

ARTYKUŁY – REPORTS

Czesława Wolska-Kotańska\*

## NORMY PN-EN W ZAKRESIE METOD BADAŃ KRUSZYW MINERALNYCH USTANOWIONE W 2003 r.

W artykule, który jest kontynuacją informacji podanych w numerach 3/2001, 3/2002 i 2/2003 kwartalnika *Prace Instytutu Techniki Budowlanej*, przedstawiono metody badań kruszyw mineralnych według norm europejskich, wprowadzonych do zbioru norm polskich w 2003 r. W latach 1999–2003 decyzjami Polskiego Komitetu Normalizacyjnego wprowadzono łącznie 34 normy europejskie z zakresu metodyki badania kruszyw mineralnych, przy czym 31 norm zostało już zaprezentowanych we wcześniejszych publikacjach. W niniejszym artykule omówiono 3 normy PN-EN dotyczące badań, które nie były dotychczas wymagane w polskich normach obejmujących kruszywa mineralne do betonu. Podano także wykaz sprzętu potrzebnego do korzystania z nowych norm.

### 1. Wprowadzenie

Decyzją Polskiego Komitetu Normalizacyjnego do norm polskich wprowadzono dotychczas 34 normy europejskie z zakresu metodyki badań kruszyw mineralnych, w tym w 1999 r. – 4 normy, w 2000 r. – 10 norm, w 2001 r. – 8 norm, w 2002 r. – 9 norm i w 2003 r. – 3 normy.

Normy europejskie obejmujące metodykę badań kruszyw zostały podzielone na 6 grup. Do zbioru norm polskich w latach 1999–2003 wprowadzono następującą liczbę norm w poszczególnych grupach badań:

grupa PN-EN 932	5 norm,
grup PN-EN 933	10 norm,
grupa PN-EN 1097	10 norm,
grupa PN-EN 1367	5 normy,
grupa PN-EN 1744	2 normy,
grupa PN-EN 13179	2 normy.

Wprowadzone normy europejskie w 20 przypadkach zastąpiły odpowiednie arkusze PN-76/B-06714, zaś w 14 przypadkach nie mają odpowiedników w dotychczasowych normach polskich. Zastąpienie normy polskiej normą PN-EN następuje tylko wtedy, jeże-

\* dr n.t.

li metodyka i aparatura stosowana do wykonania danego badania nie odbiegają od podanych w normie polskiej i jest możliwe zastosowanie wymagań jakościowych zawartych w normach krajowych, bowiem europejskie normy obejmujące wymagania z zakresu właściwości kruszyw nie są jeszcze wprowadzone do zbioru norm polskich.

Przedstawione poniżej omówienie norm ustanowionych w 2003 r. jest uzupełnieniem informacji zawartych na ten temat we wcześniejszych publikacjach autorki [1], [2], [3].

## 2. Omówienie norm ustanowionych w 2003 r.

### 2.1. PN-EN 1367-5 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Część 5: Oznaczanie odporności na szok termiczny

W normie PN-EN 1367-5 podano metodę badania odporności na szok termiczny kruszyw stosowanych przy produkcji gorących mieszanek bitumicznych. Norma ta nie zastępuje żadnego krajowego dokumentu normatywnego. Badanie dotyczące oznaczania odporności na szok termiczny nie było dotychczas wymagane w polskich normach na kruszywa mineralne do budownictwa.

Przez szok termiczny jest rozumiana zmiana właściwości fizycznych kruszyw poddanych działaniu środowiska o temperaturze 700 °C przez 3 min.

Badanie wymaga ogrzewania nasiąkniętych wodą kruszyw w temperaturze 700 °C przez 3 min i obliczeniu – po wykonaniu badania – wzrostu ilości podziarna, czyli ziarn przechodzących przez sito o wymiarze 5 mm. Następnie określa się odporność na rozdrabnianie próbki zgodnie z EN 1097-2 oraz oblicza się stratę wytrzymałości przez porównanie z wynikiem uzyskanym w przypadku próbki nie ogrzewanej.

