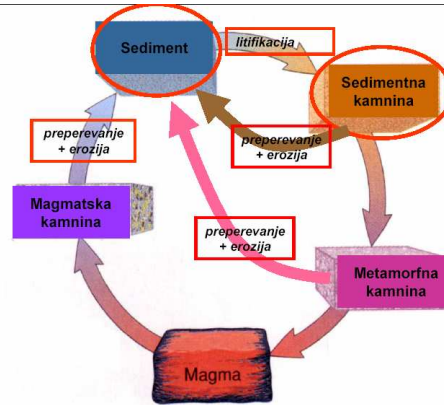


## SEDIMENTNE KAMNINE



## Kamninski krog



### Sedimentne kamnine

Okoli 70 % kamnin na Zemljinem površju je sedimentnega nastanka. Sedimentne kamnine so skozi celotno geološko zgodovino nastajale v vseh naravnih okoljih kot jih poznamo danes.

Sedimentne kamnine nastajajo s pomočjo fizikalnih, kemičnih in bioloških procesov, ki potekajo na Zemljinem površju. V odvisnosti od tega kakšna, skupina procesov pravladuje tekom nastanka sedimentnih kamnin, le-te delimo v klastične, biokemične, kemične in piroklastične.

Nastanek sedimentnih kamnin je pogojen s petimi osnovnimi procesi:

- preperevanje,
- erozija,
- transport,
- usedanje,
- litifikacija.

### Preperevanje

Kamnine so na Zemljinem površju neprenehoma izpostavljene delovanju vode, zraka, spremembi temperature in drugim dejavnikom okolja. Preperevanje je skupek destruktivnih procesov, ki s časom spreminja fizikalno, kemično in mineralno sestavo kamnin na ali blizu Zemljinega površja.

Preperevanje povzroča razpad in fragmentacijo starejših, že formiranih kamnin bodisi na mestu, bodisi med transportom. V splošnem ločimo tri vrste preperavanja:

- mehansko,
- kemično,
- biološko.



### Erozija

- s pojmom erozija označujemo premaknitev preperelih kamnin in mineralov iz mesta njihovega nastanka;
- erozija poteka s transportom.



### Transport

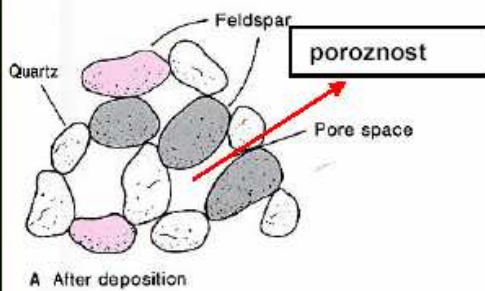
- transport poteka z različnimi mediji;
- količina materiala zavisi od jakosti medija;
- med transportom se zaradi medsebojnega trka delcev in trka delcev ob podlago nadaljuje proces preperevanja;
- transport in erozija preperelih kamnin ter mineralov poteka s tekočimi vodami (reke, potoki, hudourniki), vetrom in ledeniki.



### Usedanje, Sedimentacija, Kompakcija, Litifikacija

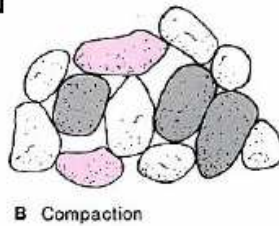
- na celotni dolžini transporta poteka hkrati tudi **usedanje ali sedimentacija** preperelih delcev kamnin iz transportnega medija
- količino sedimentiranega materiala narekuje transportna moč medija
- tako nastalim kamninam pravimo **usedline ali sedimenti**
- sedimentacija poteka v časovno omejenih intervalih, zato je značilnost sedimentov, da nastopajo v **plasteh**
- tako odloženi material ima veliko poroznost in debelino, ki se sčasoma zaradi teže novo odloženih sedimentov manjša – temu procesu pravimo **kompakcija**
- s časoma iz pornih raztopin (raztopin, ki so zaradi poroznosti ujete v prostorih med zrni) kristali osnova ali vezivo, ki prej sipke sedimente poveže v trdno kamnino
- gre za več procesov, ki jih skupno imenujemo **litifikacija**
- posledica litifikacije je nastanek **sedimentnih kamnin**

