

GEOMORFOLOGIJA

UVOD V GEOMORFOLOGIJO

- veja obče geografije, ki obravnava oblike zemeljskega površja (**relief**)
- sorodni vedi sta **geologija** zanima nas tudi notranja zgradba Zemlje in njena kamninska zgradba in **geofizika** -
- ovoj Zemlje, ki ga geomorfologija proučuje je zemeljska skorja (litosfera)
- oblikovanost površja (relief) je pomemben geografski dejavnik - določa vrsto pokrajine: gorska, ravninska, puščavska, ledeniška, kraška, obalna
- sile, ki oblikujejo relief delimo na:
 - **notranje** (endogene); sile, ki jih Zemlja sproža s svojo lastno energijo (delujejo od znotraj); delujejo horizontalno (orogeneza) in vertikalno (epirogeneza); še danes prisotne (vulkanizem, potresi)
 - **zunanje** (eksogene); sile, ki jih povzročajo tuja nebesna telesa (Sonce, Mesec, meteoriti) in gravitacija Zemlje; ključno vlogo igra Sonce, ki ustvarja podnebno raznolikost; material s površja odnašajo (denudacija, erozija) ali ga nanašajo (akumulacija)
- notranje sile gradijo relief, zunanje ga podirajo
- današnja podoba površja je le trenutno stanje in je rezultat delovanja sil v preteklosti
- relief odločilno vpliva na ostale pokrajinske dejavnike: gorovja so meje med podnebnimi območji, vpliva na padavine, debelino prsti, način poselitve, potek prometnic, gostoto poselitve, ...

NOTRANJA ZGRADBA ZEMLJE

- notranjost Zemlje proučujemo preko kamnin (zvrtili so komaj 12 km globoko)
- zaradi delovanja sil kamnine iz globin pridejo na površje
- notranjost proučujemo tudi preko potresnih valov (geofizika)
- notranjost Zemlje v grobem sestavljajo 3 plasti:
 - jedro
 - plašč
 - skorja
- zgornji del plašča in skorja sestavljata litosfero

Jedro

- jedro ali **nife** sestavljata Fe in Ni
- v središču je jedro trdno na zunanjem delu pa tekoče

Plašč

- večina zemeljske mase
- sestavlja ga tekoča **magma** (SiO₂, Mg, Fe)

- magma se v plašču giblje v sklenjenih krogih kot vreča juha v loncu (vertikalno dviganje in spuščanje) – premikanje litosferskih plošč, vulkanizem (vroče točke)

Skorja

- skorja in zgornja plast plašča tvorita **litosfero** (kamninska plast)
- snov v litosferi je toga na površini povsem ohlajena in trda (jajčna lupina)
- plava na tekoči astenosferi (del plašča) in je razpokana in labilna
- pod celinami je skorja debelejša kot pod oceani
- sestavljena je iz dveh plasti:
 - **sima**; spodnja plast iz bazalta (Si, Mg)
 - **sial**; zgornja plast iz granita (Si, Al)
- kontinente sestavljata obe plasti, oceansko dno je le iz sime in je tanjše (vroče točke)

ENDOGENI PROCESI

Dinamika litosferskih plošč

- celine plavajo na plašču kot ledene kocke na vodi (2/3 pod površjem) – imajo svojo korenino; to ravnotežje imenujemo **izostazija**
- celine se lahko dvigajo ali spuščajo s spreminjanjem obtežitve: **epirogeneza** (Finska)
- položaj celin je labilen, premikajo se v raznih smereh (Wegenerjeva teorija)
- litosfero sestavljajo **litosferske plošče** (8 večjih) - večinoma imena po kontinentih
- poznamo tri vrste stikov litosferskih plošč:
 - konstruktivni stik
 - destruktivni stik
 - transtruktivni stik

