

## WYMAGANIA I METODY BADAŃ DLA WYBRANYCH WYROBÓW Z KAMIENIA NATURALNEGO

### REQUIREMENTS AND TEST METHODS FOR SELECTED NATURAL STONE PRODUCTS

Paweł Strzałkowski – Wydział Geoinżynierii, Górnictwa i Geologii, Politechnika Wroclawska

*Rozwój górnictwa skalnego eksploatującego złoża surowców blocznych powoduje potrzebę usystematyzowania i określenia niezbędnych wymagań jakie stawia się wyrobom z kamienia naturalnego. W publikacji dokonano zestawienia rodzaju wymaganych badań dla wybranych produktów z kamienia naturalnego oraz przedstawiono wykaz norm, na podstawie których przeprowadza się te badania. Na podstawie wymagań określonych w normach dla produktów z kamienia naturalnego wykonywane są badania parametrów fizycznych i mechanicznych kopalin skalnych, z których produkowane są różne elementy kamienne. Właściwości te są ściśle związane z zapewnieniem trwałości oraz odporności na czynniki zewnętrzne produkowanych elementów kamiennych. Znajomość fizycznych i mechanicznych cech pozwala projektantowi lub inwestorowi przedsięwzięcia określić czy materiał budowlany z kamienia naturalnego będzie odpowiednim produktem, spełniającym wszystkie wymagania określone w specyfikacji technicznej inwestycji.*

**Słowa kluczowe:** kamień naturalny, wymagania dla wyrobów z kamienia naturalnego, metody badań kamienia naturalnego

*The development of the dimension stone mining causes the need to systematise and define the necessary requirements for natural stone products. The publication presents a list of tests required for selected natural stone products and a list of standards on the basis of which these tests are conducted. On the basis of standards defining the requirements for natural stone products, the physical and mechanical parameters of rock raw materials from which various stone elements are produced should be determined. These properties are closely related to ensuring durability and resistance to external factors of the produced stone elements. Knowledge of physical and mechanical properties allows the designer or investor to determine whether the building material of natural stone meet the requirements defined in the technical specification of the investment.*

**Keywords:** natural stone, requirements for natural stone products, testing methods of natural stone

#### Wprowadzenie

Kamień naturalny jest najstarszym materiałem budowlanym. Wykorzystywany był w konstrukcjach budowli obronnych i stanowił tworzywo do budowy dróg i mostów, a wraz z rozwojem metod eksploatacji i obróbki zakres jego wykorzystania poszerzył się o elementy okładzinowe, ozdobne i różnorodne detale architektoniczne (Górny, 2009, Bromowicz i Figarska-Warchoł, 2011). Ciągły wzrost wydobywania złóż surowców blocznych, rozwój technologii eksploatacji i obróbki skał oraz wzrost jakości produkowanych elementów kamiennych (Kozioł i Ciepliński, 2011, 2012a, 2012b, Strykowski, 2012) powoduje coraz większe zainteresowanie kamieniem naturalnym. Można wobec tego stwierdzić, że kamień naturalny staje się coraz bardziej modny i w rezultacie wykorzystywany częściej, nie tylko jako element budowlany, ale również jako element dekoracyjny.

Kamień naturalny jako wyrób budowlany musi charakteryzować się określonymi właściwościami fizycznymi i mechanicznymi w zależności od zastosowania (odpowiednią trwałością i odpornością na działanie czynników zewnętrznych). Te

właściwości zależą od rodzaju, składu i struktury skały (Rembiś i Smoleńska, 2010, Figarska-Warchoł i Stańczak, 2016a, 2016b, Rembiś, 2017a, 2017b). Wymagania w zakresie właściwości fizycznych i mechanicznych określone są w specyfikacjach technicznych inwestycji, w której wyrób kamienny ma zostać zastosowany. Kamień naturalny wykorzystywany do produkcji wyrobów budowlanych, zgodnie z ustawą z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz.U. 2004.92.881 z późn. zm.) powinien posiadać właściwości użytkowe i zamierzone zastosowanie, które umożliwią prawidłowo zaprojektowanemu i wykonanemu obiektowi budowlanemu, w którym ma być zastosowany w sposób trwały, spełnienie wymagań podstawowych. Te wymagania podstawowe określone są w ustawie z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (Dz.U.1994.89.414 z późn. zm.) i dotyczą nośności i stateczności konstrukcji, bezpieczeństwa pożarowego, higieny, zdrowia i środowiska, bezpieczeństwa użytkowania i dostępności obiektów, ochrony przed hałasem, oszczędności energii i izolacyjności cieplnej oraz zrównoważonego wykorzystania zasobów naturalnych. Aby zapewnić wysoką jakość wyrobu budowlanego z kamienia naturalnego istotne jest, aby były one kontrolowane i znakowane

