

GE GRAFIA

pre 1. ročník gymnázia so štvorročným štúdiom
a 5. ročník gymnázia s osemročným štúdiom

RNDr. Peter Likavský, PhD.

Mgr. Ľuboš Balažovič, PhD.

RNDr. Štefan Karolčík, PhD.

RNDr. Henrieta Mázorová, PhD.

RNDr. Norbert Polčák, PhD.

RNDr. Ivan Ružek, PhD.



OBSAH

Namiesto úvodu. Ako sa orientovať v učebnici	4
1 Geografia a zdroje jej poznávania	5
1.1 Vývoj geografie v historických obdobiach	5
1.2 Krajinná sféra	8
1.3 Vedné disciplíny geografie	10
2 Mapovanie Zeme	12
2.1 Diaľkový prieskum Zeme	12
2.2 História mapovania Zeme	14
2.3 Geografická poloha a čas na Zemi	16
2.4 Mapa a kartografia. Tvorba mapy	19
2.5 Digitálne mapovanie	24
3 Planéta zem	27
3.1 Vznik Zeme. Zem ako planéta slnečnej sústavy	27
3.2 Tvar Zeme. Pohyby Zeme a ich dôsledky	28
3.3 Mesiac a slapové javy	32
4 Atmosféra	38
4.1 Zloženie a vlastnosti atmosféry. Klimatotvorné činitele	38
4.2 Základné meteorologické prvky a ich priestorové rozloženie	41
4.3 Cirkulačné procesy v atmosfére	45
4.4 Klimatické pásma Zeme a ich charakteristika	49
4.5 Globálna zmena klímy	53
4.6 Meteorologické predpovede. Podnebie a počasie na malom území. Extrémne javy v atmosfére	58
5 Vodstvo – hydrosféra	64
5.1 Rozloženie vody na Zemi. Zákonitosti obehu vody	65
5.2 Svetový oceán. Vlastnosti a pohyby morskej vody	67
5.3 Vodstvo na pevnine (rieky, jazerá a umelé vodné nádrže, ľadovce, podpovrchová voda)	72
5.4 Vodstvo na malom území. Ochrana vodných zdrojov	79
6 Litosféra a georeliéf	83
6.1 Stavba Zeme a pohyb litosférických platní	83
6.2 Vnútorné procesy a ich prejavy na Zemi	86
6.3 Vonkajšie procesy a ich prejavy na Zemi	90
6.4 Extrémne javy v litosfére. Varovné systémy	97
7 Pedosféra a biosféra	102
7.1 Základné poznatky o pôde	102
7.2 Pôdne typy a zákonitosti rozšírenia pôd	105
7.3 Podmienky existencie organizmov na Zemi	108
7.4 Bioklimatické pásma a zóny	111
7.5 Zákonitosti rozmiestnenia organizmov na základe zmeny nadmorskej výšky	117
7.6 Dôsledky ľudskej aktivity na pôdy, rastlinstvo a živočíšstvo	120
Register významných pojmov	126
Zoznam použitých obrázkov	128

6 LITOSFÉRA A GEORELIÉF

Hory nie sú štadiónmi, kde realizujeme naše ambície, hory sú katedrály, v ktorých sa modlíme.
(A. Bukrejev, ruský a kazašský horolezec, 1958 – 1997)

Aj takýmto citátom možno začať kapitolu venovanú stavbe Zeme, vytváraniu zemského povrchu. Strmé, rozoklané horské hrebene nie sú jediným povrchovým celkom pevniny, ktorý môžeme obdivovať. Prírodné sily vytvorili aj hlboké doliny, rozsiahle nížiny, piesočné duny, bizarné skalné útvary. Takéto hry prírody si zaslúžia náš rešpekt, ale mali by podnecovať aj uvažovanie o rôznych činiteľoch, ktoré sa na ich výsledkoch podieľali.

6.1 STAVBA ZEME A POHYB LITOSFÉRICKÝCH PLATNÍ

Po oboznámení sa s úvodnou témou venovanou procesom v litosfére by ste mali vedieť:

- z ktorých častí sa skladá zemské teleso a ktoré prvky sú v ňom najviac zastúpené,
- prečo sa kontinenty pohybujú a aké to má dôsledky,
- ako vzniká a zaniká zemská kôra.

Zem je planétou s pevným povrchom, pod ktorým sú roztavené horniny. Jej vnútro tvoria tri časti. Najbližšie k stredu sa nachádza **zemské jadro**, ktoré je tvorené najmä železom a niklom. Tieto prvky sú v pevnom skupenstve napriek teplote takmer 9 000 °C, a to vďaka veľmi vysokému tlaku. Vzhľadom na takéto špecifické podmienky sa v rámci zemského jadra osobitne vyčleňuje tzv. vnútorné jadro. Od stredu Zeme vzdialenejšia časť jadra – tzv. vonkajšie jadro – je tekutá a obsahuje aj iné prvky, napríklad kyslík. **Zemský plášť** obklopujúci zemské jadro je tvorený prevažne kremičitanmi.

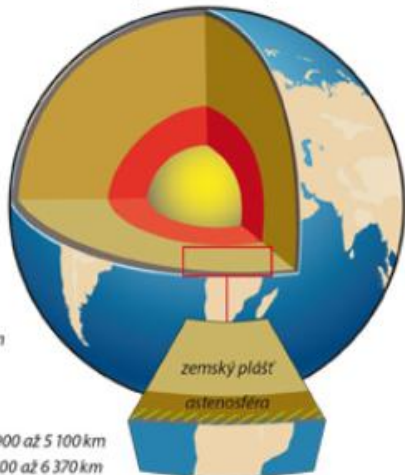
Vo vnútorných častiach Zeme prebieha **rádioaktívny rozpad prvkov** a uvoľňuje sa veľké množstvo **tepla**. Toto teplo spôsobuje tavenie hornín, ich pohyb a prúdenie. Významnú úlohu má aj mimoriadne silné **gravitačné pôsobenie** zemského jadra. Uvedené fyzikálne a chemické procesy tvoria základ **vnútorných (endogénnych) procesov**. Tie však pozorujeme bližšie k povrchu Zeme, konkrétne vo vrchnej časti zemského plášťa a v **zemskej kôre**, ktorá má z troch hlavných vrstiev zemského vnútra najmenšiu hrúbku. V stavbe zemskej kôry prevládajú podobne ako v zemskom plášti kremičitany.

Tabuľka 1: Zastúpenie chemických prvkov v zemskom telese s podielom väčším ako 1 %

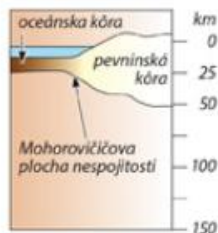
Prvok	Percentuálne zastúpenie
Železo	32,1
Kyslík	20,1
Kremík	15,1
Horčík	13,9
Síra	2,9
Nikel	1,8
Vápnik	1,5
Hliník	1,4

Vnútrotnú stavbu zemského telesa nemôžeme skúmať priamo. Chemické zloženie jednotlivých častí odvodzujeme od chemického zloženia meteoritov. To, že vnútro planéty nie je homogénne, ale vytvára vrstvy s odlišnými vlastnosťami, dokazuje šírenie zemetrasných vln.

Na základe obrázka a informácií v texte nakreslite výrez zemského vnútra v podobe tzv. rybieho oka, v ktorom zväčšíte časti na styku vrchného plášťa a zemskej kôry so zaznamenaním polohy a hrúbky vrchného plášťa, litosféry, astenosféry, oceánskej a pevninskej zemskej kôry. Keď to skúsíte urobiť sami, lepšie si uvedomíte, ktoré časti k sebe patria, čím sa uvedené vrstvy líšia a ako sa navzájom ovplyvňujú.



1 Rez zemským telesom



2 Oceánska a pevninská zemská kôra vo výreze zemského vnútra

Zemská kôra a vrchná časť zemského plášťa tvoria **litosféru**. Môže siahať do hĺbky 80 až 200 km, kde prechádza do prevažne plastickej **astenosféry**. Tú tvorí roztavená hmota vrchnej časti zemského plášťa. Litosféra nie je kompaktná. Tvoria ju **litosférické platne** (niekedy označované aj ako litosférické dosky), ktoré akoby plávali na astenosfére.

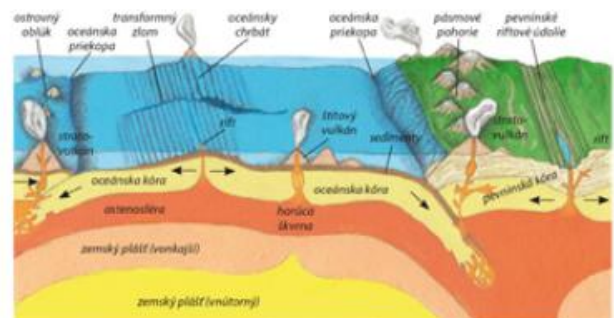
Stavba zemskej kôry je rozdielna na pevnine a v oceánoch. **Pevninská kôra** je staršia ako oceánska. Tvorí ju na povrchu vrstva usadených hornín, uprostred vrstva žulových hornín a najnižšie vrstva sopečných hornín (niekedy označovaná ako čadičová) a premenených hornín. **Oceánska kôra** sa skladá z vrstvy sedimentov, pod ktorou je vrstva sopečných hornín a vrstva premenených hornín. Hrúbka pevninskej kôry dosahuje priemerne 40 km, v Himalájach až 80 km. Oceánska kôra je tenšia ako pevninská (rozdiel v porovnaní s hrúbkou pevninskej kôry možno vidieť aj na výreze obrázka 2). Jej hrúbka dosahuje 5 až 15 km. Na miestach stretu pevninskej a oceánskej kôry sa môže vyskytovať prechodná kôra.

Zem v pohybe – pohyb litosférických platní

Už na konci 19. storočia si vedci všimli, že tvar niektorých kontinentov umožňuje ich vzájomné spojenie. Zistili aj, že sa na nich vyskytujú podobné horniny a rovnaké skameneliny. Na základe týchto poznatkov prišli k záveru, že v minulosti museli tvoriť jeden celok. Ako došlo k rozdeleniu a prečo sú v súčasnosti oddelené oceánmi, vysvetľuje všeobecne uznávaná **teória platňovej tektoniky**. Podľa nej je celý povrch Zeme rozdelený na **litosférické platne** rôznej veľkosti, ktoré sa navzájom pohybujú. Teória vysvetľuje procesy spojené s pohybom kontinentov a vznikom oceánskej zemskej kôry.

Jednotlivé kontinenty a dno oceánov sú súčasťou litosférických platní. Podľa súčasných poznatkov je pohyb litosférických platní spôsobený najmä **prúdením v astenosfére**. Vplyvom tepla uvoľňovaného zo zemského jadra a plášťa dochádza k stúpaniu prehriatej hmoty (je ľahšia) a klesaniu chladnejšej hmoty vo forme mohutných prúdov. Pohyb platní je voľným okom nepozorovateľný, najvyššia rýchlosť dosahuje posun iba niekoľko centimetrov za rok.

Pohyb platní je spravidla priamočiary, ale najmä menšie platne sa môžu pohybovať do oblúka. Vo všeobecnosti rozlišujeme tri základné typy pohybov platní, ktoré sa na zemskom povrchu prejavujú rôzne. Litosférické platne sa môžu vzájomne **vzdďaľovať**, **približovať** alebo **posúvať vedľa seba**. K veľkým litosférickým platňam patria Euroázijská, Severoamerická, Juhoamerická, Africká, Antarktická, Austrálska a Pacifická (Tichoceánska).

