

4 TROŠENJE I TLO

INŽENJERSKOGEOLOŠKI UVJETI

Gornjih nekoliko metara inženjerskogeološkog profila najčešće je izgrađeno od tla, površinskih naslaga i trošne stijene, koji se po inženjerskim svojstvima značajno razlikuju od osnovne stijene.

Tlo: mješavina trošnog mineralnog debrisa i biljnog materijala, obično je debljine <1 m; može se podijeliti na humusom bogati *top soil* i glinom bogati *subsoil*.

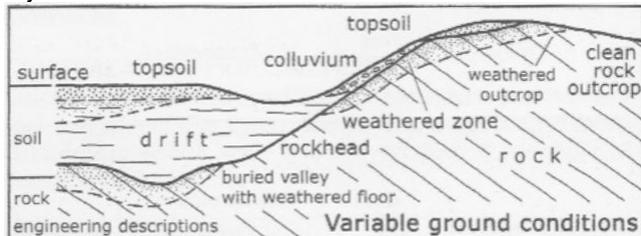
Trošenje: prirodno raspadanje i razlamanje stijene ili površinskih naslaga pod utjecajem atmosferilija (zraka i vode); najčešće do dubine <10 m.

Površinske naslage: transportirani površinski sediment istaložen na osnovnoj stijeni; uglavnom nekonsolidirana glina, pijesak i krupniji klastični debris; najčešće kvartarne starosti, pa je stoga i premlad da bi bio konsolidiran; debljina mu varira od 0 do >50 m.

Koluvij: padinski debris, kretan niz padinu uglavnom samo pod utjecajem gravitacije; uključuje debris nastao puzanjem i plošnim ispiranjem, a također i naslage klizišta i odrona. Uklanjanje vegetacije znatno pogoduje plošnom ispiranju vodom. Transport sedimenta najveći je u površinskim naslagama, nešto manji u koluvijalnim naslagama, a najmanji je u tlu.

Površina osnovne stijene: prekrivena granična ploha između površinskih naslaga i stijene; uglavnom vidljiva granica između slabog tla/površinskih naslaga i jake stijene; tamo gdje su duboki profili trošnosti stijene teže ju je definirati; oblikovana je erozijom, prije taloženja površinskih naslaga, tako da se njezina topografija može značajno razlikovati od reljefa recentne površine terena.

Inženjersko tlo: slabi materijal (UCS < 600 kPa) koji je moguće iskapati bez ripovanja ili miniranja; mogu ga sačinjavati tlo, površinske naslage, slaba stijena i trošna stijena.



TROŠENJE STIJENE

Fizičko i kemijsko raspadanje stijene na ili blizu površine. Naknadno odnošenje materijala dovodi do snižavanja površine terena:

Trošenje + Transport = Erozijski procesi

Procesi trošenja pod značajnim su utjecajem klime, budući da ovise o utjecaju zraka i/vode.

- raspadanje pod utjecajem leda važnije je u geografskim područjima s hladnijom klimom i na većim nadmorskim visinama;
- kristalizacija soli je važna samo u pustinjama s velikom evaporacijom; Svi kemijski procesi se ubrzavaju u toplim i vlažnim klimama, a dodatno ih ubrzavaju i organske kiseline iz gustog biljnog pokrivača.
- Najvažniji kemijski proces je produkcija glinovitih minerala iz drugih silikata;
- Trošenjem u umjerenom klimi nastaje ilit kao dominantni mineral gline;
- Trošenjem magmatskih stijena u vrućim i vlažnim klimama nastaje nestabilni smektit,
- Laterit: crveno tlo, s visokim sadržajem željeza i aluminija, niskim sadržajem silicija, nastaje u tropima.
- Saprolit: Potpuno dezintegrirana stijena sa sačuvanim tragovima originalne strukture,

- Sferoidalno trošenje: oblikuje zaobljene gromade ili jezgre iz originalno uglatih blokova stijene, na način da je trošenje intenzivnije na rubovima blokova.

DUBINA TROŠENJA

Ovisi o duljini trajanja, vrsti stijene i klimi.

