

Czesława Wolska-Kotańska\*

## METODYKA BADAŃ KRUSZYW MINERALNYCH WEDŁUG NORM PN-EN USTANOWIONYCH W 2001 r.

W artykule przedstawiono interpretację wprowadzonych w Polsce w 2001 r. ośmiu norm europejskich dotyczących metodyki badań kruszyw oraz dokonano oceny zmian i potrzeb w zakresie sprzętu w stosunku do dotychczasowych norm polskich. Artykuł jest kontynuacją informacji przedstawionych w numerze 3/2001 kwartalnika *Prace Instytutu Techniki Budowlanej*. Analiza porównawcza i ocena zmian w metodyce badań kruszyw mineralnych jest istotna z punktu widzenia potrzeb laboratoriów badawczych ITB, które przeprowadzają badania kruszyw pod względem zgodności z dokumentami odniesienia, jak również z uwagi na rolę Instytutu w szkoleniu i doskonaleniu kadr inżynierskich w Polsce (kursy, seminaria).

### 1. Wprowadzenie

Decyzją Polskiego Komitetu Normalizacyjnego do norm polskich wprowadzono do końca 2001 r. z zakresu metodyki badań kruszyw łącznie 22 normy europejskie, w tym 4 normy w 1999 r., 10 norm w 2000 r. i 8 norm w roku 2001.

Analiza i interpretacja zmian metodycznych i dotyczących sprzętu w normach ustanowionych w latach 1999–2000 została zaprezentowana w numerze 3/2001 kwartalnika *Prace Instytutu Techniki Budowlanej*. Niniejszy artykuł obejmuje analizę 8 norm z tego zakresu ustanowionych przez Polski Komitet Normalizacyjny w roku 2001.

Normy europejskie, w zależności od metodyki badań kruszyw, zostały podzielone na 6 następujących grup:

1. EN 932 – Badania podstawowych właściwości kruszyw
2. EN 933 – Badania geometrycznych właściwości kruszyw
3. EN 1097 – Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw
4. EN 1367 – Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na czynniki atmosferyczne
5. EN 1744 – Badania właściwości chemicznych kruszyw
6. EN 13179 – Badania kruszyw wypełniających do mieszanek bitumicznych

---

\* dr n.t. – gł. specjalista badawczo-techniczny w ITB

Do zbioru norm polskich w latach 1999–2001 wprowadzono łącznie w poszczególnych grupach:

- PN-EN 932 – 4 normy,
- PN-EN 933 – 8 norm,
- PN-EN 1097 – 6 norm,
- PN-EN 1367 – 3 normy,
- PN-EN 1744 – 1 normę.

## **2. Analiza norm PN-EN ustanowionych w 2001 r.**

### **2.1. PN-EN 932-2:2001 Badania podstawowych właściwości kruszyw. Metody pomniejszania próbek laboratoryjnych**

Norma PN-EN 932-2:2001 zastępuje PN-87/B-06721. W normie europejskiej podano metody pomniejszania laboratoryjnych próbek kruszyw do próbek analitycznych, gdy masa próbki analitycznej jest:

- określona przez dolną granicę masy,
- określona przez tolerancje względem masy docelowej,
- określona dokładnie w wymaganiach danej metody badań.

Podane w normie europejskiej metody pomniejszania próbek umożliwiają otrzymanie próbki analitycznej w wyniku minimalnej liczby etapów dzielenia i – na ile to jest możliwe – zapobiegają dokonywaniu przez wykonawcę jakichkolwiek korekt próbki analitycznej.

W normie zdefiniowano i zilustrowano następujące sposoby podziału próbki laboratoryjnej:

- podział na 1/2: podział próbki na dwie podpróbki o przybliżonej masie,
- podział na 3/4: podział próbki na dwie podpróbki o masach w przybliżeniu równych 3/4 i 1/4 masy próbki oryginalnej,
- podział na 5/8: podział próbki na dwie podpróbki o masach w przybliżeniu równych 5/8 i 3/8 masy próbki oryginalnej.