Ilość podziarna ( $I$ ), przechodzącego przez 5-milimetrowe sito w wyniku szoku termicznego, oblicza się zgodnie z równaniem

$$I = \frac{M_2}{M_1} \cdot 100$$

w którym:  $I$  – procentowy udział podziarna w wyniku szoku termicznego,

$M_1$  – początkowa masa próbki analitycznej, g.

$M_2$  – masa podziarna przechodzącego przez sito 5 mm, g.

Odporność na szok termiczny ( $V_{LA}$  lub  $V_{SZ}$ ) oblicza się zgodnie z równaniem (1):

$$V_{LA} = LA_2 - LA_1 \quad (1)$$

w którym:  $V_{LA}$  – strata wytrzymałości w wyniku szoku termicznego,

$LA_1$  – współczynnik Los Angeles bez podgrzewania, określony zgodnie z EN 1097-2:1998, p. 5.3,

$LA_2$  – współczynnik Los Angeles po szoku termicznym, określony zgodnie z EN 1097-2:1998, p. 5.3,

albo zgodnie z równaniem (3):

$$V_{SZ} = SZ_2 - SZ_1 \quad (2)$$

w którym:  $V_{SZ}$  – strata wytrzymałości w wyniku szoku termicznego,

$SZ_1$  – odporność na uderzenie bez ogrzewania, określona zgodnie z EN 1097-2:1998, p. 6.3,

$SZ_2$  – odporność na uderzenie po szoku termicznym, określona zgodnie z EN 1097-2:1998, p. 6.3.

Na dwóch rysunkach zamieszczonych w normie przedstawiono wymiary metalowej płyty stosowanej w badaniu oraz przykład jej podparcia.

## 2.2. PN-EN 1097-10 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Część 10: Oznaczanie wysokości podciągania wody

Norma PN-EN 1097-10 podaje metodę określania wysokości podciągania wody przez kruszywo przy bezpośrednim kontakcie z powierzchnią wody. Badanie to nie było dotychczas wymagane w polskich normach dotyczących kruszyw mineralnych do budownictwa.

Potrzeba tego typu badania wynika z faktu, że wzrost zawartości wilgoci w warstwie kruszywa pod budynkiem może spowodować problemy wilgotnościowe wewnątrz obiektu. Jeżeli taka warstwa jest grubsza niż wysokość podciąganej przez zastosowane kruszywo wody, to może ona wówczas być traktowana jako warstwa barierowa.

W zaproponowanej metodzie suche kruszywo doprowadza się w pionowej rurze do bezpośredniego kontaktu z powierzchnią wody, umożliwiając mu pobieranie wody przez podciąganie. Gdy zostanie osiągnięty stan równowagi, określa się wysokość podciągania wody przez pomiar zmian w zawartości wilgoci w próbce analitycznej.

Pomniejszoną próbkę laboratoryjną (zgodnie z metodą podaną w EN 932-2) dzieli się, tworząc dwie próbki analityczne o minimalnej objętości, podanej w tablicy 1: jedną do określania zdolności do higroskopowej absorpcji wody, a drugą do określania wysokości podciągania. Obie próbki analityczne kruszywa suszy się do stałej masy zgodnie z EN 1097-5.

Tablica 1. Minimalne objętości próbek analitycznych

Table 1. Minimal volumes for test samples

Górny wymiar kruszywa $D$	Minimalna objętość próbki, $l$	
	określenie zdolności do higroskopowej absorpcji wody	określenie gęstości próbki zagęszczonej na sucho oraz wysokości podciągania wody
8	0,25	3,0
10	0,25	3,0
16	0,25	4,0
20	0,50	5,0
32	2,00	14,0

Ilość zaabsorbowanej wody oblicza się zgodnie z równaniem

$$W_{\text{hyg}} = \frac{M_{\text{hyg}} - M_{\text{hygt}}}{M_{\text{hygt}}} \cdot 100$$

w którym:  $W_{\text{hyg}}$  – zdolność do higroskopowej absorpcji wody, % masy,  
 $M_{\text{hyg}}$  – masa mokrego materiału, g,  
 $M_{\text{hygt}}$  – masa suchego materiału, g.