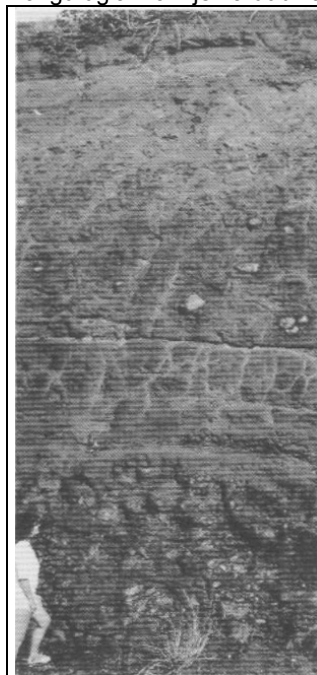
Dubina trošnosti stijena izloženih u posljednjih 10.000 godina (od zadnje glacijacije) manja je od onih koje su izložene milijune godina.

Šejlovi, porozni pješčenjaci i slabi vapnenci troše se do većih dubina nego graniti i kompaktne metamorfne stijene.

Najdublja trošenja događaju se u klimatski ekstremnim područjima, bilo uslijed djelovanja leda u periglacialnim područjima, ili u tropskim šumama u području ekvatora.

Vrh zone II uglavnom je površina osnovne stijene, ali granica nije oštra; u V. Britaniji obično je na dubini 1-5 m; ali zona I svježije stijene nalazi se na dubinama >20 m.

U tropskim područjima tla zone IV mogu dosegnuti dubine od 5-20 m. Raspadnuti granit III stupnja trošnosti u Hong Kongu uglavnom je na dubinama >30 m.



Zasjek na Havajima na kojemu je vidljiv cijeli niz stupnjeva trošnosti bazaltne lave.

III stupanj trošnosti materijala nije prisutan u ovom nizu zbog promjene vrste stijene. Proslojak slabe šupljikave lave (plovučca) puno je trošniji od kompaktne lave iznad. Stupanj I – svježija stijena pojavljuje se samo na većim dubinama, tj. ispod razine otkrivene zasjekom. Na ovoj lokaciji (i za ovu inženjersku namjenu) čvrsta stijena je pronađena blizu vrha zone II, oko 4 m ispod površine terena.

Uzroci fizičkog trošenja

pukotine rasterećenja	stvaranje pukotina pod naprezanjem uslijed nadsloja	vlačnim uslijed odnošenja
termalna ekspanzija smrzavanje	raspućavanje zbog pukotinama, tj. njezinog zamrzavanja i ekspanzije leda	uslijed dnevnih promjena temperature
vlaženje i sušenje djelovanje korijenja kristalizacija	gubitak ili povećanje vode u glinama ekspanzija biljnog korijenja u pukotinama i prodiranje u pore. rast kristala soli na mjestu evaporacije podzemne vode	

Uzroci kemijskog trošenja

otapanje	uglavnom kalcita i gipsa, u cementu pješčenjaka, žilama i vapnencima
lučenje	parcijalno odnošenje otpoljene komponente ili specifičnih elemenata
oksidacija hidroliza	hrđanje i razgradnja željezovih minerala većina silikata reagira s vodom na način da nastaju minerali glina

INŽENJERSKA KLASIFIKACIJA TROŠNE STIJENE

stupanj	opis	litologija	mogućnost iskopa	mogućnost temeljenja
VI	tlo	organske primjese; bez originalne strukture		nepogodno
V	potpuno trošno	tlo; ostaci originalne strukture	struganje	procjenjuje se pokusima na tlu
IV	jako trošno	djelomično promijenjeno u tlo; tla više od stijene	struganje gromada	promjenjivo i nepouzđano
III	srednje trošno	djelomično promijenjeno u tlo; tla više od stijene	ripanje (odlamanje noževima na bageru)	povoljno za male građevine
II	slabo trošno	povećana raspucanost i mineralne prevlake na pukotinama	miniranje	povoljno za sve građevine izuzev velikih brana
I	svježa stijena	čista stijena	miniranje	odlična