#### usedanje



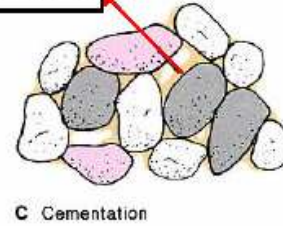
#### kompakcija

Overburden  
↓



#### litifikacija

cement  
Cement



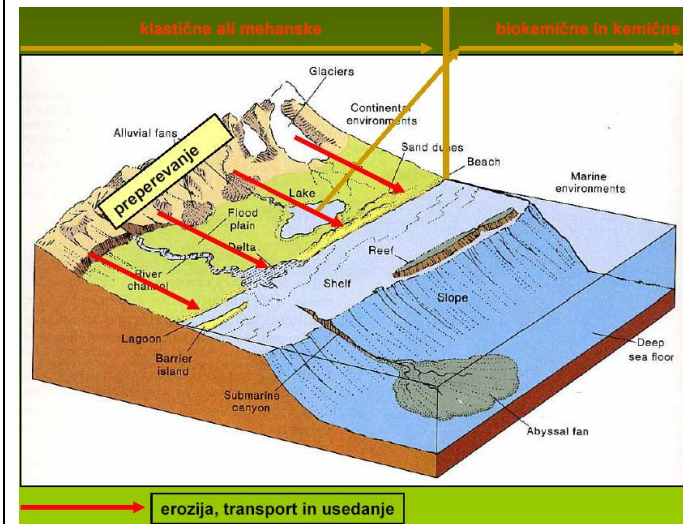
### Razdelitev sedimentnih kamnin

- Glede na dolžino transporta delimo sedimentne kamnine v 2 skupini:
  - mehanske ali klastične
  - biokemične in kemične
- **Mehanske ali klastične sedimentne kamnine** so kamnine, ki jih sestavljajo preperela zrna starejših kamnin, ki izvirajo daleč od mesta usedanja in so produkt daljšega transporta. Delimo jih izključno na osnovi velikosti sedimentnih zrn. Klastične sedimentne kamnine so v glavnem terigenega nastanka.
- **Biokemične in kemične sedimentne kamnine** so kamnine, ki so nastale blizu mesta akumulacije (usedanja). Večina materiala je bogenega izvora. Biokemične sedimentne kamnine delimo na osnovi bistvenega minerala, ki sestavlja kamnino. Biokemične in kemične kamnine nastajajo v glavnem v zaprtih sedimentacijskih bazenih kot so: jezera, morja in oceani.

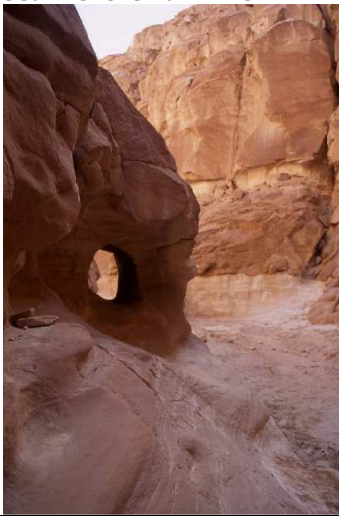
MEHANSKE ali KLASTIČNE					KEMIČNE in BIOKEMIČNE
sediment	GRUŠČ, PROD	PESEK	MELJ	GLINA	
velikost zrn	2 mm	0,063 mm	0,002 mm		
sedimentna kamnina	BREČA KONGLOMERAT	PEŠČENJAK	MELJEVEC MULJEVEC LAPOROVEC	GLINAVEC	APNEVEC DOLOMIT KREDA LEHNJAK ROŽENEC