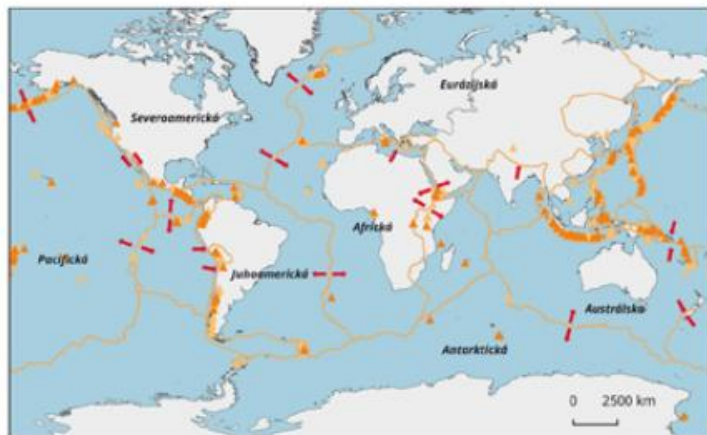


3 Druhy pohybov litosférických platní a ich prejavy na pevnine a v oceáne

Vzájomné **vzdďaľovanie** sa litosférických platní (divergentný pohyb) súvisí so vznikom novej oceánskej kôry na miestach oceánskeho alebo pevninského riftu. Intenzívnym vulkanizmom neustále vznikajú obrovské masy hornín, ktoré sa posúvajú v smere od oceánskeho chrbta.

Vzájomné **približovanie** sa litosférických platní (konvergentný pohyb) sa prejavuje odlišne podľa typu zemskej kôry. Ak sa približujú dve platne s pevninskou kôrou, výsledkom býva spravidla vyvrásnenie pohoria (napr. Himaláji) ako súčasť tektonických procesov. V prípade stretu oceánskej a pevninskej kôry sa oceánska kôra (je ľahšia) **podšúva** pod pevninskú (je ľahšia) a v hĺbke dochádza k jej taveniu a zániku. Tento proces je sprevádzaný silnou vulkanickou činnosťou a vznikom pásmových pohorí (napr. Andy) a ostrovných oblúkov.

Posúvanie platní popri sebe sa označuje ako **transformný pohyb**. Príkladom oblasti, v ktorej sa prejavuje, je Kalifornia. Tu dochádza k posúvaniu pozdĺž známeho zlomu San Andreas. Pri tomto pohybe vzniká v zemskej kôre silné napätie, ktoré sa pri náhlom uvoľnení prejavuje v podobe mnohých slabších aj potenciálne veľmi silných zemetrasení.

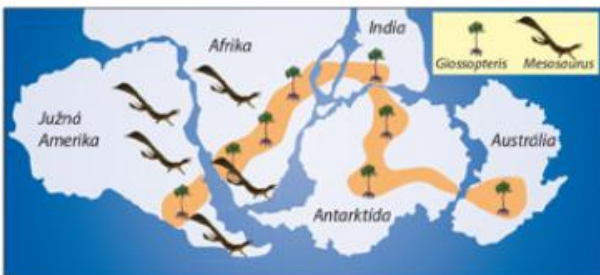


4 Pohyby litosférických platní a sopečná činnosť

- hranice litosférických platní
- smer pohybu
- kontinenty
- ▲ činné sopky
- ▲ aktivita po r. 2000
- ▲ aktivita medzi rokmi 1900 a 2000

1. Pomenujte niektoré z menších platní, ktoré nemajú na mapke uvedený názov. Uveďte príklady pohorí alebo ostrovov, ktoré vďaka za svoj vznik pohybu menších litosférických platní.
2. Nájdiť na obrázku jednotlivé typy vzájomných pohybov litosférických platní a určte, ktoré oblasti sveta sú najviac ohrozené katastrofickými prejavmi súvisiacimi s ich pohybom.

Alfred Wegener bol nemecký vedec, ktorý na základe štúdia skamenelín z obdobia druhohôr prišiel k záveru, že kontinenty museli v minulosti tvoriť jeden celok. Jeho teória o pohybe kontinentov však nebola v čase svojho vzniku približne pred 100 rokmi prijatá. Aj preto, že vtedy nenašiel dostatok argumentov na jej zdôvodnenie. Presvedčivé dôkazy umožnili všeobecné prijatie Wegenerovej teórie začiatkom 60. rokov minulého storočia.



5 Usporiadanie častí pevniny na Zemi v druhohorách

Uvažujte a pomocou príkladov okrajov kontinentov, prípadne niektorých ostrovov vysvetlite, aký vplyv mohli mať pohyby litosférických platní na vývoj organizmov.

Strmé zlomové svahy tvoria východnú hranicu Africkej litosférickej platne. Na dne priekopovej prepadliny sú viaceré jazerá, napríklad jazero Manyara. Jazerá majú vďaka prítomným sopečným horninám silne alkalickú vodu a vysokú koncentráciu uhlíkatu sodného.



6 Zlomové svahy pohorí na okraji Východoafrickej priekopovej prepadliny

Východoafrická priekopová prepadlina predstavuje obrovskú riftovú zónu, ktorá sa ťahne v dĺžke takmer 6400 km od Libanonu až po Mozambik. Vzniká asi pred 20 miliónmi rokov a predstavuje základ nového oceánu. Na výraznú zlomovú líniu sa viažu hlboké jazerá (Malawi, Tanganika, Viktóriino jazero, Genezaretské jazero) a tiež mohutné vulkány. K nim patrí aj masív Kilimandžára, ktorý vznikol v dôsledku vulkanizmu v riftovej zóne a v ktorom sa nachádza najvyšší vrch Afriky. Postupným rozširovaním zlomovej línie vzniklo Červené more oddeľujúce Arabský polostrov od Afriky.

Ktoré ďalšie geografické názvy sa používajú na pomenovanie najvyššieho vrchu Afriky? Zistite jeho nadmorskú výšku.

Zopakujte si a zhodnotte svoje vedomosti

1. Vyjadrite hodnoty hrúbky jednotlivých častí zemského vnútra percentuálne. Hrúbku zemskej kôry vyjadrite intervalom podľa toho, či ide o pevninskú alebo oceánsku zemskú kôru. (6370 km = 100%)
2. Podľa charakteristík litosférických dosiek, vlastností oceánskej a pevninskej litosféry a mapky na obr. 3 konkretizujte príklady (oblasti), v ktorých dochádza ku konvergentným pohybom, k divergentným pohybom alebo transformným pohybom litosférických dosiek.
3. Zistite na základe práce s atlasom konkrétne názvy častí oceánskeho dna, v ktorých sa nachádzajú najhlbšie miesta jednotlivých oceánov, a hĺbku, do ktorej siahajú.

6.2 VNÚTORNÉ PROCESY A ICH PREJAVY NA ZEMI

Po oboznámení sa s nasledujúcou témou by ste mali vedieť:

- ako vznikajú pohoria a prečo sú v niektorých oblastiach silné zemetrasenia a intenzívna sopečná činnosť,
- v čom sú napríklad žula a čadič podobné a v čom sa odlišujú,
- kam možno cestovať, ak chceme mať lepšiu predstavu o zemskom vnútri, a pritom vidieť jeho silu.

Členenie zemské kôry – stavebné jednotky pevniny a oceánskeho dna

Okraje litosférických dosiek predstavujú oblasti, ktoré sú geologicky aktívne a v ktorých sa viac alebo menej pravidelne vyskytujú procesy patriace k tektonickej činnosti, nastávajú zemetrasenia, objavujú sa prejavy sopečnej aktivity. Sú však aj oblasti, v ktorých síce nachádzame stopy dávno minulých aktivít v zemské kôre, ale už rôzne dlhý čas sú pokojné.

Najstabilnejšie časti pevninskej zemské kôry tvoria staré, predprvohorné štíty. Sú to geologicky pokojné jadrá pevnín (obr. 9), ktoré tvoria prevažne vyveté a metamorfované horniny s vekom dosahujúcim až niekoľko miliárd rokov. **Tabule** tvoria okrajové časti štítov a sú tvorené mladšími horninami, prevažne sedimentárnymi. Štíty a tabule sa niekedy označujú spoločným pomenovaním – **platformy**. Vykazujú len minimálnu, ale väčšinou takmer žiadnu aktivitu z hľadiska geologického vývoja. Najmladšie časti pevnín tvoria **orogénne zóny**, ktoré vznikli na miestach kolízie litosférických platní alebo okrajov platform. Vplyvom vzájomných pohybov platní dochádzalo v jednotlivých geologických obdobiach k vzniku rozsiahlych horských oblastí v podobe až niekoľko tisíc kilometrov dlhých **pásmových pohorí** (Alpy – Karpaty, Himaláje, Kordillery).

Najmladšie časti oceánskeho dna sa nachádzajú v riftových zónach, kde vplyvom výstupu roztavených hornín vrchného plášťa vznikajú nové časti zemské kôry. Nahromadené horniny vytvárajú **oceánske chrbty** – mohutné podmorské pohoria ťahnuce sa cez všetky oceány v dĺžke až 45 tisíc kilometrov. Najlepšie preskúmaný je Stredooatlantický chrbát prechádzajúci pozdĺž centrálnej časti Atlantického oceánu. **Oceánske priekopy** sú naopak miesta, v ktorých oceánska kôra zaniká. Oceánske chrbty v riftových zónach majú s oceánskymi priekopami spoločné to, že sa v nich z geologického hľadiska niečo deje. Preto sa označujú ako oceánske **mobilné zóny**. Najväčšiu plochu oceánskeho dna predstavujú oceánske platformy – **oceánske panvy**. Sú tvorené oceánskou kôrou pokrytou hrubou vrstvou sedimentov v hĺbke od 3 do 6 km pod hladinou oceánu. Okrajové časti oceánskych paniev sa síce nachádzajú pod morskou hladinou, ale tvoria ich pevninská kôra v podobe **pevninského šelfu** a **pevninského svahu**.

Vplyvom odstrediveho pohybu litosférických platní (téma 6.1) vznikajú pukliny. Na Islande, odkiaľ je obrázok 7, majú väčšinou severojužnú smer. Počas dešafročí sa puklina rozširuje a prehlbuje, nakoniec v jej miestach vzniká sopka.



7 Dolina v riftovej zóne na juhozápade Islandu (NP Thingvellir)



8 Turistický chodník prechádzajúci cez výraznú puklinu v riftovej zóne na Islande

Stredooatlantický chrbát svojím tvarom kopíruje tvar pobrežia oceánu medzi Amerikou, Európou a Afrikou. Podmorské pohorie je dlhé 11 300 km a vytvorilo sa v priebehu posledných približne 160 miliónov rokov. Nad hladinu oceánu súvislejšie vyčnievajú iba najvyššie vrcholy v jeho severnej časti v podobe ostrova Island. Ostrov vznikol na mieste, kde Stredooatlantický chrbát pretína tzv. *horúcu škvrnu*. Preto tu bola vulkanická činnosť veľmi intenzívna a nahromadením vulkanických hornín počas dlhého obdobia (milióny rokov) mohol vzniknúť ostrov.



9 Stavebné jednotky pevniny a dna oceánu

pevnina
 platformy (kratóny)
 štity
 tabule
 orogénne zóny
 prvohorné zóny
 druhohorné, tretihorné
 a aktívne zóny
 oceán
 hlavné oceánske chrbty

Zdroj: Tarbuck & Lutgens, 2011,
 NOAA, 2004, Ružek, 2017

Pracujte s atlasom, hľadajte súvislosti

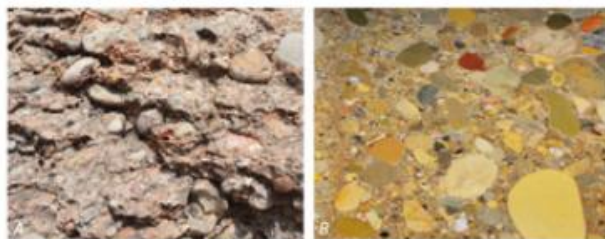
- Oceánska kôra je na rozdiel od pevninskej výrazne mladšia. Najstaršie časti oceánskej kôry majú vek okolo 200 miliónov rokov. Vysvetlite dôvody relatívne nízkeho veku oceánskej kôry na základe znalosti jej zloženia a častí, ktoré ju tvoria.
- Podľa geologickej mapy v školskom atlase vyhľadajte príklady pohorí, ktoré vznikli počas jednotlivých vrásnení. V čom vidíte rozdiely medzi nájdenými príkladmi pohorí?

