$
PRZYPADK 3 <sup>a</sup> : Miejsce pomiarowe o niewielkich rozmiarach, obejmujące jeden lub kilka zarobów betonu	Wyłącznie odwierty rdzeniowe w miejscach wskazanych przez specyfikującego na podstawie jego doświadczenia	Liczba odwiertów = 2	$f_{is, lowest} \geq 0,85 (f_{ck} - 4)$

<sup>a</sup> przypadek 2 i przypadek 3 wymagają wcześniejszego porozumienia pomiędzy zainteresowanymi stronami oraz powinny być poparte doświadczeniem osoby decydującej o bezpieczeństwie konstrukcji  
Oznaczenia:  
 $f_{m(n), is}$  – średnia wartość wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji, uzyskana z n wyników pomiaru  
 $f_{is, lowest}$  – najmniejsza z oznaczonych wartości wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcji  
 $f_{ck}$  – charakterystyczna wytrzymałość betonu na ściskanie, oznaczana na znormalizowanych próbkach do badania

Rys. 2. Schemat blokowy do oceny klasy wytrzymałości na ściskanie betonu dostarczonego w przypadku wątpliwości [4] (Uwaga: przywołano numerację rozdziałów i punktów z normy)



konstrukcyjnego, a w końcu w zależności od świadomości poszczególnych uczestników procesu budowlanego (projektant/specyfikujący, kierownik budowy, inspektor nadzoru, rzeczoznawca zaangażowany do oceny) konieczny jest dobór odpowiednich badań – zarówno co do metody, jak i zakresu. Przedstawione są w rozdz. 9 normy PN-EN 13791:2008 [1], wraz ze sposobem interpretacji wyników, co zestawiono w tabeli nr 1. Zwrócić jednak trzeba uwagę, że definicja objętości betonu poddanego analizom (wielkość miejsca pomiarowego) ma charakter bardzo ogólny i subiektywny (kolumna pierwsza w tab. 1).

### 3. Ocena betonu wbudowanego w konstrukcję w przypadku wątpliwości co do jego jakości według normy PN-EN 13791:2019-12 [1]

Przed rozpoczęciem badań betonu w konstrukcji najważniejsze jest ustalenie ich celu, na podstawie którego muszą być określone metody badań i metody oceny oraz ustalone miejsca pomiarowe i punkty pomiarowe. W przypadku badań odwiertów rdzeniowych zdefiniowane powinny być ich wymiary oraz sposób przygotowania (docinanie, przygotowanie powierzchni). Jeśli celem badania jest ocena klasy wytrzymałości na ściskanie betonu dostarczonego i wbudowanego w konstrukcję, to należy wykorzystać schemat blokowy przedstawiony na rys. 2.

W toku postępowania wynikającym ze schematu, już na samym początku jest wyróżnienie problemu – czy wątpliwości związane z jakością betonu wynikają z deklaracji niezgodności ze strony producenta, czy też spowodowane są innymi przyczynami. Jeśli faktycznie problem zainicjowany jest przez producenta (a poinformowanie o tym fakcie odbiorcy jest obowiązkiem producenta wynikającym z zapisów normy PN-EN 206 [3]), to w pierwszym etapie działań pomija się badanie betonu w konstrukcji (tak jak to było w wersji normy z 2008 roku [1]), a odsyła się diagnozujących problem do zapisów rozdz. 9.5. Nakładają one na producenta obowiązek dostarczenia zainteresowanym stronom pakietu informacji mającego na celu identyfikację rangi zagrożeń dla konstrukcji. Przede wszystkim musi nastąpić identyfikacja be-

tonu w konstrukcji, który był niezgodny. Następnie producent, znając przyczyny niezgodności (które też musi ujawnić), powinien oszacować charakterystyczną wytrzymałość na ściskanie w momencie dostawy betonu, ujawniając przy tym podstawy teoretyczne tych analiz bazujących na jego wiedzy technologicznej o wytwarzanym wyrobie. Te dane powinny być wystarczające do zdiagnozowania zagrożenia dla konstrukcji – na przykład projektant po dokonaniu analiz może zaakceptować niższą klasę betonu jako spełniającą wymogi w zakresie stanów granicznych. Zapisy tego rozdziału (9.5) pozwalają na podjęcie też innych działań na podstawie przepisów w miejscu stosowania. Nie wyklucza to możliwości decyzji o podjęciu badań betonu w konstrukcji.

