

WANDA GRZYBOWSKA *

MATERIAŁY KAMIENNE DO NAWIERZCHNI
W OBSZARACH ZABYTKOWYCH, W ŚWIETLE
ZHARMONIZOWANYCH WYMAGAŃ EUROPEJSKICHSTONE MATERIALS FOR RENOVATION OF PAVEMENTS
IN HISTORICAL AREAS
IN THE LIGHT OF HARMONIZED POLISH – UE STANDARDS

Streszczenie

W referacie przedstawiono ogólne funkcje nawierzchni w obszarach zabytkowych. Omówiono istniejące dotychczas wymagania normowe dla elementów kamiennych do nawierzchni i przedyskutowano podejście do tej kwestii zgodnie z nową normą PN-EN, obejmujące także obowiązkowy system oceny zgodności dla wyrobów stosowanych do wykonania nawierzchni. Ponieważ ciągle brak w Polsce szczegółowych wymagań odnośnie elementów kamiennych, zaproponowano w artykule zestaw takich wymagań do tymczasowego stosowania.

Słowa kluczowe: nawierzchnia, wymagania normowe, elementy kamienne

Abstract

In the paper, the general functions of pavements in historical areas are presented, as well as possibilities of conscious composing their surface. The previous standard requirements concerning the stone roads elements are characterized, also with taking into account their texture. The approach to standardization of stone elements properties in new Polish-UE standards is discussed, together with the new, obligatory system of attestation of conformity. Because the detail requirements for the properties of the stone elements in Poland are yet lacking, at the end of paper, the proposal of tentative requirements is given.

Keywords: surface, code requirements, stone elements

* Dr inż. – Instytut Inżynierii Drogowej i Kolejowej, WIL, Politechnika Krakowska

1. Wprowadzenie

Zgodnie z przyjętą zasadą konserwatorską nawierzchnia jest jednym z elementów wnętrza architektonicznego, która „współtworzy szczególną atmosferę zespołu i rzutuje na odczucia estetyczne, wynikające z powiązań lub kontrastów między różnorodnymi elementami” [6]. W historii cywilizacji europejskiej od najdawniejszych czasów do początków obecnego stulecia, do budowy dróg stosowano głównie materiał kamienny, nie związany w górnej warstwie spoiwem ani lepiszczem.

Kierunek ten utrzymywany jest nadal w rewaloryzacji obszarów zabytkowych, przy równoczesnym, lepszym lub gorszym, zapewnieniu funkcji użytkowych nawierzchni. Często przeważają tutaj względy konserwatorskie, utrwalające stare lub wprowadzające nowe nawierzchnie z elementów kamiennych nieregularnych, o specjalnie dobranej teksturze łupanej, ciosanej, groszkowanej, itp., które zamiast udostępniania obszaru zabytkowego często utrudniają dostęp do niego lub pogarszają jego percepcję. Wynikiem połączenia funkcji rewaloryzacyjnej z funkcją udostępniania powinny być nawierzchnie próbujące pogodzić charakter danej nawierzchni z wymaganiami ruchu dzisiejszego, a więc te kamienne nawierzchnie brukowane, które charakteryzują się równością w profilu podłużnym i poprzecznym [5].

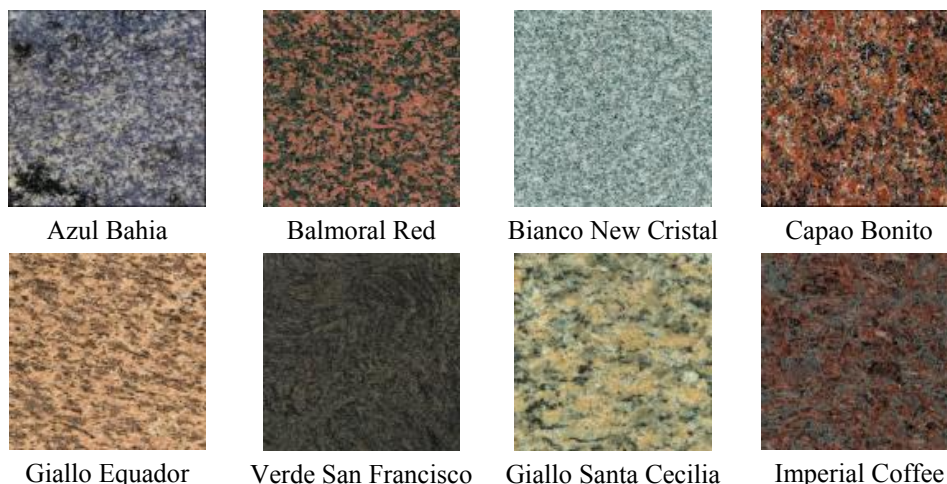
Przy projektowaniu konstrukcji nawierzchni placów, dziedzińców, dróg i pasaży w obszarach zabytkowych stosunkowo najwięcej twórczej uwagi poświęca się warstwie ścieralnej, której forma, tekstura, kolor, deseń jest przedmiotem analiz i działań projektowych ze strony konserwatorów, historyków sztuki oraz, w zakresie konstrukcyjnym, drogowców-technologów. Konserwatorzy wskazują najbardziej właściwy dla danego obszaru rodzaj surowca kamiennego, formę, układ elementów brukarskich, odtwarzających w miarę możliwości historyczny układ nawierzchni, zadaniem technologów jest podanie wymagań technicznych zapewniających trwałość eksploatacyjną nawierzchni dla danych obciążeń i warunków środowiskowych.