## Nastanek in razdelitev sedimentnih kamnin



### Klastične ali mehanske sedimentne kamnine

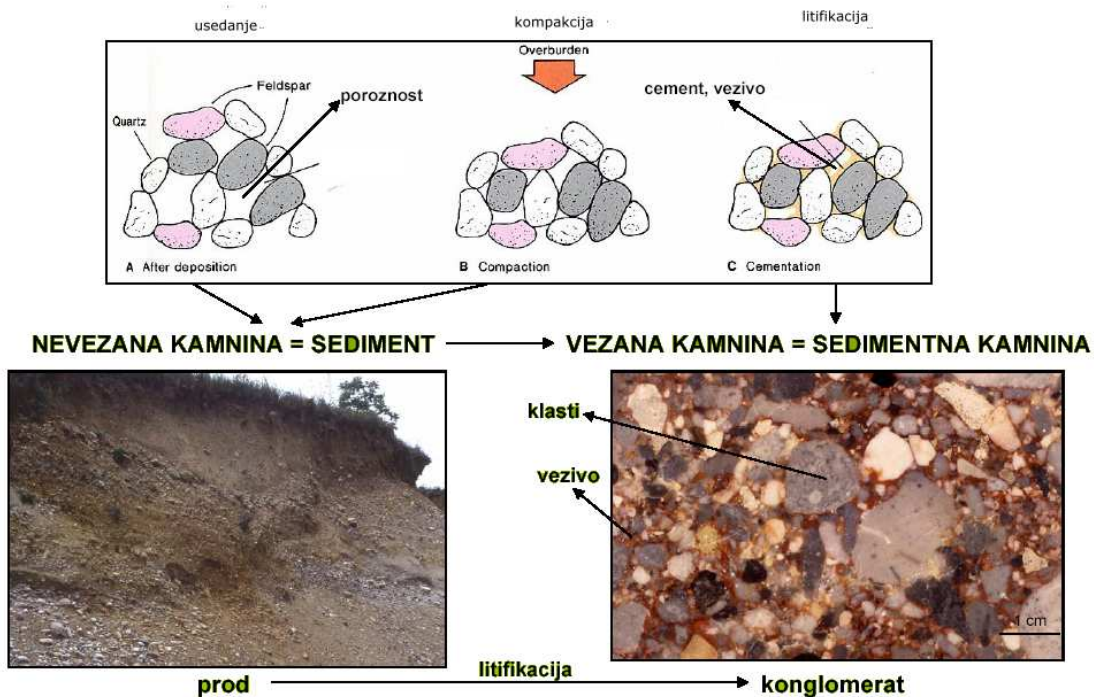


### Razdelitev klastičnih sedimentnih kamnin

Mehanske ali klastične sedimentne kamnine so kamnine, ki jih sestavljajo preperela zrna starejših kamnin, ki izvirajo daleč od mesta nastanka (usedanja) in so produkt daljšega transporta. Delimo jih izključno na osnovi velikosti sedimentnih zrn. Klastične sedimentne kamnine so v glavnem terigenega nastanka.

MEHANSKE ali KLASTIČNE				
sediment	GRUŠČ, PROD	PESEK	MELJ	GLINA
velikost zrn	2 mm		0,063 mm	0,002 mm
sedimentna kamnina	BREČA	PEŠČENJAK	MELJEVEC	GLINAVEC
	KONGLOMERAT		MULJEVEC LAPOROVEC	

### Nastanek klastičnih sedimentnih kamnin



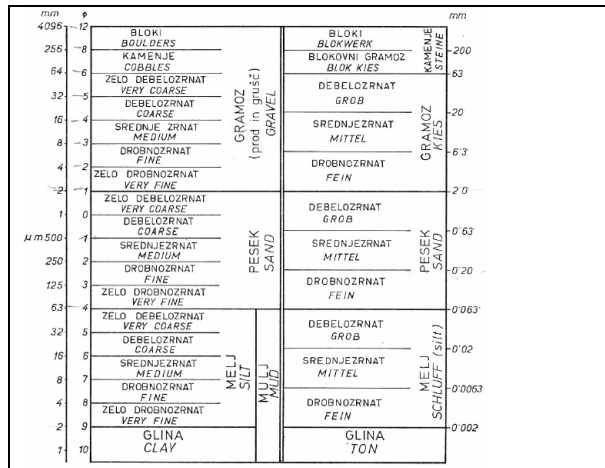
### Klastične ali mehanske sedimentne kamnine