Jeśli przyczyny wątpliwości co do jakości betonu wbudowanego w konstrukcję są inne niż deklaracja niezgodności, to znaczy na przykład: negatywny wynik badania identyczności, błędy przy wbudowywaniu, zagęszczaniu, pielęgnacji betonu, ochronie betonu w czasie dojrzewania, to wtedy należy dokonać rozstrzygnięcia, czy w ogóle są potrzebne badania betonu w konstrukcji. Być może sprawdzenia i analizy dostępnej dokumentacji z produkcji, warunków wbudowywania i dojrzewania betonu, laboratoryjnych procedur badawczych będą wystarczające, by jednak zaakceptować wbudowany w konstrukcję beton jak spełniający wymagania specyfikacji.

Jeśli jednak przeprowadzone analizy zmierzają do konieczności wykonania badań betonu w konstrukcji, schemat blokowy proponuje rozpocząć je od badania przesiewowego opisanego w rozdz. 9.4 normy (nowa propozycja w wersji normy z 2019 roku). Polega ono na zastosowaniu metody pośredniej o ustalonej zależności korelacyjnej pomiędzy wynikiem badania tą metodą a wytrzymałością betonu w konstrukcji. Zależność korelacyjna może mieć postać ogólną – na przykład przy zastosowaniu informacji zawartych w załączniku B do normy, wykazujących ogólną zależność pomiędzy liczbą odbicia a klasą wytrzymałości na ściskanie. Może też mieć charakter ścisłej zależności wyznaczonej na przykład poprzez przeprowadzenie kalibracji metody na podstawie zapisów w Fpr CEN/TR 17086:2017 [8]. Można także wykorzystać w tym celu przepisy w miejscu stosowania – może to być na przykład będąca w trakcie opracowywania zaktualizowana Instrukcja Instytutu Techniki Budowlanej dotycząca stosowania metody sklerometrycznej.

Dzięki zastosowaniu badania przesiewowego na pewno dość dokładnie można określić zmienność właściwości wbudowanego betonu oraz wskazać miejsca najgorsze. Można też z mniejszą lub większą dokładnością (zależnie od charakteru związku korelacyjnego – ogólny/ściśły) oszacować, czy osiągnięto określoną klasę wytrzymałości.

W przypadku potwierdzenia kryteriów na podstawie badania przesiewowego można zaakceptować beton wbudowany w konstrukcję. W innym przypadku należy zrealizować badania metodą kombinowaną (badanie pośrednie wraz z badaniem odwiertów w wybranych punktach) opisaną w rozdz. 9.3 normy, lub metodą badania odwiertów opisaną w rozdz. 9.2. Bardzo istotną uwagę w normie od-

Tabela 2. Kryteria oceny na podstawie badań odwiertów rdzeniowych [4]

Liczba ok. 30 m <sup>3</sup> objętości betonu w miejscu pomiarowym	Minimalna liczba punktów pomiarowych dla każdej objętości <sup>a</sup>	Wartość średnia z wyników badań odwiertów w miejscu pomiarowym	Wynik minimalny <sup>b,c</sup>
1 <sup>d</sup>	3	-	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)
2 - 4	2	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> + 1)	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)
5 - 6	2	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> + 2)	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)

<sup>a</sup> patrz rozdz. 6 w celu określenia minimalnej liczby odwiertów dla uzyskania wyniku badania w każdym punkcie pomiarowym  
<sup>b</sup> wytrzymałość odwiertu ma być wyrażona jako f<sub>c,1:1 core</sub> lub f<sub>c,2:1 core</sub>, adekwatnie do wyrażonej wartości f<sub>ck,spec</sub>  
<sup>c</sup> M = 4 MPa dla klasy wytrzymałości na ściskanie ≥ C20/25. Dla klas C16/20, C12/15 i C8/10 wartość zapasu M zmniejsza się odpowiednio do 3, 2 i 1  
<sup>d</sup> pod warunkiem, że jest to pojedyncza objętość, patrz 9.2(1)  
Oznaczenia:  
f<sub>ck,spec</sub> – wytrzymałość charakterystyczna betonu na ściskanie określona dla wyspecyfikowanej klasy betonu (na próbkach walcowych lub sześciennych)  
f<sub>c, 1:1 core</sub>, f<sub>c, 2:1 core</sub> – wytrzymałość betonu na ściskanie w konstrukcji określona na odwiertach o stosunku wysokości do średnicy 1:1 lub 2:1

Uwaga: Przywołana w tabeli numeracja rozdziałów i punktów wg PN-EN 13791:2019-12

Tabela 3. Minimalna liczba punktów pomiarowych dla badań pośrednich w miejscu pomiarowym [4]