Ostatecznym efektem działań w tym zakresie jest dobór materiału kamiennego, który ułożony w warstwie ścieralnej staje się trwałym czynnikiem kompozycyjnym wnętrza urbanistycznego, w postaci „dolnego zamknięcia” tego wnętrza, z przeświadczeniem, że nawierzchnia będzie oglądana na równi z samym obiektem zabytkowym [7].

Świadome komponowanie powierzchni konstrukcji nawierzchni wymaga umiejętności posługiwania się materiałem stosownie do jego indywidualnych cech.

W przypadku nawierzchni brukowanych będą to [7]:

- walory samego materiału, tj. intensywność jego oddziaływania w zakresie tej samej barwy;



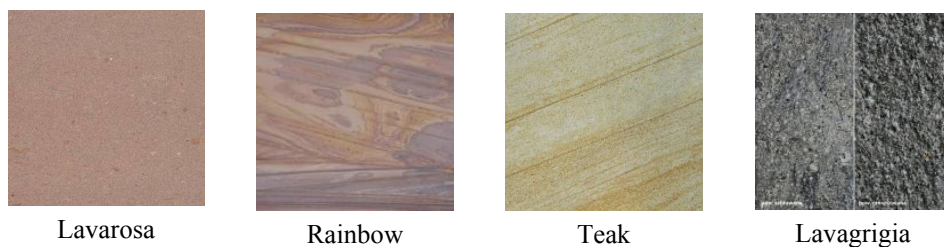
Rys. 1. Wybrane przykłady koloru granitów występujące w różnych złożach. [8]

Fig. 1. Selected examples of granite colors from different deposits.

- zróżnicowanie kolorystyczne; bruki mogą tworzyć swoistą gamę technik mozaikowych w ramach różnych barw materiałów kamiennych; często zdarza się także, że ten sam materiał występuje w różnych barwach i odcieniach. Granity i piaskowce występują w szeregu kolorach i odcieniach {rys. 1-3}, porfir - ciemno-wiśniowy, brązowy, zielonkawy, szary. Aktualnie istnieją w Polsce firmy kamieniarskie, sprowadzające surowiec kamienny z wielu krajów, m.in.: Brazylii, Chin, Finlandii,

Hiszpanii, Indii, Iranu, Norwegii, RPA, Szwecji, Turcji, Ukrainy, Włoch czy Zimbabwe [8]. Surowiec ten może być pocięty na elementy (płyty, kostki) o potrzebnych wymiarach;

- zróżnicowanie wielkości elementów i faktur (rys. 4-8).



Lavarosa

Rainbow

Teak

Lavagrigia

Rys. 2. Przykłady koloru piaskowców występujące w różnych złożach [8]

Fig. 2. Examples of sandstones colors from different deposits



Rys. 3. Mozaika kolorów kostki granitowej na placu przyległym do Katedry w Helsinkach (fot. M. Tracz)

Fig. 3. Mosaic of granite blocks on the square adjacent to Helsinki cathedral



Rys. 4. Plac centralny w Helsinkach (fot. M. Tracz)

Fig. 4. Central Square in Helsinki



Rys. 5. Nadbrzeże w Sztokholmie (fot. M. Tracz)

Fig. 5. Wharf in Stockholm



Rys. 6. Kraków, fragment Placu Mariackiego (fot. M. Tracz)

Fig. 6. Cracow – Mariacki Square



Rys. 7. Łączenie różnych elementów kamiennych nawierzchni Dziedzińca Wawelskiego po przebudowie (fot. P. Czerski)

Fig. 7. Combination of different stone elements on the surface of Wawel Courtyard after renovation



Rys. 8. Przykład połączenia różnych elementów kamiennych – Helsinki (fot. M. Tracz)

Fig. 8. Example of different stone elements combination - Helsinki

Surowce kamienne przydatne na ogół bez zastrzeżeń do produkcji elementów drogowych to granity, granodioryty, sjenity, dioryty, bazalty, porfiry, andezyty, diabazy. Stosowane są również piaskowce o dobrych parametrach wytrzymałościowych i fizycznych. Możliwe (ale nie zalecane) jest ponadto także stosowanie wapienia zbitego i dolomitu, przy szczególnie starannie skontrolowanych parametrach fizyko-mechanicznych.