znakiem CE, który wskazuje, że producent dokonał oceny jego zgodności na podstawie normy zharmonizowanej lub krajowej specyfikacji technicznej państwa członkowskiego Unii Europejskiej. Aby określić charakterystyczne właściwości fizyczne i mechaniczne kamienia naturalnego istnieje potrzeba prowadzenia badań kamienia naturalnego zgodnie z obowiązującymi w Polsce normami. Należy podkreślić, że zakres prowadzonych badań zależy od kierunku zastosowania kamienia naturalnego. Celem niniejszej publikacji jest wskazanie wymaganych badań dla wybranych wyrobów z kamienia naturalnego. W tym celu dokonano analizy literatury przedmiotu oraz obowiązujących norm dotyczących wyrobów z kamienia naturalnego.

### Wymagania dla produktów z kamienia naturalnego

Polska, od momentu wstąpienia do Unii Europejskiej, ma obowiązek wdrożenia norm europejskich (PN-EN) dotyczących wymagań w zakresie wyrobów budowlanych i metod badania kamienia naturalnego. Przed przystąpieniem do Unii Europejskiej stosowano normy krajowe (PN-B), które określały wartości progowe właściwości fizycznych i mechanicznych skał. Obecnie, zgodnie z przyjętymi normami, nie wyróżnia się podziału surowców na klasy oraz wartości granicznych jakimi powinien cechować się kamień naturalny dopuszczony do wykorzystania w budownictwie, a jedynie deklaruje się wartości określonych wymaganiami norm właściwości, jakimi charakteryzuje się partia wyrobu przeznaczonego do sprzedaży. Decyzję o tym, czy wyrób z kamienia naturalnego o określonych właściwościach fizycznych i mechanicznych może być zastosowany w projektowanym obiekcie budowlanym, podejmuje inwestor lub projektant, opierając się na swoim doświadczeniu lub odwołując się do wymagań zawartych w nieobowiązujących normach krajowych PN-B (Rembiś, 2017a).

W celu zapewnienia wysokiej jakości produkowanych elementów kamiennych i jednolitej charakterystyki parametrów technicznych wyrobów istniała potrzeba opracowania norm, które będą określały wymagania jakie stawia się produktom z kamienia naturalnego i metodologii określania tych wymagań. W pracy porównano 7 norm dotyczących wyrobów z kamienia naturalnego (tab. 1). I tak kamień naturalny może być wykorzystany m. in. jako materiał na posadzki, okładziny czy też w formie elementów murowych. W normach tych opisane są

szczegółowe zastosowania elementów kamiennych i wymagania jakie powinny spełniać produkty z kamienia.

Norma PN-EN 1341 określa wymagania jakie powinny spełniać wyroby na zewnętrzne płyty kamienne, natomiast norma PN-EN 1342 określa wymagania dla kostki brukowej z kamienia naturalnego. Istotną normą dotyczącą elementów na zewnętrzne nawierzchnie drogowo, ale dotyczącą krawężników z kamienia naturalnego jest norma PN-EN 1343. Cechą wspólną produktów określanych w tych normach jest ich zastosowanie na zewnętrzne nawierzchnie, natomiast istotną różnicą pomiędzy tymi wyrobami budowlanymi jest ich wymiar. Zewnętrzna płyta kamienna ma szerokość roboczą przekraczającą dwukrotność jej grubości (PN-EN 1341). Natomiast szerokość robocza kostki brukowej nie przekracza dwukrotności grubości, długość nie przekracza dwukrotności szerokości, a minimalna grubość robocza wynosi 40 mm (PN-EN 1342). Jako krawężnik określa się produkt dłuższy niż 300 mm, powszechnie używany jako krawędź drogi lub ścieżki (PN-EN 1343).