Liczba ok. 30 m <sup>3</sup> objętości betonu w miejscu pomiarowym	Minimalna liczba punktów pomiarowych metodą pośrednią
1 <sup>b</sup>	9
2 - 4	12
5 - 6	20

<sup>a</sup> jeśli objętość obejmuje duży obszar, należy zwiększyć liczbę badań pośrednich, aby zapewnić reprezentatywność zmienności w obrębie miejsca pomiarowego  
<sup>b</sup> pod warunkiem, że jest to pojedyncza objętość, patrz 9.2(1)

Tabela 4. Lokalizacja wybranych punktów wykonania odwiertów rdzeniowych oraz kryteria oceny [4]

Liczba ok. 30 m <sup>3</sup> objętości betonu w miejscu pomiarowym	Minimalna liczba punktów pomiarowych dla odwiertów <sup>a</sup>	Wartość średnia z wyników badań odwiertów w punktach najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w miejscu pomiarowym <sup>b</sup>	Wynik minimalny <sup>b,c</sup>
1 <sup>d</sup>	Jeden odwiert dla każdej z dwóch najmniejszych wartości badania pośredniego w miejscu pomiarowym	-	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)
2 - 4	Jeden odwiert dla najmniejszej wartości badania pośredniego w miejscu pomiarowym, oraz jeden odwiert w każdym z dwóch punktów pomiarowych najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w miejscu pomiarowym	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> + 1)	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)
5 - 6	Jeden odwiert dla najmniejszej wartości badania pośredniego w miejscu pomiarowym, oraz jeden odwiert w każdym z dwóch punktów pomiarowych najbliższych mediany liczby odbicia lub średniej wartości prędkości fali ultradźwiękowej w miejscu pomiarowym	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> + 2)	≥ 0,85 (f <sub>ck,spec</sub> - M)

<sup>a</sup> patrz rozdz. 6 w celu określenia minimalnej liczby odwiertów dla uzyskania wyniku badania w każdym punkcie pomiarowym  
<sup>b</sup> wytrzymałość odwiertu ma być wyrażona jako f<sub>c,1:1 core</sub> lub f<sub>c,2:1 core</sub>, adekwatnie do wyrażonej wartości f<sub>ck,spec</sub>  
<sup>c</sup> M = 4 MPa dla klasy wytrzymałości na ściskanie ≥ C20/25. Dla klas C16/20, C12/15 i C8/10 wartość zapasu M zmniejsza się odpowiednio do 3, 2 i 1  
<sup>d</sup> pod warunkiem, że jest to pojedyncza objętość, patrz 9.2(1)  
Oznaczenia: jak w tab. 2

Uwaga: Przywołana w tabeli numeracja rozdziałów i punktów wg PN-EN 13791:2019-12

nośnie negatywnego wyniku badań przesiewowych jest stwierdzenie, że nie jest on dowodem, że beton nie spełnia klasy wytrzymałości na ściskanie. Oznacza to, że w celu rozstrzygnięcia dalsze badania są konieczne.

W obu procedurach (wg 9.2 i 9.3) konieczne jest podzielenie badanego betonu na miejsca pomiarowe, w których łączna objętość wbudowanego betonu nie przekracza ok. 180 m<sup>3</sup> (norma podpowiada, że może to być ten sam podział, który użyto w badaniach identyczności wg PN-EN 206 [3]). Te z kolei miejsca pomiarowe powinny być podzielone na porcje po ok. 30 m<sup>3</sup> objętości betonu. Ten podział z kolei stanowi podstawę do wyznaczenia liczby punktów pomiarowych, w których prowadzone będą badania metodą pośrednią oraz miejsca pobierania odwiertów.

W metodzie opartej wyłącznie na badaniach odwiertów ustalenie liczby punktów pomiarowych oraz kryteria oceny zawarte są w tab. 2. Przy bardzo małej kwestionowanej objętości betonu istnieje konieczność pobrania i zbadania co najmniej 3 odwiertów rdzeniowych.

W metodzie opartej o kombinację badań pośrednich w połączeniu z badaniami odwiertów w wybranych punktach, w pierwszej kolejności należy przeprowadzić badania metodą pośrednią. W zależności od liczby porcji po ok. 30 m<sup>3</sup> objętości betonu w obrębie miejsca pomiarowego (o łącznej objętości do ok. 180 m<sup>3</sup>) ustala się minimalną liczbę punktów pomiarowych dla całego miejsca pomiarowego wg tab. 3. Jak widać z tych zaleceń, nawet przy bardzo małej ilości wbudowanego betonu minimalna liczba badań pośrednich to 9, przy czym przy większej liczbie porcji po ok. 30 m<sup>3</sup> objętości betonu badania pośrednie powinny być rozdzielone równomiernie na wszystkie „wydzielone” porcje.