Podciąganie kapilarnie i wodę zaabsorbowaną oblicza się zgodnie z równaniem

$$W_{\text{ct}} = \frac{M_t - M_5}{0,25\pi d_t^2 \cdot 1000}$$

w którym:  $W_{\text{ct}}$  – woda zaabsorbowana i podciągnięta w próbce po czasie  $t$ , g,  
 $M_5$  – całkowita masa po 5 min od dodania wody, g,  
 $M_t$  – całkowita masa po czasie  $t$  (godziny/dni) od dodania wody, g,  
 $d_t$  – wewnętrzna średnica rury, m.

Po zakończeniu badania próbka analityczna jest usuwana z rury w warstwach o grubości (w milimetrach) nie mniejszej niż górny wymiar ziarn ( $D$ ).

Każdą warstwę waży się ( $M_3$ ) i suszy do stałej masy ( $M_4$ ) zgodnie z EN 1097-5.

Zawartość wilgoci w poszczególnych warstwach oblicza się ze wzoru

$$W_{\text{hi}} = \frac{M_3 - M_4}{M_4} \cdot 100$$

w którym:  $W_{\text{hi}}$  – zawartość wilgoci w warstwie  $i$ , % masy,  
 $M_3$  – masa mokrego materiału, kg,  
 $M_4$  – masa suchego materiału, kg,  
 $hi$  – odległość od poziomu wody do środka każdej z warstw, mm.

Na podstawie uzyskanych wyników sporządza się wykres zależności zawartości wilgoci w różnych warstwach wody a wysokością ponad powierzchnią wody (ponad lustrem wody), zgodnie z rysunkiem podanym w normie.

Wysokość podciągania wody ( $H_{\text{kap}}$ ) jest określana jako najwyższa wartość spośród niżej podanych wartości  $H_{\text{hyd}}$  i  $H_{\text{kon}}$ :

a) średnia wysokość ( $H_{\text{hyd}}$ ) ponad powierzchnią wody w tej warstwie, w której krzywa zawartości wody przecina się z linią zawartości higroskopowo zaabsorbowanej wilgoci ( $W_{\text{hyg}}$ ),

b) średnia wysokość ( $H_{\text{kon}}$ ) ponad powierzchnią wody w tej warstwie, w której zawartość wilgoci osiąga stały poziom ( $W_{\text{kon}}$ ).

W sprawozdaniu z badania podaje się między innymi takie dane, jak:

- 1) data badania,
- 2) zdolność do higroskopowej absorpcji wody ( $W_{\text{hyg}}$ ),
- 3) gęstość próbki zagęszczonej na sucho ( $\rho_{\text{dry}}$ ),
- 4) woda zaabsorbowana i podciągnięta kapilarnie w próbce jako funkcja czasu ( $W_{\text{ct}}$ ),

5) zawartość wilgoci w poszczególnych warstwach jako funkcja ich odległości od powierzchni wody ( $W_{hi}$ ),

6) wysokość podciągniętej wody ( $W_{kap}$ ),

7) wszelkie odchylenia od określonej temperatury podczas badania.

### **2.3. PN-EN 1744-3 Badanie chemicznych właściwości kruszyw. Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie**

PN-EN 1744-3 jest to nowa norma, która nie zastępuje żadnego dotychczasowego dokumentu normalizacyjnego z dziedziny metodyki badania kruszyw mineralnych, gdyż zalecone w niej badanie nie było wymagane przy ocenie kruszyw.

Podstawą metody jest założenie, że w czasie badania pomiędzy fazą ciekłą i stałą zostaje osiągnięty stan równowagi lub stan bliski równowagi.

