

# TECHNOLOGIE BADAŃ ELEMENTÓW BETONOWYCH ZE SZCZEGÓLNYM UWZGLĘDNIENIEM NIENISZCZĄCYCH METOD SZACOWANIA WYTRZYMAŁOŚCI NA ŚCISKANIE Z UŻYCIEM MŁOTKA SCHMIDTA TYPU N

## TECHNOLOGIES OF TESTING CONCRETE ELEMENTS WITH SPECIAL FOCUS ON NON-DESTRUCTIVE METHODOLOGIES OF ESTIMATING COMPRESSIVE STRENGTH USING SCHMIDT HAMMER

inż. Adam DZIEWIECKI  
Centrum Rzeczoznawstwa Budowlanego, Warszawa

Artykuł recenzowany

---

### Streszczenie

Nieniszczące metody badania betonu są pomocne w przypadkach, gdy pobranie próbek do testów skutkowałoby uszkodzeniem struktury badanego elementu. Jedną z najczęściej stosowanych metod nieniszczących jest badanie za pomocą młotka Schmidta. Polega ono na wykorzystaniu związku pomiędzy lokalną powierzchniową odpornością betonu na działanie skupionego obciążenia a jego wytrzymałością na ściskanie.

**Słowa kluczowe:** metody nieniszczące, młotek Schmidta, wytrzymałość na ściskanie

---

### Summary

The non-destructive testing techniques are helpful in case, when taking the samples could result in defects in the structure of concrete elements. One of the most widespread non-destructive methods consists is testing concrete with a hammer of Schmidt. It is based on the use of the connections between the local strength of surface and compressive strength.

**Key words:** non-destructive testing, Schmidt hammer, compressive strength

---

### 1. Przegląd cech betonu poddawanych testom

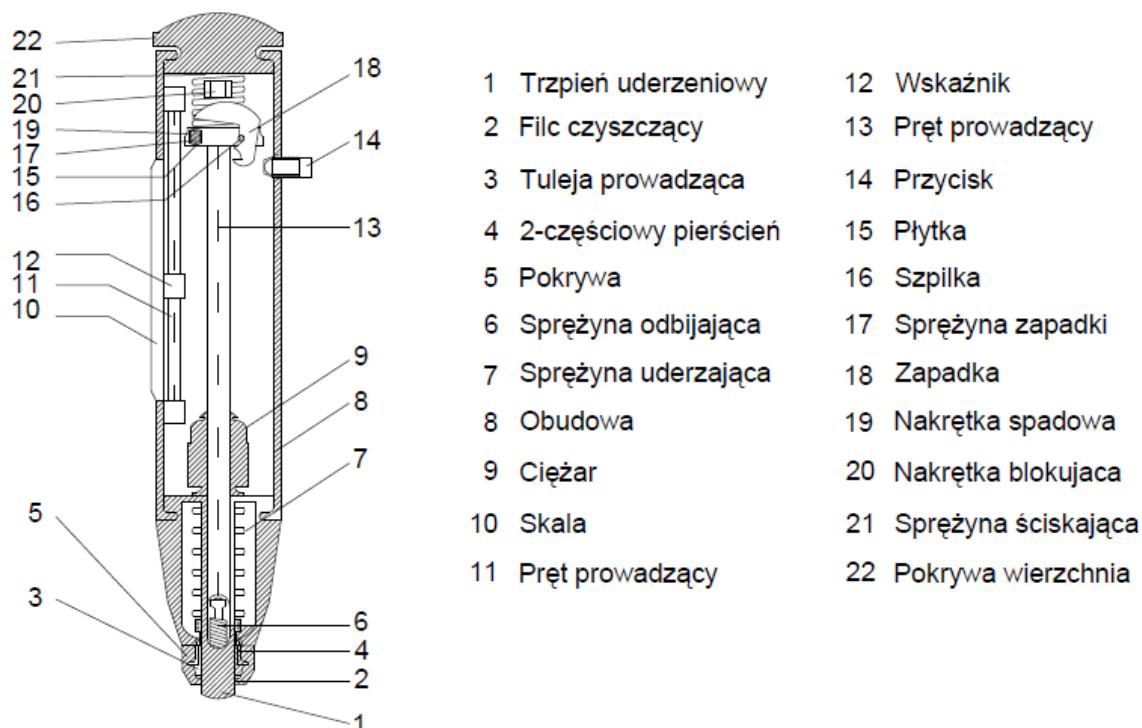
Podstawowymi parametrami stwardniałego betonu odpowiedzialnymi za nośność i trwałość wykonanej konstrukcji są jego wytrzymałość na ściskanie oraz szczelność warstwy przypowierzchniowej. Klasa betonu odpowiada wytrzymałości gwarantowanej  $R_b^G$  określonej na podstawie wyników wytrzymałości betonu na ściskanie zgodnie z normą PN-EN 206-1.