- Klastične sedimentne kamnine delimo glede na velikost zrn v 4 osnovne razrede:
  - zrna večja od 2 mm uvrščamo v razred **gruša in proda**,
  - zrna med 2 mm in 0,063 mm uvrščamo v razred **peska**,
  - zrna med 0,063 mm in 0,002 mm uvrščamo v razred melja in
  - zrna med manjša od 0,002 mm uvrščamo v razred gline.
- V vsakem razredu, razen v najdebeleje zrnatem razredu, ločimo nevezano kamnino (sediment ali usedlina) in vezano kamnino (sedimentna kamnina).
- V razredu > 2 mm ločimo kamnine glede na zaobljenost zrn:
  - če so zrna oglata in slabo zaobljena, govorimo o grušču oz. breči,
  - če so zrna zaobljena govorimo, o produ oz. konglomeratu.
- V nekaterih klasifikacijah tudi za debelozrnate klastične kamnine uporabljajo enotno oznako. Razred večji od 2 mm, ne glede na zaobljenost klastov, poimenujejo gramoz oz. gramozovec. Ta termin je v pogosto v rabi v gradbeništvu, kjer je pomembna zgolj zrnavost, medtem ko zaobljenost zrn običajno nima nobenega praktičnega pomena. V geologiji se termin gramoz ne uporablja, saj je zaobljenost zrn pomemben podatek pri opisovanju klastičnih sedimentnih kamnin.
- Milimetrska skala definira razrede različno široko, kar ni vedno zadovoljivo. Tako poznamo v sedimentologiji številne druge klasifikacije, ki opisujejo zrnavost sedimentov. V sedimentologiji in geomehaniki je pogosto v rabi logaritmčna oblika Udden-Wentworthove skale, ki jo imenujemo  $\Phi$ -skala.

### $\Phi$ -skala (Udden-Wentworthova skala)

- je logaritmčna skala, ki je definirana kot:
 
$$\Phi = -\log_2 d$$

$$d = \text{premer zrn}$$
- $\Phi$ -skala ima nekaj prednosti:
  - je geometrična
  - ima enake širine intervalov, ki omogoča pregledno členitev osnovnih razredov kamnin
  - enostavno nomenklaturu
  - ozko porazdelitev velikostnih razredov



### Poimenovanje klastičnih sedimentnih kamnin

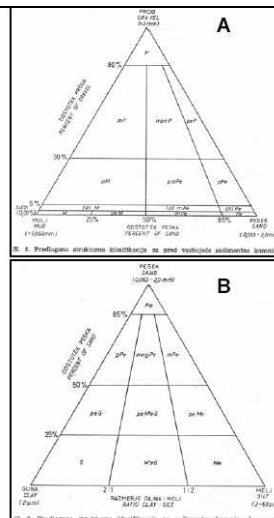
- Klastične kamnine so le redko sestavljene iz enega samega osnovnega razreda zrn, ampak so v večini primerov zmesi dveh ali treh osnovnih razredov. Zato mora klasifikacija in poimenovanje agregatov glede na količino posameznih osnovnih razredov temeljiti na kvantitativnih osnovah oziroma na določitvi kvantitativnih meja med posameznimi agregati.
- V ta namen uporabljamo strukturne klasifikacije na osnovi trikomponentnih diagramov za sistem prod – pesek – mulj in pesek – melj – glina (glej naslednjo sliko). Meje med posameznimi razredi so kvantitativno postavljene čim bližje minimumom v frekvenčni porazdelitvi velikosti zrn v klastičnih sedimentnih kamninah.
- Princip poimenovanja je tak, da je kamnina poimenovana po razredu, ki ga je v agregatu največ, ostale komponente pa dobijo opisni pridevniški značaj. Na prvem mestu je vedno razred, ki ga je v agregatu najmanj.
- Primer: sediment sestavljen iz 25 % peska, 40 % gline in 35 % melja, bomo označili kot peščeno-meljasta glina oz. peščeno-meljasti glinavec.

### Strukturna klasifikacija klastičnih sedimentnih kamnin (Skaberne, 1980)

A – za prod vsebujoče sedimentne kamnine  
 B – za sedimentne kamnine brez proda

- Pravila poimenovanja:
- kamnina dobi ime po razredu, ki ga je v sistemu količinsko največ
  - frakcija, ki je je v sistemu količinsko najmanj je na prvem mestu