Norma PN-EN 1469 określa wymagania jakie powinny być spełnione dla płyt okładzinowych, które są definiowane jako płyty przycięte do wielkości odpowiedniej do wykładania ścian i wykończenia sufitów, zarówno w zastosowaniach zewnętrznych i wewnętrznych, mocowana do konstrukcji mechanicznie albo z użyciem zaprawy lub klejów. Wymagania dla płyt modułowych określone są w normie PN-EN 12057 i należy je rozumieć jako płaskie, kwadratowe lub prostokątne fragmenty naturalnego kamienia o standardowych wymiarach, zazwyczaj  $\leq 610$  mm, uzyskane w wyniku cięcia lub łupania do grubości  $\leq 12$  mm. Inne wymagania stawia się dla płyt posadzkowych i schodowych i są one określone w normie PN-EN 12058. W normie tej również wymienia się produkty, które muszą spełnić odpowiednie wymagania zgodne z ich zastosowaniem. I tak płyta posadzkowa to płaski fragment naturalnego kamienia o grubości  $> 12$  mm, uzyskany w wyniku cięcia lub łupania, mocowany do podłoża z użyciem zaprawy, klejów lub innych środków. Przez cokół przypodłogowy należy rozumieć płaski fragment naturalnego kamienia o grubości  $> 12$  mm, uzyskany w wyniku cięcia lub łupania kładziony na każdej ścianie otaczającej podłogę na styku z nią. Płytą schodową określaną jest natomiast płaski fragment naturalnego kamienia o grubości  $> 12$  mm, uzyskany w wyniku cięcia lub łupania stosowany do układania poziomej części stopnia schodowego (stopnica) lub

Tab. 1. Wybrane obowiązujące normy dotyczące wymagań dla produktów z kamienia naturalnego  
Table 1. Selected current standards concerning requirements for natural stone products

Nr normy	Zakres normy
PN-EN 1341	Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań
PN-EN 1342	Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań
PN-EN 1343	Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań
PN-EN 1469	Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty okładzinowe. Wymagania
PN-EN 12057	Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty modułowe. Wymagania
PN-EN 12058	Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty posadzkowe i schodowe. Wymagania
PN-EN 771-6	Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 6: Elementy murowe z kamienia naturalnego

pionowej części stopnia schodowego (podstopnica).

W normie PN-EN 771-6 wymienione zostały wymagania jakie musi spełniać element murowy z kamienia naturalnego. Termin ten stosowany jest w odniesieniu do celowo uformowanych wyrobów budowlanych przeznaczonych do wykonywania muru.

Wymienione w normach wymagania dla wyrobów z kamienia naturalnego określają badania, których sposoby wykonania opisane są w grupie norm dotyczących metod badania kamienia naturalnego (tab. 2). Przedstawiono wykaz badań wymaganych bezwzględnie oraz wykaz badań wykonywanych na żądanie zamawiającego lub, gdy stanowią o tym inne regulacje (np. specyfikacje techniczne planowanych inwestycji). Znając wartości tych parametrów technicznych zazwyczaj jest to wystarczające do określenia trwałości i odporności kamienia na różne zjawiska fizyczne, mechaniczne i chemiczne, jakim będzie on poddany w czasie eksploatacji.

Obecnie dla kamienia naturalnego, z którego produkuje się płyty do zewnętrznych nawierzchni drogowych obligatoryjne jest określanie: opisu petrograficznego, wytrzymałości na zginanie, nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym, gęstości objętościowej i porowatości otwartej, mrozoodporności oraz odporności na ścieranie. Dodatkowo, w zależności od potrzeby dla tego typu wyrobów budowlanych, powinno określić się odporność na poślizg (PN-EN 1341). Podobny zakres badań wykonuje się dla krawężników z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych, przy czym nie ma potrzeby badania odporności na ścieranie oraz odporności na poślizg (PN-EN 1342). Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych powinna mieć sprecyzowany opis petrograficzny, wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym, gęstość objętościową i porowatość otwartą, mrozoodporność, odporność na ścieranie oraz na żądanie lub, gdy jest to wymagane, na odporność na poślizg (PN-EN 1343).

