UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
Prírodovedecká fakulta

Atlas vybraných foriem georeliéfu

Mária Bizubová

Bratislava

2015

Publikácia bola vypracovaná s podporou grantu KEGA č. 088-UK-4/2013 „Nové trendy v geovedách – geovedné vzdelávania učiteľov“

© RNDr. Mária Bizubová

ÚVOD

Georeliéf je najdôležitejšie rozhranie v krajine a preto, ak chceme porozumieť krajine, mali by sme pochopiť predovšetkým jeho vznik, vývoj a funkciu v krajine, ako aj poznať jednotlivé formy georeliéfu a ich mozaiku. Veda o vzniku, charaktere a význame foriem georeliéfu – tvarov zemského povrch je geomorfológia, jedna z geovied, ktorá sa podobne ako geológia stala centrom záujmu Klubu učiteľov geovied.

Atlas foriem georeliéfu je prioritne určený učiteľom biologie a geografie na základných a stredných školách, ktorí sú členmi Klubu učiteľov geovied. Môže však poslúžiť aj ďalším pedagógom prei realizácií exkurznej činnosti so žiakmi. Jeho cieľom je prezentovať súbor vybraných foriem georeliéfu frekventovaých predovšetkým na území Slovenska, ale aj foriem, s ktorými sa pedagógovia stretli v rámci geovedných exkurzií po krajinách strednej Európy. Pre kompletnosť je atlas doplnený o niektoré ďalšie zaujímavé tvary zemského povrchu. Niektoré formy georeliéfu sú doplnené o vrstvenicové schémy a mapky.

Väčšina foriem georeliéfu prezentovaná v atlase je v kontexte s učivom, ktoré je súčasťou učebníc biológie (geologické učivo) a geografie.

ZOZNAM FORIEM GEORELIÉFU

Tektonické formy: príkrovové pohorie, zlomové pohorie/hrasť, priekopová prepadlina/graben, faceta

Vulkanické formy: maar, stratovulkán

Gravitačné formy: úsypiskový kužeľ, zosuv, združené hrebene, blokovisko, skalná ryha

Vodnogravitačné formy: úvalina, lahar

Ronové (svahové) formy: ronová ryha, výmoľ

Fluviálne formy: riečna niva, meander, dolinový meander, obtočník, rozvetvené riečne koryto, sihoť, riečna terasa, roklina, tiesňava, kaňon, prielomová dolina, náplavový kužeľ

Krasové a pseudokrasové formy: jaskyňa, škrapy, krasová jama /závrt/), travertínová kopa, travertínový kráter, travertínový vodopád

Kryogénne formy: kamenné more, thufur

Nivačne formy: lavínová ryha, karoid /nivačný kotol/

Glaciálne formy: ľadovcový kotol /kar/, ľadovcová dolina /trógˇ/, visutá dolina, guliak, nunatak, moréna,

Glacifluviálne formy: vytopisková depresia

Eolické formy: piesková duna

Biogénne formy: mravenisko, rašelinisko

Antropogénne formy: kameňolom, halda

Marínne formy: abrázny zrub /klif/

Polygenetické formy: pediplén /zarovnaný povrch/

Kozmogénne formy: meteoritový kráter

Pasívne morfoštruktúry: monoklinálny chrbát, bradlo, príkrovová troska, štruktúrne skalné mesto, štruktúrna skalná ihla, štruktúrny skalný hríb, zemná pyramída

TEKTONICKÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky tektonické formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: aktívny kontakt litosférických dosiek, spevnené krehké horniny (vyvreté, sedimentárne a metamorfované)
- geomorfologické činitele: časti (bloky, kryhy) zemskej kôry, pôsobia mechanicky v smere v smere tlakového gradientu
- geomorfologické procesy: tektonické – vrásové alebo zlomové

Forma georeliéfu: príkrovové pohorie

Príkrovové pohorie je pohorie so zložitou vrásovou a príkrovovou stavbou, ktorá vznikla pri horotvornom procese – tektogenéze, kedy sa vplyvom obrovských tlakov vrásnili a presúvali horninové komplexy na značné vzdialenosti a nasúvali na iné podložie v podobe veľkých ležatých vrás alebo platní. Príkrovové pohorie sú napr. Karpaty, Západné Karpaty, Alpy a Himaláje. Na území Západných Karpát sú známe viaceré príkrovové jednotky. Najznámejšie sú krížňanský príkrov (fatrikum), v ktorom dominujú najmä slienité horniny spodnej kriedy, chočský príkrov (hronikum) tvorený predovšetkým dolomitmi alebo silický príkrov (súčasť silicika) s hrubými komplexami vápencov. Na niektorých miestach sa zachovali súvislejšie plochy chočského príkrovu (napr. severné svahy Nízkych Tatier), inde len jeho zvyšky ako príkrovové trosky tvorené dolomitmi, napr. Rozsutec v Malej Fatre či Čierny Kameň vo Veľkej Fatre.