Badane kruszywo umieszcza się na sicie wkładanym do szklanego pojemnika o wysokości około 400 mm oraz średnicy około 300 mm i poddaje wymywaniu. Ciecz do wymywania stanowi woda destylowana o pH większym od 5 i mniejszym od 7,5.

Proporcja cieczy do materiału stałego kształtuje się jak 10:1 (według masy), a czas wymywania wynosi 24 h. Podczas badania woda nad kruszywem jest mieszana za pomocą mieszadła zanurzeniowego napędzanego silnikiem. Materiał skalny nie jest mieszany. Badanie wykonuje się w temperaturze pokojowej od 20 °C do 25 °C.

Przez wyciąg rozumie się roztwór powstały w wyniku laboratoryjnej metody wymywania materiału stałego stykającego się z cieczą stosowaną do wymywania. Właściwości wyciągu są następnie badane zgodnie z metodyką analitycznego badania wody. Określane mogą być składniki organiczne, nieorganiczne, pH, przewodność elektryczna itp.

Norma zawiera schematyczny rysunek, przedstawiający przykładowy pojemnik do wymywania wraz z zamontowanym uchwytem do sita oraz mieszadłem.

## **3. Wykaz potrzeb w zakresie sprzętu związanego z PN-EN wprowadzonymi w roku 2003**

Wykaz potrzeb dotyczących sprzętu związanego z wprowadzonymi w roku 2003 normami PN-EN przedstawiono w tabelicy 2, z podziałem na aparaturę podstawową, w którą są na ogół wyposażone laboratoria badawcze, oraz aparaturę specjalną.

## **4. Ustanowione w 2003 r. normy obejmujące wymagania w zakresie kruszyw mineralnych**

### **4.1. PN-EN 12620 Kruszywa do betonu**

Norma PN-EN 12620 zastąpi w połowie 2004 r. PN-86/B-06712 *Kruszywa mineralne do betonu*. Norma europejska jest zharmonizowana z dyrektywą dotyczącą wyrobów budowlanych. Jest ona obszerna, obejmuje 57 stron, zawiera załącznik dotyczący zakładowej kontroli produkcji, precyzuje wymagania odnośnie do dwóch systemów atestacji zgodności kruszyw: 2+ i 4 oraz znakowania CE.

Tablica 2. Wykaz potrzeb dotyczących sprzętu związanego z ustanowionymi w 2003 r. PN-EN  
 Table 2. List of necessary equipment for functioning of PN-EN Standards established in 2003