Obszernie omówiono sposoby pomniejszania próbek w sytuacjach, gdy metody badań określają:

- tylko dolną granicę masy próbki analitycznej,
  - docelową masę próbki ze znaczną tolerancją,
  - docelową masę próbki z małą tolerancją.
- Podano następujące techniki pomniejszania próbek:
- przy zastosowaniu dzielnika rotacyjnego,
  - przy zastosowaniu dzielnika żebrowego,
  - przy zastosowaniu dzielnika szufli,
  - za pomocą kwatowania

z uwzględnieniem zapewnienia masy próbki analitycznej w granicach 100%–150% lub 85%–115% wymaganej masy.

W jednym z dwóch załączników informacyjnych zilustrowano podziały na 1/2, 3/4 i 5/8 dokonywane przy zastosowaniu dzielnika żebrowego, w drugim podano przykłady robocze.

## **2.2. PN-EN 932-5:2001 Badania podstawowych właściwości kruszyw. Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie**

Norma PN-EN 932-5:2001 nie ma odpowiednika krajowego. Podano w niej ogólne wymagania dotyczące podstawowego wyposażenia, procedur wzorcowania oraz odczynników stosowanych do właściwego badania kruszywa.

Podano definicje wzorcowania jako zbiór działań ustalających relację między wartościami wielkości mierzonej wskazanymi przez przyrząd pomiarowy lub układ pomiarowy, albo wartościami reprezentowanymi przez wzorec miary lub przez materiał odniesienia, a odpowiednimi wartościami wielkości realizowanymi przez wzorce jednostki miary.

Omówiono szczegółowo tolerancje fabryczne i robocze wyposażenia podstawowego, laboratoryjne wzorce odniesienia, z podziałem na wzorcowanie przeprowadzane we własnym zakresie i wzorcowanie zewnętrzne przeprowadzane przez akredytowane laboratorium do spraw wzorcowania.

Wiele uwagi poświęcono zagadnieniom wzorcowania i spójności pomiarowej z wzorcami odniesienia, tj. odważnikom wzorcowym, termometrom i termoparom oraz wzorcom wymiarowym. Podano częstotliwość wzorcowania aparatury badawczej i przyrządów pomiarowych. Sprecyzowano także wymagania dotyczące wzorcowania i sprawdzania aparatury ogólnego przeznaczenia, tj. suszarek, łaźni o stałej temperaturze, sit badawczych, form, wstrząsarek do butelek i urządzeń rolkowych, urządzeń mechanicznych wirujących i wibrujących.

Sprecyzowano wymagania dotyczące wody destylowanej oraz odczynników stosowanych w badaniach kruszyw.

## **2.3. PN-EN 933-4:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu**

Norma PN-EN 933-4: 2001 określa metodę oznaczania wskaźnika kształtu ziarna w kruszywach grubych i ma zastosowanie w przypadku kruszywa naturalnego i sztucznego, łącznie z kruszywami lekkimi. Norma ta zastępuje PN-78/B-06714/16.

Metoda badania określona w normie europejskiej ma zastosowanie w przypadku frakcji wielkości ziarna  $d_i / D_i$ , gdzie  $D_i = 63$  mm i  $d_i = 4$  mm.

Zdefiniowano pojęcia „długość” i „grubość” ziarna:

- długość ziarna  $L$  – maksymalny wymiar ziarna określony przez największą odległość dzielącą dwie równoległe płaszczyzny styczne do powierzchni ziarna;
- grubość ziarna  $E$  – minimalny wymiar ziarna określony przez najmniejszą odległość dzielącą dwie równoległe płaszczyzny styczne do powierzchni ziarna.

Pojedyncze ziarna w próbce kruszywa grubego są klasyfikowane na podstawie stosunku ich długości  $L$  do grubości  $E$ , przy zastosowaniu – tam gdzie to niezbędne – przyrządu pomiarowego (suwmiarki Schultza).

