

GEOMATERIJALI I GEOLOŠKA BAŠTINA (11)

Dr.sc. Igor Felja

**Predavanja iz kolegija Geologija zaštite okoliša
(44087)**

UPOTREBA GEOLOŠKIH MATERIJALA U GRADNJI

- Pod **geomaterijalima** podrazumijevaju se oni građevinski (gradbeni, konstrukcijski) materijali koji su u osnovi geološkog postanka (tj. oni koji nisu prošli znatne procese, npr. taljenje i/ili kemijsku ekstrakciju kao npr. pridobivanje metala iz rudače)
- Šest je osnovnih tipova geomaterijala:

GEOMATERIJALI:

1. **građevinski kamen**
2. **agregat** (šljunak, pijesak, drobljenac) koji se koristi za izradu betona, asfalta i drugih smjesa
3. **cement** i **beton** (kombinacija mljevenog karbonata, gline i agregata)
4. **glina** (za keramiku, proizvodnju opeka ili nepropusne podloge u odlagalištima otpada)
5. **gips** $\text{CaSO}_4 \times 2\text{H}_2\text{O}$ (za proizvodnju plastera “gipsa”); kalcinacijom na $150 - 165^\circ\text{C}$ dobiva se bassanit $\text{CaSO}_4 \times 0.5\text{H}_2\text{O}$. Rehidratacijom se dobiva mreža kristala gipsa koja čini čvrst ali mekani materijal (štuko)
6. **staklarski pijesak** (čisti SiO_2)

GRAĐEVINSKI KAMEN

- Vadi se u kamenolomima i može se podijeliti na:
- **arhitektonski, ukrasni, kamene blokove (0.5 – 20 t) i tucanik/drobljenac.** Ne može se svaki kamen koristiti kao građevinski. Pet je glavnih obilježja koje određuju upotrebljivost kamena:
 1. strukturna čvrstoća
 2. trajnost
 3. izgled
 4. lakoća obrade
 5. dostupnost

GRAĐEVINSKI KAMEN

- **Čvrstoća** kamenog bloka ovisi o dva geološka svojstva kamena:
- **Mineralnom sastavu** (kako? kremen vs. tinjac) i **strukturi** (kalavost minerala, slojne plohe, tektonski uvjetovane pukotine i folijacija).



Zagrebački velesajam

ČVRSTOĆE NEKIH TIPOVA GRAĐEVINSKOG KAMENA

Table 4.1 Compressive strengths of typical dimension stones compared with other construction materials [Modified from: Jefferson (1993) Quarterly Journal of Engineering Geology, 26, Table 4, p. 310]

Material	Compressive strength (MN m ⁻²)
Basalt, dolerite, some quartzites	250
Microgranite, microdiorite, basalt, well cemented sandstones, quartzites and limestones	160–250
Sandstone, limestone, medium and coarse grained granite, granodiorite	60–160
Porous sandstone, limestone and mudstone	30–60
Tuff, chalk, very porous sandstone and siltstone	< 30
Fired clay bricks	10–60
Concrete	typically 48

GRAĐEVINSKI KAMEN

- **Trajnost** je druga temeljna osobina koju mora zadovoljiti građevinski kamen. Može se opisati kao mogućnost kamena da izdrži izlaganje okolišu u kojem se nalazi.
- Glavni okoliši kojima je građevinski kamen izložen su:
 1. atmosfera, često zagađena u gradovima, koja je u direktnom dodiru s kamenom;
 2. podzemlje (podzemna voda!) u kontaktu s kamenom u temeljima;
 3. Morska i bočata voda gdje je kamen makar povremeno u dodiru sa slanom (agresivnom) morskom vodom.