Horniny – stavebné časti zemskej kôry

Zemská kôra je zložená z chemických prvkov. Iba niektoré z nich sa vyskytujú samostatne (napr. zlato a platina), väčšinou vytvárajú minerály (nerasty). Zo zhlukov minerálov vznikajú horniny a podľa spôsobu ich vzniku ich rozdeľujeme na **vyvreté** (magmatické), **usadené** (sedimentárne) a **premenené** (metamorfované).

Vyvreté horniny vznikajú kryštalizáciou chladnúcej magmy pod povrchom alebo na zemskom povrchu. Horniny stuhnuté v hĺbke (napr. žula, diorit, gabro) majú dobre kryštalizované, voľným okom viditeľné kryštály. Tento druh vyvretých hornín nazývame aj **hlbinné** alebo **magmatické**. Horniny stuhnuté na povrchu nie sú spravidla dobre vykryštalizované, sú kompaktné alebo so sklovitou štruktúrou (ryolit, andezit, čadič). Takto vzniknuté horniny sa nazývajú aj **výlevné** alebo **sopečné**.

Usadené (sedimentárne) **horniny** vznikajú usadzovaním rozrušených úlomkov hornín a ich opätovným stmelením (pieskovec, zlepenec). Môžu však vzniknúť aj hromadením odumretých zvyškov organizmov (vápenec).



10 Usadená hornina – zlepenec (A) a prierez zlepencom (B)

V geologickej histórii Zeme sa striedali obdobia, keď sa kontinenty spájali, s obdobiami, keď dochádzalo k ich rozdeľovaniu. Spájanie bolo spojené so vznikom nových pohorí v orogénnych zónach. Medzi najvýznamnejšie vrásnenia patrili assyntské v starohorách, kaledónske a hercynské v prvohorách a alpinské od konca druhohor až do štvrtohor.

Tabuľka 2: Percentuálne zastúpenie chemických prvkov v zemskej kôre s podielom väčším ako 2%

Prvok	Percentuálne zastúpenie
Kyslík	46,6
Kremík	27,7
Hliník	8,1
Železo	5,0
Vápnik	3,6
Sodík	2,8
Draslík	2,6

Porovnajcie zastúpenie chemických prvkov v tabuľkách 1 a 2 a vysvetlite rozdiely.

Zlepenec vznikol stmelením opracovaných valúnov – štrkov, na jeho priereze je možné pozorovať, že jednotlivé časti tvoria rôzne typy hornín.

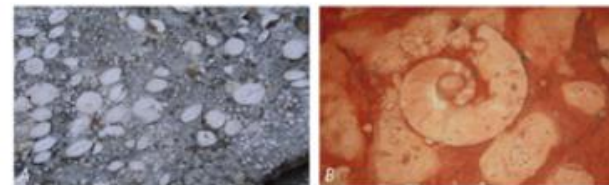


11 Amfibolit vznikol premenou z čadiča. Pod vplyvom vysokého tlaku a teploty sa vytvorila výrazná vrstvenatosť.



12 Kararský mramor sa ťaží už viac ako 2 tisícročia v okolí mesta Carrara v Taliansku v početných kameňolomoch

Premenené horniny vznikajú premenou vyvretých a usadených hornín vplyvom vysokého tlaku, teploty alebo prúdením horúcich roztokov. Počas premeny sa mení štruktúra a minerálne zloženie pôvodnej horniny. Typickým znakom väčšiny premenených hornín je bridličnatosť. To znamená, že stopy pôvodných hornín nie sú orientované ľubovoľne, ale jedným smerom. Najznámejšou premenenou horninou je **mramor**, ktorý vznikol premenou z vápenca. Príkladmi ďalších sú amfibolit (z čadiča), svor (z pieskovca) a mylonit, ktorý vznikol premenou zo žuly (granitu).



13 Numulitový vápenec obsahuje dobre zachované vápnité schránky numulitov (A). Používa sa ako dôležitý stavebný alebo dekoratívny kameň. Zachované schránky amonitov (druhohorných hlavonožcov) možno niekedy pozorovať aj v dlažbe vyrobenej z vápenca (B).

Prejavy vnútorných geologických procesov

Na základe procesov znázornených na obrázku 3 v téme 6.1 možno uviesť tri základné druhy vnútorných geologických procesov, ku ktorým dochádza hlavne na kontaktoch litosférických plátň. Sú to **sopečná činnosť, tektonické procesy a zemetrasenia**.

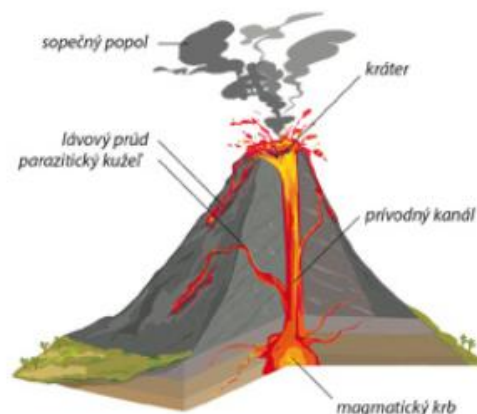
Sopečná činnosť

Geologické procesy súvisiace s výstupom magmy (roztavenej horniny) do zemskej kôry (magmatizmus) alebo na povrch v podobe lávy (vulkanizmus) sa prejavujú vznikom magmatických hornín.

Vznik vulkanických oblastí súvisí prevažne s podsúvaním oceánskej platne a jej klesaním do väčšej hĺbky. V hĺbke asi 100 km pri vysokej teplote a tlaku dochádza k taveniu hornín a ich obohateniu o ďalšie prvky. Takto vzniknutá hmota (magma) môže ostávať dlhý čas hlboko pod povrchom, prípadne ju ďalší prítok roztavených hornín tlačí ešte hlbšie, ale ak si nájde v horninách nad sebou pukliny, môže pozdĺž nich vystúpiť až na zemský povrch v podobe erupcie (výbuchu) a vzniku vulkánu – **sopky**. V závislosti od chemického zloženia magmy a obsahu plynov môžu vzniknúť rôzne typy sopiek. Najrozšírenejším typom sopiek sú **stratovulkány**, ktoré vznikli striedaním výlevov lávy a erupcií vulkanického popola. Stratovulkán je preto tvorený vrstvami stuhnutej lávy (kompaktná hornina) a vrstvami sopečného popola (zloženého z rôznych veľkých častíc a sopečných bômb). Najvýznamnejšie stratovulkány v Európe sú Etna a Vezuv, v Severnej Amerike Mount St. Helens. **Lávové sopky** produkujú iba lávu, ktorá vyteká z krátera v podobe dlhých lávových prúdov alebo rozsiahlych lávových pokrovov, preto sa tiež označujú ako štítové. Takéto sopky sú napríklad na Islande alebo na Havajských ostrovoch. Ak sa pri výbuchu tvorí iba sypký sopečný materiál rôznej veľkosti, vznikajú **nасыpané sopky**, napr. Fudži v Japonsku.



Na jar roku 2018 obnovila svoju činnosť sopka Kilauea na Havajských ostrovoch. Video pod QR kódom poukazuje na nebezpečenstvo, ktoré hrozí ľuďom v blízkych obývaných oblastiach. Pri dodržaní potrebných bezpečnostných opatrení je však možné skúmať prejavy sopečnej činnosti aj v bezprostrednom susedstve sopky.



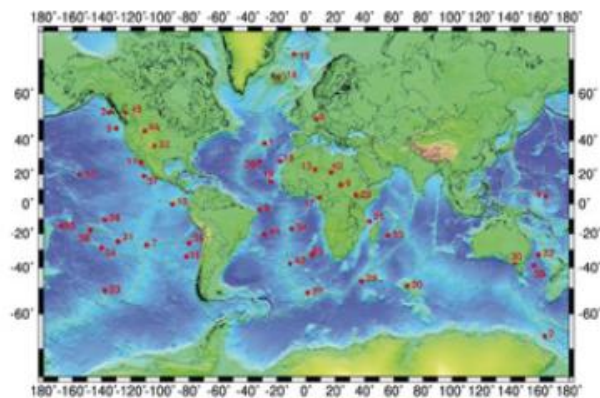
14 Prierez sopkou

Riešte úlohu, pracujte s informáciami

Nájdite v dostupných informačných zdrojoch materiály o veľkých sopečných výbuchoch v dávnejšej alebo aj nedávnej minulosti. Na základe zistených údajov charakterizujte príslušné sopky podľa ich chemického zloženia. (Úloha môže byť aj dlhodobejšia – projektová.)



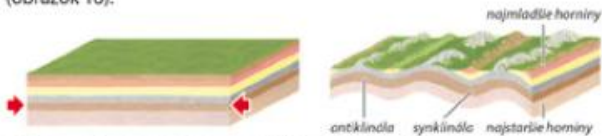
16 Kamenný vodopád Šomoška (A) a kamenný organ – Panská škála v ČR (B)



17 Horúce škvrny a ich rozloženie na Zemi

Tektonické procesy

Pohyby vo vrchných častiach litosféry sa prejavujú v podobe tektonických procesov. Vplyvom tlaku vyvolaného pohybom dochádza k deformáciám obrovských mas hornín. V plastických horninách vznikajú vrásky (obrázok 18).



18 V pevných, ale dostatočne pružných horninách vznikajú vrásky

Po zvrásnení sa pravidelné uloženie vrstiev hornín môže narušiť. Staršia vrstva, ktorá bola prekrytá mladšími, môže ostať odkrytá ako najvrchnejšia, mladšie vrstvy hornín sa môžu dostať nižšie (akoby pod ňu), prípadne môžu byť odnesené. Obrázok vpravo ukazuje aj ďalšie nepravidelnosti, napríklad zachovanie pohoria v zníženej časti vrásky (synklinále).



15 Vrcholová časť sopky Nevado de Tolima v Andách (Kolumbia). Sopka patrí medzi desiatky andských stratovulkánov, ktorých vulkanizmus súvisí s podšúvaním oceánskej platne Nazca pod Juhoamerickú. V súčasnosti je neaktívna.

Aj keď sa v súčasnosti v strednej Európe nenachádzajú činné vulkány, sopečnú činnosť spred niekoľkých miliónov rokov dokladajú zvyšky sopiek. Kamenný vodopád Šomoška (obr. 16 A) a kamenný organ – Panská škála v ČR (obr. 16 B) vznikli vďaka typickej stĺpovitej odlučnosti bazaltu.

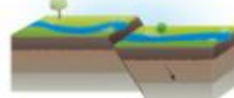
Intenzívna vulkanická činnosť nie je viazaná iba na hranice litosférických plátň, ale tiež na tzv. horúce škvrny (hot spots). Ich vznik pravdepodobne súvisí s vyšším tokom energie zo zemského plášťa. Na týchto miestach môže magma vo veľkých množstvách vystupovať na povrch a vznikajú štítové sopky. Poloha horúcej škvrny sa nemení. Vplyvom pohybu litosférickej platne nad horúcou škvrnou dochádza k zmenie miesta výstupu magmy na povrch. To sa prejavuje vznikom súostroví s vulkánmi s rôznym stupňom vývoja – od vyhynutých až po aktívne.

- Podľa mapy na obrázku 17 určte, ktoré súostrovia vznikli na horúcich škvrnách. Na základe polohy aktívnych a neaktívnych vulkánov sa pokúste odhadnúť smer pohybu príslušnej litosférickej platne.
- Horúce škvrny sa môžu prejavíť aj na pevnine. Zistíte v dostupných zdrojoch informácií, aké nebezpečenstvo môžu predstavovať pre človeka.



19 Zložené vrásky v prívohomých vápencoch na Barrandovskej skale v Prahe

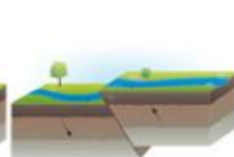
20 Tektonické procesy pozdĺž zlomov



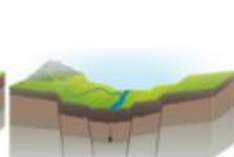
← extenzia →
A – pokles



B – prešmyk (horizontálny posun)



→ kompresia ←
C – zdvih



D – priekopová prepadlina



E – hrásť

Ak je tlak na menej plastické, a preto spravidla aj krehké horniny veľmi veľký, dochádza k narušeniu celistvosti hornín a vznikajú pukliny. Zlomy vznikajú na miestach, kde pozdĺž pukliny dochádza k posunu. Smer pohybu v rámci zlomu býva rôzny a nie vždy je jednoduché predvídať ho (obr. 20). Tektonické procesy sú dominantným činiteľom vzniku pohorí.