Wskaźnik kształtu ziarna jest obliczany jako masa ziarn o stosunku wymiarów  $L/E$  większym niż 3, wyrażona w procentach całkowitej suchej masy badanych ziarn.

Badanie przeprowadzane jest na każdej frakcji  $d_i / D_i$ , gdzie  $D_i \leq 2d_i$ . Próbkę analityczną z próbek, w których  $D > 2d$ , powinny być podzielone na frakcje, gdzie  $D_i \leq 2d_i$ . W normie omówiono szczegółowo procedurę badania w przypadku gdy  $D \leq 2d$  i  $D > 2d$ .

Wskaźnik kształtu ( $SI$ ) oblicza się zgodnie z równaniem

$$SI = \frac{M_2}{M_1} 100$$

w którym:

$M_1$  – masa próbki analitycznej, g,

$M_2$  – masa ziarn nieregularnych (nieforemnych), g.

W załączniku informacyjnym podano przykład arkusza badań stosowanego przy określaniu wskaźnika kształtu kruszywa grubego.

## **2.4. PN-EN 933-8:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości ziarn drobnych. Badanie wskaźnika piaskowego**

Norma PN-EN zastępuje normę BN-64/8931-01. W normie podano metodę określania wartości równoważnika piaskowego frakcji 0/2 mm w kruszywach drobnych i w mieszaninach. Metoda ma zastosowanie do kruszyw naturalnych. Zasada badania polega na przeniesieniu próbki piasku i niewielkiej ilości roztworu flokulacyjnego do cylindra z podziałką, wymieszaniu w celu usunięcia otoczek gliniastych z ziarn piasku, a następnie przemywaniu roztworem flokulacyjnym, w wyniku czego drobne cząstki przechodzą do zawiesiny ponad piaskiem.

Po 20 min oblicza się wartość wskaźnika piaskowego ( $SE$ ) jako wysokość osadu w stosunku do całkowitej wysokości flokulacyjnego materiału w cylindrze, wyrażoną w procentach.

Podstawową aparaturę stanowią dwa cylindry z podziałką wykonane ze szkła lub przezroczystego plastiku, zespół tłoka nurnikowego i wstrząsarka.

Wymiary, budowę poszczególnych części aparatury oraz sposób pomiaru wysokości osadu zilustrowano przejrzysto na sześciu rysunkach.

W dwóch załącznikach informacyjnych przedstawiono metodę określania wartości wskaźnika piaskowego frakcji 0/4 mm i przykład arkusza wyników badania.

## **2.5. PN-EN 933-9:2001 Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości drobnych cząstek. Metoda błękitu metylenowego**

W PN-EN 933-9:2001 podano metodę oznaczania wskaźnika błękitu metylenowego frakcji 0/2 mm w kruszywach drobnych lub w kruszywach wielofrakcyjnych. Metoda taka nie była w Polsce stosowana do oznaczania frakcji mniejszych od 0,063 mm. Posługiwano się metodą wypłukiwania pyłów z kruszywa, stosując prawo Stockesa.

W metodzie europejskiej do zawiesiny próbki analitycznej w wodzie wprowadza się sukcesywnie barwnik, którym jest roztwór błękitu metylenowego. Po każdym dodaniu

barwnika kontroluje się jego adsorpcję przez próbkę, wykonując na bibule filtracyjnej tzw. próbę plamy w celu wykrycia obecności niezaadsorbowanego barwnika. Próba jest uważana za pozytywną, jeżeli w strefie wilgotnej wokół osadu znajdującego się w części środkowej plamy wystąpi jasnoniebieska, utrzymująca się w ciągu 5 min obwódka szerokości około 1 mm.

Po potwierdzeniu obecności niezaadsorbowanego barwnika oblicza się wskaźnik błękitu metylenowego  $MB$  wyrażony w gramach błękitu na 1 kilogram frakcji 0/2 mm ze wzoru

$$MB = \frac{V_1}{M_1} 10$$

w którym:

$M_1$  – masa próbki analitycznej, g,

$V_1$  – całkowita objętość wprowadzonego roztworu błękitu, ml.