konstruktivni stik

- plošči se razmikata – nastaja novo površje oz. novo oceansko dno
- območje stika imenujemo **šiv**, na njem se izoblikuje **podmorski hrbet**, po čigar sredini teče **tektonski jarek**
- na dnu jarka prihaja magma na površje in se takoj ohladi (potresi, vulkani)
- proces poteka s hitrostjo rasti nohtov, 2 cm na leto (Srednjeatlantski podmorski hrbet: razmikanje Af in J Am, Islandija)
- tektonski jarki potekajo tudi po celinah in jih razkoljejo, dno jarka lahko zalije voda in nastanejo tektonska jezera (V Af tektonski jarek, jezero Tanganjika)

destruktivni stik

- plošči se približujejo – tanjša tone pod debelejšo pod kotom 45° in se tali v astenosferi
- pri taljenju se sproščajo napetosti, ki lahko sprožajo hude potrese in vulkanizem

- na območju stika se razvije široka globel imenovana **geosinklinala**, ki jo lahko zalije morje (Tetis - v mezozoiku med Alpami in Indijo)
- v geosinklinalah se nabirajo sedimentne kamnine in nafta
- v zadnji fazi se dvigne gorovje - **orogeneza**
- orogeneze so bile že v paleozoiku, zadnja je bilo v terciaru pred 10 MIO let: **alpidaska orogeneza**: nastala so mlada nagubana gorovja - Alpe, Andi, Skalno gorovje, Himalaja (najmljša in najvišja), ...

transstruktivni stik

- plošči se drgneta ena ob drugo - nastane **prelom** (prelom Sv. Andreja v Kaliforniji)
- stik pogosto spremljajo katastrofalni potresi

Potresi

- potres je tresenje tal zaradi nenadnih sprememb v ali pod zemeljsko skorjo
- potres povzročajo eksplozije na stiku med litosfero in astenosfero - sprožijo se ob taljenju kamnin ali zaradi gubanja in prelamljanja kamninskih plasti
- ognjišče potresa (**hipocenter**) je globoko pod zemljo (večinoma 5 -30 km globoko) - na mestu, kjer vertikalni potresni valovi pridejo na površje je središče potresa (**epicenter**)
- iz epicentra se širijo **horizontalni potresni valovi** - z oddaljenostjo od epicentra jakost potresa upada
- glavnemu sunku čez nekaj minut sledijo **popotresni sunki**
- potresi so najpogostejši na območjih mladonagubanih gorstev
- pojavljajo se ob:
 - destruktivnih stikih litosferskih plošč
 - tektonskih prelomih
 - vulkanih
- potrese delimo glede na **vzrok nastanka**:
 - tektonski (90%)
 - vulkanski
 - vdorni - posledica vdorov votlin
- potresi povzročajo vse večjo škodo, ker je pokrajina vse bolj urbanizirana
- veda, ki se ukvarja s potresi je **seizmologija** - osnova so opazovalnice s seizmografi - izdelujejo seizmograme in jih proučujejo
- cilj seizmologije je ugotavljanje ogroženosti območij - napovedovanje je težko in zavito v meglo
- pri potresih se meri:
 - **jakost**; merimo s seizmogramom; 12 stopenjska lestvica
 - **magnituda**; določamo z ogledom škode; 9 stopenjska Richterjeva lestvica
- učinek potresa je odvisen tudi od vrste podlage: najslabše je če hiša stoji na produ ali na stiku različnih kamnin (labilna podlaga)
- **Slovenija** je potresno ogrožena - mlado nagubano gorovje, številni tektonski prelomi

- rušilni potresi v Sloveniji: 1348 Beljak, 1511 osrednja Slovenija, 1895 Ljubljana, 1976 Beneška Slovenija, 2000? Posočje
- **po svetu** so najhujše posledice v siromašnih gosto naseljenih predelih (1976 Kitajska: 250 000 mrtvih) – zelo pogosti v Turčiji, Iranu, ...
- v razvitem svetu so protipotresno dobro pripravljeni – skoraj ni žrtev: Kalifornija, Japonska; problem plinovodov