- Glavni elementi koji utječu na atmosfersko trošenje građevinskog kamena su:
- kristalizacija soli
- otapanje kiselinama
- zamrzavanje
- grijanje/hlađenje
- vlaženje/sušenje

Table 4.2 Processes of atmospheric decay in natural building stone [Based on data in: Honeybourne (1990) In: Ashurst & Dimes (Eds) Conservation of building and decorative stone, Volume 1. Butterworth-Heinemann, 153–178]

Process	Stones	Effect
Salt crystallisation	All types	Efflorescence: harmless but unsightly surface growth.
	Limestones & sandstones	Cryptoflorescence: growth within pore voids causing damage through expansion pressure.
Acid decay	Limestones & marbles	Solution followed by formation of calcium sulphate (gypsum) skin.
	Dolomite	Similar to limestones but with magnesium sulphate skin beneath gypsum causing blistering.
	Sandstones	Loss of calcite cement; growth of subsurface gypsum crust causing differential thermal expansion.
	Some slates	Deterioration through acid attack of calcite content.
Frost damage	Igneous rocks	Largely unaffected unless already chemically weathered.
	Limestones & sandstones	Separation of stone wafer from exploitation of exposed fracture; ice growth within pore voids causing expansion pressure.
Heating & cooling	Igneous rocks	Largely unaffected unless already chemically weathered.
	Marbles	Differential expansion of calcite crystal axes causes bending of slabs.
	Granites	Differential expansion of mica, quartz and feldspar causes microcracking.
Wetting & drying	Limestones & calcite cemented sandstones	Differential expansion of gypsum crust leading to surface loss.
	Porous rocks	Salt crystallisation; fatigue failure from expansion on wetting and contraction on drying.

- Čišćenje i restauriranje građevinskog kamena posebno je i vrlo zahtjevno područje. Zamjena litavca travertinom koji je manje porozan i time trajniji.
- Primjer Zagrebačke katedrale (odakle je travertin?)



AGREGAT I CEMENT

- **Agregati** su najvažniji geomaterijal, a dobivaju se šljunčarenjem ili vađenjem pijeska (rijeke, aluvij, more) ili drobljenjem kamena u kamenolomima. S cementom daju **beton** što je najčešći građevinski materijal.



GLINA

- **Glina** (koja je kombinacija četiri najčešća minerala glina (kaolinita, ilita, smektita i klorita) + kvarc + hematit - crvena boja opeke). Nakon pečenja dobiva se cigla i crijep koji su također među najčešćim geomaterijalima zbog njihove niske jedinične cijene.