Zemetrasenia

Náhle uvoľnená nahromadená energia spôsobená pohybom pozdĺž zlomov sa prejavuje na zemskom povrchu ako zemetrasenia. Najčastejšie nastávajú **tektonické zemetrasenia**, ktorých vznik súvisí s tektonickými procesmi a ktoré sú sústredené na miestach kontaktu litosférických plátň. Menej zastúpené sú zemetrasenia súvisiace s vulkanickou činnosťou alebo zrútením podzemných krasových priestorov. V súčasnosti vznikajú (hoci zriedka) aj zemetrasenia podmienené ľudskou činnosťou, napr. výstavbou veľkých vodných nádrží či ťažbou nerastných surovín.

- Vyhľadajte na mape oblasti s najväčším výskytom zemetrasení. Aj pomocou mapy na obrázku 4 určte príčiny vzniku silných zemetrasení v jednotlivých oblastiach.
- Vyhľadajte v dostupných zdrojoch informácií údaje o zemetraseniach, ktorých vznik zapríčinili ľudské aktivity v krajine.

Zopakujte si a zhodnotte svoje vedomosti

- V ktorých z oblastí – Východoeurópska nížina, Nový Zéland, stredná Európa, východná Afrika, Filipíny, Amazonská nížina, Labradorský polostrov – možno predpokladať častý výskyt vážnych dôsledkov vnútorných geologických procesov? Pri riešení úlohy využite atlas, prípadne mapu na obrázku 3.
- Uvedte čo najviac príkladov magmatických, sopečných a usadených hornín.
- Zistite, kde najbližšie k miestu vašej školy sú vhodné podmienky na pozorovanie hornín v prírode (napríklad odkryvov v lomoch). Navrhnite, ako by sa dalo spojiť vyučovanie v škole s návštevou takého miesta.
- Zistite, či má múzeum vo vašom meste zriadenú expozíciu minerálov a hornín, prípadne kde najbližšie k miestu vašej školy je taká expozícia zriadená. Navrhnite, ako by sa dalo spojiť vyučovanie v škole s návštevou takého miesta.

6.3 VONKAJŠIE PROCESY A ICH PREJAVY NA ZEMI

Po oboznámení sa s touto témou by ste si mali uvedomiť:

- ako vonkajšie činitele dopĺňajú činnosť vnútorných pri formovaní povrchu Zeme,
- že zemský povrch je výsledkom kombinácie vplyvu rôznych činiteľov,
- ako do procesov pretvárania povrchu Zeme zasahuje človek.

Vnútorné procesy vytvárajú základnú podobu povrchu Zeme. Na vznik pohorí a nížin, náhorných plošín, kotlín a údolí riek či ľadovcových dolín by pôsobenie sopečnej činnosti, zemetrasení a tektonických procesov nestačilo. Významnú úlohu majú zákonite aj ďalšie činitele, ktoré podmieňujú pôsobenie **vonkajších procesov**. Tvary zemského povrchu, ktoré takto vzniknú, majú spoločné pomenovanie – **relief** alebo **georeliéf**. Tento pojem sa používa nielen na vyjadrenie tvarov povrchu pevniny, ale aj na označenie tvarov povrchu oceánskeho dna. Georeliéf považujeme za plochu, na ktorej dochádza k vzájomnému **protikladnému pôsobeniu** vnútorných a vonkajších procesov. Georeliéf súčasne významne ovplyvňuje ostatné zložky krajiny.

Proces **rozrušovania** hornín a tvarov zemského povrchu, ktorý je **výsledkom pôsobenia** rôznych **činiteľov**, všeobecne nazývame **zvetrávanie**. Ním sa vytvorené tvary znižujú, zrovnávajú. V oblastiach, v ktorých sa teplota vzduchu pohybuje okolo bodu mrazu (mení sa napríklad v priebehu dňa a noci), dochádza spravidla aj k zamŕznaniu a rozmŕznaniu vody v puklinách a dutinách hornín. Keďže voda v pevnom skupenstve zväčšuje svoj objem, dôsledkom takýchto zmien je po niekoľkonásobnom opakovaní najskôr rozrušenie hornín, neskôr ich rozpad. Tento druh zvetrávania – mrazové – je príkladom **mechanického** (fyzikálneho) zvetrávania. Rozdrobené časti hornín, ktoré takto vznikajú a môžu byť ďalej prepravované, sa nazývajú **zvetraliny**.

V podmienkach ekvatoriálneho a subekvatoriálneho pásma sa počas dlhšieho alebo kratšieho úseku roka prejavuje výrazný vplyv vysokej teploty a vlhkosti vzduchu. To ovplyvňuje aj proces zvetrávania. Voda zo zrážok doslova stiahne niektoré zlučidliny z vrchnej vrstvy pôdy a pôsobí nimi na horniny v podlaží. Ich rozrušovanie je preto označované ako **chemické zvetrávanie**. S čistým chemickým zvetrávaním sa stretávame len výnimočne. Oveľa častejšie sú **kombinácie** mechanického a chemického zvetrávania, v ktorých sa prejavuje vplyv aspoň dvoch činiteľov na vlastnosti hornín a tvary povrchu.

Rozmýšľajte, hľadajte čo najviac príkladov určitého javu

1. Uvedte čo najviac ďalších príkladov pôsobenia rôznych činiteľov, ktoré možno charakterizovať ako mechanické zvetrávanie.
2. Ktoré príklady kombinácie pôsobenia činiteľov mechanického a chemického zvetrávania poznáte? Nemal by byť problém uviesť ich, keďže nie sú zriedkavé ani u nás.

Špecifický druh zvetrávania majú na svedomí živé organizmy vrátane človeka. Rastliny a živočíchy majú značnú schopnosť rozrušovať horniny a pôsobiť na tvary zemského povrchu. Môže sa tak diať veľmi nenápadne – drobnou činnosťou živočíchov žijúcich v pôde, rastom koreňov prenikajúcich do skalných štrbín, rozpúšťaním hornín pomocou kyselín vylučovaných rastlinami. Tento druh zvetrávania – **biologické** – môže byť veľmi citlivý na zásahy ľudskou činnosťou.

Púšte sú špecifické oblasti, v ktorých sú procesy zvetrávania zvlášť viditeľné. Nedostatok rastlinstva spôsobuje, že horniny na povrchu ľahko podliehajú erózií. Prudké zmeny teploty počas dňa vytvárajú podmienky na rozpad odhalených skál na menšie časti. Eróziu môže pri zriedkavých, ale spravidla prudkých zrážkach spôsobiť aj voda, ale hlavným činiteľom zmien povrchu v púšťach je vietor. Skalné hrby alebo okná sú typickými príkladmi rušivej činnosti vetra, ktorý unáša drobné zrnká piesku a obrusuje nimi na pohľad kompaktné zhluky hornín o ich menej odolné časti. Naopak, na iných miestach môže prevládať ukladanie (akumulácia) zvetralín, čo ilustrujú napríklad **piesočné duny** (barchany). **Erózia a akumulácia** sú dva základné, pritom však protichodné javy, ktoré sú typické pre pôsobenie všetkých činiteľov vonkajších procesov formovania reliéfu. Pojem **formy** georeliéfu sa používa ako synonymum slovného spojenia tvary georeliéfu.

Rozmýšľajte, hľadajte čo najviac príkladov určitého javu

1. Uvažujte a hľadajte vo svojom okolí príklady pôsobenia erózie a akumulácie zvetralín. Takéto príklady môžete uviesť aj z iných oblastí Slovenska alebo zo zahraničia. Predpoklad, že aspoň niektoré vonkajšie činitele formovania reliéfu poznáte, azda nie je príliš odvážny.
2. Uvažujte o tvaroch zemského povrchu vo svojom okolí alebo na vám dobre známych miestach z hľadiska vonkajších činiteľov, ktoré na ne pôsobili. Ktorý mal pri ich vzniku hlavné slovo? Pôsobenie ktorých ďalších si pri pohľade na ne viete predstaviť?

Vonkajšie procesy súvisia najmä so **slnecnou energiou**, ktorá spúšťa procesy spojené so zmenami teploty počas dňa a noci aj počas roka. So zmenami teploty a tlaku vzduchu nastupuje pôsobenie vetra. Zmeny povrchu sa prejavujú aj v súvislosti so zrážkami. V oblastiach s veľkou nadmorskou výškou a v polárnych oblastiach pôsobí vplyvom nízkych teplôt a zrážok v podobe snehu ľadovec. Pôsobenie viacerých z uvedených činiteľov podporuje a urýchľuje **zemská gravitácia**. Nezanedbateľný je vplyv živých organizmov na zemský povrch a v posledných storočiach aj pôsobenie človeka.

■ Konkretizujte príklady pôsobenia živých organizmov a človeka na povrch pevniny a oceánov. Existujú aj ďalšie faktory, ktoré podmieňujú zmeny tvarov zemského povrchu? Dokázali by ste niektoré vymenovať?

Aj keď aj človek patrí k živým organizmom, špecifickosť jeho pôsobenia na prírodné procesy je natoľko výrazná, že vo vzťahu k zmenám zemského povrchu možno hovoriť o **antropogénnom zvetrávaní**. Ide väčšinou o súčasť širších dosahov ľudskej činnosti, napríklad odlesňovania, podpovrchovej ťažby, poľnohospodárskej činnosti, výstavby komunikácií, technických diel a pod.



21 Typické tvary púštného georeliéfu v púšti Rub al-Chál v Ománe



22 Riečne doliny majú v priereze tvar písmena V

Špecifickým druhom erózneho činnosti riek, spravidla na ich hornom toku, je **spätná erózia**. V podmienkach rôzne odolných hornín a pri prekonávaní väčších výškových rozdielov môže rieka erodovať aj proti smeru svojho toku. Dôsledkom takejto činnosti sú prahy a **vodopády** ako pozoruhodné a príťažlivé tvary georeliéfu.

■ Ktoré významné svetové a slovenské vodopády poznáte? Zistíte o nich základné informácie – napríklad lokalizáciu, výšku, počet (ak ide o sústavu vodopádov). Túto úlohu by ste mohli riešiť aj ako dlhodobú.



23 Vznik riečnych terás

Vznik **meandrov** (riečných zákrut) takisto súvisí so stratou značnej časti kinetickej energie na strednom toku riek. Jeden svoj breh rieka síce vymýva, ale na druhom súčasne začne ukladať unášaný materiál. Zvýrazňovanie týchto procesov vedie k postupnému zväčšovaniu polomeru riečnych zákrut, až nakoniec môže dôjsť k ich úplnému zaslepeniu – rieka si cez skrátené rameno (šiju meandra) prereže nový tok. Tzv. mŕtve ramená sú pre meandrujúce rieky typické.

Voda a jej vplyv na georeliéf

Vplyv vody na georeliéf možno v podmienkach našej krajiny vidieť najlepšie. Voda tečúca na povrchu najviac prispieva k erózií a prenosu zvetraných hornín.

Rieky majú na svojom hornom toku veľkú kinetickú energiu, to znamená, že sú schopné premiestňovať nielen jemný, ale aj rozmernejší materiál zo svojho dna alebo z brehov. Súčasne môžu pôsobiť tak, že vyhlbujú svoje korytá, a tým sa zarezávajú hlbšie do podlažia. Prevládá teda erózná činnosť, konkrétne **hlbková** aj **bočná** erózia. Najvýraznejším tvarom georeliéfu v dôsledku hlbkovej erózie je **riečna dolina**, známa ako dolina **tvaru V**.