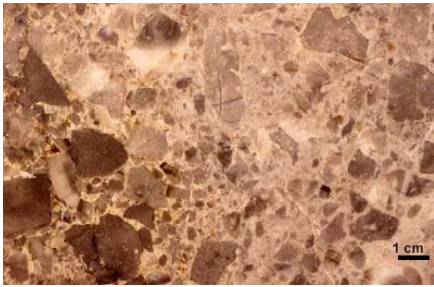
Symbol	Norvegica sedimentna kamnina	Večzrna sedimentna kamnina
Symbol	Sediment	Sedimentary rock
P	prod	konglomerat
peP	peščeni prod	conglomerate
mpP	muljasto-peščeni prod	peščeno konglomerat
mP	muljasti prod	sandy conglomerate
pPe	prodni pesek	muljasto-peščeni konglomerat
pmPe	prodno-muljasti pesek	muddy sandy conglomerate
pM	prodni mulj	muljasti konglomerat
(p)Pe	malo prodni pesek	konglomeratno-muljasti pesek
(p)mPe	malo prodno-muljasti pesek	konglomeratno-muljasti pesek
(p)m	malo prodni mulj	slightly conglomeratic sandstone
Pe	pesek	peščeno muljasto-muljasto mulj
mPe	muljasti pesek	peščeni mulj
peM	peščeni mulj	muljasto-muljasti mulj
M	mulj	muljasto-muljasti mulj
mpM	muljasto-glinasti pesek	muljasto-glinasti pesek
gPe	glinasti pesek	peščeni mulj
peMg	peščeni mulj	muljasto-glinasti pesek
peMg	peščeno-meljasta glina	peščeno-muljasti mulj
peG	peščena glina	peščeno-muljasti mulj
Me	melj	peščeni mulj
MeG	meljasta glina	peščeni mulj
G	glina	peščeni mulj





### GRUŠČ, BREČA = GRAMOZ(OVEC)

- Breča je debelozrnata klastična sedimentna kamnina, ki jo sestavljajo nezaobljena zrna večja od 2 mm.
- Breče kažejo na kratek transport in se običajno nakopičijo kot posledica mehanskega preperevanja na dnu strmih pobočij.



breča



grušč

### PROD, KONGLOMERAT = GRAMOZ(OVEC)

- Konglomerat je debelozrnata klastična sedimentna kamnina, ki jo sestavljajo zaobljena zrna večja od 2 mm.
- Od breče se razlikuje po zaobljenosti zrn.
- Največja nahajališča proda in konglomerata lahko opazujemo v rečnih dolinah ob današnjih rekah, kjer so reke tekom deglaciacije v pleistocenu in holocenu odložile velike količine materiala



konglomerat



prod

### PESEK, PEŠČENJAK

Peščenjak je klastična sedimentna kamnina, ki jo sestavljajo zrna velika med 2 mm in 0,063 mm.



### MELJ, MELJEVEC

- meljevec je drobnozrnata klastična kamnina, ki jo sestavljajo zrna velika med 0,063 in 0,002 mm
- zrn s prostim očesom več ne opazimo
- še vedno pa je pod prsti zaznavna klastična struktura
- barva drobnozrnatih klastičnih kamnin zavisi od mineralne in geokemične sestave
- barva je lahko pomembna lastnost za terensko ločevanje drobnozrnatih klastitov
- barvo kotrolira vsebnost organske snovi, količina pirita in valentno stanje Fe
- temnosivo do črna: povišana količina org. snovi in pirita
- rdeča: feri oblika Fe – hematit
- zelena: fero Fe, ali kot redukcija hematita



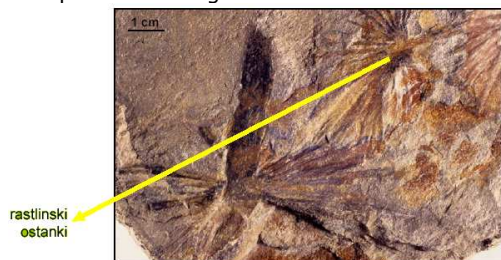
### GLINA, GLINAVEC

- glinavec je drobnozrnata klastična sedimentna kamnina, ki jo sestavljajo zrna manjša od 0,002 mm
- glinavci so sestavljeni pretežno iz glinenih mineralov (*glej poglavje Minerali*)
- glineni minerali so hidroksiilni aluminosilikati s paketno strukturo, ki ni kemično nevtralna, zato se nanje, v medpaketne prostore, veže voda
- ker so tudi naše roke vedno vlažne so kamnine, ki vsebujejo več glin, na otip bolj "mastne" in gnetljive od meljevcev
- vezana voda povzroča nabrekanje, povečanje volumna in porušitev strukture (tečenje, plazenje)
- zaradi tega povzroča velika količina glin v sedimentih neugodne geomehanske lastnosti kamnin, ki pomembno vplivajo na način projektiranja in gradnje



### MULJ, MULJEVEC

- drobnozrnat klastične sedimentne kamnine razredov melj – glina makroskopsko težko ločimo med sabo
- zato so v nekaterih sedimentoloških klasifikacijah za drobnozrnat kamnine vpeljali enoten razred, ki ga imenujemo **mulj**
- razred mulja je tako definiran kot klastična sedimentna kamnina, ki jo sestavljajo zrna manjša od 0,063 mm
- ali povedano drugače: MULJ = MELJ + GLINA



