

RESELTAM

Development of web-based education module for the craftsmen working in restoration sector to receive a vocational training according to European quality standardization



e-Learning

Kamieniarstwo

Moduł 1

Obiekty

Wstęp	Błąd! Nie zdefiniowano zakładki.
1 Kamienie osadwe.....	5
1.1 Typ i obrabialność.....	5
1.2 Użycie i wielkość.....	7
2 Kamienie metamorficzne.....	12
2.1 Typ i obrabialność.....	12
2.2 Użycie i wielkość.....	15
3 Kamień magmowy	17
3.1 Typ i obrabialność.....	17
3.2 Użycie i wielkość.....	22
Uwagi.....	25

Wstęp

Naturalne kamienie służyły ludzkości od dziesiątków tysięcy lat. Większość z nich składa się z kilku elementów:

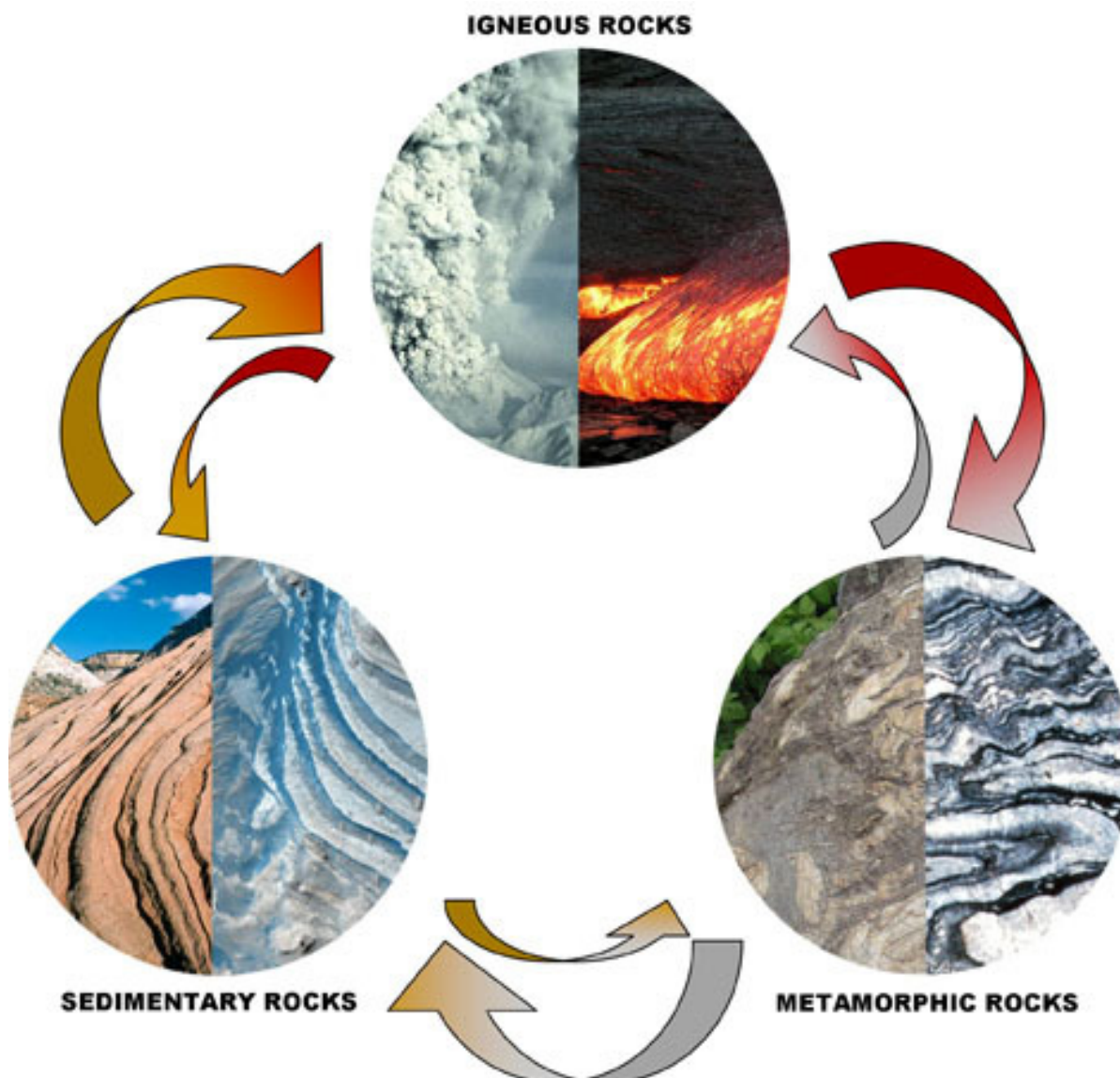
- Metale (tj. magnezu, wapnia, potasu... itd.) oraz
- Niemetali (tj. węgla, krzemu, tlenu siarki... itd.)