Klasa wytrzymałości na ściskanie odpowiada wytrzymałości charakterystycznej  $f_{ck,cyl}/f_{ck,cube}$ , która jest określana zgodnie z normą PN-EN 206-1, nie jest jednak tożsama z wytrzymałością gwarantowaną.

Na podstawie analizy rozkładu wartości parametrów związanych z wytrzymałością betonu na ściskanie można określić z kolei jednorodność betonu. Najczęściej jednorodność betonu określa się na podstawie analizy wyników z badań sklerometrycznych.

## 2. Charakterystyka badań sklerometrycznych

Przy określaniu wytrzymałości betonu, z którego został wykonany badany element, nie zawsze istnieje możliwość pobrania próbek kontrolnych (walców, kostek) bez spowodowania uszkodzeń w strukturze i budowie tego elementu (który niejednokrotnie stanowi już część całej konstrukcji). W takich sytuacjach stosuje się nieniszczące metody badania betonu. Dostarczają one dodatkowych informacji o rozkładzie wytrzymałości betonu w badanym elemencie.



Rys. 1. Budowa młotka Schmidta typu N – model używany przez CRB Sp. z o.o.

Dwoma najważniejszymi metodami nieniszczących badań wytrzymałości betonu są:

**metoda akustyczna** – wykorzystuje ona zależności pomiędzy wytrzymałością betonu a prędkością rozchodzenia się fal dźwiękowych, jak również częstotliwością drgań rezonansowych i parametrami tłumienia;

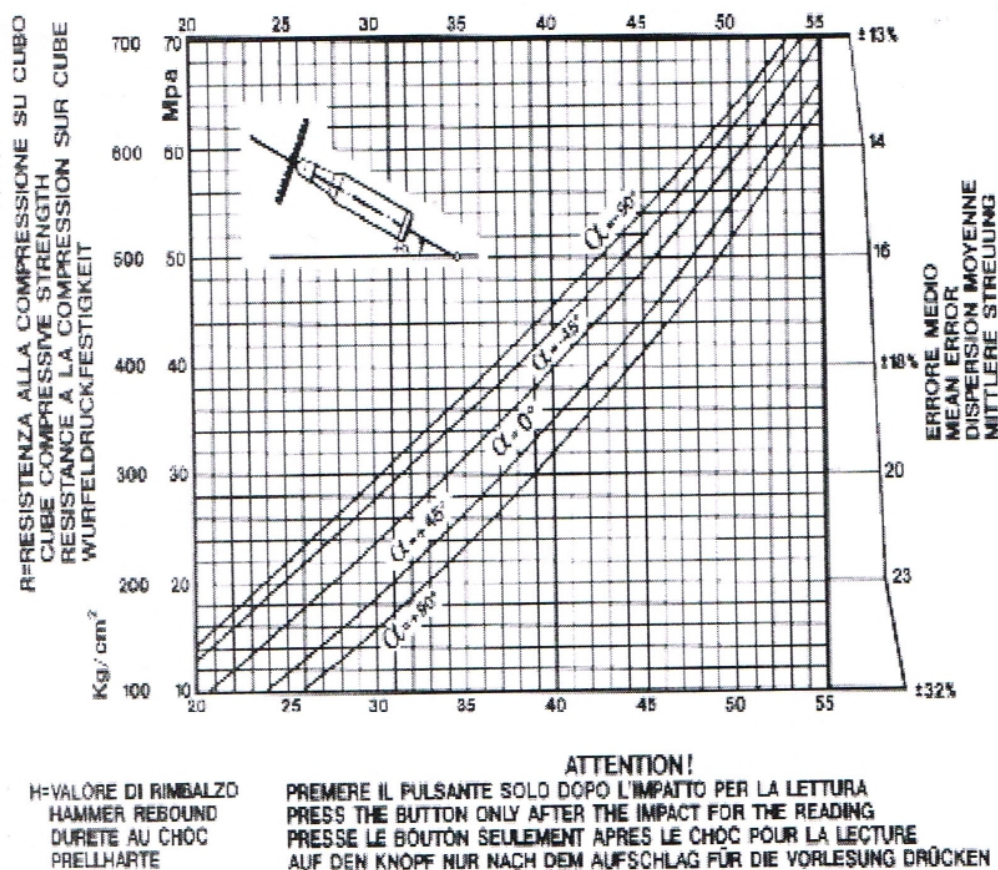
**metoda sklerometryczna** – pomiary opierające się na zależnościach pomiędzy lokalną powierzchniową odpornością betonu na działanie skupionego obciążenia a jego wytrzymałością.