Elementy kamienne produkowane z wymienionych surowców to różnych wymiarów kostki kamienne, płyty oraz krawężniki zabezpieczające krawędzi jezdni. Przydatność wymienionych elementów określana jest szeregiem norm odwołujących się do cech materiałowych oraz własności gotowych elementów.

Polska, przystępując w 2004 r. do UE zobowiązała się do przestrzegania zaleceń Dyrektywy o produktach budowlanych (Construction Produkt Directive) -89/106/EWG, odnoszącej się do wyrobów budowlanych. W ślad za tym została uchwalona Ustawa o Wyrobach Budowlanych z dnia 15 kwietnia 2004, określająca m.in. zasady wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych, m.in. także wyrobów z kamienia naturalnego. Prace nad ustanowieniem norm europejskich w tym zakresie prowadzi Komitet Techniczny TC 246 CEN.

2. Charakterystyka dotychczasowych wymagań dotyczących własności elementów kamiennych

Dotychczasowe wymagania regulowało szereg norm polskich, w chwili obecnej już przestarzałych, niemniej jeszcze często powoływanych, z racji okresu przejściowego dla stosowania nowych norm zharmonizowanych. Należy przypomnieć, że w stosowaniu niektórych dotychczasowych norm zalecana

była duża ostrożność, czego przykładem jest norma PN-84/B-1080 Kamień dla budownictwa i drogownictwa. Dotyczyło to zwłaszcza oceny nasiąkliwości dla zakresu 0,5 - 5,0% jako nasiąkliwości małej (nasiąkliwość 3 - 5% jest już nasiąkliwością wysoką, zwłaszcza dla elementów z wapienia pracujących w atmosferze przemysłowej miasta), lub mrozoodporności ocenionej jako dobra dla skał bez uszkodzeń po zaledwie 21 cyklach zamrażania/odmrażania. Omawiana norma „Kamień przeznaczony do produkcji elementów drogowych i kolejowych” w pkt. 3.4., przewiduje stosowanie do tych celów skał magmowych i osadowych (piaskowce o wytrzymałości na ściskanie w stanie powietrzno-suchym co najmniej średniej (61 - 120 MPa), mrozoodporności co najmniej dobrej oraz zgodnie ze szczegółowymi wymaganiami. Szczegółowe wymagania dotyczące parametrów fizyko-mechanicznych elementów z surowców kamiennych wg odpowiednich norm są następujące:

- dla kostek kamiennych (PN-60/B-11100 Materiały kamienne. Kostka drogowa):
 - wytrz. na ściskanie w stanie powietrzno-suchym: dla I kl. kostki min. 160 MPa, dla II kl. 120 MPa,
 - minimalna nasiąkliwość odpowiednio 0,5% i 1,0%,
 - maksymalna ścieralność na tarczy Boehmego odpowiednio 2 mm i 4 mm,
 - mrozoodporność: całkowita,
- dla brukowca (PN-60/B-11104 Materiały kamienne. Brukowiec), wymagania zestawiono w tabeli 1;
- dla płyt posadzkowych zewnętrznych norma PN-B-11202. Elementy kamienne; płyty posadzkowe zewnętrzne i wewnętrzne, podaje wymagania tylko dla płyt z granitu, sjenitu i piaskowca. Szczegółowe wymagania zestawiono w tabeli 2.

Każda z wymienionych norm podaje też szczegółowe wymagania dotyczące cech geometrycznych.

Tabela 1

**Cechy fizyczne i wytrzymałościowe dla materiału brukowca
do nawierzchni drogowych (PN-60/B-11100)**

Lp.	Cechy fizyczne i wytrzymałościowe	Klasa		
		I	II	III
1.	Wytrzymałość na ściskanie w stanie powietrzno-suchym, min. [MPa]	160	120	100
2.	Ścieralność na tarczy Boehmego max., [cm]	0,20	0,40	0,50
3.	Wytrzymałość na uderzenie (zwięzłość), liczba uderzeń, min.	12	8	7
4.	Nasiąkliwość wagowa, [%], max.	0,5	1,0	2,0
5.	Mrozoodporność	nie bada się	Całkowita	