### LAPOR, LAPOROVEC

- laporovec je drobnozrnata klastična sedimentna kamnina velikostnega razreda mulja, ki razen glinenih mineralov vsebuje tudi kalcit ali dolomit
- tipični muljevci vsebujejo manj kot 10% kalcita, medtem ko je za laporovce običajna količina kalcita med 30 in 70%
- zaradi prisotnosti kalcita laporovce ločimo od muljevcev po reakciji z 10 % HCl
- **laporovci bodo reagirali**
- **muljevci ne bodo reagirali**

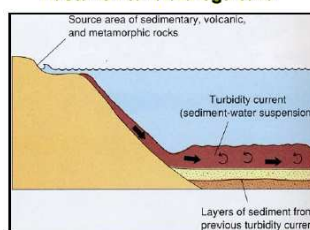


### Fliš

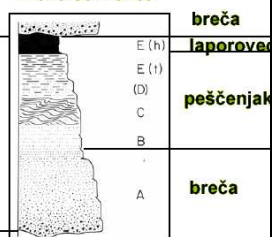
- Negeologi velikokrat govorijo o flišu kot o kamnini. Fliš ni kamnina, temveč facies. Zato je sestavljen iz več vrst kamnin, ki so nastale kot produkt istega procesa. Fliš je nastal s sedimentacijo iz podvodnih plazov oziroma, pravilneje, turbiditnih tokov. Za kamnine fliša je značilna postopna zrnastost, kjer v spodnjem delu natopajo debelozrnat kamnine, ki navzgor postajajo vse bolj drobnozrnat. V bazi tako nastopajo breče in/ali konglomerati, sledijo peščenjaki in na vrhu laporovci oz. muljevci. Omenjeni paket kamnin predstavlja osnovno flišno sekvenco, ki se ciklično ponavlja in lahko dosega velike debeline (nekaj 100 m).
- Preprosto bi fliš lahko opisali kot ciklično ponavljanje različno zrnatih klastičnih kamnin.



### nastanek turbiditnega toka



### flišna sekvenca





### Biokemične sedimentne kamnine



### Nastanek biokemičnih sedimentnih kamnin

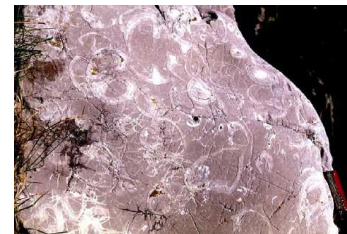
- Biokemične in kemične sedimentne kamnine so kamnine, ki so nastale blizu mesta akumulacije (usedanja).
- Pri nastanku biokemičnih sedimentnih kamnin imajo biološki in biokemični procesi vodilno vlogo, zato je večina materiala, ki sestavlja biokemične sedimentne kamnine biogenega izvora.
- Organizmi sodelujejo pri nastanku kamnin z nakopičenjem skeletov.
- Skeleti so mineralizirani deli organizmov; pri večini morskih nevretenčarjev je skelet zgrajen iz kalcita, redkeje iz opala ali fosfatov.
- Ostanikom organizmov, ki se ohranijo v kamninah, pravimo fosili.
- Podrejeno pri nastanku sodeluje tudi kemično izločanje karbonatih mineralov iz morske in/ali jezerske vode.
- Biokemične in kemične kamnine nastajajo v glavnem v zaprtih sedimentacijskih bazenih kot so: jezera, morja in oceani.

### Klasifikacija biokemičnih sedimentnih kamnin

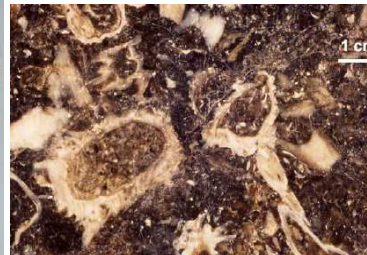
- biokemične sedimentne kamnine delimo na osnovi bistvenega minerala, ki sestavlja kamnino
- bistveni minerali biokemičnih sedimentnih kamnin so:
  - KALCIT ( $\text{CaCO}_3$ )
  - DOLOMIT ( $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$ )
  - KREMENICA (amorfen kremen), OPAL ( $\text{SiO}_2 \times n\text{H}_2\text{O}$ )