Badania pośrednie stanowią podstawę do wyznaczenia punktów pomiarowych, w których przeprowadzone zostaną badania na odwiertach. Zasada doboru liczby punktów pomiarowych oraz kryteria oceny wyników badań bezpośrednich ujęto w tab. 4. W przypadku bardzo małej kwestionowanej objętości betonu możliwe jest wykonanie tylko dwóch odwiertów, ale jak wspomniano wcześniej, po uprzednim wykonaniu co najmniej 9 badań pośrednich. To stanowi także istotną różnicę w odniesieniu do wersji normy z 2008 roku – w tamtej minimalna liczba odwiertów też mogła wynosić 2, a ich lokalizacja mogła nastąpić wyłącznie na podstawie wskazania przez osobę specyfikującą i oceniającą konstrukcję.

#### 4. Podsumowanie

Przedstawiona zaktualizowana norma PN-EN 13791:2019-12 do oceny betonu w konstrukcji stanowi nowe wyzwanie dla przyszłych jej użytkowników. Nie jest ona bowiem tylko małą korektą redakcyjną, ale stanowi gruntowną zmianę podejścia do prowadzenia oceny. Niewątpliwą zaletą zmian jest skonkretyzowanie tych zasad i podanie bardziej precyzyjnych procedur – począwszy od definicji celu badań, poprzez ustalanie ich zakresu, a skończywszy na interpretacji wyników, ale wadą też dla wielu użytkowników – niejako uczenie się od nowa. Wprawdzie w wielu fragmentach norma przywołuje możliwość odniesienia się do przepisów w miejscu stosowania, ale póki co takimi nie dysponujemy. Dostępna jest co prawda np. Instrukcja ITB [9] dotycząca metody sklerometrycznej, ale musi ona być w pierwszym rzędzie dostosowana do zapisów normy PN-EN 13791:2019-12, a dopiero w drugim uzupełniać tę wiedzę o bardzo bogate doświadczenia krajowe – na przykład do wykorzystania w badaniu przesiewowym.

Trzeba jeszcze wspomnieć, że prawie równoległe z redakcją nowej wersji normy powstał dokument Fpr CEN/TR 17086:2017 [8] stanowiący wytyczne stosowania normy EN 13791 oraz wyjaśniający założenia ustalonych w niej zasad. Pomaga na pewno w zrozumieniu przyjętych założeń, ale zawiera również szereg przykładów liczbowych odniesionych do poszczególnych rozdziałów normy.

**dr inż. Grzegorz Bajorek,**  
**prof. Politechniki Rzeszowskiej**  
**Centrum Technologiczne Budownictwa**  
**Instytut Badań i Certyfikacji**  
**dr inż. Maciej Gruszczyński**  
**Politechnika Krakowska**  
**Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego**  
**w Polsce**

#### Piśmiennictwo

- 1 PN-EN 13791:2008 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych
- 2 PN-EN 1992 Eurokod 2: Projektowanie konstrukcji z betonu
- 3 PN-EN 206+A1:2016-12 Beton. Część 1: Wymagania, właściwości, produkcja i zgodność
- 4 PN-EN 13791:2019-12 Ocena wytrzymałości betonu na ściskanie w konstrukcjach i prefabrykowanych wyrobach betonowych
- 5 Bajorek G., Kiernia-Hnat M., Skrzypczak I., Normalizacja europejska w zakresie oceny wytrzymałości betonu w konstrukcji, *Inżynieria i Budownictwo* 4/2013, s. 208-212
- 6 Bajorek G., Kiernia-Hnat M., Ocena betonu w budowanym w konstrukcję w przypadku wątpliwości co do jego jakości, *Budownictwo, Technologie, Architektura*, 1/2014, s. 60-63.
- 7 Bajorek G., Bundyra-Oracz G., Golda A., Gruszczyński M., Juszcak T., Kiernia-Hnat M., Kohutek Z., Piotrowska-Lój J., Beton, wymagania, właściwości i zgodność, *Stowarzyszenie Producentów Betonu Towarowego, Kraków 2019*
- 8 Fpr CEN/TR 17086:2017 Further guidance on the application of EN 13791 and background to the provisions
- 9 Instrukcja ITB nr 210. Instrukcja stosowania młotków Schmidta do nieniszczącej kontroli jakości betonu w konstrukcji. Warszawa 1977