Obecność tych drugich stała się znaczniejsza wskutek pojawienia się form życia na planecie.

Formacje kamienia są rezultatem:

- krzepnięcia płynnych związków (określanych jako **MAGMOWE** lub **Wulkaniczne**);
- wpływów pogodowych na skałę i innych form depozycji (**OSADOWE**);
- ruchów skorupy ziemskiej (**METAMORFICZNE**).

Takie założenie prowadzi do obecnej klasyfikacji i jej nomenklatury.



Rys. 1: schematyczna reprezentacja cyklu i spólzależności rodzin skalnych.

Ich parametrem klasyfikacyjnym jest ich praktyczne zastosowanie. A zatem, **obrabierność**, a co się z tym wiąże **pozyskanie** i **narzędzia**, są normą opartą o ich **twardość**, lub ogólnie **porowatość**.



Rys. 2: Przykład kamienia porowatego, bogatego w mikroskopijne puste pory.

Twardość kamienia określana jest jako **wytrzymałość na ściskanie**, a nie jako skala twardości mineralnej (tj. skali Mohs'a, mierzonej od miękkiego talku =1 do najtwardszego, diamentu = 10) odwrotnie proporcjonalnie do **porowatości**.



Rys. 3: kamień pod prasą hydrauliczną dla sprawdzenia jego wytrzymałości na ściskanie.

Następująca tabela przedstawia przeciętne dane dla najbardziej zdyfuzownych kamieni według ich porowatości

Typ Skały	Wytrzymałość na ściskanie (MPa)	Porowatość %
Łupek	100-200	0.1-0.5
Bazalt	100-300	0.1-1.0
Granit	100-250	0.5-1.5
Gnejs	50-200	0.5-1.5
Marmur	100-250	0.5-2
Dolomit	30-250	1-5
Wapień	30-250	5-20
Piaskowiec	20-170	5-25
Łołupek	5-100	10-30
Tuf	15-200	15-40

Z powodu wewnętrznych cech fizycznych (tj. warstwowości lub nagromadzenia warstw) wytrzymałość na ściskanie zależna jest od sposobu wywieranego nacisku.

Zgodnie z tymi założeniami, podział będzie następujący:

- Skały twarde (magmowe/metamorficzne) wykazujące niską porowatość i wysoką wytrzymałość na ściskanie, mniej obrabialne;
- Skały miękkie (głównie sadowe) wskazujące wysoką porowatość i niską wytrzymałość na ściskanie, łatwa obrabialność.

Kamienie sztuczne (tj. cement lub inne związki węglanowe, cegły) z uwagi na ich naturę i wiek nie są przedmiotem niniejszej analizy.

1 Kamienie osadowe

1.1 Typ i obrabialność

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją geologiczną, w budownictwie mają zastosowanie następujące kamienie osadowe:

- [Wapień](#) (lityfikacja osadów), i
- [Skały Węglanowe](#) (Wapień i Trawertyny).