Jeżeli ilość drobnych cząstek w próbce analitycznej jest niewystarczająca do uzyskania obwódki, zaleca się dodanie 30,0 g kaolinitu oraz dodatkowej ilości roztworu barwnika adsorbowanego przez kaolinit  $V'$ . Wówczas poprzedni wzór przyjmuje postać:

$$MB = \frac{V_1 - V'}{M_1} 10$$

W obu wzorach współczynnik 10 przekształca objętość zastosowanego roztworu błękitu na masę błękitu zaadsorbowanego przez kilogram kruszywa badanej frakcji.

Norma zawiera 5 załączników, z czego dwa są informacyjne, a trzy – normatywne. W załącznikach podano metodę oznaczania wskaźnika błękitu metylenowego frakcji 0/0,125 mm, metodę badania zgodności z określonym wskaźnikiem  $MB$ , sposób przygotowania roztworu błękitu, metodę oznaczania wskaźnika błękitu kaolinitu oraz przykład raportu z badań.

## **2.6. PN-EN 1097-5:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Określanie zawartości wody przez suszenie w suszarce z wentylacją**

Norma PN-EN 1097-5:2001 zastępuje PN-77/B-06714/17. Nie wymaga ona stosowania żadnej nowej aparatury w stosunku do dotychczasowej normy. Zasada metody polega w obu przypadkach na określeniu procentowej zawartości wody w kruszywie w wyniku ważenia próbki analitycznej przed i po suszeniu w wentylowanej suszarce o temperaturze  $110 \pm 5$  °C.

W normie opisano szczegółowo sposób przygotowania próbki i wykonania badania oraz obliczanie i przedstawienie wyników.

W trzech załącznikach podano różnice w oznaczaniu zawartości wody w kruszywach lekkich, przykład obliczania zawartości wody metodą suszenia oraz wymaganą dokładność.

Badania w celu określenia dokładności oznaczania zawartości wody zostały przeprowadzone w 1988 r. w Wielkiej Brytanii w 13 laboratoriach. Powtarzalność, jaką uzyskano, wynosi:

$$r = 0,11 + 0,079 x \text{ (średnia zawartość wody)}$$

Załącznik czwarty zawiera bibliografię związaną z zagadnieniami objętymi normą.

## **2.7. PN-EN 1097-7:2001 Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziarn. Metoda piknometryczna**

Norma PN-EN 1097-7:2001 zastępuje PN-76/B-06714/03 i w zasadzie nie różni się od normy polskiej na oznaczanie gęstości kruszywa w piknometrze. W załącznikach A i B omówiono metodę kalibrowania piknometru i metodę oznaczania gęstości cieczy stosowanej do określania gęstości kruszywa (podane również w normie polskiej), a w załączniku C przedstawiono powtarzalność i odtwarzalność metody na podstawie licznych badań wykonanych przez holenderskie laboratoria badawcze. W załączniku D została podana bibliografia.

## **2.8. PN-EN 1367-1:2001 Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Badanie odporności na zamrażanie i odmrażanie**

Norma PN-EN 1367-1:2001 w zasadzie zastępuje PN-79/B 06714/19 obejmującą badanie mrozoodporności kruszyw metodą bezpośrednią. W stosunku do normy polskiej wykazuje jednak różnice, które uniemożliwiają posługiwanie się tą metodą, zanim pojawi się norma europejska określająca wymagania dotyczące kruszyw na podstawie nowej metodyki badań.

Podstawową różnicę stanowi to, że kruszywo poddawane jest 10 cyklom zamrażania i odmrażania (zamiast 25 cyklom), a temperatura zamrażania jest niższa i wynosi  $-17,5 \pm 2,5$  °C, oraz to, że próbki kruszywa umieszczone w pojemnikach są zamrażane pod wodą, a nie jak w normie polskiej – w powietrzu. Cykl zamrażania jest także inny niż w normie polskiej (4 h) i trwa 14 h, a cykl odmrażania – 10 h, podczas gdy w normie polskiej wynosi tylko 2 h. Miarą mrozoodporności jest strata masy kruszywa podczas badania. Norma przewiduje także oznaczanie spadku wytrzymałości po badaniu mrozoodporności przez określenie współczynników Los Angeles lub przez oznaczenie wskaźników wytrzymałości próbek na uderzenie przed badaniem i po badaniu.