Vulkanizem

- **ognjenik** (vulkan) je kraj na zemeljskem površju na katerem prihaja magma na dan in postane lava
- **lava** zapusti notranjost skozi kraterje ali zem. razpoke
- po obliki je ognjenik hrib zgrajen iz materiala, ki ga je prinesel izbruh **vulkanskih produktov** (lava, vulk. pepel, vulk. bombe)
- vulkanski produkti hitro razpadajo v **rodovitno prst** – gosta poselitev
- vulkani so ob **stikih litosferskih plošč** (Etna) ali ustvarjajo **vroče točke** (Havaji)
- izbruh vulkana lahko povzroči katastrofo:
 - **Vezuv** 79 (Pompeji, Herkulaneum)
 - **Mont Pelée** 1902 (Martinique, Mali Antili – 30 000 mrtvih)
 - **Krakatau** 1883 (Indonezija – 30 000 mrtvih)
- vulkanizem lahko spremlja potres in **cunami**
- **Islandija** je najbolj tipična vulkanska pokrajina – **gejziri**
- ognjenike je človek v preteklosti častil in se jim priporočal (Fudžijama, Havaji)

EKSOGENI PROCESI

- **eksogene sile** so sile, ki jih povzročajo tuja nebesna telesa (Sonce, Mesec, meteoriti) in gravitacija Zemlje
- imajo največjo moč na mlado nagubanih gorstvih (najvišja, najbolj izpostavljena)
- o njihovem učinku odločajo:
 - **položaj kamninskih skladov**: skladna in neskladna pobočja
 - **prelomi**: ob njih se deli površja spuščajo ali dvigajo – kamnine so zdrobljene in bolj izpostavljene – po njih rade tečejo reke in nastanejo doline (Porenje, Krška dolina)
 - **kamninska podlaga**: bolj odporne kamnine tvorijo strme stopnje (kraški rob), osamelce (Šmarna gora), igle (ob Paki), zožitev doline manj odporne kamnine tvorijo znižan svet: doline
- med eksogene procese štejemo: preperevanje, denudacijo, erozijo in akumulacijo

Preperevanje

- sončno obsevanje deluje neposredno in posredno na kamninsko podlago
- končni produkt preperevanja je prst
- vrste preperevanja:
 - fizikalno (mehanično)
 - kemično
 - biološko
- **mehanično preperevanje** povzročajo temperaturne razlike
- vrhnje kamnine se krčijo in raztezajo – razpokajo
- v razpoke se ujame voda – zmrzne – poveča se volumen in pritisk – odlomi se del skale
- glina poveča svoj volumen, če se navlaži
- kristalizirana sol ima večji volumen kot njena raztopina
- **kemično preperevanje** povzroča voda
- **korozija** (raztapljanje apnenca) – nastanek kraškega reliefa, jerovica
- **luščenje** – molekule vode se vrinejo v kristalno strukturo magmatskih kamnin - v tropskem gozdu nastane debela rdeča prst (prisotnost Fe); razgaljena zgornja plast prsti se strdi - **laterit**
- kot koristni stranski produkti preperevanja nastanejo: glina (keramika), boksit, Fe ruda
- **biološko preperevanje** povzročajo rastline
- bakterije, alge in mahovi, ki živijo v prsti z dihanjem proizvajajo CO₂ – v stiku z vodo tvori kislino – razžira kamnine
- morski organizmi ob obali razjedajo apnenec
- mehansko delovanje korenin

Denudacija

- denudacija je ploskovno odnašanje prepereline (denudere = razgaliti)
- povzročajo jo padavine – kalna voda v rekah po nalivih
- povzroča jo lahko gravitacija:
 - premikanje grušča na gorskih pobočjih
 - povznenje prsti po pobočju (ukrivljena debla dreves)
 - počasno polzenje prepereline po nagnjenih zamrznjenih tleh v polarnem svetu (soliflukcija)
 - gorski podori, plazovi in usadi
- najbolj izpostavljena je prst – problem golih območij brez vegetacije z malo padavinami in občasnimi nalivi (stepa, prerija, kmetijska zemlja v monsunih)

Erozija

- erozija je omejeno hitro odnašanje prepereline oz. prsti
- erozijo delimo glede na dejavnik:
 - **rečna**
 - **veterna** (korozija)
 - **ledeniška**