Zakres badań kamienia naturalnego, który ma być zastosowany jako płyty okładzinowe obejmuje wygląd, wytrzymałość na ściskanie, nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym, reakcję na ogień, gęstość objętościową i porowatość otwartą. Dodatkowo, gdy jest to wymagane, bada się obciążenie niszczące przy otworze na kołek, nasiąkliwość kapilarną, mrozoodporność, odporność na szok termiczny, przepuszczalność pary wodnej (PN-EN 1469). Zakres badań dla płyt modułowych jest podobny do badania płyt posadzkowych i schodowych i obejmuje: wygląd, wytrzymałość na ściskanie, przyczepność, nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym, reakcję na ogień, nasiąkliwość kapilarną (na żądanie lub, gdy jest wymagane) gęstość objętościową i porowatość otwartą, mrozoodporność (na żądanie lub, gdy jest wymagane), przepuszczalność pary wodnej (na żądanie lub, gdy jest wymagane), odporność na ścieranie, odporność na poślizg (na żądanie lub, gdy jest wymagane). Dodatkowo, dla płyt modułowych, wykonuje się na żądanie lub, gdy jest to wymagane, badanie odporności na szok termiczny (PN-EN 12057, PN-EN 12058).

Elementy murowe z kamienia naturalnego powinny mieć określony wygląd, wytrzymałość na zginanie, wytrzymałość na ściskanie, gęstość objętościową i porowatość otwartą, a także na żądanie lub, gdy jest to wymagane, reakcję na ogień, nasiąkliwość kapilarną mrozoodporność, przepuszczalność pary wodnej oraz właściwości cieplne (PN-EN 771-6).

Zakres badań określony w normach dotyczących wymagań

dla wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego zależy od parametrów technicznych jakimi powinny cechować się elementy kamienne w miejscu ich zastosowania (tj. trwałością i odpowiednią odpornością). Istotą tych badań, oprócz określenia właściwości fizycznych i mechanicznych kamienia pod kątem możliwości ich wykorzystania do produkcji różnego rodzaju wyrobów budowlanych kamiennych, jest określenie prawdopodobieństwa i czasu ich zużycia. Ważne jest określenie cech petrograficznych kamienia, które znacząco wpływają na parametry wytrzymałościowe (Rembiś, 2017b). Producenci wyrobów, którzy dbają o selektywne wykorzystanie surowców i kontrolują jego jakość zapewniają długoletnią eksploatację i wytrzymałość wyrobu budowlanego (Duszyński i in., 2014). Pomimo tego, jak podkreśla Rembiś (2010) kamień, który wykorzystuje się w budownictwie ulega na przestrzeni lat degradacji, w wyniku uszkodzeń mechanicznych, zmian wilgotności i temperatury oraz czynników chemicznych oraz biologicznych, co w efekcie prowadzi do obniżenia jego parametrów fizycznych i mechanicznych. Wydaje się zatem, że określone w normach wymagania dla wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego zakresy prowadzonych badań są niewystarczające, co podkreślają autorzy wielu publikacji (Rembiś i Smoleńska, 2010, Figarska-Warchoł i Stańczak, 2016a, 2016b, Rembiś, 2017a). Wobec tego istotne i celowe jest prowadzenie badań kamienia naturalnego w szerszym zakresie (np. oznaczanie odporności na krystalizację soli, oznaczanie energii pękania, oznaczanie prędkości przebiegu podłużnych fal ultradźwiękowych). I tak Rembiś i Smoleńska (2010) w swoich badaniach wykazali potrzebę badania odporności na krystalizację soli nie tylko dla skał o porowatości powyżej 5% jak określa to norma PN-EN 12370, ale również poniżej tej wartości. Figarska-Warchoł i Stańczak (2016a) wykazują związek pomiędzy prędkościami fal podłużnych a anizotropią kamienia, natomiast Rembiś (2017a) w swoich badaniach podkreśla, że określenie mikrotwardości i energii pękania staje się przydatne do oceny jakości kamienia naturalnego.

Należy podkreślić, że opracowanych metod badania kamienia naturalnego jest więcej, niż wynika to z przedstawionych norm (tab. 3) dotyczących wymagań dla wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego i dotyczą one różnych właściwości fizycznych i mechanicznych elementów kamiennych. Opracowany szerszy zakres metod badania kamienia naturalnego daje dodatkową możliwość w zakresie oceny jakości materiału budowlanego, co w konsekwencji ułatwia podjęcie decyzji o jego zastosowaniu w obiekcie budowlanym. Jednakże najczęściej ignorowane są badania, które nie są obligatoryjne, co może powodować pomijanie niektórych parametrów technicznych, które mają znaczenie dla danego zastosowania wyrobu budowlanego, a w konsekwencji obniżyć trwałość i jakość takiego elementu. Przykładem może być pomijanie badania wrażliwości na zmiany wyglądu lub wrażliwości na przypadkowe zabarwienie, które są istotne, z uwagi na walory estetyczne, w przypadku wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego na płyty okładzinowe.