## **3. Wykaz potrzebnego sprzętu związanego z wprowadzonymi w roku 2001 normami PN-EN**

Wykaz potrzebnego sprzętu związanego z wprowadzonymi w roku 2001 normami PN-EN przedstawiono w tablicy 1, z podziałem na aparaturę podstawową, w którą są na ogół wyposażone laboratoria badawcze, oraz aparaturę specjalną.

Tablica 1. Wykaz potrzebnego sprzętu związanych z wprowadzonymi w roku 2001 normami PN-EN  
 Table 1. The list of apparatus necessary for functioning of PN-EN Standards introduced in 2001 year

Norma	Sprzęt laboratoryjny podstawowy	Sprzęt laboratoryjny specjalny
<b>PN-EN 932-2</b> Badania podstawowych właściwości kruszyw. Metody pomniejszania próbek laboratoryjnych	szufle i łopaty; dzielnik żeberkowy; urządzenie krzyżakowe	zaleca się dzielniki rotacyjne do kruszywa drobnego i grubego
<b>PN-EN 932-5</b> Badania podstawowych właściwości kruszyw. Wyposażenie podstawowe i wzorcowanie	laboratoryjne wzorce odniesienia: odważniki i termometry wzorcowe oraz termopary i wzorce wymiarowe	
<b>PN-EN 933-4</b> Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie kształtu ziarn. Wskaźnik kształtu	przyrząd pomiarowy typu suwmiarka Schultza	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
<b>PN-EN 933-8</b> Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości ziarn drobnych. Badanie wskaźnika piaskowego	cyliny z podziałką wykonane ze szkła lub przezroczystego plastiku i wstrząsarka	zespół tłoka nurnikowego zgodny ze schematem podanym w normie
<b>PN-EN 933-9</b> Badania geometrycznych właściwości kruszyw. Ocena zawartości drobnych cząstek. Metoda błękitu metylenowego	biurety o pojemności 100 ml, 50 ml, 5 ml, 2 ml; suszarka z wentylacją	mieszadło łopatkowe o 600 obr/min; roztwór błękitu metylenowego; kaolinit
<b>PN-EN 1097-5</b> Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Określanie zawartości wody przez suszenie w suszarce	suszarka z wentylacją	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
<b>PN-EN 1097-7</b> Badania mechanicznych i fizycznych właściwości kruszyw. Oznaczanie gęstości ziarn. Metoda piknometryczna	piknometr o pojemności 50 ml; łaźnia wodna; eksykator próżniowy; pompa próżniowa	wprowadzenie normy nie wymaga żadnej dodatkowej aparatury
<b>PN-EN 1367-1</b> Badania właściwości cieplnych i odporności kruszyw na działanie czynników atmosferycznych. Badanie odporności na zamrażanie i odmrężanie	suszarka z wentylacją; zamrażarka z cyrkulacją powietrza; siła badawcze	pojemniki metalowe odporne na korozję o pojemności 2000 ml

## THE MINERAL AGGREGATES TEST METHODS ACCORDING TO PN-EN STANDARDS ESTABLISHED IN 2001

### Summary

In paper, the interpretation of PN-EN standards established in Poland in 2001, in the range of aggregate test methods is presented, in comparison with the methods used until now. The needs of equipment concerning the new established standards are specified. Paper is a continuation of the information presented in no 3/2001 of the ITB- Quarterly. The comparative analysis of changes in aggregate test methods is essential for ITB's Testing Laboratories carrying out the certification tests of aggregates and for Institute's activity as a center of professional training for civil engineers in Poland (courses, seminars).

*Praca wpłynęła do Redakcji 18 VI 2002*