Rys. 4: typowe uwarstwienie poziome skamieniałych osadów piaskowych, USA.



Rys. 5: formacja wapienna o wyraźnym charakterze osadowym, USA.



Rys. 6: tarasy trawertynowe kojarzone z źródłami gorącej wody, Turcja.

Obrabialność głównie zależy od typu i rozmiarów osadów i ich **zagęszczenia**; im bardziej zagęszczone, tym mniej porowate, a zatem trudniejsze w obróbce. W wielu przypadkach **stratyfikacja** kamieni osadowych zależy od ich pochodzenia. Może to ułatwiać cięcie takich kamieni pomiędzy warstwami (podobnie do otwierania stron książki). Obróbka powierzchniowa (takie jak **groszkowanie**) jest możliwa, jednak osłabia ona **podatność na starzenie**.

1.2 Użycie i wielkość

Kamienie osadowe są najczęściej stosowane w tradycji budowlanej dla celów konstrukcyjnych lub dekoracyjnych, występują na wielu obszarach kulturowych na ziemi, są względnie łatwe w **pozyskaniu** i **obróbce** narzędziowej.



Rys. 7: typowa kopalnia odkrywkowa trawertynu.



Rys. 8: typowa kopalnia odkrywkowa piaskowca.

Stratyfikacja kamieni osadowych (tj. **Piaskowców**) sprawia, że ich użycie konstrukcyjne jest efektywne w przypadku obciążeń prostopadłych do warstw (naturalnie usadowionych w przeciwieństwie do licowanych), a ich wielkość odpowiada **blokowi** (w trzech wymiarach).



Rys. 9: bloki wapienia w kolorze marmuru w fasadzie z kamienia ciosanego, Florencja (Włochy).



Rys. 10: bloki trawertynu o różnych kształtach i rozmiarach w Koloseum, Rzym (Włochy).



Rys. 11: bloki wapienia w egipskich piramidach w Gizie.

W przypadku innych elementów takich jak [belki](#) czy też [pilastery/kolumny](#) (jeden wymiar znacznie większy od pozostałych dwóch), wybiera się mniej uwarstwione kamienie osadowe (tj. [Wapnie](#), [Trawertyny](#) i jednolite [Piaskowce](#)).



Rys. 12: szare monolityczne kolumny z drobnoziarnistego piaskowca, kościół Ducha Świętego, Florencja (Włochy).

W przypadku niekonstrukcyjnego użycia ([pokrywanie](#) powierzchni) wymiary będą odpowiadać [płycie](#) (dwa wymiary znacznie większe niż wymiar trzeci), przy czym wymiar najkrótszy jest prostopadły do warstwy. Znaczna warstwowość piaskowca często ułatwia wycinanie płyt.



Rys. 13: powierzchniowe uwarstwowanie płyt piaskowca, Florencja (Włochy).

Elementy dekoracyjne takie jak statuetki lub reliefy wykonuje się zwykle z bardziej zwartych kamieni osadowych (tj. [Wpieni](#), [Trawertyny](#) jednolite, zwarte [Piaskowce](#)).



Rys. 14: architektoniczne elementy dekoracyjne z trawertynu, Św. Piotr (Rzym, Włochy).

Wyższa **porowatość** powoduje, że kamienie **osadowe** są wrażliwe na warunki pogodowe, a więc powinny być stosowane dla elementów mniej, lub w ogóle nie, wyeksponowanych na zjawiska atmosferyczne.

2 Kamienie metamorficzne

2.1 Typ i obrabialność

Zgodnie z przyjętą klasyfikacją geologiczną oraz biorąc pod uwagę najczęściej stosowany rodzaj kamienia w sektorze budowlanym, to kamienie **metamorficzne** w postaci **Marmurów** i **Łupków** (metamorficzne **skały** węglanowe, głównie **wapnienie** i **dolomity**) przy czym **Gnejs** oraz **Łupek kopalniany** pozostają poza listą.