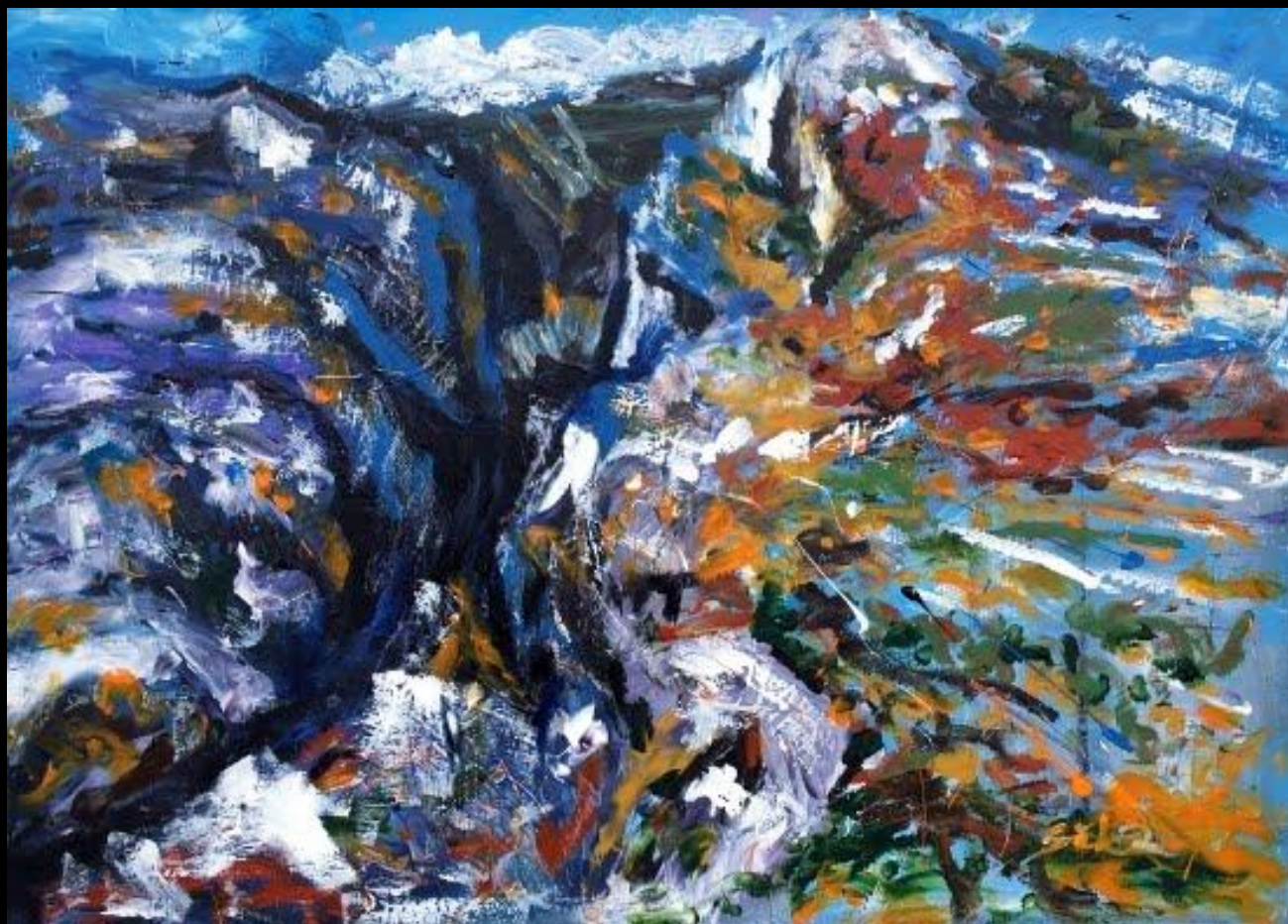


ZAŠTITA ESTETSKIH I ZNANSTVENIH GEOLOŠKIH BOGATSTAVA ILI ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Pozabaviti ćemo se i estetskim, kulturnim i znanstvenim vrijednostima geologije.
- Geologija i geološki fenomeni su već dugo osim **znanstvene discipline** i izvor **inspiracije**.
- Primjerice **geološki materijali**, npr. drago kamenje ili zanimljivi fosili se već dugo cijene zbog njihove ljepote.