### Apnenec

- najbolj razširjena biokemična kamnina v naravi je apnenec
- apnenec sestavlja mineral kalcit -  $\text{CaCO}_3$
- skeleti organizmov so sestavni deli apnencev, saj so lahko apnenci sestavljeni v celoti iz nakopičenja skeletnih delov nevretenčarjev
- zaradi tega apnenci praviloma vsebujejo fosile
- apnenci so po strukturi in barvi zelo raznoliki; barva je posledica primesi, struktura pa različnega načina nastanka
- barvo kotrolira vsebnost organske snovi, količina pirita in valentno stanje Fe
  - temnosivo do črna: povišana količina org. snovi in pirita
  - rdeča: feri oblika  $\text{Fe}^{3+}$
  - zelena: fero  $\text{Fe}^{2+}$



### različni apnenci



### DOLOMIT

- dolomit je podobna kamnina kot apnenec
- bistveni mineral kamnine dolomit je mineral dolomit - ( $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_2$ )
- dolomiti v naravi ne nastajajo primarno, ampak so produkt diagenese apnencev
- od apnenca dolomit najlažje ločimo s preiskusom z 10 % HCl:
  - če poteče reakcija, je kamnina apnenec
  - če reakcije ni, je kamnina dolomit



### KREDA

- kreda je mehka drobnozranata bela do sivkasta porozna sedimentna kamnina morskega nastanka
- kreda skoraj v celoti sestavlja kalcit biogenega izvora (>99%):
  - foraminifere (Protozoa, Foraminiferida)
  - apnenčev nanoplankton (Protozoa, Coccolithophyceae)
- bistven mineral = kalcit

### JEZERSKA KREDA

Z imenom "jezerska kreda" običajno označujejo svetle laminirane karbonatne sedimente, ki nastajajo v toplejših obdobjih v Alpskih jezerih. Ime "kreda" se je uveljavilo zaradi visoke vsebnosti kalcita, poroznosti in svetle barve. Ime je uporabljeno napačno, saj je kreda definirana kot morski pelagični sediment biogenega nastanka. Kalcit v "jezerski kreda" ni biogenega temveč kemičnega izvora, kar ne opravičuje uporabe imena kreda. Dejansko je to klastični sediment z visoko vsebnostjo karbonata, ki po granulaciji ustreza meljasti glini.



### LEHNJAK

- lehnjak nastaja s kemičnim izločanjem iz nasičenih toplih raztopin ali z biološko induciranim kemičnim obarjanjem iz tekočih vod
- rastline, ki živijo v vodi (mahovi, lišaji...) za procese fotosinteze uporabijo v vodi raztopljen CO<sub>2</sub>; posledica tega je, da v vodi topen bikarbonatni ion preide v karbonatnega, ki v vodi ni topen
- zaradi tega se odloži v obliki inkrustracij
- za lehnjake je zato značilna velika poroznost
- bistveni mineral = kalcit



### ROŽENEC

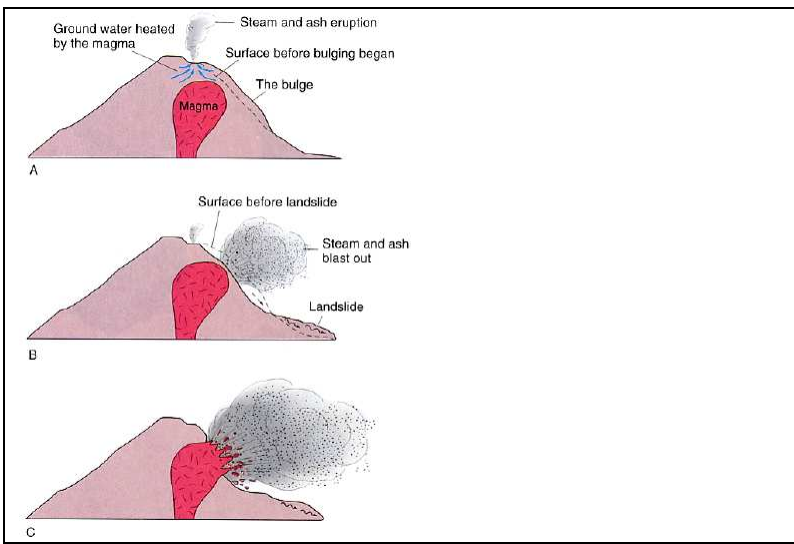
- za razliko od vseh do sedaj omenjenih sedimentnih kamnin je roženec sestavljen iz kremenice
- kremenica je drobnozrnata, amorfni različek kremenca
- zaradi mineralne sestave roženca zlahka ločimo od ostalih biokemičnih sedimentnih kamnin (A):
  - po trdoti: trdota kremenca je veliko večja kot trdota karbonatnih mineralov, zato bodo roženci razili steklo, ostale biokemične sedimentne kamnine pa ne
  - imajo za amorfne snovi značilen školjkast lom, z gladkimi ostrimi robovi
  - roženci so običajno marogasti in pisanih barv (rdečkasti, sivkasti, črni, rjavkasti, zelenkasti), kjer se v enem kosu prelivajo odtenki posameznih barv
- kremenica v rožencih je biogenega izvora, ki izvira iz nakopičenja skletov mreževcev (Radiolaria) in diatomej (Bacillariophyta)
- v naravi roženci običajno nastopajo kot tanke plasti ali gomolji med apnenci (B); zaradi večje trdote so odpornejši na preperevanje in tvorijo v apnencih pozitivni relief