Rys. 15: kopalnia marmuru, Alpy (Włochy).



Rys. 16: ciemny klif morski łupkowy, Irlandia.

Kamienie te wykazują przeciętną **obrabierność**, która normalnie zależy od ich **zwartości**; im bardziej zwarte, tym mniej porowate, a zatem trudniejsze w obróbce. Ich **metaforyzm** wynika z fizycznego przekształcenia kryształów w bardziej zwarte związki.

W niektórych przypadkach kamienie **metamorficzne** wykazują wyraźną warstwowość zwaną **foliacją** (szczególnie dotyczy to form **łupkowych**). Cecha ta może ułatwić cięcie kamienia na bloki (jak otwieranie stronicy książki) podobnie jak kamienie osadowe.



Rys. 17: cienne płyty łupkowe.

Zwykle wyższa **gęstość** i niższa **porowatość** kamieni **metamorficznych** w porównaniu do kamieni **osadowych** sprawia, że są one trwalsze i stosunkowo łatwe w obróbce.

Marmury, zwykle mniej, lub w ogóle nie, **rozwarstwione**, są szczególnie przydatne do precyzyjnego rzeźbienia, obróbki powierzchniowej, i tym samym są najlepszym kamieniem w sektorze budowlanym.

2.2 Użycie i wielkość

Dobrej jakości **Marmury**, pod względem **porowatości** i jednolitego zachowania strukturalnego, nie są szeroko dostępne lub łatwo pozyskiwane, stąd są one dość cennym materiałem i dlatego najczęściej używa się je do wykonywania elementów dekoracyjnych. Nawet w tradycji greckiego budownictwa spotykamy niewiele budowli wzniesionych w całości z marmuru.



Rys. 18: w pełni marmurowa budowla na Akropolu w Atenach.

Ponieważ można go efektywnie przycinać w **plyty**, **Marmur** stosowany jest do **pokrywania** konstrukcji bardziej surowych (rzymska tradycja budowlana) chociaż i tak łatwo go obrobić i nadać dowolny kształt i wielkość.



Rys. 19: pokrycia marmurowe na surowej ścianie ceglanej, Ostia (Rzym, Włochy).

Płytki łupkowe, z uwagi na ich niską **porowatość**, wyraźne rozwarstwienie i strukturę kryształową, są naturalnie **wodoodporne**, i doskonale nadają się na wykańczanie **podłóg** i **dachów**. Dla innych celów znajdują niewielkie zastosowanie w przeciwieństwie do innych kamieni **łupkowych** i **gnejsu**.



Rys. 20: typowe pokrycie dachowe łupkiem, Irlandia.