Rieky na strednom a dolnom toku spravidla už neprekonávajú také výškové rozdiely a ich nižšia kinetická energia preto nedokáže premiestniť materiál väčších rozmerov. Materiál, ktorý rieka niesla, postupne ukladá a namiesto erózie začína prevládať akumulácia. Na rozdiel od veľkých balvanov dokáže rieka odniesť malé a jemné čiastočky aj na veľkú vzdialenosť. Významné svetové veľtoky ukladajú značnú časť unášaného materiálu buď vo svojom ústí, alebo až v moriach (oceánoch). Medzi akumulčné formy (tvary) georeliéfu ešte na toku riek patria **náplavové kužele** a **nivy**, v ústiach riek **delty** (obr. 26). Tie vznikajú vtedy, keď si rieka úplne zanesie pôvodné ústie naplaveným materiálom a jej pohybová energia je síce dostatočná na to, aby si ním prerezala nové ústie, ale príliš malá na to, aby to zvládla iba jedným jeho ramenom.

Rozmýšľajte, hľadajte súvislosti, buďte tvoriví

Máte predstavu o tom, ako vyzerajú formy georeliéfu spomenuté v predchádzajúcom texte? Pomôže vám ich nasledujúca charakteristika a obrázky, ale vašou úlohou zostane uviesť, ktoré z uvedených tvarov sú výlučne akumulčné a ktoré možno charakterizovať ako eróznou-akumulčné. Vymyslíte vlastnú definíciu eróznou-akumulčnej formy georeliéfu.

Rieka svojou bočnou eróziou a postupným uložením neseného materiálu pozdĺž svojho stredného a dolného toku vytvára **riečnu nivu**. Riečna niva je relatívne plochá forma pravidelne zaplavovaná počas vysokých stavov hladiny rieky. Na Slovensku ju má na svojom dolnom toku veľmi zreteľne vyvinutú Váh.

Proces ukladania materiálu na nive rieky nemusí byť trvalý. Vplyvom tektonických pohybov, zmien podnebia a podlažia môže dôjsť k zmenám v toku rieky, čo sa prejaví zvýšenou hlbkovou eróziou. Rieka tak môže mať po rôzne dlhom časovom období koryto podstatne nižšie, ako bolo pôvodne. Spravidla na jej oboch brehoch vzniknú **riečne terasy** ako pozostatok pôvodnej riečnej nivy. Takéto terasy vytvoril Dunaj priamo v Bratislave (ale asymetricky, iba na jednom brehu). V Košiciach má jedno zo sídlisk neoficiálny názov Terasa a je naozaj vybudované na terase rieky, ktorá Košicami preteká (podobne aj ďalšie sídliská v tomto meste).

■ Ako sa volá rieka pretekajúca Košicami? Zistíte na podrobných mapách Bratislavy a Košíc lokalizáciu terás v týchto mestách. Ak žijete priamo v nich, je to dobrý námet na terénny výskum, ktorý navyše môžete dokumentovať fotografiami alebo videom.



24 Meandre Kamenitého potoka

Na nezalesnených a málo spevnených svahoch si voda zo zrážok ľahko nájde v malých zárezoch terénu miesta na svoj povrchový odtok. Časom dochádza k ich prehĺbňovaniu a postupnej erózii svahov. Tento typ erózie sa nazýva **výmolvá** a svojou činnosťou (odlesňovaním, nesprávnym obrábaním pôdy alebo jej nevhodným využívaním) k nej môže prispieť aj človek. Fotografia na obrázku je z francúzskej časti Pyrenej, z cesty na Col du Tourmalet (známej z pretekov Tour de France).



25 Nedostatok rastlinstva uľahčuje prehĺbňovanie výmolvou



Na miestach, v ktorých rieka náhle zmení svoj spád, môžu vzniknúť **náplavové kužele**. Stáva sa to obvyčajne pri prechode toku rieky z pohoria do nížiny. V takom prípade sa uloží obvyčajne viac materiálu, ako by to bolo pri plynulom, postupnom prechode. Náplavové kužele pripomínajú svojim tvarom dané geometrické teleso. Keďže bývajú zdrojom kvalitnej podzemnej vody, nachádzajú sa na nich viaceré sídla (u nás napríklad na rozhraní Malých Karpát a Podunajskej, resp. Záhorskej nížiny).

Inú, takisto však akumulačnú formu georeliéfu predstavuje **delta**. Jej vznik je popísaný na s. 92.

26 Delta rieky Fraser na západe Kanady s ostrovmi z vytvoreného naplaveného materiálu

Špecifické tvary reliéfu vznikajú vo **vápencoch**, a to zásluhou kombinácie činnosti tečúcej a presakujúcej vody. Pozdĺž puklín sa zrážková voda dostáva do hĺbky a rozpúšťa okolitú horninu, v ktorej vytvára tzv. **krasové formy**. **Jaskyne** so svojimi útvarmi a podzemnými priestormi sú dobre známe, ale kras existuje aj v povrchových útvaroch – škrapoch, závrtoch (krasových jamách), tiesňavách alebo priepastiach.



27 Škrapy vznikajú postupným rozpúšťaním vápenca pozdĺž puklín



28 Tiesňava je veľmi úzka dolina so strmými svahmi, ktorá vzniká v odolných horninách – hĺbková erózia výrazne prevláda nad bočnou



29 Priepasť Macocha v Moravskom krase vznikla prepadnutím stropu jaskyne. Je hlboká 138 metrov a na jej dne vplyvom mikroklimatických podmienok rastú chladnomilné druhy rastlín.



30 Vo vnútri jaskyne sa vápenec z vody uvoľňuje a jeho postupným hromadením vzniká typická jaskynná výzdoba

Pracujte s informáciami, hľadajte súvislosti

- $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^-$ $\text{Ca}^{2+} + 2\text{HCO}_3^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Ktorá z uvedených chemických rovníc vyjadruje rozpúšťanie vápenca vo vode (napríklad zrážkovej), ktorá vznik krasových útvarov? Zdôvodnite priradenie, pre ktoré ste sa rozhodli.
- Zistite, koľko jaskýň je na Slovensku, ktoré z nich sú oficiálne sprístupnené a do ktorých sa možno dostať po dohode s ich správcom.
- Ktoré krasové oblasti v Európe alebo mimo nej poznáte alebo ste navštívili? Čím boli pre vás zaujímavé?

Vznik viacerých tvarov georeliéfu, hlavne na pobreží, podmienila morská voda. Pobrežie je špecifické v tom, že na formy georeliéfu nepôsobí iba samotná morská voda (sila morského príboja), ale aj ďalšie činitele. Dynamika zmien tvarov na pobreží je preto veľmi výrazná.

Útesy a pláže sú najznámejšie formy georeliéfu morského pobrežia. V špecifických podmienkach môžu vznikaf (ale aj zanikať) **kosy** – úzke, väčšinou piesočnaté výbežky pevniny do mora (obr. 32). Pokiaľ sa takýto výbežok pripája k pevnine v podobe zúženého hrdla, táto časť sa nazýva **tombolo** (z taliančiny vankúš). Rovnako špecifické sú tvary pobrežia, ktoré vznikli činnosťou morských živočíchov – **koráľové ostrovy** (obr. 39) a **lagúny**.

1. Ktoré činitele okrem samotnej morskej vody pôsobia na tvary pobrežia?
2. Ktoré zo spomenutých foriem georeliéfu vznikli vďaka odnosom materiálu (eróziou), ktoré jeho hromadením (akumuláciou)?
3. V čom spočíva rozdiel medzi tvarmi na obrázkoch 31 a 32?



31 Strunjansky klif na pobreží Slovinska



32 Piesočnatá pláž na Helskej kose na pobreží Baltského mora v Poľsku

Pôsobenie ľadovca na georeliéf

Boli ste už na ľadovci aj mimo lyžovania? Porozprávajte o svojich zážitkoch a skúsenostiach. Aký výstroj potrebujete, aby ste sa na ňom mohli bezpečne pohybovať? Prečo treba ísť na ľadovec zavčas ráno? Čím môže byť ľadovec nebezpečný? Všimli ste si zmeny na ľadovci v prípade svojich opakovaných návštev na tom istom mieste? Charakterizujte ich.

Ľadovce sú veľmi dynamickým prvkom v krajine, ktorú pretvárajú. Vznikajú nahromadením snehu nad hranicou snežnej čiary, jeho postupnou premenou (zmeny teploty, tlak nahromadenej masy snehu) na kompaktný ľad. Sila, ktorou niekoľko sto metrov až niekoľko kilometrov hrubé ľadovce na zemský povrch pôsobia, je enormná. Vplyvom gravitácie sa ľadovce pomaly posúvajú a vytvárajú široké doliny – **trógy**. Po ústupe ľadovca (dočasnom alebo trvalom) ostávajú po ňom formy v podobe **dolín tvaru písmena U**. Ľadovec nesie veľké množstvo rôznych veľkých skál, ktoré ukladá na jeho čele a bokoch v podobe **morény**. V závere (v hornej časti) doliny, v ktorej dochádza k vzniku ľadovca, sú **kary** – malé kotliny spravidla kruhového tvaru. Po prípadnom ústupe ľadovca môžu vo vzniknutej priehlbine vzniknúť ľadovcové jazerá – plesa.

Na obrázkoch možno vidieť niektoré z tvarov spomenutých v texte. Veľmi široká ľadovcová dolina na obrázku 33 je už čiastočne zanesená ďalším materiálom, a tak dominujú mohutné úsypkové kužele (niekedy sa označujú ako sutoviská).

Materiál z čela ľadovca, ktorý vidieť na obrázku 34, sa jasne líši od svojho okolia. Ľadovec, ktorý ho sem privlekol, následne ustúpil. Ak sa z nejakého dôvodu ďalší posun materiálu znemožní, môže jeho čelo zahradíť časť ľadovca. Takýto proces viedol aj k vzniku nášho najznámejšieho ľadovcového jazera – Štrbského plesa.



33 Dolomity, neďaleko Cortiny d'Ampezzo



34 Grajské Alpy, NP Gran Paradiso v severozápadnom Taliansku

Ľadovcový pôvod majú aj **fjordy** – morské zálivy pôvodne vyplnené ľadom ako dôsledok súvislého zaľadnenia daného územia. Niektoré z nich majú dĺžku desiatok, ba dokonca stoviek kilometrov. Väčšina fjordov má široké dno ako klasická dolina tvaru U, ale úbočia okolitých vrchov môžu byť značne strmé.

Zistite, kde na Zemi sa okrem Nórska nachádzajú fjordy a ktoré z nich dosahujú najväčšiu dĺžku.

Tvory georeliéfu ako dôkazy pôsobenia ľadovcov existujú najmä v oblastiach, odkiaľ ľadovec dočasne alebo trvale ustúpil. Čiastočne sa to týka aj niektorých častí nášho územia.



35 Hardangerfjord patrí k najdlhším fjordom v Nórsku. Leží na juhozápade krajiny.

Vietor a jeho pôsobenie na georeliéf

Vplyv vetra na formovanie georeliéfu bol charakterizovaný už v úvode tejto témy na príkladoch jeho pôsobenia v púšťach. Rušivá a tvorivá činnosť sa prejavuje aj v iných oblastiach s nedostatkom rastlinstva a málo spevnenou pôdou. Dôsledkom sú tvary ako napríklad **skalné hríby** alebo **skalné okná**. Ich vznik je podmienený aj rozdielnou odolnosťou hornín a pôsobením ďalších činiteľov, napríklad vody.

Gravitácia a jej pôsobenie na georeliéf

Gravitačná sila predstavuje jednu zo základných podmienok pôsobenia vonkajších činiteľov. Prejavuje sa už pri zvetrávaní a následne aj pri usadzovaní hornín. Gravitácia však funguje aj ako špecifický činiteľ vzniku niektorých tvarov georeliéfu. Patria k nim napríklad úspiskové kužele, kamenné moria, **zosuvy** a **bahenné prúdy**. Vo všetkých z uvedených príkladov možno vidieť aj vplyvy ďalších činiteľov.