Tabela 2

**Cechy fizyczne i wytrzymałościowe dla materiału płyt kamiennych
do nawierzchni drogowych (PN-B-11202, 1996)**

Lp.	Cechy fizyczne i wytrzymałościowe	Rodzaj materiału		
		Granit	Sjenit	Piaskowiec
1.	Wytrzymałość na ściskanie w stanie nasycenia wodą, min. [MPa]	100	100	40
2.	Wytrz. na ściskanie po badaniu mrozoodporności, min. [MPa]	80	80	32
3.	Ścieralność na tarczy Boehmego w stanie nasycenia wodą, max. [mm]	7,7	7,5	8,8
4.	Nasiąkliwość zwykła, max. [%]	0,5	1,0	2,0

Jak widać z przedstawionych wymagań, normy z lat 60. jakkolwiek restrykcyjne, podając wymagania dla parametrów w warunkach powietrzno-suchych nie wiążą ich dostatecznie z rzeczywistymi warunkami pracy tych elementów. Sytuacja ta jest już lepsza dla płyt, których

parametry powinny być badane w stanie nasycenia wodą. Dotychczasowe normy te jednak nie uwzględniają odporności elementów na poślizg, co jest ważną cechą użytkową, a w odniesieniu do płyt brak jest także wymagań dla wytrzymałości na zginanie pozwalających na zaprojektowanie wymaganej grubości płyt. Jak ważny jest ten parametr można ocenić pamiętając, że na poprzedniej nawierzchni Rynku Głównego w Krakowie z płyt kamiennych, 100% płyt dolomitowych było spękanych, a płyt granitowych około 50% (orientacyjna ocena autorki). Również dopuszczalna wartość nasiąkliwości – 5,0%, jest w atm. przemysłowej przy tych elementach zbyt wysoka i może doprowadzić do agresji siarczanowej lub chlorkowej.

Faktury powierzchni kamienia brane pod uwagę przy produkcji elementów kamiennych wg dawnej literatury technicznej [4] zestawiono w tabeli 3.

Tabela 3

Rodzaje faktur powierzchni elementów kamiennych wg [4]

Rodzaje faktury \ Rodzaje skały	Łupana	Rwana	Krzesana	Grotowana	Groszkowana	Prażkowana	Dłutowana	Nacinana	Piłowana	Piaskowana	Zdzierana	Szlifowana	Polerowana
Granit	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Sjenit	+	+	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	+
Andezyt	-	+	+	+	+	0	-	-	+	+	0	+	0
Bazalt	-	+	+	+	+	0	-	-	+	+	0	+	+
Piaskowce: twarde	0	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	-
średnio twarde	0	+	+	+	0	-	+	+	+	+	0	+	-
Wapień twarde	-	-	+	+	-	-	0	0	+	+	+	+	+
Dolomit	0	+	+	+	-	-	+	+	+	0	+	+	0

Legenda: + stosowanie bezsporne
0 stosowanie możliwe lecz nie zalecane
- stosować nie należy

3. Wymagania dla elementów kamiennych wg zharmonizowanych norm PN-EN

Normy te wprowadzają obligatoryjność oceny parametrów, z których kilka dotychczas nie było badanych, a więc w konsekwencji wprowadzają konieczność wyposażenia laboratoriów materiałowych w nowe urządzenia badawcze. Ponadto są to tylko normy klasyfikacyjne, brak jest szczegółowych wymagań krajowych, ustalanych w formie wytycznych dla wszystkich materiałów drogowych w poszczególnych krajach Unii. Innym problemem jest spójność metod badawczych dla parametrów uwzględnianych zarówno w normach dotychczasowych i normach zharmonizowanych.

Dla elementów kamiennych do nawierzchni drogowych zostały opracowane w ostatnich latach następujące europejskie normy zharmonizowane:

1. PN-EN 1342 Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań, wrzesień 2003.
2. PN-EN 1341 Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań, wrzesień 2003.
3. PN-EN 1343 Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych, wrzesień 2003.

Wymienione normy porządkują nazewnictwo elementów. Jako kamienną kostkę brukową należy rozumieć mały element brukowy z kamienia naturalnego, o wym. nominalnych między 50 mm a 300 mm, którego żaden wymiar powierzchni na ogół nie przekracza podwójnej grubości. Najmniejsza grubość nominalna wynosi 50 mm.

Określenie płyty odnosi się do każdego elementu z kamienia naturalnego wykorzystywanego jako materiał do nawierzchni drogowych, którego szerokość nominalna przekracza 150 mm i na ogół jest dwukrotnie większa od grubości.

Krawężnik jest to element o długości większej od 300 mm. Powszechnie stosowany jako obramowanie drogi lub ścieżki.