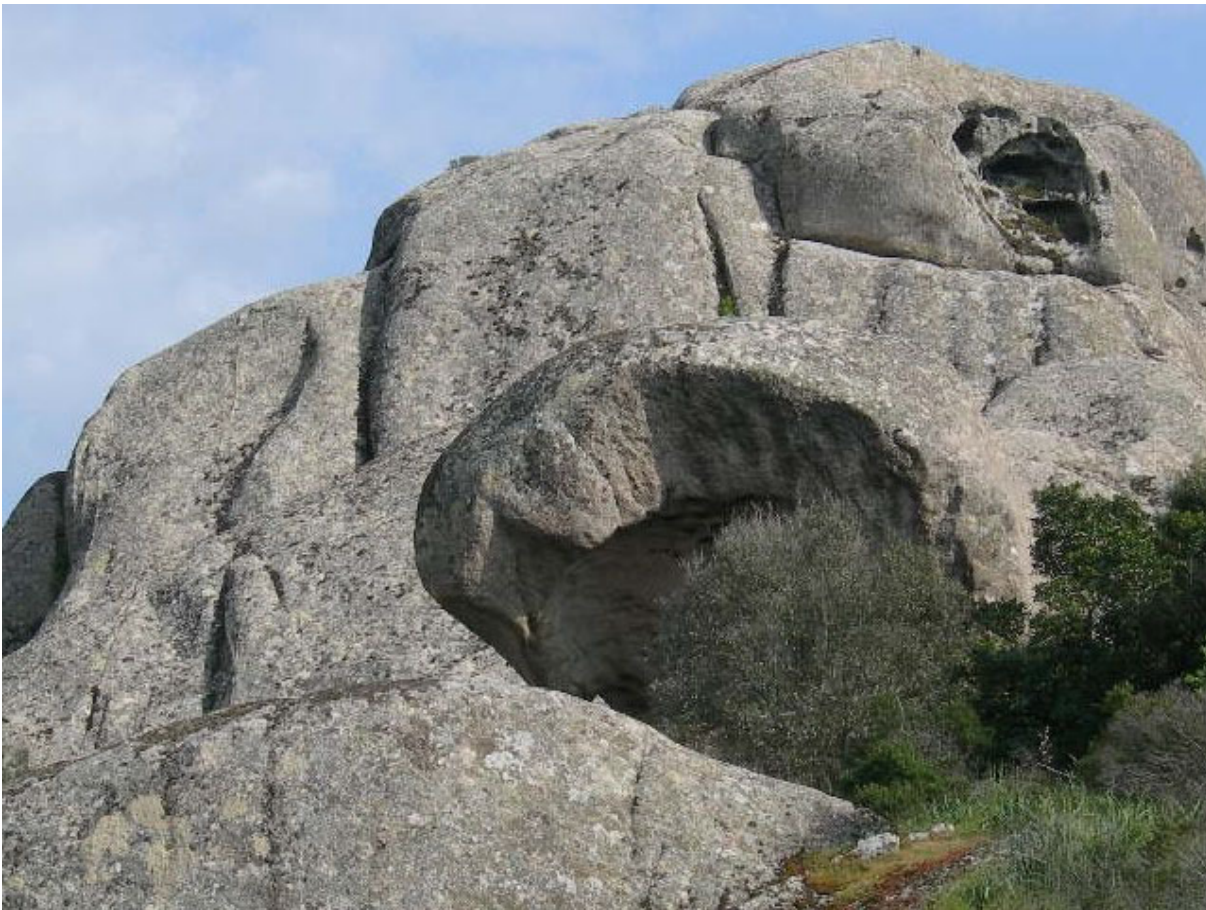
Wszystkie wymienione kamienie [metamorficzne](#) nadają się do [szlifowania](#).

3 Kamień magmowy

3.1 Typ i obrabialność

Znane również jako [Wulkaniczne](#), kamieniami znajdującymi zastosowanie w budownictwie są:

- [Granity](#) (należące do rodziny [intruzywnej](#), skamieniałe pod gruntem) oraz
- [Bazalty](#) i [Tufy](#) (należące do rodziny [ekstruzywnej](#), wydalone na grunt).



Rys. 21: masywne wybrzuzenie granitowe, Sardynia (Włochy).



Rys. 22: wysoki klif tufowy, pln Lazio (Włochy).



Rys. 24: twarde bazaltowe skały, pld wybrzeże, Australia.

Kamienie te wykazują wyjątkowo różnorodną obrabialność, która waha się pomiędzy wysoce porowatymi i miękkimi [Tufami](#) a ciężkimi i twardymi [Bazaltami](#) (również [Porfiry](#)) lub [Granitami](#). Te pierwsze mogą być cięte zwykłymi narzędziami, np. [piłami](#) do żelaza, i obrabiane przez jednego pracownika; precyzyjne [wykończenie](#) i [wygładzenie](#) jest trudne do osiągnięcia.