37 Materiál v úspiskovom kuželi je triedený podľa veľkosti – najväčšie balvany sú v dolnej časti (majú najviac kinetickej ľahého vrcholu – materiál je čiastočne trie-energie), najmenšie v hornej časti kužela
38 Kamenné more vo Vyhniach vzniklo nahromadením skál zrútených z príľah- sô v dolnej časti (majú najviac kinetickej ľahého vrcholu – materiál je čiastočne trie-energie), najmenšie v hornej časti kužela

Rozmýšľajte, hľadajte súvislosti

Na základe svojich doterajších vedomostí, ako aj informácií z médií uvedte ďalšie činitele, ktoré vplyvujú popri gravitácii na vznik:

- lavín,
- zosuvov,
- bahenných prúdov.

Pôsobenie biogénnych faktorov a človeka na georeliéf

Medzi biogénnymi činiteľmi formovania georeliéfu sa tradične uvádzajú drobné morské živočíchky – koralové útesy. Vyskytujú sa iba v teplých moriach približne medzi obratníkmi. Koralové útesy sú veľmi citlivé na akékoľvek znečistenie a v mnohých častiach svetového oceána dochádza k ich odumieraniu. Dlhodobé hromadenie schránok koralov vytvára koralové útesy, ktoré sa môžu vyformovať do podoby **koralového ostrova**. V jeho strede ostáva spravidla zvyšok mora v podobe lagúny – zálivu s veľmi úzkym hrdlom.

Z odumretých zvyškov rastlinných a živočíšnych tel môžu v špecifických podmienkach vzniknúť **rašeliniská**. Nejde doslova o formu georeliéfu, ale ich vznik je veľmi zaujímavý. Potrebná je dostatočná vlhkosť zabezpečená obyčajne plytko umiestnenou hladinou podzemnej vody, ktorá navyše nemá k dispozícii žiadny alebo takmer žiadny odtok. V takýchto podmienkach je sťažená aj výmena vzduchu medzi vonkajším prostredím a hmotou, ktorá sa vytvára vo väčšej hĺbke – rašelinou.

1. Rašeliniská môžu byť aj nebezpečné, o čom sa presvedčili hrdinovia poviedky Pes baskervillský. Kto napísal uvedenú poviedku a o čom bola? Vysvetlite, prečo sú rašeliniská nebezpečné.
2. Ako sa volajú chemické a biochemické procesy, ktoré prebiehajú bez prístupu vzduchu? Prebiehajú takéto procesy aj v organizme človeka?



36 Duny na morskom pobreží sú zarastené borovicami. Za rastlinami sa vplyvom zmeny rýchlosti vetra hromadí závepíesku. Niekedy sa lesy v blízkosti pobrežia vysádzajú aj preto, aby zabráňovali postupu piesku ďalej do vnútrozemia.



39 Typické tvary jedného z mnohých koralových ostrovov v súostroví Maldív, ktoré patrí k oblastiam najmenej vyčnievajúcim z oceánu. Vzhľadom na ochrozenie koralov ho zrejme čaká úplné zmiznutie pod hladinou.

Známe príklady hald z územia Slovenska sa nachádzajú pri Žiari nad Hronom, Sereďi alebo na Spiši pri Rudňanoch. Možno ich však vidieť aj na Ostravsku, v Podkrusňohorí, v Porúří, v Hornom Sliezsku a na mnohých ďalších miestach.

Popri narušení krajiny z estetického hľadiska sú antropogénne tvary georeliéfu často aj environmentálnym rizikom. Látky využívané pri ťažbe, úprave a spracovaní nerastných surovín nemusia vždy pôsobiť na ďalšie zložky prírodného prostredia priamo, ale ich neblahý účinok na živé organizmy a dokonca aj na človeka sa môže prejavovať po mnohých rokoch. Ťažobná činnosť pod povrchom môže narušiť stabilitu reliéfu, dôsledkom čoho sa môže časť terénu prepadnúť alebo môžu vzniknúť dokonca malé zemetrasenia.

Pracujte s informáciami, využite atlas

1. Zistíte, pozostatkom spracovania čoho sú haldy pri Žiari nad Hronom a Sereďi a či sa tieto druhy priemyselnej výroby využívajú aj v súčasnosti.
2. Rudy ktorých nerastných surovín sa ťažili v blízkosti Rudňan, prípadne ďalších miest na Spiši? Je táto ťažba stále aktuálna?
3. Kde nájdete regióny Ostravska, Podkrusňohoria, Horného Sliezka a Porúria? Ktoré nerastné suroviny sa tam ťažili, resp. ťažia?

Typy reliéfu a geomorfologické podmienky

Rôznorodá činnosť vnútorných aj vonkajších činiteľov zapríčinila v mnohých častiach Zeme vznik veľmi pestrých tvarov georeliéfu, ktoré často menia tvárnosť krajiny aj na veľmi malom území. Slovensko je typickým, hoci zďaleka nie jediným príkladom takýchto zmien.

Na základe toho, aký je rozdiel v nadmorskej výške na určitom ohraničenom, spravidla malom území, rozlišujeme tzv. **morfografické typy reliéfu**. Patria k nim **roviny** (rozdiel nepresahuje 30 m nadmorskej výšky), **pahorkatiny** (31 – 100 m), **vrchoviny** (101 – 310 m), **hornatiny** (311 – 640 m) a **velhornatiny** (rozdiel nadmorskej výšky na malom území presahuje 640 m). Ich názvy sa v niektorých typických prípadoch premietli do názvov povrchových celkov, napríklad Podunajská rovina (časť Podunajskej nížiny), Trnavská pahorkatina, Česko-moravská vrchovina, Laborecká vrchovina a pod. Pojmy nížina a vysočina charakterizujú reliéf na základe nadmorskej výšky daného územia a jeho rozloha je spravidla oveľa väčšia.

Zemský povrch má veľmi špecifické a rôznorodé vlastnosti. V niektorých častiach Zeme ovplyvňuje jeho vývoj iba jeden hlavný činiteľ a ďalšie, ak vôbec, majú okrajovú úlohu. Väčšinou sa však pôsobenie **činiteľov a podmienok zmien georeliéfu** rôznym spôsobom kombinuje.

Na výsledný ráz georeliéfu majú významný vplyv vlastnosti hornín. Tie spravidla nie sú rovnako odolné proti zvetrávaniu. Odolnejšie horniny obyčajne tvoria výrazné vystupujúce formy, menej odolné nájdeme na dne doliny. Na odolnosť hornín vplyvujú aj ostatné činitele, napríklad granit (žula) je v našich podmienkach veľmi odolnou horninou, v ekvatoriálnom a subekvatoriálnom pásme ľahko podlieha zvetrávaniu.



40 V reliéfe Nízkych Tatier sa vyskytujú prvky hornatin aj velhornatin

Zistíte na niektorej z podrobnejších máp Slovenska, či rozdiel medzi najvyšším a najnižším bodom Podunajskej roviny skutočne zodpovedá definícii roviny. Tá istá úloha sa týka aj ďalších povrchových celkov s typom reliéfu vo svojom názve, napríklad Žitavskej pahorkatiny, Cerovej vrchoviny alebo Ondavskej vrchoviny. Ak ste zistili nejaké rozpory, mali by ste sa pokúsiť vysvetliť ich.



41 Bradlá tvorené prevažne odolnými, tvrdšími vápencami vystupujú z okolitých mäkkých flišových hornín (ľlovec a pieskovce) v podobe výrazných vrcholov



42 Rozdielna odolnosť hornín podmienila aj vznik skalných hríbov – horná spevnená vrstva chráni menej odolný pieskovec pred pôsobením vody a vetra

Rozmýšľajte, hľadajte súvislosti

Čím možno vysvetliť rôzne nepravidelnosti v usporiadaní tvarov georeliéfu? Uvažujte o činiteľoch, ktoré na ne môžu pôsobiť, ale aj o základe, ktorý už bol vytvorený vnútornými procesmi. A čo časový faktor? Na základe toho sformulujte hlavné geomorfologické podmienky, ktoré spolu s činiteľmi ovplyvňujú vývoj a podobu tvarov georeliéfu.

Zopakujte si a zhodnoťte svoje vedomosti

- Pri každom z nasledujúcich tvarov georeliéfu určte, ktorý činiteľ pôsobil na jeho vznik. Ak sa domnievate, že nešlo o pôsobenie iba jedného činiteľa, konkretizujte aj ďalšie.

a) barchan	d) moréna	g) pláž	j) úsypiskový kužeľ
b) delta	e) náplavový kužeľ	h) terasa	k) vodopád
c) lom	f) násyp	i) tiesňava	l) závt
- Odhadnite, prípadne presnejšie zistite, aký bol vývoj tvarov povrchu v regióne, v ktorom žijete. Ktoré činitele sa na ňom podieľali vo významnej miere? Ktorý región Slovenska najbližší vášmu má podľa vás odlišný vývoj z hľadiska pôsobenia vnútorných alebo vonkajších činiteľov?
- Podľa mapky na obr. 19 v téme 2.4 určte, ktoré časti zobrazeného terénu sú vyvýšené, ktoré naopak znížené. Ako by ste presnejšie pomenovali dané tvary? Odhadnite, aký charakter má reliéf na danom území – či je napríklad vhodný na pokojnú prechádzku alebo turistický výlet pre športovo zdatných ľudí.
- Odhadnite, ktorý z vonkajších činiteľov má hlavnú úlohu (najväčší vplyv) vo vytváraní georeliéfu:

a) v Kodillierách na Aljaške	d) na juhovýchodnom pobreží Veľkej Británie
b) na Arabskom polostrove	e) v blízkosti východného pobrežia Austrálie
c) v Konžskej panve	

6.4 EXTRÉMNE JAVY V LITOSFÉRE. VAROVNÉ SYSTÉMY

Po oboznámení sa s touto témou by ste mali poznať:

- významné prírodné katastrofy spôsobené procesmi vo vnútri Zeme,
- ohrozenia človeka a jeho aktivít prejavmi procesov v litosfére,
- možnosti zníženia rizík spojených s vnútornými procesmi v litosfére, ako aj s vonkajšími činiteľmi formovania povrchu Zeme.

Vnútorné geologické procesy, vlastnosti geologického podlažia, ako aj časť procesov vyvolaných vonkajšími činiteľmi georeliéfu významne ovplyvňujú človeka a jeho aktivity v krajine. Niektoré z uvedených procesov a podmienok môžu mať až katastrofické dôsledky. Týka sa to hlavne tých z nich, ktoré postihujú veľké územia a majú vysokú intenzitu. Aj keď sa môže na prvý pohľad zdať, že v strednej Európe je riziko minimálne, nie je možné ho podceňovať.

Globálne sa medzi významné ohrozenia zaraďujú zemetrasenia, sopečné výbuchy, vlny cunami a zosuvy, skryté riziko predstavujú zatiaľ málo známe účinky radónu.

Zemetrasenia

Územie Slovenska je z pohľadu seizmického ohrozenia pomerne pokojnou krajinou. Zemetrasenia sa vyskytli, resp. vyskytujú iba v niekoľkých oblastiach.

Zemetrasenia na území Slovenska sú výsledkom doznievajúcej tektonickej aktivity z obdobia mladších treťohôr (neogénu). Geologické procesy majú však dlhšiu zotrvačnosť, resp. trvanie (spravidla milióny rokov), než aká sa bežne používa v ľudskej komunikácii. Je preto reálne očakávať, že oblasti, ktoré boli seizmicky aktívne v minulosti, môžu byť ničivým zemetrasením postihnuté opätovne.

Seizmicky najaktívnejšou oblasťou na Slovensku je oblasť Dobrej Vody v Malých Karpatoch, kde bolo v roku 1906 zaznamenané aj jedno z najväčších zemetrasení na našom území. Ďalšou oblasťou je okolie Komárna, odkiaľ je zdokumentované najničivejšie zemetrasenie. Odohralo sa v roku 1763 a malo za následok obeť na ľudských životoch a značné materiálne škody. Zahynulo 63 ľudí a viac než sto bolo zranených. Zničených bolo sedem kostolov a 279 domov, poškodené boli budovy až v Budapešti.

Charakteristika často používaných pojmov

Hypocentrum je miesto pod zemským povrchom, kde nastalo hlavné uvoľnenie energie a generovanie seizmických vln.