Przeprowadzone do tej pory badania oraz praktyka wskazują, że istnieje potrzeba prowadzenia dalszych badań w zakresie właściwości fizycznych i mechanicznych kamienia naturalnego, a także szczegółowej weryfikacji oraz aktualizacji obowiązujących norm dotyczących wymagań dla wyrobów z kamienia naturalnego. Dodatkowo, należałoby uzupełnić normy dotyczące wymagań dla produktów z kamienia naturalnego o dodatkowe

Tab. 2. Zakres badań wymaganych oraz wykaz norm określających metodykę badań dla poszczególnych wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego  
 Tab. 2. The scope of required tests and list of standards defining the test methodology for particular groups of natural stone construction products

Badania/Numer normy	PN-EN 1341	PN-EN 1342	PN-EN 1343	PN-EN 1469	PN-EN 12057	PN-EN 12058	PN-EN 771-6
Wygląd				+ wizualnie	+ wizualnie	+ wizualnie	+ PN-EN 772-16
Opis petrograficzny	+ PN-EN 12407	+ PN-EN 12407	+ PN-EN 12407				
Wytrzymałość na zginanie	+ PN-EN 12372		+ PN-EN 12372	+ PN-EN 12372 lub PN-EN 13161	+ PN-EN 12372 lub PN-EN 13161	+ PN-EN 12372 lub PN-EN 13161	+ PN-EN 12372
Wytrzymałość na ściskanie		+ PN-EN 1926					+ PN-EN 772-1
Przyczepność					+ krajowe instrukcje wykonawcze	+ krajowe instrukcje wykonawcze	
Obciążenie niszczące przy otworze na kolek				+* PN-EN 13364			
Nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym	+ PN-EN 13755	+ PN-EN 13755	+ PN-EN 13755	+ PN-EN 13755	+ PN-EN 13755	+ PN-EN 13755	+* PN-EN 13501-1
Reakcja na ogień			+ PN-EN 13501-1	+ PN-EN 13501-1	+ PN-EN 13501-1	+ PN-EN 13501-1	+* PN-EN 13501-1
Nasiąkliwość kapilarna			+* PN-EN 1925	+* PN-EN 1925	+* PN-EN 1925	+* PN-EN 1925	+* PN-EN 772-II
Gęstość objętościowa i porowatość otwarta	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936	+ PN-EN 1936
Mrozoodporność	+ PN-EN 12371	+ PN-EN 12371	+ PN-EN 12371	+* PN-EN 12371	+* PN-EN 12371	+* PN-EN 12371	+* PN-EN 12371
Odporność na szok termiczny				+* PN-EN 14066	+* PN-EN 14066		
Przepuszczalność pary wodnej				+* PN-EN 12572	+* PN-EN 12572	+* PN-EN 12572	+* PN-EN 12572
Odporność na ścieranie	+ PN-EN 14157	+ PN-EN 14157			+ (dla elementów modularnych posadzkowych i schodowych) PN-EN 14157	+ (dla elementów modularnych posadzkowych i schodowych) PN-EN 14157	
Odporność na poślizg	+* PN-EN 14231	+* PN-EN 14231			+* PN-EN 14231	+* PN-EN 14231	+* PN-EN 1745
Właściwości cieplne							