Do badania sklerometrycznego używa się powszechnie młotków Schmidta. Beton zwykły, użyty do tworzenia konstrukcji i prefabrykatów, bada się za pomocą młotka Schmidta typu N działającego z energią uderzeniową 2,25 [Nm]. Przy badaniu nawierzchni, fundamentów oraz konstrukcji masywnych używa się młotków typu M o energii uderzeniowej 30,0 [Nm]. Natomiast do badania betonów lekkich oraz zapraw wykorzystuje się młotki typu L, których energia uderzeniowa wynosi 0,75 [Nm].

Pomiar z użyciem sklerometru odbywa się zawsze za pomocą tej samej energii 2207 J. Za

współczynnik twardości betonu (współczynnik nacisku lub ciśnienia w  $\text{kg/cm}^2$  powierzchni betonu) uznaje się energią początkową odbicia, tj. energią kinetyczną. Na podstawie wytrzymałości betonu na nacisk określa się jego jakość. Liczbę odbicia  $L$ , tj. wartość odskoku, odczytuje się bezpośrednio na skali młotka. Wytrzymałość betonu na ściskanie wyznacza się na podstawie liczby odbicia z krzywej regresji  $R = f(L)$ .

W przypadku badania jednostronnego elementu sklerometr może dać informacje o wytrzymałości elementów betonowych o maksymalnej grubości 20 cm. Jeżeli jest możliwy dostęp dwustronny, badany element może mieć szerokość do 40 cm. Młotek Schmidta nie nadaje się jednak do badania elementów o szerokości mniejszej niż 10 cm (czyli o małej sztywności) ze względu na dużą energię uderzenia.



**Rys. 2.** Krzywe do wyznaczania wytrzymałości betonu mającego 14-66 dni, wytworzonego z cementu portlandzkiego

Przed pomiarem należy sprawdzić, czy warstwy powierzchniowe betonu nie mają zmienionych właściwości (np. wskutek korozji, karbonatyzacji etc.). Wytrzymałość takich warstw jest odmienna, niż wynikałoby to z krzywej regresji i powinny być one usunięte. Podczas badania należy ustawić sklerometr prostopadłe do badanej powierzchni i wciskać go, aż do uderzenia. Następnie, nie zwalniając nacisku, wcisnąć przycisk blokujący i odczytać liczbę odbicia. Elementy bada się w co najmniej 12 miejscach, przy czym w przypadku elementów prefabrykowanych wykorzystywanych w warunkach przemysłowych liczbę miejsc można zmniejszyć do 6. Miejsca do badań należy dobierać tak, aby były one równomiernie rozłożone na całej powierzchni badanego elementu. Działanie młotka Schmidta należy poddawać kontroli na kowadło kontrolnym o twardości 500 w skali twardości Brinnela. Młotek Schmidta powinien pokazać liczbę odbicia  $L = 80 \pm 2$ .

Sklerometr pozwala na określenie następujących wartości i informacji dotyczących badanego elementu:

- określenie wytrzymałości betonu na ściskanie,
- ocena jednorodności betonu w konstrukcji,
- lokalizowanie miejscowych obniżen jakości betonu, z którego został wykonany badany element,
- ocena jakości betonu w jednym elemencie konstrukcji w odniesieniu do innego.

Podczas wykonywania pomiarów należy mieć na uwadze, że istnieje wiele czynników mających wpływ na wyniki badań sklerometrycznych. Zaliczyć do nich należy m.in.: wilgotność powierzchni, karbonatyzację powierzchni, temperaturę podczas przeprowadzania badań, rodzaj badanej powierzchni, wiek betonu oraz kalibrację młotka.

Temperatura w chwili pomiaru powinna mieścić się w zakresie 10–35 °C. Przy doborze powierzchni należy unikać obszarów wilgotnych, chropowatych i nierównych, jak też fragmentów z prawdopodobnym niewłaściwym zagęszczeniem betonu. Uzbrojenie w miejscu przeprowadzonych badań powinno być zlokalizowane na głębokości większej niż 3 cm.