Epicentrum zemetrasenia predstavuje kolmý priemet miesta hypocentra na povrch Zeme.

Seizmické ohrozenie (hazard) vyjadruje pravdepodobnosť výskytu seizmickej udalosti určitej úrovne počas daného časového intervalu v určitej lokalite.

Seizmické riziko predstavuje pravdepodobnosť vzniku škody pri seizmickom ohrození.

Seizmická znamená pravdepodobnosť výskytu zemetrasenia s určitou magnitúdou v určitom čase v určitej zóne.

Pracujte s informáciami, hľadajte súvislosti

- Vyhľadajte informácie o najväčších zemetraseniach v strednej Európe. Akú dosiahli intenzitu a aké škody spôsobili?
- V roku 2016 postihli oblasť stredného Talianska silné zemetrasenia, ktoré úplne zničili alebo vážne poškodili mestá a dediny v regióne. Následkom zemetrasenia zahynuli desiatky obyvateľov. Pre Taliansko však silné zemetrasenia nie sú ničím výnimočným. Vyhľadajte informácie o ničivých zemetraseniach, ktoré zasiahli Taliansko v 20. a 21. storočí. Vysvetlite príčiny vzniku ničivých zemetrasení v tejto časti Európy. Ktorý ďalší prejav vnútorných procesov v litosfére sa prejavil na území Talianska v minulosti a pretrval aj do súčasnosti a ktoré regióny najviac ohrozuje?

V prípade tektonických zemetrasení (téma 6.2) sa uvoľnenie energie začína obyčajne v jednom bode, odkiaľ sa rýchlo šíri (rádovo sekundy) pozdĺž zlomovej plochy. Dĺžka trvania zemetrasenia a jeho veľkosť, resp. intenzita, je priamo úmerná dĺžke zlomovej plochy.

Vlnenie sa šíri od hypocentra, resp. epicentra na všetky strany. Ak sa v správach konštatuje, že epicentrum zemetrasenia bolo v určitej hĺbke, myslí sa tým buď hĺbka pod hladinou oceána, alebo by mal byť použitý pojem hypocentrum. Podľa hĺbky hypocentra rozlišujeme plytké zemetrasenia (do 70 km), ktoré predstavujú až 85 % registrovaných zemetrasení, stredne hlboké (do 350 km) a hlboké (viac ako 350 km).

Ako meriame a hodnotíme zemetrasenia?

Intenzitu zemetrasenia meriame seizmometrom. Ak je seizmometer vybavený záznamovým zariadením, nazývame ho **seizmograf**. Počas zemetrasenia zaznamenáva jednotlivé kmity a vytvára seizmogram.

Veľkosť alebo **intenzita zemetrasenia** sa posudzuje alebo meria dvomi základnými spôsobmi. Prvý a v minulosti najpoužívanejší vyjadruje hodnotenie škôd, ktoré zemetrasenie spôsobilo, pričom je posudzovaná jeho intenzita (I). Vyjadruje sa pomocou makroseizmických účinkov, ktoré sa prejavujú na zemskom povrchu, napr. mierou poškodenia stavieb. Zvyčajne sa označuje rímskymi číslicami v poradí od I. do XII., pričom väčšie číslo znamená aj väčšiu intenzitu. Stanovenie intenzity zemetrasenia je často ovplyvnené subjektívnym posúdením prejavov, ako aj rôznou odolnosťou stavieb a rôznym geologickým prostredím.

Druhý spôsob merania sily (energie) zemetrasenia je **magnitúda** (M). Výpočet magnitúdy zemetrasenia sa odvodzuje z najväčšej amplitúdy seizmickej vlny registrovanej seizmografom a upravuje sa podľa vzdialenosti hypocentra a konkrétnych geologických podmienok. Magnitúdu po prvý raz zaviedli do praxe seizmológovia Charles Francis Richter (1900 – 1985) a Beno Gutenberg (1889 – 1960) pre oblasť Kalifornie. Práve podľa Richtera sa magnitúda často nesprávne označuje ako Richterova stupnica zemetrasenia. Magnitúda je teoreticky bezrozmernou veličinou. Jej veľkosť, hlavne pri hodnotách vyšších ako 7, často závisí od konkrétnych geologických podmienok v danom regióne.

Námet na pokus

Názorne je možno proces vzniku zemetrasenia vysvetliť na kocke rôsolu, ktorú rozrežeme na dve časti, čím vlastne vytvoríme zlom. Ak budeme tieto dve časti posúvať napríklad vedľa seba pozdĺž vytvoreného rezu – zlomu, nejaký čas sa nič neudeje, pretože napätie sa bude postupne hromadiť. Po chvíli však dôjde na zlome k pohybu a rôsol oboch kociek sa zatrasie – vzniklo zemetrasenie.

Výskyt zemetrasení v globálnej, ako aj regionálnej mierke je nepravidelný. Je to spôsobené nerovnomerným výskytom tektonicky aktívnych zlomových rozhraní. Takmer 80 % zemetrasení sa vyskytuje v cirkumpacifickom pásme – Ohnivom kruhu. Pravdepodobne najznámejšou krajinou pravidelne postihovanou zemetraseniami je Japonsko, ktoré leží práve nad spomenutou aktívnou oblasťou, resp. pásmom vzájomného kontaktu pacifickej, filipínskej a euroázijskej litosférickej platne. Na druhej strane podstatná časť územia severnej Európy je takmer bez výskytu zemetrasení.

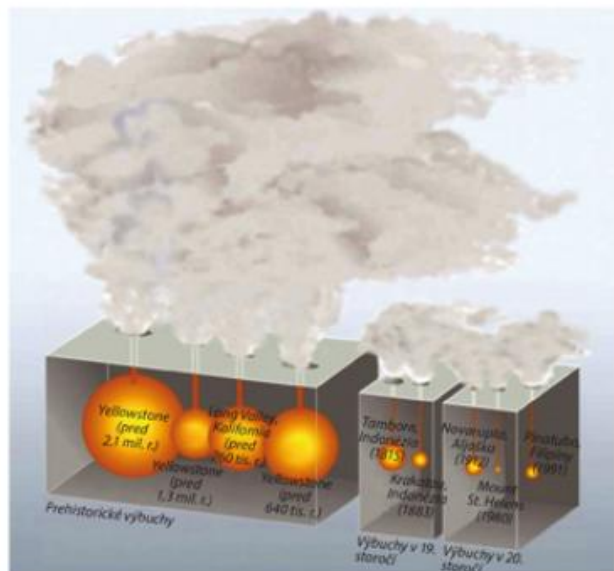
■ V ktorých ďalších oblastiach sveta možno predpokladať len minimum zemetrasení alebo takmer žiadne?

Výbuchy sopiek

Prejavy aktívnej vulkanickej činnosti na území Slovenska nie sú. Aj napriek tomu nás môžu jej následky ohroziť alebo obmedziť. V blízkosti aktívnych sopiek žijú milióny ľudí, pretože sa nachádzajú v husto osídlených oblastiach a pôdy na sopečných horninách sú veľmi úrodné. To platí nielen pre menej rozvinuté krajiny, ale aj pre Japonsko alebo Taliansko. V bezprostrednej blízkosti Vezuvu žijú v aglomerácii Neapola viac ako 3 milióny obyvateľov.

Pre erupciu sopky Eyjafjallajökull na Islande bola od 15. do 21. apríla 2010 letecká doprava nad Európou paralyzovaná mrakom sopečného popola. Zrušených bolo približne 100 tisíc letov a výluka zasiahla 29% celosvetovej leteckej dopravy. Postihnutých bolo viac ako 300 letísk a približne desať miliónov cestujúcich. Straty leteckých spoločností dosiahli takmer 2,5 miliardy eur.

Vulkanická činnosť môže mať rôznu intenzitu, ktorú môžeme merať napr. množstvom vyvrhnutého materiálu. Veľmi silné výbuchy môžu mať celoplanetárny dosah na život na Zemi i pre človeka. Na obrázku sú príklady veľkých erupcií sopiek v nedávnej geologickej minulosti a v posledných dvoch storočiach.



43 Intenzita vulkanickej činnosti z hľadiska porovnania známych výbuchov sopiek v geologickej minulosti Zeme a v posledných storočiach

Pracujte s informáciami, hľadajte súvislosti

1. Vyhľadajte informácie o priebehu veľkých erupcií a ich následkoch na ľudské aktivity v krajine a na ekosystémy.
2. Zistite informácie o supervulkáne v Yellowstonskom národnom parku. Diskutujte o možných následkoch explózie na existenciu našej civilizácie.

V roku 1985 došlo počas výbuchu sopky (obr. 44) k roztopeniu ľadovca a voda zmiešaná so sopečným popolom vytvorila bahenné prúdy – lahary, ktoré stiekli až do vzdialenosti 100 km a úplne zničili okolité mestá a dediny. Pri katastrofe zahynulo viac ako 25 tisíc ľudí a dejisko majstrovstiev sveta vo futbale v roku 1986 sa muselo presunúť z Kolumbie do Mexika.

Najničivejšie erupcie v histórii z hľadiska zisteného počtu obetí

1. Tambora, Indonézia (92 000 obetí, apríl 1815)
2. Krakatoa, Indonézia (36 417 obetí, august 1883)
3. Mount Pelée, Martinik (30 000 obetí, apríl – máj 1902)
4. Nevado del Ruiz, Kolumbia (25 000 obetí, október 1985)
5. Mount Unzen, Japonsko (14 300 obetí v roku 1792)



44 Vrchol aktívnej sopky Nevado del Ruiz v Kolumbii je pokrytý horským ľadovcom; aktivitu dokumentuje stĺp dymu stúpajúceho z krátera



45 Železničná trať zničená mohutným zosuvom v júni 2013 – zosuv zničil nielen železničnú trať, ale aj časť rozostavanej diaľnice D8 v Českej republike



Pracujte s informáciami, hľadajte súvislosti

Na webovej stránke: <http://mapserver.geology.sk/zosuvy/> vyhľadajte územia, ktoré sú najviac ohrozené zosuvmi. Diskutujte o tom, prečo je ohrozenie zosuvmi na území Slovenska veľmi nerovnomerne rozdelené.

Priehrada Vajont v Taliansku bola vybudovaná v rokoch 1958 až 1961 v rovnomennom údolí v povodí rieky Piava. Betónový priehradný múr vysoký 261 m bol v tom čase najvyšším na svete. Nedostatočná znalosť a ignorovanie geologických podmienok v masíve Monte To viedlo v októbri 1963 ku katastrofe, keď sa obrovská masa hornin (270 mil. m³) v priebehu niekoľkých minút zosunula do priehradného jazera a vytvorila až 100 m vysokú vlnu. Voda sa preliala cez okraj hrádze, úplne zničila nedaleké mesto Longarone a pripravila o život 2 000 obyvateľov. Priehradný múr síce odolal, ale v súčasnosti je za ním mohutný kopec zosunutých hornin. Na obrázku je viditeľná aj časť z 3 km dlhého plochy, z ktorej sa horniny zosunuli.

46 Betónový priehradný múr priehrady Vajont a časť zosunutého kopca za ním

Dom v Nižnej Myšli zničený pri zosuve po výdatných zrážkach. Zosuv v roku 2010 v obci zničil alebo vážne poškodil 32 domov, inžinierske siete a 114 obyvateľov muselo byť evakuovaných. Celkové škody dosiahli 30 mil. eur. Zosuvy s podobnými následkami boli v Handlovej (1960 – 1961), Ľubietovej (1977), Veľkej Čausa a Diviakov nad Nitricou (1995), Vinohradoch nad Váhom (2011).