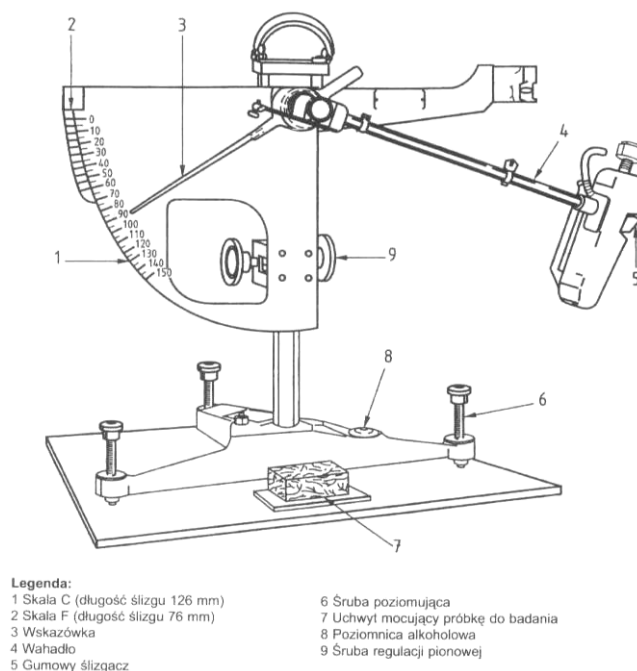
Wszystkie te wyroby przeznaczone do ułożenia w nawierzchni posiadają na ogół powierzchnię obrabianą, uzyskaną w wyniku, jednokrotnej lub wielokrotnej obróbki powierzchni mechanicznej lub termicznej.

Jako faktury powierzchni kamienia ogólnie rozróżnia się:

- powierzchnię z drobną fakturą charakteryzującą się maksymalną różnicą pomiędzy wypukłościami i wklęsłościami do 0,5 mm; uzyskuje się ją poprzez polerowanie, szlifowanie względnie piłowanie tarczą diamentową lub piłą,
- powierzchnię z grubą fakturą, tj. o maksymalnej różnicy pomiędzy wypukłościami i wklęsłościami większej od 2,0 mm; fakturę uzyskuje się np. przez groszkowanie, śrutowanie, obróbkę płomieniową lub obrabianie mechaniczne z widocznymi śladami narzędzi.

Wymienione wyżej normy zharmonizowane przewidują badania następujących parametrów fizycznych i wytrzymałościowych:

1. Wytrzymałość na ściskanie (tylko dla kostek brukowych), wg PN-EN 1926, 2001, jako min. wartość przewidywana w odniesieniu do pojedynczych próbek. Prędkość przesuwu tłoka wynosi $(1 \pm 0,5)$ MPa/s.
2. Odporność na zginanie (dla płyt kamiennych i krawężników). Badanie przeprowadza się wg PN-EN 1237. Wytrzymałość podawana jest jako minimalna wartość w odniesieniu do pojedynczych próbek.
Badanie polega na pomiarze obciąż. niszczącego płytę lub krawężnik przy zginaniu, wg normy. Norma podaje zalecane wartości obciążenia niszczącego dla różnych klas w zależności od zastosowania. Klasa 6 zastosowania, to m.in. drogi i ulice; wymagane min. obciążenie niszczące wynosi zarówno dla płyt jak i krawężników 25 kN.
3. Odporność na zamrażanie/odmraż.; badanie należy przeprowadzić wg PN-EN 1237-1. Materiały odporne na działanie mrozu klasyfikowane są do klasy 1, oceny dokonuje się badając m.in. wytrzymałość na ściskanie lub zginanie po 48 cyklach zamrażania/odmrażania. Maksymalny, dopuszczalny spadek wytrzymałości nie powinien być większy od 20%. W załączniku do normy uwzględniono również możliwość nasycania próbek 1,0% roztworem chlorku sodu NaCl. Dla oceny oddziaływania cykli zamrażania/rozmrz. na materiał kamienny próbki można stosować także ocenę wizualną, pomiar objętości oraz pomiar dynamicznego modułu sprężystości w trakcie cykli, dla wykrycia mikrospekkań,
4. Odporność na ścieranie (dla kostek brukowych i płyt kamiennych) wg załącznika B w PN-EN 1342 oraz załącznika C w PN-EN 1341. Pomiar ścieralności wykonuje się stosując szeroką tarczę ścierną, ustawioną prostopadle do próbki i wycinającą w badanym materiale rowek. Liczba obrotów tarczy wynosi 75 w ciągu 60s. Miarą odporności na ścieranie jest maksymalna długość rowka z pojedynczych np. sześciu próbek.
5. Odporność na poślizg (dla kostek brukowych oraz płyt kamiennych) wg normatywnego zał. C w PN-EN 1342 oraz normatywnego zał. D w PN-EN 1341. Miarą odporności kamienia na poślizg jest wskaźnik USRV (Unpolished Slip Resistance Value), podany jako min. wartość z badania pojedynczych próbek elementów o drobnej fakturze. Według normy, płyty z grubą fakturą powierzchni oraz powierzchnią ciosaną mają zadawalającą odporność na poślizg – pomiar w tych przypadkach nie daje wiarygodnych wyników.
Odporność na poślizg USRV jest średnią wartością wskaźnika odporności na poślizg uzyskaną z odczytów na pięciu próbkach, pomnożoną przez 1,2. Współczynnik ten jest stosowany w celu skorygowania podziałki na skali oraz wpływu różnych długości ślizgu. Norma zamieszcza uwagę, że jeśli wartość USRV uzyskana w czasie pomiaru z użyciem szerokiego ślizgacza na wahadle typu TRL jest większa od 35, to zarówno kostka brukowa jak i płyty kamienne mogą być uznane za bezpieczne.
6. Nasiąkliwość badana jest wg PN-EN 13755.