Norma	Sprzęt laboratoryjny podstawowy	Sprzęt laboratoryjny dodatkowy
<p><b>PN-EN 1367-5</b>                      Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych                      Część 5: Oznaczanie odporności na szok termiczny</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• suszarka z wentylacją,</li> <li>• piec lub suszarka zdolne do utrzymania próbek analitycznych w temperaturze (<math>700 \pm 100</math>) °C przy zastosowaniu odpowiedniego układu regulacji; minimalne wymiary wewnętrzne pieca powinny wynosić:                          a) szerokość – 260 mm,                          b) wysokość – 160 mm,                          c) głębokość – 450 mm,</li> <li>• szczytce do przenoszenia płyty do badania do pieca i z pieca,</li> <li>• metalowy zbiornik</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• płyta do badania z metalu odpornego na ogrzewanie, grubości (<math>4 \pm 0,5</math>) mm, długości (<math>440 \pm 5</math>) mm i szerokości (<math>240 \pm 5</math>) mm, zaopatrzona w krawędź o wysokości (<math>12 \pm 1</math>) mm,</li> <li>• metalowa rama lub krata na płytę do badania, zapewniająca przeswit pomiędzy podstawą płyty a spodem pieca, o wysokości co najmniej 10 mm,</li> <li>• żaroodporna płyta grubości (<math>10 \pm 1</math>) mm, długości (<math>450 \pm 5</math>) mm i szerokości (<math>250 \pm 5</math>) mm,</li> <li>• metalowa siatka odporna na ogrzewanie, o wymiarze otworu około 2 mm i wymiarach (<math>250 \pm 5</math>) mm <math>\times</math> (<math>445 \pm 5</math>) mm</li> </ul>
<p><b>PN-EN 1744-3</b>                      Badania chemicznych właściwości kruszyw                      Część 3: Przygotowanie wyciągów przez wymywanie</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• waga o dokładności do <math>\pm 0,1\%</math>,</li> <li>• suszarka z wentylacją – temperatura (<math>110 \pm 5</math>) °C,</li> <li>• sito do badań,</li> <li>• termometr w zakresie od 0 °C do 50 °C,</li> <li>• pehametr</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• wirówka,</li> <li>• miernik przewodności elektrycznej,</li> <li>• próżniowa aparatura do filtrowania,</li> <li>• szklany pojemnik do wymywania o wymiarach zgodnych z normą, zaopatrzony w pokrywę, uchwyt sit i mieszałdo z silnikiem o 500 obrotach na min</li> </ul>
<p><b>PN-EN 1097-10</b>                      Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw                      Część 10: Oznaczanie wysokości podciągania wody</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• waga o dokładności do <math>\pm 0,1\%</math>,</li> <li>• suszarka z wentylacją – temperatura (<math>110 \pm 5</math>) °C,</li> <li>• płaskodenny krystalizator o pojemności 150 ml</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• urządzenie o kontrolowanym środowisku, pozwalające na utrzymanie stabilnej temperatury w granicach od 20,0 °C do 25,0 °C,</li> <li>• rura wykonana z przezroczystego materiału, o wysokości nie mniejszej niż 200 mm i średnicy podanej w normie (tablica 1); dolny koniec jest zaopatrzony w co najmniej cztery otwory o szerokości (<math>2 \pm 1</math>) mm i długości (<math>5 \pm 1</math>) mm,</li> <li>• naczynie wykonane z przezroczystego materiału, o wewnętrznej powierzchni podanej w normie (tablica 1); jest ono zaopatrzone w igłę z niekorodującego materiału do wskazywania poziomu wody (<math>10 \pm 1</math>) mm ponad podstawę naczynia, jak pokazano na rysunku 1 w normie,</li> <li>• pojemnik ze ściśle dopasowaną pokrywą termoizolacyjną, wykonany z przezroczystego materiału, o powierzchni wewnętrznej podanej w tablicy 1 i wewnętrznej głębokości co najmniej 60 mm,</li> <li>• pręt drewniany do zagęszczania materiału w rurze, o średnicy, która stanowi (<math>0,25 \pm 0,05</math>) mm średnicy rury i o długości (<math>500 \pm 25</math>) mm</li> </ul>

Norma PN-EN 12620 określa właściwości kruszyw i kruszyw wypełniających otrzymanych w wyniku przeróbki materiałów naturalnych, sztucznych lub z recyklingu oraz mieszanek tych kruszyw stosowanych do betonu. Obejmuje kruszywa o gęstości większej niż  $2,00 \text{ Mg/m}^3$  do wszystkich betonów, w tym do betonu według EN 206-1, betonu stosowanego do budowy nawierzchni dróg i do innych nawierzchni oraz betonu w wyrobach prefabrykowanych. Nie obejmuje natomiast kruszyw wypełniających stosowanych jako składnik cementu lub w innym charakterze niż obojętne kruszywa wypełniające w betonie.

Norma wprowadza kategorie kruszyw określające poziom właściwości kruszywa wyrażony przez zakres wartości lub wartość graniczną. Podział na kategorie nie ma prostego odpowiednika w podziale kruszywa w normach PN.