Rys. 25: kopalnia tufu wulkanicznego wytwarzająca małe bloki (na pierwszym planie).

Poza [Tufami](#), które występują jako niespójne, piaskowe formacje, kamienie pochodzenia wulkanicznego są zwykle gęstymi, twardymi skałami o niskiej lub bardzo niskiej porowatości, i o dużym poziomie spoistości. Poddają się intensywnemu wygładzaniu, a obniżona porowatość powierzchniowa podnosi ich odporność warunki [pogodowe](#) wydłużając ich [żywołność](#).



Rys. 26: wygładzone i niewygładzone powierzchnie granitu różowego.

3.2 Użycie i wielkość

Ze względu na swoje właściwości **Tufy** (zwane często **piroklastami**) są używane jako **agregaty** przy wyrobie **zapraw** (przykładowo **Pucolany**), lecz przy odpowiednich właściwościach, używane są w postaci **blozków** o małych rozmiarach, do budowy ścian, z małą ilością **zaprawy** pomiędzy nimi. Z powodu wysokiej **porowatości** dają one wyjątkową **transpirację**, pomimo tego, że boją się absorpcji wody drogą **kapilarną**, co praktycznie oznacza, że należy stosować właściwe rozwiązania ochronne, aby nie dopuścić do ewentualnych uszkodzeń konstrukcyjnych.



Rys. 27: budynki wykonane w całości z bloczków skały tufowej, Lazio (Włochy).

Granity i **Bazalty**, natomiast, z powodu ich wybitnej odporności na absorpcję wody, a co za tym idzie, odporność na **mrozy**, oraz ich twardości, są z powodzeniem używane w konstrukcjach brukowych zewnętrznych (przykładowo, tradycja w kulturach nadbałtyckich).



Rys. 28: granitowe nadbrzeże wzdłuż rzeki Newa, Petersburg.

Występujące w [aglomeratach](#), kamienie [granitowe](#) odgrywały istotną rolę w tradycji budowlanej cywilizacji starożytnych (np. egipskiej). Można je przycinać na różne rozmiary i kształty, poczynając od [płyt](#) kończąc na [belkach/kolumnach](#) i [blokach](#), nawet o okazałych rozmiarach.



Rys. 29: masywne, monolityczne kolumny z granitu.

Uwagi

Pomijając właściwości fizyczne kamieni, należy także brać pod uwagę względy chemiczne, które nie pozostają obojętne na ich [zużywanie](#) się. Nigdy, przed czasami współczesnymi (t.j. ostatnie dwieście lat), ludzkość, w sposób konsekwentny, nie doprowadzała znaczących modyfikacji stężeń różnych gazów występujących w atmosferze,

wskutek spalania [paliw kopalnych](#) (węgiel oraz pochodne ropy naftowej). Gazy te często tworzą substancje kwasowe w połączeniu z wodą atmosferyczną.

Pojawia się zatem kwestia odporności kamieni na warunki [kwasowe](#).

Z punktu widzenia oznacza to podział kamieni na [węglanowe](#) oraz [niewęglanowe](#).

[Węglan wapniowy](#), występujący w większości kamieni [osadowych](#) i [metamorficznych](#) używanych w budownictwie, jest stosunkowo słaby w środowisku kwasowym. Nie znajdziemy go w ogóle w kamieniach [magmowych](#), które są w swej istocie [krzemowe](#).

A zatem, pełny zakres kamieni powszechnie stosowany w budownictwie (t.j. [Wapienie](#), [Trawertyny](#), wiele [Piaskowców](#), oraz wszystkie [Marmury](#)) są narażone na szkodliwy wpływ warunków kwasowych, podczas gdy kamienie [wulkaniczne](#) pozostają obojętne na takie środowisko.

Implikacje stąd płynące dla dziedzictwa kulturowego są zasadnicze, szczególnie jeśli weźmiemy pod uwagę zanieczyszczenie środowiska miejskiego.