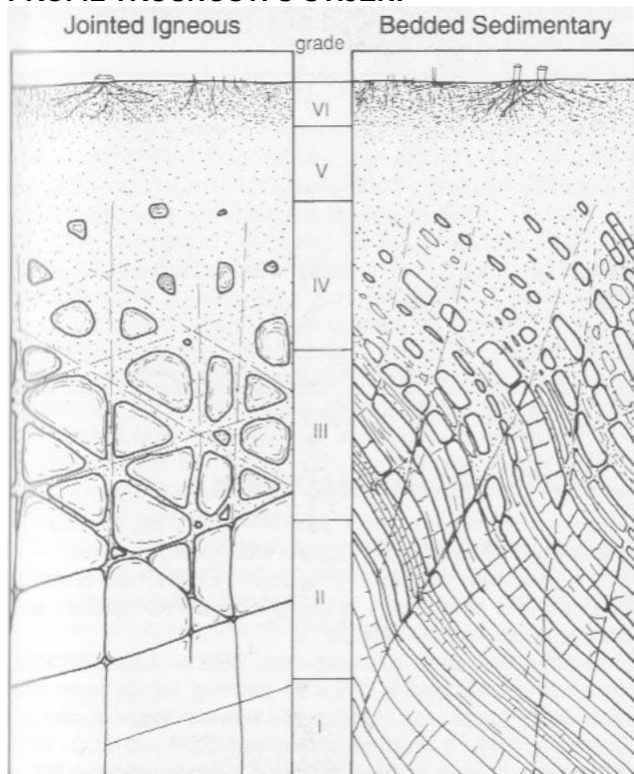
(složenija shema za opis heterogene anizotropne stijenke mase nalazi se u BS 5930)

STUPNJEVI TROŠNOSTI I SVOJSTVA STIJENE

Ilustracija promjene fizičko-mehaničkih svojstava stijene ovisno o stupnjema trošnosti

Stupanj trošnosti		I	II	III	IV	V
Granit: jednoosna tlačna čvrstoća	MPa	250	150	5-100	2-15	
Trijaski pješčenjak: jednoosna tlačna čvrstoća	MPa	30	15	5	2	<1
Kalcitični pješčenjak: RQD kategorija	%	80	70	50	20	0
Kreda: standardni penetracijski pokus	broj udaraca (N)	>35	30	22	17	<15
Kreda: prihvatljiva nosivost	kPa	1000	750	400	200	75
Trijaski muljnjak: prihvatljiva nosivost	kPa	400	250	150	50	
Trijaski muljnjak: frakcija glinovitih čestica	%	10-35		10-35	30-50	
Tipične dubine u Britaniji	metara		5-30	1-5	1-2	

PROFIL TROŠNOSTI U STIJENI



TROŠENJE VAPNENCA

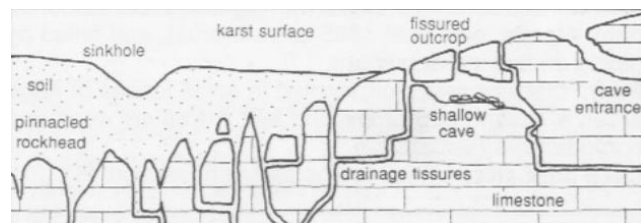
Vapnenci su specifični zbog toga što su to jake stijene koje je moguće potpuno dezintegrirati otapanjem tijekom trošenja.

Kišnica i slana voda troše površinu vapnenca, ali također otapaju ovu stijenu i po pukotinama i po plohama slojevitosti, čime ih istovremeno proširuju, te time formiraju špilje.

Ovim procesom nastaju vrlo heterogena podzemlja koja su izgrađena od jake stijene i velikih šupljina.

Okršena površina stijene sastoji se od dubokih pukotina, uglavnom ispunjenih tлом, između trošnih vapnenih stupova. Ovo se nalazi ispod pokrivača tla; predstavlja nepovoljne uvjete za temeljenje zbog opasnosti od propadanja u vrtačama.

Krš je vapnenački krajolik karakteriziran podzemnom drenažom, špiljama, vrtačama, suhim dolinama, tankim pokrovom tla i ogoljenim izdancima stijena.



TIPOVI POVRŠINSKIH NASLAGA I KLIMA

Značajke, prostiranje, struktura i svojstva površinskih naslaga usko su povezana s procesima kojima su istaloženi. Ovi procesi taloženja pod izravnim su utjecajem klime.

Fluvijalni procesi – djelovanje rijeke i ostalih tokova, prisutno u svim klimatskim zonama izuzev permanentno smrznutih i aridnih zona u pustinjama.

Ledeno doba: Tijekom kvartara, perioda u pleistocenu, zabilježeno su ledenjačke faze kada je led prekrivao veliki dio kontinenta na sjevernoj polutki. Posljednji ledeni pokrovi povukli su se samo prije 10000 godina.

Mnoge površinske naslage nastale su u okolišima koji se razlikuju od današnjih. Stoga ih je najbolje moguće protumačiti da ih se razlikuje na osnovi procesa i klime, odnosno klimatskih uvjeta.