+\* - deklarować na żądanie lub gdy jest to wymagane

Tab. 3. Metody badania kamienia naturalnego wg norm europejskich

Tab. 3. Methods testing natural stone

Numer normy	Nazwa normy
PN-EN 12370	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na krystalizację soli
PN-EN 12371	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie mrozoodporności
PN-EN 12372	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej
PN-EN 12407	Metody badań kamienia naturalnego - Badania petrograficzne
PN-EN 12572	Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe materiałów i wyrobów budowlanych - Określanie właściwości związanych z transportem pary wodnej - Metoda naczynia
PN-EN 13161	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wytrzymałości na zginanie przy stałym momencie
PN-EN 13364	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie obciążenia niszczonego przy otworze na kołek
PN-EN 13373	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie właściwości geometrycznych elementów
PN-EN 13501-1	Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień
PN-EN 13755	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym
PN-EN 14066	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na starzenie spowodowane szokiem termicznym
PN-EN 14146	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie dynamicznego modułu sprężystości (pomiar podstawowej częstotliwości rezonansowej)
PN-EN 14147	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na starzenie pod działaniem mgły solnej
PN-EN 14157	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na ścieranie
PN-EN 14158	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie energii pęknięcia
PN-EN 14231	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na poślizg z użyciem przyrządu wahadłowego
PN-EN 14579	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie prędkości rozchodzenia się dźwięku
PN-EN 14580	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie statycznego modułu sprężystości
PN-EN 14581	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej
PN-EN 16140	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wrażliwości na zmiany wyglądu
PN-EN 16301	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wrażliwości na przypadkowe zabarwienie
PN-EN 16306	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności marmuru na cykliczne zmiany temperatury i wilgoci
PN-EN 1745	Mury i wyroby murowe - Metody określania właściwości cieplnych
PN-EN 1925	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie współczynnika nasiąkliwości kapilarnej
PN-EN 1926	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie
PN-EN 1936	Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie gęstości i gęstości objętościowej oraz całkowitej i otwartej porowatości
PN-EN 772-1	Metody badań elementów murowych - Część 1: Określenie wytrzymałości na ściskanie
PN-EN 772-11	Metody badań elementów murowych - Część 11: Określenie absorpcji wody elementów murowych z betonu kruszywowego, kamienia sztucznego i kamienia naturalnego spowodowanej podciąganiem kapilarnym oraz początkowej absorpcji wody elementów murowych ceramicznych
PN-EN 772-16	Metody badań elementów murowych - Część 16: Określenie wymiarów
PN-EN 772-2	Metody badań elementów murowych - Część 2: Określenie procentowego udziału powierzchni drążen w elementach murowych (na podstawie odcisku na papierze)
PN-EN 772-20	Metody badań elementów murowych - Część 20: Oznaczanie płaskości powierzchni licowych elementów murowych
PN-EN 772-4	Metody badań elementów murowych - Część 4: Określenie gęstości, gęstości objętościowej oraz porowatości całkowitej i otwartej elementów murowych z kamienia naturalnego

badania określające właściwości fizyczne i mechaniczne kamienia naturalnego oraz wskazanie dodatkowych obligatoryjnych badań w zależności od ich wykorzystania.

### Podsumowanie

Dokonany w artykule przegląd wymaganych badań i metod ich przeprowadzania dla wyrobów z kamienia naturalnego, z wykorzystaniem norm europejskich, wskazuje na konieczność określania podstawowych właściwości fizycznych i mechanicznych kamienia, które stanowią punkt wyjścia do określenia jego przydatności do poszczególnych zastosowań. Te cechy są ściśle związane z zapewnieniem trwałości oraz odporności na czynniki zewnętrzne produkowanych elementów kamiennych.

Na podstawie dokonanego w pracy przeglądu 7. norm dotyczących wymagań dla wyrobów z kamienia naturalnego wyznaczono zakresy obligatoryjnych badań właściwości kamienia naturalnego zgodnie z metodami badań tych cech. I tak dla kamienia naturalnego, z którego produkuje się płyty, kostkę brukową oraz krawężniki do zewnętrznych nawierzchni drogowych powinny zostać przeprowadzone badania takie jak: opis petrograficzny oraz wytrzymałość na zginanie (tylko płyty i krawężniki do zewnętrznych nawierzchni drogowych), wytrzymałość na ściskanie (tylko kostka brukowa do zewnętrz-

nych nawierzchni drogowych) nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym, gęstość objętościową i porowatość otwartą, mrozoodporność, odporność na ścieranie (tylko dla płyt do zewnętrznych nawierzchni drogowych). Dla kamienia, z którego produkuje się płyty okładzinowe, płyty modułowe oraz płyty posadzkowe i schodowe należy określić: wygląd, wytrzymałość na ściskanie, przyczepność (tylko dla płyt modułowych oraz płyt posadzkowych i schodowych), nasiąkliwość przy ciśnieniu atmosferycznym, reakcję na ogień, gęstość objętościową i porowatość otwartą. Natomiast w przypadku elementów murowych z kamienia naturalnego należy deklorować: wygląd, wytrzymałość na zginanie, wytrzymałość na ściskanie, gęstość objętościową i porowatość otwartą.