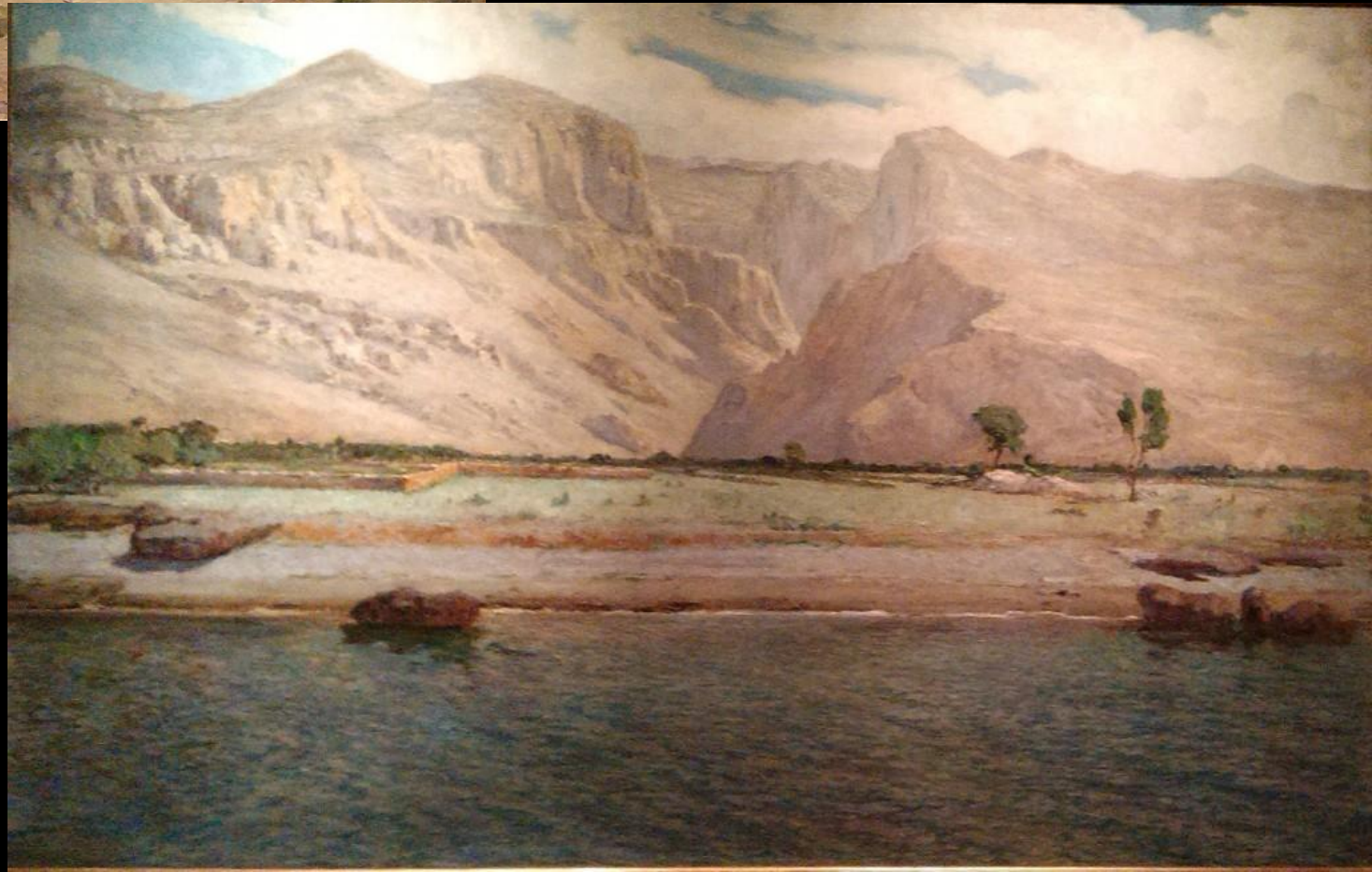


- Slično tome i **krajolici** stvoreni silama prirode (naravno na nekoj stijenskoj podlozi) dugo su već inspiracija mnogim pjesnicima, slikarima i piscima.



Lidija Ivanek:
Kanjon Paklenice

- Isto to (kanjon Paklenice) na slikama Menci Klementa Crnčiča



ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- S druge strane u znanstvenom smislu često samo **lokaliteti na terenu** potvrđuju (ili opovrgavaju) geološke teorije.
- To sve zajedno ukazuje na potrebu zaštite sve ugroženije geološke baštine, zbog djelovanja čovjeka (rudarenje, gradnje).



ZAŠTITA PRIRODNE BAŠTINE

- Očuvanje bilo kojeg aspekta baštine, kulturne (povijesna mjesta i građevine), ili prirodne (uključivo geološke i biološke) počiva na četiri osnovna postulata:
 1. da takva baština treba biti čuvana zbog nje same
 2. da daje osnovu za ekonomsko korištenje
 3. da je podloga za istraživanje, podučavanje, obrazovanje
 4. da ima estetsku i/ili kulturološku vrijednost