- **morska** (abrazija)
- posebnost je **kemična erozija** (korozija)
- pogosto jo sproži intenzivno kmetijstvo – padavinska voda ali veter odnašata prst
- nastane **erozijsko žarišče** (badland); razbrazdana nerodovitna mesečeva pokrajina z žlebovi in golimi rebri (flišna pokrajina v na Primorskem)
- najbolj ogrožena območja na svetu:
 - območja puhlice (UA, RUS, Kitajska)
 - savanska in monsunska območja (Af, J Az)
 - kmetijska območja prerije (ZDA) – **konturno kmetovanje** (vodoravno oranje v gričevju)
- bolj ko je pobočje strmo večji so učinki gravitacije
- krušenje skalovja v visokogorju – **grušč** se nabira in nastane **melišče**; najpogostejša pod prepadnimi stenami; sprijet grušč imenujemo **breča**
- pri nenadnem premiku zemeljskih gmot nastanejo:
 - **usadi** (manjša gmota se premaknele za nekaj metrov)
 - **zemeljski plazovi** (daljši, hitrejši in masivnejši premik)
 - **skalni podori** (utruga se večja gmota skalovja in zdrvi v dolino)
- v 14. st je več zaporednih podorov pokopalo 17 vasi pod Dobračem (500 mrtvih) – posledica rušilnega potresa v Beljaku (20 000 mrtvih)
- posebej nevarni so podori za akumulacijska jezera (dolina Vaiont 1963 – 1200 mrtvih)
- za usade so najbolj nevarne mehke kamnine – debela plast prepereline je slabo sprijeta s podlago – ob večjih padavinah oprijem popusti (Haloze, Slov. gorice)
- zemeljski plazovi se običajno premikajo počasi, vendar so nevarni zaradi obsežnosti – zajezi reko, zasujejo prometnice, objekte (plazovi jalovine v rudarskih pokrajinah: Črni revir, Wales)
- zemeljski plazovi spremljajo poplave – pojavijo se z zamikom nekaj ur ali dni

Akumulacija

- kopičenje preperelinskega materiala imenujemo akumulacija
- nasproten pojav od erozije
- pojavi se, ko se zaradi manjšega padca zmanjšata nosilna moč vode in gravitacija (spodnji tokovi rek v ravninah)
- tako kot erozijo tudi akumulacijo povzročajo različni dejavniki: reka, veter, ledenik, morje

KAMNINSKA SESTAVA

- kamnine najlažje proučujemo v gorah, v ravninah so prekrite s debelo prstjo
- vrhnji del zem. skorje sestavljajo tri vrste kamnin:
 - magmatske kamnine

- sedimentne kamnine
- metamorfne kamnine
- osnovna gradbena enota kamnin je mineral (homogena snov)
- kamnine so sestavljene iz enega ali več različnih mineralov

magmatske kamnine

- nastale so iz ohlajene magme:
 - na površju (**predornine**)
 - pod zemljo (**globočnine**)
- globočnine pridejo na površje z orogenezo ali erozijo
- obsežna območja ki so zgrajena iz globočin so **ščiti** (Skandinavija, Afrika, Kanada)
- so najtrše kamnine, ker vsebujejo **kremen**
- najbolj razširjen je **granit** (granum = zrno); sestavljen iz več mineralov (kremen SiO_2 , glinenci, sljuda, ...) - uporaben v gradbeništvu (tlakovci, nagrobniki)
- v **Sloveniji** redke (pohorski **tonalit**)