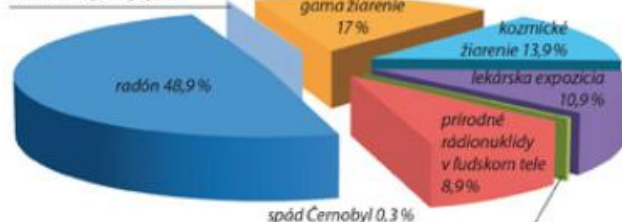


47 Dom zničený pri zosuve

Radón

Hlavným zdrojom prírodného žiarenia je radón a rádionuklidy vznikajúce pri jeho jadrovom rozpade. Radón je plyn, ktorý sa uvoľňuje z horninového prostredia. Na povrch sa dostáva najmä pozdĺž zlomov alebo

ostatné (z toho výpuste jadrových elektrární 0,04%) 0,13%



48 Graf radiačnej záťaže obyvateľstva – iba približne 20% radiácie tvorí žiarenie vytvorené človekom

porušenými masami hornin. Jeho nebezpečenstvo spočíva v tom, že sa dokáže hromadiť v uzatvorených priestoroch, najmä v suterénoch budov a v pivniciach, a jeho koncentrácia vo vzduchu sa stáva nebezpečnou pre človeka. Zvýšené koncentrácie radónu sa dostávajú do dýchacích ciest, kde dochádza ku kontaktnému ožarovaniu buniek pľúcneho tkaniva a to môže v konečnom dôsledku viesť až k vzniku zhubných nádorov.

Cunami

Cunami (*tsu* – jap. prístav; *nami* – jap. vlna) sú vlny s veľkou vlnovou dĺžkou (rádovo desiatok km), malou výškou na otvorenom oceáne (decimetre až prvé metre) a veľkou rýchlosťou (500 – 700 km/h). Vznikajú pri podmorských zemetraseniach s magnitúdou spravidla vyššou ako 6,5, ale môžu byť vyvolané aj podmorskými zosuvmi a vulkanickou aktivitou. Aj dopad meteoritu môže vyvolať vlnyunami. Na otvorenom oceáne nie sú nápadné. Devastačný účinok sa znižuje až v plytkých pobrežných oblastiach, kde ich výška v dôsledku nahromadenia vodnej hmoty dramaticky narastá. Na pobrežie udierajú obrovskou silou a ničia všetko, čo im stojí v ceste.

Varovné systémy

Prírodné katastrofy ohrozujú takmer všetky aktivity človeka v krajine a jeho život. Procesy v litosfére nevieme ovládať tak, aby sme zabránili výbuchu sopky alebo zemetraseniu. Ľudstvo má zatiaľ k dispozícii iba možnosť snažiť sa pochopiť tieto procesy a svoje aktivity riadiť tak, aby riziko a následky prírodnej katastrofy boli čo najnižšie. To je možné napríklad budovaním stavieb odolávajúcich zemetraseniam, prispôbením využitia krajiny na pobreží, podrobným geologickým prieskumom pred výstavbou. Pri výstavbe veľkých budov, diaľnic a infraštruktúry je zákonom daná povinnosť vykonať podrobný geologický prieskum (horninové zloženie, tektonika, geofyzikálny prieskum, podzemná voda), aby sa posúdili riziká spojené s výstavbou. Následne sa do projektu zapracujú také opatrenia, aby stavba odolala predpokladaným rizikám (odolnosť proti zemetraseniu, spevnenie svahov nad diaľnicou, ukotvenie mostných pilierov).

Presný čas vzniku zemetrasenia nie je možné predpovedať, ale globálna sieť seizmologických staníc prepojená so systémom sledovania zmien hladiny oceánov dokáže predpovedať vznik nebezpečných vlnunami. Systém včasného varovania je funkčný v Tichom i Indickom oceáne. Problémom je, že mnohé varovania sú klamlivé.

Zopakujte si a zhodnoťte svoje vedomosti

1. Nájdite na stránkach www.usgs.com (alebo ds.iris.edu/seismon/) informácie o aktuálnych zemetraseniach na Zemi, resp. v jej rôznych častiach. Aké závery sa dajú urobiť z rozloženia týchto zemetrasení (nielen aktuálnych, ale aj starších)?
2. Zistite doplnujúce informácie o zložkách rádioaktívneho žiarenia, ktoré sú prezentované v grafe na obr. 39.
3. Predstavte si, že sa nachádzate v oblasti, ktorá je seizmicky aktívna, a v noci dostanete pomocou aplikácie v mobile varovanie, že v danej oblasti hrozí s istou pravdepodobnosťou vo veľmi krátkom čase sopečný výbuch (alebo vlnaunami či zemetrasenie). Ako sa zachováte, na čo budete myslieť ako prvé, čo urobíte v prvých 5 minútach po prijatí takéhoto varovania?
4. Konkretizujte informácie o varovných systémoch pred katastrofickými javmi v litosfére, ktoré fungujú v Tichom a Indickom oceáne. Napríklad odkedy sú funkčné, koľko štátov je schopných prijímať varovania, čo je obsahom varovania a pod.

Stručné zhrnutie poznatkov z kapitoly 6

Tvare zemského povrchu sú výsledkom pôsobenia veľmi rôznorodých vnútorných aj vonkajších síl. Keď ich zosumarizujeme, chápeme energiu zemského vnútra spolu s gravitačným pôsobením ako motor pohybov litosférických plátin (konvergentných, divergentných a transformných) a základ endogénnych procesov (tektonické pohyby, sopečná činnosť, zemetrasenia). Na druhej strane súčasne pôsobia slnečná energia spolu s gravitačnou silou ako základ exogénnych procesov (činnosť tečúcej a morskej vody, ľadovcov, vetra, živých organizmov, človeka). Veľmi dôležitú úlohu zohrávajú podmienky, v ktorých uvedené procesy prebiehajú, konkrétne časový faktor, podnebie a uvoľnenosť hornín. Procesy v litosfére mali a stále majú významný vplyv na možnosti existencie ľudí na Zemi a ich aktivity.

Najväčšie udalosti geologického vývoja Zeme sa odohrali v dávnej minulosti, v čase, keď živé organizmy vrátane človeka na nej ešte nemali podmienky na svoju existenciu. Katastrofické prejavy činnosti vnútorných i vonkajších síl vnímame aj v súčasnosti. Nemali by nám však brániť v spoznávaní výsledkov uvedených procesov priamo v prírode.

Niživé vlnyunami v 20. a 21. storočí

- Silné podmorské zemetrasenie pri ostrove Sumatra spôsobilo 26. 12. 2004 mimoriadne ničivú vlnuunami v Indickom oceáne. Katastrofa najviac postihla pobrežie štátov ležiacich na severnom a severovýchodnom pobreží oceána a vyžiadala si 240 tisíc obetí na ľudských životoch.
- V marci 2011 vyvolalo zemetrasenie východne od Japonska vlnuunami vysokú 10 metrov, ktorá zdevastovala pobrežie a vážne poškodila jadrovú elektrárňu Fukušima.
- V máji 1960 silné zemetrasenie v Čile vytvorilo vlnuunami, ktorá spôsobila obrovské škody a straty na ľudských životoch na niekoľko tisíc kilometrov vzdialených Havajských ostrovoch.

■ Vyhľadajte informácie o uvedených vlnáchunami, ako aj o ďalších, ktoré boli v histórii zaznamenané.

7 PEDOSFÉRA A BIOSFÉRA

V súčasnosti považujeme za samozrejmé, že prírodné prostredie je potrebné chrániť. V minulosti to tak ani zďaleka nebolo. Práve príklady vymierajúcich či ohrozených rastlín a živočíchov boli pre človeka prvým vážnym upozornením, aká je príroda zraniteľná a že jej bezbrehé drancovanie sa mu môže vrátiť ako bumerang. Už v roku 1872 bola oblasť v okolí rieky Yellowstone v severozápadnej časti USA vyhlásená za národný park – ako prvý svojho druhu. Postupne sa vžila potreba väčšej ohľaduplnosti aj k ďalším zložkám prírodného prostredia – k vode, atmosfére aj pôde. Aj preto nenájdete v poslednej kapitole tejto učebnice iba fakty, informácie a zaujímavosti o priestorovom rozšírení pôd, rastlinstva a živočíšstva, ale stretnete sa aj s charakteristikou procesov, ktoré uvedené prvky ohrozovali a ohrozujú aj v súčasnosti.

7.1 ZÁKLADNÉ POZNATKY O PÔDE

Po oboznámení sa s touto témou by ste mali vedieť:

- čo je pôda a ako vzniká,
- ako vplyvajú rôzne podmienky na základné vlastnosti pôdy,
- kde pestovať vinič a kde radšej paradajky.

Vyhľadajte v atlase oblasti Zeme, o ktorých predpokladáte, že majú veľmi úrodnú pôdu. Ktoré plodiny sa na týchto pôdach pestujú?

Vytvorte si základ na vypracovanie projektu

Uvedte čo najviac myšlienok, svojich názorov, nápadov, ktoré by ste spojili s názvom školskej konferencie *Pôda – naša ohrozená životka*. Nechajte sa inšpirovať informáciami v tejto kapitole, ako aj tými, ktoré si na uvedenú tému nájdete.

Často používané pojmy

Pedosféra je pôdna obal Zeme. Je najmladšou časťou fyzickogeografickej sféry. Vznikla až po osídlení súše organizmami, ktoré svojou činnosťou začali meniť zvetrané horniny.

Pôda je ľubovoľná časť pedosféry od jej povrchu až po podložnú horninu. Tvoria ju zvetrané a chemicky zmenené časti materskej horniny, organizmy a ich odumreté a rozložené zvyšky, pôdna voda a vzduch.

Pôda je nenahraditeľný prírodný zdroj, pretože zabezpečuje rast rastlín dôležitých na produkciu potravín. Kvalitná pôda poskytujúca podmienky pre dobrú úrodu tvorí iba 20% rozlohy území, na ktorých sa pôda vyskytuje. Viac ako 40% pevniny tvoria púšte, tundry a vysokohorské oblasti, v ktorých sú pôdy prevažne neúrodné. Pôda je ohrozovaná znečistením, nadmernou eróziou, výstavbou sídiel, dopravou a zlým obhospodarovaním.

Ako vzniká pôda?

Pôda vzniká dlhodobým pôsobením **pôdotvorných činiteľov**, z ktorých najvýznamnejšími sú: **materská hornina** (tvorí podstatnú časť pôdy, ovplyvňuje chemické a fyzikálne vlastnosti pôdy), **klíma** (ovplyvňuje rýchlosť chemických i mechanických procesov, množstvo organizmov), **georeliéf** (orientácia voči svetovým stranám, sklon svahu), **organizmy** (ich pôsobením vzniká významná časť pôdy – humus), **podpovrchová voda a človek**.

Pôsobením pôdotvorných činiteľov vzniká **pôdotvorný proces**. Je to súbor fyzikálnych, chemických a biologických javov, ktoré prebiehajú v pôdnej hmote. Pri tomto procese sa jednak rozkladajú rôzne látky a tvoria sa nové, jednak sa látky premiestňujú (prevažne presakovaním vodou, vzliataním, horizontálnym prúdením). Viac informácií o pôdotvorných procesoch a pôdnych typoch získate v téme 7.4 venovanej bioklimatickým pásmam.

Rozmýšľajte, hľadajte súvislosti

Charakterizujte čo najviac rôznych spôsobov, ktorými sa jednotlivé súčasti fyzickogeografickej sféry podieľajú na vzniku pôdy. Uvedte najmä také, pri pôsobení ktorých prebieha ich vzájomná spolupráca (napríklad rýchlosť zvetrávania v rôznych podnebných pásmach).

Vznik pôdy je spojený s rozpadom a rozkladom hornín pri zvetrávaní. **Mechanické zvetrávanie** hornín prebieha najmä pôsobením klimatických činiteľov. Výsledkom je vrstva zvetranej horniny s rôznou veľkosťou jednotlivých častíc.

Chemické zvetrávanie prebieha medzi pôdnymi časticami, pôdnou vodou a slabými kyselinami formou zložitých chemických reakcií.

Chemické zlúčeniny, ktoré sú rozpustné vo vode (napríklad CaCO_3), reagujú s vodou a uvoľňujú sa z pôdy. Iné zlúčeniny sa naopak v pôde hromadia. Chemickým rozkladom pôvodných pôdnych minerálov sa vytvárajú nové látky – ílové minerály, ktoré môžu významne ovplyvniť úrodnosť pôdy.