### Piroklastične kamnine

- piroklastične kamnine so po izvoru magmatske, po nastanku pa sedimentne
- nastanejo ob vulkanskih izbruhih
- če vsebuje lava majhno količino lahkih komponent, se razlije skozi vulkansko žrelo v obliki tokov lave in nastanejo predornine
- če vsebujejo lave veliko količino lahkih komponent, bo vulkanizem eksplozivnega tipa
- eksplozija bo ejektivirala na hitro ohlajene kapljice lave in kose vulkanskega stožca v atmosfero
- v atmosfero izvržen material zajamejo zračni tokovi, ki ga transportirajo od vulkana; transport je lahko dolg tudi več 1000 km
- počasi se iz zraka vulkanski delci usedajo in





nastanejo piroklastične kamnine



### Izbruh ognjenika Sv. Helena v Kaskadnem gorovju ZDA l. 1980



### Klasifikacija piroklastičnih kamnin

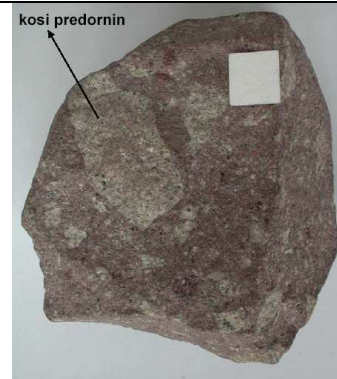
- ker genetsko nastajajo piroklastične kamnine s procesom usedanja, je njihova klasifikacija podobna klasifikaciji klastičnih sedimentnih kamnin
- piroklastične kamnine delimo na osnovi velikosti zrn

## PIROKLASTIČNE KAMNINE

nevezan material	VULKANSKE BOMBE	VULKANSKI PEPEL
velikost zrn	2 mm	
kamnina	TUFKA BREČA	TUF
	TUFSKI KONGLOMERAT	

### TUFKA BREČA

- je piroklastična kamnina, ki jo gradijo zrna večja od 2 mm
- večji kosi predstavljajo običajno kose starejših predornin, iz katerih je bil zgrajen vulkanski stožec
- vezivo predstavlja vulkanski pepel



### TUF

- tuf je piroklastična kamnina, ki jo sestavljajo zrna manjša od 2 mm
- za razliko od klastitov vsebujejo piroklastične kamnine zrna glinencev, ki so v pravih klastičnih kamninah redki, saj niso obstojni in preperijo v glinene minerale



### **Razširjenost sedimentnih kamnin v Sloveniji**

- Izmed vseh skupin kamnin so sedimentne kamnine v Sloveniji daleč najbolj razširjene, saj pokrivajo skoraj 90 % površine.
- V vzhodni in osrednji Sloveniji prevladujejo dobrozrnate klastične sedimentne kamnine (razni peščenjaki, laporovci in muljevci) neogenske starosti in ob rekah kvartarni fluvilani sedimenti (prod, grušč). Biokemične kamnine so količinsko podrejene.
- Zahodno Slovenijo pa v glavnem gradijo mezozojske in paleocenske karbonatne kamnine (apnenci in dolomiti) in na področju Istre ter Goriškega paleogenske flišne kamnine.
- Piroklastične kamnine najdemo v širši okolici Smrekovca. Tufi in ostali piroklastični različki so oligocenske starosti (~24 milijonov let).