Nie istnieje zależność między kategoriami określonymi dla różnych właściwości kruszywa. Wskazują one jedynie na zróżnicowaną jakość kruszywa i są wskaźnikiem możliwości jego zastosowania. Jeśli badanie danej cechy nie jest wymagane, istnieje opcja „właściwość użytkowa nie określona”.

Norma ta, ze względu na swoją specyfikę, duże znaczenie przy ocenie kruszyw mineralnych oraz istotne zmiany, jakie wprowadza w porównaniu z dotychczasową normą polską, wymaga odrębnej i szczegółowej analizy.

#### **4.2. PN-EN 13055-1 Kruszywa lekkie. Część 1: Kruszywa lekkie do betonu, zaprawy i zaczynu**

Norma PN-EN 13055-1 w połowie 2004 r. zastąpi obowiązującą do tej pory w Polsce PN-86/B-23006. Norma jest zharmonizowana z dyrektywą dotyczącą wyrobów budowlanych. Określa właściwości kruszyw lekkich i lekkich wypełniaczy naturalnych pochodzenia sztucznego i z recyklingu oraz ich mieszanin stosowanych do betonu, zaprawy i zaczynu w budynkach, drogach i obiektach budowlanych. Norma ta obejmuje kruszywa lekkie mineralne o gęstości ziarn nie większej niż  $2000 \text{ kg/m}^3$  ( $2,0 \text{ Mg/m}^3$ ) lub gęstości nasypowej nie większej niż  $1200 \text{ kg/m}^3$  ( $1,2 \text{ Mg/m}^3$ ).

Jest to norma obszerna, wymagająca odrębnej i szczegółowej analizy.

#### **4.3. PN-EN 13043 Kruszywa do mieszanek bitumicznych oraz nawierzchni dróg lotnisk i innych przeznaczonych do ruchu**

Norma PN-EN 13043 dotyczy głównie budownictwa drogowego i nie jest bezpośrednio związana z kruszywami stosowanymi do wykonywania betonu.

#### **4.4. PN-EN 13450 Kruszywa do podbudowy kolejowej**

Norma PN-EN 13450 dotyczy głównie budownictwa kolejowego i nie jest bezpośrednio związana z kruszywami stosowanymi do wykonywania betonu.

### **5. Dalsze prace związane z wprowadzaniem norm europejskich do zbioru norm krajowych**

W Komitecie Technicznym nr 108 trwają intensywne prace nad przygotowaniem następujących norm europejskich z zakresu metodyki badań kruszyw do wprowadzenia w Polsce

w 2004 r. Coraz częściej prace KT 108 skupiają się na opracowywaniu zmian A1 do norm europejskich ustanowionych wcześniej, na przykład w roku 1996 i 1997. Zmiany te, łącznie z nowymi normami, będą przedmiotem kolejnego omówienia – w roku następnym.

## Bibliografia

- [1] Wolska-Kotańska C.: Dostosowywanie metodyki badań kruszyw mineralnych do norm europejskich, *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 3 (119), 2001
- [2] Wolska-Kotańska C.: Metodyka badań kruszyw mineralnych według norm PN-EN ustanowionych w 2001 r. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 3 (123), 2002
- [3] Wolska-Kotańska C.: Normy PN-EN w dziedzinie metod badań kruszyw mineralnych ustanowione w 2002 r. *Prace Instytutu Techniki Budowlanej – Kwartalnik*, 2, (126), 2003

### TEST METHODS FOR MINERAL AGGREGATES ACCORDING TO PN-EN ESTABLISHED IN 2003

#### Summary

In the period of 1999–2003, as many as 34 European Standards in the field of aggregate test methods were introduced in Poland. Changes in test methods resulting from introduction PN-EN to the Polish Standard's catalogue up to 2002 (31 Standards) were published earlier in no 3/2001, no 3/2002 and 2/2003 of Quarterly. In present paper, PN-EN Standards established in 2003 are analysed in details and list of necessary equipment for using these Standards is presented.

*Praca wpłynęła do Redakcji 28 I 2004*