Należy podkreślić, że istnieje możliwość badania innych cech kamienia naturalnego, pomimo że nie określają tego normy dotyczące wymagań dla wyrobów budowlanych. Prowadzenie dodatkowych badań daje możliwości bardziej precyzyjnego określenia jakości i trwałości kamienia, jednakże najczęściej są one pomijane. Ponadto wydaje się, że niezbędna jest weryfikacja i aktualizacja obowiązujących norm dotyczących wymagań dla wyrobów budowlanych z kamienia naturalnego i uzupełnienie ich o dodatkowe wymagane badania w zależności od ich przeznaczenia.

### Literatura

- [1] Bromowicz J., Figarska-Warchoł, 2011, *Kamienie dekoracyjne i architektoniczne eksploatowanych złóż Polski południowo-wschodniej*. Prace naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, nr 39 (132), s. 35-51
- [2] Duszyński A., Jasiński W., Pryga-Szulc A., 2014, *Badanie wytrzymałości na ściskanie wybranych krajowych i zagranicznych surowców skalnych używanych do produkcji wyrobów galanterii drogowej*. Drogownictwo, nr 3, s. 88-91
- [3] Figarska-Warchoł B., Stańczak G., 2016a, *Ocena mikrostruktur kierunkowych i ich znaczenie dla właściwości technicznych piaskowców*. Górnictwo Odkrywkowe, nr 4 (57), s. 26-38
- [4] Figarska-Warchoł B., Stańczak G., 2016b, *Wpływ petrograficznego zróżnicowania piaskowców krośnieńskich na ich właściwości fizyczno-mechaniczne w złożach Górka-Mucharz i Skawce (Beskid Mały)*. Zeszyty IGSMiE PAN, nr 96, s. 37-56
- [5] Górny Z., 2009, *Wybrane przykłady kamienia naturalnego z Włoch i Niemiec zastosowane w obiektach architektonicznych Krakowa – krótka wycieczka geologiczna*. Geoturystyka, 1-2 (16-17), s. 61-70
- [6] Koziół W., Ciepłiński A., 2011, *Rozwój innowacyjnych technologii wydobywania i obróbki skał blocznych w Polsce i za granicą*. Górnictwo Odkrywkowe, nr 6 (52), s. 121-128
- [7] Koziół W., Ciepłiński A., 2012a, *Kamień bloczny – aktualne tendencje w zastosowaniu, wydobywaniu i obróbce, cz. 1*. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, nr 3 (42), s. 76-79.
- [8] Koziół W., Ciepłiński A., 2012b, *Kamień bloczny – aktualne tendencje w zastosowaniu, wydobywaniu i obróbce, cz. 2*. Nowoczesne Budownictwo Inżynieryjne, 4 (43), s. 82-85
- [9] PN-EN 12057:2015-04 *Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty modułowe. Wymagania*
- [10] PN-EN 12058:2015-04 *Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty posadzkowe i schodowe. Wymagania*
- [11] PN-EN 12370:2001 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na krystalizację soli*
- [12] PN-EN 12371:2010 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie mrozoodporności*
- [13] PN-EN 12372:2010 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej*
- [14] PN-EN 12407:2010 *Metody badań kamienia naturalnego - Badania petrograficzne*
- [15] PN-EN 12572:2016-10 *Ciepłno-wilgotnościowe właściwości użytkowe materiałów i wyrobów budowlanych - Określanie właściwości związanych z transportem pary wodnej - Metoda naczynia*
- [16] PN-EN 13161:2008 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wytrzymałości na zginanie przy stałym momencie*
- [17] PN-EN 13364:2002 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie obciążenia niszczonego przy otworze na kolek*
- [18] PN-EN 13373:2004 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie właściwości geometrycznych elementów*
- [19] PN-EN 1341:2013-05 *Płyty z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań*
- [20] PN-EN 1342:2013-05 *Kostka brukowa z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań*