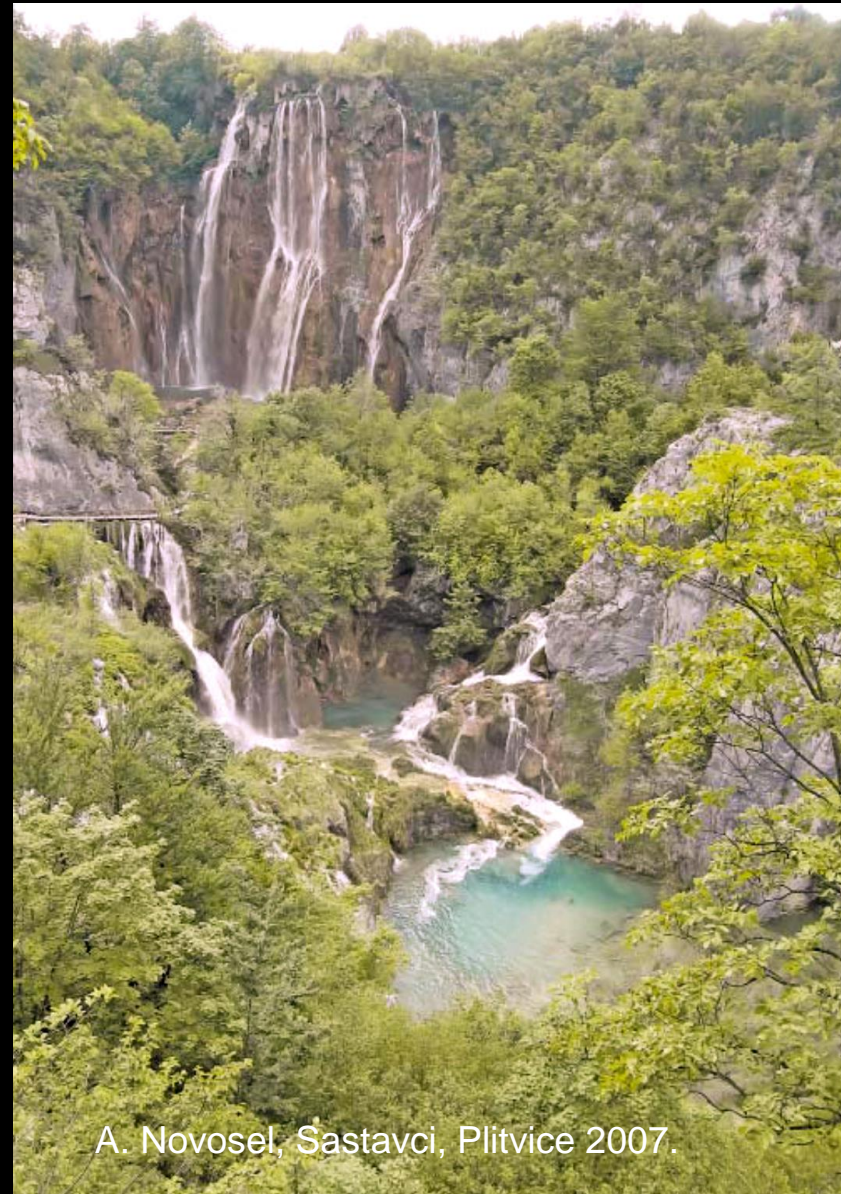
Znate li što je ovo?

“Krambergerov profil” u praporu Vukovara



ZAŠTITA PRIRODNE BAŠTINE

- Stvaranje koncepta i proglašavanje nacionalnih parkova krajem 19. i u 20. stoljeću u mnogim državama, dijelom je vezano uz postavku da pojedino područje treba očuvati zbog njega samog.



A. Novosel, Sastavci, Plitvice 2007.

ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Što sve čini geološku baštinu?
- To su prvenstveno različiti **površinski oblici i krajolici** koji su fizički izraz endogenih i egzogenih procesa koji oblikuju Zemljinu površinu. Mogu biti **statički** (oni na koje ne djeluje više aktivnost koja ih je oblikovala (glacijalni relikti, Đurđevečki pijesci, Mljetska jezera) ili **aktivni** (na koje proces i dalje djeluje – obalni strmci, rtovi, rijeke, spilje, slapovi na sedrenim barijerama).
- Tu su prisutni prvenstveno geomorfološki aspekti.

ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- U kulturnom smislu, prirodni krajolici mogu biti važni iz najmanje tri razloga:
 1. kao „ikona“ koja odražava nacionalni karakter: Grand Canyon u zap. Americi, Ayers Rock u Australiji, Viktorijini vodopadi u Africi, Triglav u Sloveniji, Velebit, Plitvice (?) u Hrvatskoj;
 2. zbog veze s nekim povijesni događajem, npr. ishodi mnogih bitki su ovisili o krajoliku u kojem su se dogodili - Waterloo (1815) u glinovitoj ravnici Belgije; Bitka kod Somme (1916) u razvedenim vapnencima sjeverne Francuske. Front na Soči (1917) Krn, Rombon, Kobarid, Bovec. Matić poljana (1944)?
 3. kao inspiracija umjetnicima (piscima, slikarima, glazbencima).



ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Druga grupa su **izdanci stijena** kao baza za površinske geološke studije, za interpretaciju potpovršinske geologije, kao mjesta nalaza holotipskih fosila, karakterističnih profila, zanimljivih nalaza:
paleontoloških,
mineraloških,
petrografskih,
sedimentoloških...



Siccar Point, Škotska: kutna diskordancija (James Hutton, 1788)

Giant's Causeway, Sjeverna Irska



ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Lokalni primjeri su npr. Brušani u Velebitu (fuzulinide); Hušnjakovo u Krapini; ahat kod Lepoglave, lučenje bazalta kod Voćina, kamenolom Fantazija kod Rovinja, čertovi i vapnenci u Staroj straži kod Knina (“Lemeš”)



M. Herak, 1938



Kirmenjak

foto A. Mezga

Kirmenjak

foto A. Mezga



ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

Negativan primjer iz Europe: Neandertal



Kanjon i špilja u kojoj su nađeni fosili više ne postoje. Vapnenac je iskorišten za dobivanje vapna! Prostor špilje obilježen je kolcima.

ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

Kakvo bi trebalo biti **upravljanje/gospodarenje geološkom baštinom**.

- Da bi bilo efikasno mora biti :
 - dobra selekcija lokaliteta i procjena njegove vrijednosti (loš odabir umanjuje vrijednost ostalima)
 - podizati znanje i svijest o potrebi očuvanja lokaliteta (najvažniji aspekt uspješne konzervacije). Svijest o krhkosti geološke baštine je mala.
 - naglašavanje važnosti lokaliteta i njegova promocija: table, ture, letci, literatura, mediji
 - održavanje lokaliteta / čišćenje nepoželjne vegetacije
 - odgovarajuća zaštita i **gospodarenje** lokalitetom - *formalna zaštita nije dovoljna*

ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Koje su glavne prijetnje znanstvenim, estetskim i kulturnim geološkim lokalitetima (geološkoj baštini):
 - velike gradnje: industrija, ceste, naselja
 - rudarenje i kamenolomi
 - odlaganje otpada
 - rekreacijski pritisak, predimenzioniranost

GEOPARKOVI

- Novija inicijativa: UNESCO **Geoparks** Programme (1999)
- Odjel za znanosti o Zemlji UNESCO-a je stvorio *International Network of National Geological Parks (Geoparks)*
- Obrazovanje i popularizacija znanosti o Zemlji: Geoparkovi uz geoznanstvene i prirodoslovne (*natural history*) muzeje.

GEPARKOVI

- Inicijative u Hrvatskoj: Rab, Papuk, Žumberak, Dugi otok...
- Papuk je 2007. ušao u mrežu Europskih geoparkova, a od 2015. je *UNESCO Global geopark network*



ZAŠTITA GEOLOŠKE BAŠTINE

- Zaključno, efikasna zaštita (geološke) baštine uključuje:
 1. Podizanje svijesti i osjetljivosti javnosti, te predanost i zalaganje za zaštitu (geološke) baštine.
 2. Težnju (nastojanje) da se dođe do kompromisa (konsenzusa) između **poduzetnika** (razvoja gospodarstva / ekonomije) i **zaštitara**, prepoznajući potrebe razvitka, ali i razumijevajući znanstvene i estetske vrijednosti pojedine lokacije.