sedimentne kamnine

- nastale so s kopičenjem in sprijemanjem usedlin (sedimentov) na kopnem ali v morju
- na kopnem se sprijemajo
 - rečne usedline (konglomerat, peščenjak, glinenec)
 - jezerske usedline (glinenec)
 - puščavski pesek (peščenjak)
 - grušč (breča)
- so **skladovite** (slojevite, plastovite)
- prvoten položaj skladov je vodoraven - endogene sile so lahko z gubanjem spremenile položaj skladov (nagnjeni, prevrnjeni)
- od položaja skladov je odvisna moč erozije
- med plastmi lahko najdemo **fosilna goriva**: premog in nafta - v preteklosti so se mednje ujeli organski ostanki in v anaerobnih pogojih zogleneli
- v **Sloveniji** sedimentne kamnine prevladujejo (apnenec, fliš, dolomit, lapor, glinenci, peščenjaki, konglomerat, ...)
- **karbonatne kamnine** CaCO_3 so najpogostejše - nastale so v glavnem v mezozoiku z usedanjem apnenčastih organizmov v morju Tetis
- nastala sta **dolomit** (v plitvinah) in **apnenec** (v globinah)
- zaradi stalnega grezanja morskega dna so se nabrale v debelini 1500 m
- **fliš** je nastal v času otoplitev med ledenimi dobami (terciar) - alpske ledeniške reke so nanesele v Jadransko morje pesek (plasti peščenjaka) in glino (plasti laporja - cement)
- nepropusten, reke ki tečejo po njem na stiku z apnencem ustvarjajo kraške jame, vinogradi: Istra, Go Brda, Vipavska dolina, Brkini
- v Sloveniji so **mehkejše sedimentne kamnine** - gričevja: Slov. gorice, Haloze, Goričko

metamorfne kamnine

- nastale so s spreminjanjem prvotnih kamnin v globinah pod vplivom visokega tlaka in temperature

- prvotna kamnina se je v bližini magme stalila in spet strdila
- so **kristalizirane** (kot magmatske) in **skladovite** (kot sedimentne)
- zaradi plastovitosti so manj odporne kot magmatske čeprav imajo enako kemično sestavo
- najpogostejši kamnini sta **gnajs** (preobraženi granit) in **marmor** (preobraženi apnenec)
- marmor je zrnat in snežno bel – največ v Italiji in Turčiji
- v **Sloveniji** sta gnajs in marmor prisotna na Pohorju, marmor zelo redek (rimski spomeniki v Šempetru)

GEOLOŠKI RAZVOJ ZEMLJE

Predkambrij

- 4,5 – 1 MLD let
- zemeljska skorja je šele nastajala z ohlajevanjem magme
- zametki celin zgrajeni iz magmatskih in metamorfnih kamnin
- iz tega obdobja so **ščiti**: kanadski, brazilski, sibirski, afriški, ...; najstarejši deli celin
- kjer so stari deli celin ugreznjeni so nastale **celinske plošče**: Ruska plošča, Severnoameriška plošča; zasute so s starimi rudonosnimi usedlinami
- pojavi se **življenje**

Paleozoik (stari zemeljski vek)

- 1 MLD – 200 MIO let
- **kaledonska** in **hercinska orogeneza** (Škotsko višavje, Norveško višavje, Rodopi, Apalači)
- **črni premog**

Mezozoik (srednji zemeljski vek)

- 200 MIO – 50 MIO let
- enotna celina **Pangea** je začela razpadati na posamezne celine
- v morju **Tetis** (med Evropo in Indijo) so se nabirali karbonatni sedimenti v debelini več 1000 m

Kenozoik (novi zemeljski vek)

- 50 MIO let – danes
- **terciar** (50 MIO – 2 MIO let)
- **alpidaska orogeneza** (Alpe, Dinarsko gorstvo, Pireneji, Himalaja, Andi, Skalno gorovje)
- gubanje se je končalo pred 10 MIO let, počasi se dviga še danes
- relief v Sloveniji je star nekaj MIO let; najprej so nastale nižine, ki jih je kasneje dvignilo v današnje **kraške planote** – na njih najdemo ostanke starih rečnih usedlin (V. planina, Kras, ...)

- **kvartar** (2 MIO let – danes)
- deli se na:
 - **pleistocen** (2 MIO – 10 000 let) - obdobje menjavanja ledenih in medledenih dob (najmanj 15), relief se dokončno izoblikuje, **pojav človeka**
 - **holocen** (10 000 let – danes) – ozračje se je ogrelo, T skoraj konstantna, otoplitev v zg. srednjem veku, ohladitev v novem veku - **mala ledena doba** (Triglavski ledenik je bil 3 x večji)