- [21] PN-EN 1343:2013-05 *Krawężniki z kamienia naturalnego do zewnętrznych nawierzchni drogowych. Wymagania i metody badań*
- [22] PN-EN 13501-1:2010 *Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków - Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień*
- [23] PN-EN 13755:2008 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie nasiąkliwości przy ciśnieniu atmosferycznym*
- [24] PN-EN 14066:2013-07 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na starzenie spowodowane szokiem termicznym*
- [25] PN-EN 14146:2005 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie dynamicznego modułu sprężystości (pomiar podstawowej częstotliwości rezonansowej)*
- [26] PN-EN 14147:2004 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na starzenie pod działaniem mgły solnej*
- [27] PN-EN 14157:2017-11 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na ścieranie*
- [28] PN-EN 14158:2005 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie energii pęknięcia*
- [29] PN-EN 14231:2004 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności na poślizg z użyciem przyrządu wahadłowego*
- [30] PN-EN 14579:2005 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie prędkości rozchodzenia się dźwięku*
- [31] PN-EN 14580:2006 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie statycznego modułu sprężystości*
- [32] PN-EN 14581:2006 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie współczynnika liniowej rozszerzalności cieplnej*
- [33] PN-EN 1469:2015-04 *Wyroby z kamienia naturalnego. Płyty okładzinowe. Wymagania*
- [34] PN-EN 16140:2011 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wrażliwości na zmiany wyglądu*
- [35] PN-EN 16301:2013-07 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie wrażliwości na przypadkowe zabarwienie*
- [36] PN-EN 16306:2013-06 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie odporności marmuru na cykliczne zmiany temperatury i wilgoci*
- [37] PN-EN 1745:2012 *Mury i wyroby murowe - Metody określania właściwości cieplnych*
- [38] PN-EN 1925:2001 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie współczynnika nasiąkliwości kapilarnej*
- [39] PN-EN 1926:2007 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie jednoosiowej wytrzymałości na ściskanie*
- [40] PN-EN 1936:2010 *Metody badań kamienia naturalnego - Oznaczanie gęstości i gęstości objętościowej oraz całkowitej i otwartej porowatości*
- [41] PN-EN 771-6+A1:2015-10 *Wymagania dotyczące elementów murowych. Część 6: Elementy murowe z kamienia naturalnego*
- [42] PN-EN 772-1:2011 *Metody badań elementów murowych - Część 1: Określenie wytrzymałości na ściskanie*
- [43] PN-EN 772-11:2011 *Metody badań elementów murowych - Część 11: Określenie absorpcji wody elementów murowych z betonu kruszywowego, kamienia sztucznego i kamienia naturalnego spowodowanej podciąganiem kapilarnym oraz początkowej absorpcji wody elementów murowych ceramicznych*
- [44] PN-EN 772-16:2011 *Metody badań elementów murowych - Część 16: Określenie wymiarów*
- [45] PN-EN 772-2:2006 *Metody badań elementów murowych - Część 2: Określenie procentowego udziału powierzchni drążeń w elementach murowych (na podstawie odcisku na papierze)*
- [46] PN-EN 772-20:2002 *Metody badań elementów murowych - Część 20: Oznaczanie płaskości powierzchni licowych elementów murowych*
- [47] PN-EN 772-4:2001 *Metody badań elementów murowych - Część 4: Określenie gęstości, gęstości objętościowej oraz porowatości całkowitej i otwartej elementów murowych z kamienia naturalnego*
- [48] Rembiś M., 2010, *Piaskowce modyfikowane związkami krzemooorganicznymi oraz zmiany ich porowatości i wytrzymałości na zginanie pod działaniem siły skupionej*. Geologia, nr 1 (36), s. 67-108
- [49] Rembiś M., 2017a, *Ocena jakości wybranych wapieni jurajskich stosowanych w budownictwie na podstawie pomiaru ich energii pęknięcia przy uderzeniu i mikrotwardości metoda Knoopa*. Przegląd Geologiczny, nr 11/3 (65), s. 1461-1470
- [50] Rembiś M., 2017b, *Styl budowy geologicznej złoży bazaltów „Targowica” jako czynnik warunkujący zmienność litologii i fizyczno-mechanicznych właściwości kopaliny*. Górnictwo Odkrywkowe, nr 3 (58), s. 5-12
- [51] Rembiś M., Smoleńska A., 2010. *Odporność wybranych piaskowców karpaccich na krystalizację soli i zmiany ich mikrostruktur*, Gospodarka Surowcami Mineralnymi, nr 1 (26), s. 37-59
- [52] Stryzewski M., 2012. *Innowacyjne technologie wydobywania i obróbki skał blocznych*. Agencja Wydawniczo-Poligraficzna „ART-TEKST”, Kraków
- [53] Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych, Dz.U. 2004.92.881 z późn. zm.
- [54] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane, Dz.U.1994.89.414 z późn. zm.