R	Wiek cementu			
	14-56 dniowy		7 dniowy	
	Wm	Wmin	Wm	Wmin
20	101	54	121	74
21	113	64	132	83
22	126	75	145	94
23	139	86	157	104
24	152	98	169	115
25	166	110	183	127
26	180	122	196	138
27	195	135	210	150
28	210	149	225	164
29	225	163	239	177
30	241	178	254	191
31	257	193	269	205
32	274	209	285	220
33	291	225	300	234
34	307	240	315	248
35	324	256	331	263
36	342	273	348	279
37	360	290	365	295
38	377	307	381	311
39	395	324	398	327
40	413	341	416	344
41	432	359	434	361
42	450	377	451	378
43	469	395	470	396
44	488	414	488	414
45	507	432	507	432
46	526	451	526	451
47	546	470	546	470
48	465	489	565	489
49	584	508	584	508
50	604	527	604	527
51	623	546	623	546
52	643	565	643	565
53	663	584	663	584
54	683	603	683	603
55	703	622	703	622

**Rys. 3.** Najbardziej prawdopodobne wartości Wm i Wmin i Wmin.

Minimalna wartość wytrzymałości kostki sześcienniej w kg/cm<sup>2</sup> jako funkcja R

Jedną z najczęściej stosowanych metod pomiaru wytrzymałości betonu w projektach realizowanych przez CRB Sp. z o.o. jest badanie sklerometryczne młotkiem Schmidta typu N. Jest to nieocenione narzędzie w przypadku dokonywania oceny stanu technicznego wszelkich konstrukcji betonowych. Nie wymaga ono pobierania próbek kontrolnych, a niewielkie rozmiary i waga urządzenia pozwalają przeprowadzić badanie nawet w trudno dostępnych miejscach konstrukcji. Użycie młotka Schmidta pozwala na szybkie określenie przybliżonych wartości wytrzymałości w różnych punktach konstrukcji żelbetowej, dzięki czemu miejsca badania oraz ich

ilość można aktualizować w trakcie przeprowadzania testu.

Sklerometr będący na wyposażeniu CRB Sp. z o.o. został typowo skalibrowany do badań w pozycji poziomej, tj. badań konstrukcji pionowych. Podczas przeprowadzania testów, w których młotek Schmidta ustawiony jest pod kątem pionowym, uwzględniamy przy odczycie współczynnik korekcyjny Ra.

W trakcie badania konstrukcji betonowych unikamy używania sklerometru na porowatych i nieregularnych powierzchniach (m.in. piaskowych i żwirowych). W przypadku badania ścian o małej grubości zwracamy szczególną uwagę na możliwość powstania nieprawidłowości wynikających ze sprężystości tych ścian.



**Rys. 4.** Młotek Schmidta typu N będący na wyposażeniu CRB Sp. z o.o.



**Rys. 5.** Kamień będący częścią zestawu, służący do przygotowania powierzchni badanych

### **3. Podsumowanie i wnioski końcowe**

Badanie sklerometryczne jest jedną z najpopularniejszych nieniszczących metod badania wytrzymałości betonu. Testy przeprowadzane za pomocą młotka Schmidta typu N powinny być zgodne z normą PN-EN 12504-2:2002 „Badania betonu w konstrukcjach – Część 2: Badania nieniszczące. Oznaczanie liczby odbicia”. Metoda ta wykorzystuje związki pomiędzy lokalną powierzchniową odpornościową betonu na działanie skupionego obciążenia a jego wytrzymałością. Chociaż metoda nie jest traktowana jako alternatywna dla oznaczania wytrzymałości betonu na

ściskanie, to jednak przy zastosowaniu odpowiedniej korelacji możliwe jest oszacowanie na jej podstawie wytrzymałości badanego elementu. Ponadto poza określaniem wytrzymałości betonu młotek Schmidta może być używany również do badania jednorodności oraz identyfikacji obszarów o słabej jakości.



**Rys. 5.** Należy unikać sytuacji, w których pręt badawczy może ulec zabrudzeniu piaskiem, wodą lub innymi cieczami, mogącymi wnikać do wnętrza sklerometru

## Literatura

1. Baryłka A., Baryłka J., 2016, *Eksploatacja obiektów budowlanych. Poradnik dla właścicieli i zarządców nieruchomości*, Wyd. CRB, Warszawa.
2. Instrukcja ITB nr 210 Metoda sklerometryczna do badań wytrzymałości betonu w konstrukcji, 1977 ASTM C805 Standard Test Method for Rebound Number of Hardened Concrete.
3. PN-74/B-06262 Nieniszczące badania konstrukcji z betonu. Metoda sklerometryczna badania wytrzymałości betonu na ściskanie za pomocą młotka Schmidta typu N.
4. PN-EN 12504 Badania betonu w konstrukcjach – Część 2: Badanie nieniszczące – Oznaczanie liczby odbicia.