Rys. 9. Wahadło angielskie typu TRL do pomiaru odporności na poślizg [1], [2]

Fig. 9. English pendulum of TRL type for measuring the slip resistance

W normach podane są także dopuszczalne odchyłki od nominalnych wymiarów powierzchni i grubości elementów w stosunku do wymiarów podanych przez dostawcę. Normy dla kostki i płyt uwzględniają badania płaskości powierzchni wzdłuż krawędzi. Dla kostek o powierzchni obrabianej odchyłki od płaskości nie powinny być większe od 3,0 mm, o powierzchni łupanej $\leq 5,0$ mm. Dla płyt wartości te zależą od rodzaju faktury i długości pomiarowej. Dla faktury drobnej, maksymalne odchyłki wypukłe w płytach o długości pomiarowej do 1000 mm nie powinny być większe od 5,0 mm, odchyłki wklęsłe od 4,0 mm. Dla faktury grubej odpowiednie wartości nie powinny być większe od 8,0 i 6,0 mm. Przewiduje się ponadto wykonanie opisu petrograficznego oraz badania wyglądu elementów polegające na charakterystyce wyglądu próbki odniesienia składającej się z kilku fragmentów kamienia naturalnego o wymiarach wystarczających do przedstawienia wyglądu gotowego wyrobu. Próbki odniesienia powinny także pokazywać proponowaną fakturę powierzchni. Norma wymaga, aby próbki przeznaczone do badań były porównywane z próbkami odniesienia, a wszystkie widoczne różnice w wyglądzie, strukturze i barwie powinny być zarejestrowane.

4. Kontrola własności elementów i systemu oceny zgodności

Zgodnie z wymaganiami Dyrektywy UE Wyroby budowlane, każdy produkt wprowadzany na rynek budowlany podlega procedurze uzyskania dostępu wyrobu na rynek, tj. w omawianym przypadku procedurze określenia zgodności płyt, kostek brukowych oraz krawężników, z wymaganiami odpowiednich norm zharmonizowanych. Wg Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym z dnia 11 sierpnia 2004 (Dz.U. Nr 198, poz. 2041), metody stosowane przy ocenie zgodności są następujące:

1. Wstępne badanie reprezentatywnego wzorca wyrobu prowadzone przez producenta lub notyfikowaną jednostkę.
2. Badania próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, prowadzone przez producenta lub notyfikowaną jednostkę, zgodnie z ustalonym planem badań.
3. Badanie sondażowe próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym w obrocie handlowym lub na budowie, prowadzone przez producenta lub notyfikowaną jednostkę.

4. Badanie przez producenta lub notyfikowaną jednostkę próbek z partii przygotowanej do wysłania albo dostarczonej do odbiorcy.
5. Wewnętrzną (zakładową) kontrolę produkcji.
6. Wstępną inspekcję zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji przez notyfikowaną jednostkę.
7. Ocenę i akceptację zakładowej kontroli produkcji przez notyfikowaną jednostkę.

Poszczególne metody są w różny sposób łączone, dając łącznie 6 systemów oceny zgodności: 1+, 1, 2+, 2, 3 i 4.

Dla przykładu system 1+ obejmuje certyfikację zgodności wyrobu przez akredytowaną jednostkę certyfikującą na podstawie spełnienia przez producenta oraz tę jednostkę określonych zadań.

a) Zadania producenta obejmują:

- zakładową kontrolę produkcji;
- uzupełniające badania próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, prowadzone przez producenta zgodnie z ustalonym planem badania.

b) Zadania akredytowanej jednostki obejmują:

- wstępne badania;
- wstępną inspekcję zakładu produkcyjnego i zakładowej kontroli produkcji.
- ciągły nadzór, ocenę i akceptację zakładowej kontroli produkcji
- badania sondażowe próbek pobranych w zakładzie produkcyjnym, na rynku lub na placu budowy.

Załącznik Nr 1 do omawianego Rozporządzenia Ministra Infrastruktury podaje wykaz systemów atestacji zgodności wszystkich wyrobów budowlanych. W pozycji 97/808/WE zamieszczona jest decyzja Komisji z dnia 20 listopada 1997 r. w sprawie procedury atestowania zgodności wyrobów budowlanych, zgodnie z art. 20 ust. 2 Dyrektywy Rady 89/106/EWG dotyczącym wyrobów posadzkowych i podłogowych.

Dla wyrobów określanych jako sztywne wyroby posadzkowe, tj. m.in. kostki brukowe, płyty i krawężniki z kamienia naturalnego do zewn. nawierzchni drogowych dla ruchu pojazdów i pieszych, wymagany jest 4-ty system atestacji zgodności, obejmujący: deklarowanie zgodności wyrobu przez producenta na podstawie:

- a) wstępnego badania typu prowadzonego przez producenta,
- b) zakładowej kontroli produkcji.

5. Podsumowanie stanu normalizacji „na dziś”

1. Wprowadzane europejskie, zharmonizowane normy na elementy kamienne są nowymi normami określającymi metody badawcze, którym elementy kamienne powinny być poddawane przy wprowadzaniu ich na rynek budowlany. Zakres tych badań jest rozszerzony i zmieniony w stosunku do starych norm, brak jest jednak kompletnych wymagań dla parametrów fizyko-mechanicznych, warunkujących możliwość ich zastosowania w konkretnych asortymentach robót. Można przyjąć, że tylko dwa parametry są skwantyfikowane normą, tj. wytrzymałość na zginanie płyt i krawężników (min. obc. niszczące dla dróg i ulic 26 kN) oraz odporność na działanie mrozu (max., dopuszczalny spadek wytrzymałości na ściskanie/zginanie po 48 cyklach wynosi 20%).
2. Badanie odporności na poślizg wymaga posiadania wahadła angielskiego TRL. Badania te wykonywane są m.in. także w Katedrze Budowy Dróg i Inżynierii Ruchu PK, przy czym ważne są tutaj kryteria oceny wartości wskaźnika. Podana w normach min. wymagana wartość 35 jest zdaniem autorki zbyt niska. Opracowane w Katedrze wymagania podają jako min. dla nawierzchni asfaltowych wartość 50 i proponuje się także przyjąć ją dla elementów kamiennych, jako względnie bezpieczną dla użytkowników.
3. Badanie odporności na ścieranie wymaga całkowicie nowego urządzenia, opanowania techniki pomiarowej oraz opracowania kryteriów oceny.

4. Dla pozostałych parametrów wymagania w postaci wytycznych krajowych będą dopiero opracowane. W tej sytuacji proponuje się stosowanie tymczasowych wymagań opracowanych przez autorkę dla materiałów kamiennych do nawierzchni zewnętrznych w obszarach zabytkowych, zarówno dla ruchu pojazdów jak i pieszych. Trzeba tutaj podkreślić, że nawierzchnie przeznaczone w założeniu dla pieszych, w rzeczywistości poddawane są także obciążeniom od pojazdów komunalnych (czyszczenie, odśnieżanie, odladzanie), pojazdy zaopatrzenia, wozy transmisyjne, ambulanse, itp.

Materiały kamienne do wykonania nawierzchni z płyt i kostki brukowej piaskowcowej, powinny spełniać następujące wymagania:

- wytrzymałość na ściskanie w stanie nasycenia wodą – min. 60 MPa;
- wytrzymałość na ściskanie po 48 cyklach zamrażania – obniżenie wytrzymałości w stosunku do wytrzymałości próbek niezamrażanych max. 20%;
- tylko dla płyt kamiennych i krawężników: wytrzymałość na zginanie: minimalna, wymagana siła niszcząca 25 kN;
- mrozoodporność metodą bezpośrednią po 48 cyklach zamrażania-odmrażania: wygląd próbki: bez szczyrb, pęknięć i innych zmian;
- nasiąkliwość zwykła – max 1,0%;
- ścieralność na tarczy Boehmego: po nasyceniu wodą – max. 6,0 mm, po 50 cyklach zamrażania/odmrażania – max. 8,0 mm;
- odporność na poślizg - wskaźnik szorstkości dla płyt i kostki brukowej, mierzony wahadłem angielskim wg PN-EN 1341, URSV >50;
- zwięzłość materiału – min. 10 uderzeń;
- współczynnik zmienności dla wyników opracowywanych statystycznie: max. 15%.

Materiały kamienne do wykonania nawierzchni z płyt oraz z kostki brukowej ze skał magmowych, powinny spełniać następujące wymagania:

- wytrzymałość na ściskanie w stanie nasycenia wodą >100 MPa;
- wytrzymałość na ściskanie po 48 cyklach zamrażania - obniżenie wytrzymałości w stosunku do wytrzymałości próbek niezamrażanych max. 20%;
- tylko dla płyt kamiennych i krawężników: wytrzymałość na zginanie: minimalna, wymagana siła niszcząca 25 kN,
- mrozoodporność metodą bezpośrednią po 48 cyklach zamrażania/odmrażania: wygląd próbki: bez szczyrb, pęknięć i innych zmian;
- nasiąkliwość zwykła – max. 0,5%;
- ścieralność na tarczy Boehmego: po nasyceniu wodą – max. 5,0 mm, po 50 cyklach zamrażania/odmrażania – max. 7,0 mm;
- odporność na poślizg - wskaźnik szorstkości mierzony wahadłem angielskim wg PN-EN 1341, URSV >50;
- zwięzłość materiału – min. 10 uderzeń;
- współczynnik zmienności dla wyników opracowywanych statystycznie: max. 15%.

6. Uwagi końcowe

- 6.1. Na architektoniczno - konserwatorskie względy doboru elementów kamiennych nakłada się aspekt techniczno-materiałowy, który w wielu przypadkach wymusza kompromis pomiędzy konserwatorami a technologami. W żadnym przypadku jednak, nie należy dobierać materiału wg rodzaju skały lub koloru, bez szczegółowego przebadania jego cech fizycznych i mechanicznych.

- 6.2. W referacie przedstawiono najważniejsze elementy związane z pojawieniem się nowych norm zharmonizowanych, obligatoryjnych dla drogowych elementów kamiennych. W normach tych brak jednak jest kompletnych wymagań dla parametrów fizykomechanicznych (są podane dopuszczalne odchyłki od wymiarów elementów), warunkujących możliwość ich zastosowania w konkretnych asortymentach robót. Można przyjąć, że tylko dwa parametry są skwantyfikowane normą, tj. wytrzymałość na zginanie płyt i krawężników (minimalne obciążenie niszczące dla dróg i ulic 26 kN) oraz odporność na działanie mrozu (maksymalny, dopuszczalny spadek wytrzymałości na ściskanie/zginanie po 48 cyklach wynosi 20%).
- 6.3. Dla pozostałych parametrów wymagania w postaci wytycznych krajowych będą dopiero opracowane. W tej sytuacji zaproponowano tymczasowe wymagania dla materiałów kamiennych stosowanych do nawierzchni zewnętrznych w obszarach zabytkowych uwzględniające także doświadczenia autorki w tym zakresie, zarówno dla ruchu pojazdów jak i pieszych.
- 6.4. Kamień naturalny wprowadzany na rynek budowlany powinien mieć certyfikat producenta. W przypadku, gdy producent nie posiada własnego laboratorium, własności muszą być skontrolowane przez laboratorium niezależne, certyfikowane. Dotyczy to również kamienia naturalnego importowanego.

L i t e r a t u r a

- [1] PN-EN 1342 Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań, wrzesień 2003.
- [2] PN-EN 1341 Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań, wrzesień 2003.
- [3] PN-EN 1343 Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych wrzesień 2003.
- [4] Poradnik inżyniera i technika budowlanego, t. 2, Materiały i wyroby budowlane, Arkady, W-wa, 1980.
- [5] G r z y b o w s k a W., *Problemy materiałowe w przebudowie nawierzchni staromiejskich zespołów zabytkowych*, Materiały konferencji REW-INŻ.'2004.
- [6] Zalecenia UNESCO dotyczące ochrony zespołów zabytkowych i tradycyjnych oraz ich roli w życiu współczesnym, tzw. „Zalecenia Warszawskie” - Konferencja ekspertów rządowych, W-wa, 1976.
- [7] Z i n W., *Problemy nawierzchni ulic i placów w zespołach zabytkowych w ujęciu konserwatorskim*, opracowanie w ramach MR I.6 VI(B)1, 1984: Datka S., Grzybowska W.: *Typologia form konstrukcyjnych utwardzania powierzchni komunikacyjnych w obszarach zabytkowych*.
- [8] Materiały internetowe, Firma Krakstone.