Krivánska Malá Fatra – príkrovové pohorie (v popredí hôlny Stoh budovaný slienitými horninami fatrika, za ním bralný Rozsutec tvorený dolomitmi hronika)

Forma georeliéfu: zlomové pohorie/hrasť

Zlomové pohorie, označované aj ako hrasť, je pretiahnutá vyvýšenina, ktorá vznikla pohybom krýh zemskej kôry. Na všetkých stranách je obmedzená nižším terénom. Stredná kryha zaujíma relatívne najvyššiu polohu, okolité kryhy zaujímajú nižšie polohy. Medzi kryhami sú strmé jednoduché alebo zložené zlomové svahy. Na povrchu jednotlivých krýh bývajú často zachované zvyšky staršieho rozlámaného topografického povrchu (zarovnaný povrch). Charakter hrastí na Slovensku majú všetky jadrové pohoria, napr. Malé Karpaty, Tatry či Malá Fatra, ale aj sopečné pohoria (napr. Vtáčnik, Štiavnické vrchy). Na kontakte zlomového pohoria s priekopovou prepadlinou (napr. kotlinou) sú zvyšky erózne premodelovanej zlomovej plochy trojuholníkového alebo lichobežníkového tvaru – facety.

Tatry sú zlomové pohorie (hrasť). Na svahoch sú evidentné facety

Forma georeliéfu: priekopová prepadlina/graben

Priekopová prepadlina (graben) je pretiahnutá zníženina, ktoré vznikla poklesom krýh zemskej kôry. Po bokoch je ohraničená vyvýšenými kryhami (pohoriami). Môže byť jednoduchá, obmedzená na okrajoch voči okolitu jedným zlomovým svahom, alebo zložitá, ohraničená na okrajoch viacerými stupňovito usporiadanými zlomovými svahmi, príp. zloženými zlomovými svahmi (vznikli na zakrivených listrických zlomoch). Na stavbe priekopovej prepadliny sa často uplatňujú aj priečne zlomové línie, ktoré vedú na bokoch k vzniku zlomových výklenkov. Na dne priekopovej prepadliny môže byť starý poklesnutý zarovnaný po jej. Priekopové prepadliny majú dĺžku až stovky kilometrov a šírku niekoľko desiatok kilometrov. Príkladom priekopovej prepadliny na Slovensku sú Žiarska kotlina alebo Turčianska kotlina.

Žiarska kotlina je priekopová prepadlina

Forma georeliéfu: faceta

Faceta je forma georeliéfu, ktorá vznikla na koncoch medzidolinných rázsoch, eróznym rozčleňovaním zlomových strání svahovými tokmi. Má trojuholníkovitý alebo lichobežníkový tvar. Je zvyškom pôvodnej zlomovej plochy, ale je už erózne zmenená a jej sklon je menší ako sklon pôvodnej zlomovej plochy (cca 34°).

Facety na svahoch Belianskych Tatier

Na území Slovenska sú výrazné facety na svahoch Tatier nad Podtatranskou kotlinou, na rázsochách Kriváskej a Lúčanskej Malej Fatry, Žiaru či Veľkej Fatry nad Turčianskou kotlinou, na rázsochách Malej Magury nad Hornonitrianskou kotlinou, na

stráňach Čergova a inde. Facety sú indikátorom neotektonických procesov, ktoré sa viažu na neogén a kvartér.

Facety na svahoch Kozích chrbtov

VULKANICKÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky vulkanické formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: aktívny kontakt litosférických dosiek, narušenie zemskej kôry zlomami
- geomorfologické činitele: magma, láva, pyroklastiká, plyny, roztoky, pôsobia mechanicky + chemicky v smere v smere tlakového gradientu
- geomorfologické procesy: vulkanické

Forma georeliéfu: stratovulkán

Vezuv je typický stratovulkán. Nový Vezuv vznikol v kaldere sopky Monte Soma

Stratovulkán je zložitý vulkanický kužeľ, ktorý vzniká striedajúcimi sa výlevmi lávy a vyvrhovaním pyroklastického materiálu. Ich vzájomne zastúpenie je rôzne a mení sa od vulkánu k vulkánu. Patrí k najrozšírenejším typom sopiek, na pevninách tvorí najvyššie vulkány s výškami nad 5 000 m (napr. Kilimandžáro, 5 970 m). Na európskom kontinente patrí k tomuto typu napr. Vezuv. Jeho vývoj bol zložitý, dnešný mladší kužeľ vznikol na mieste, ktoré zostalo po starom kuželi sopky Monte Soma, resp. v jeho kaldere. Na Slovensku majú stratovulkanickú stavbu Štiavnické vrchy, Poľana, Javorie a ďalšie sopečné pohoria. Súčasťou stratovulkanických aparátov sú aj podpovrchové magmatické telesá. Predstavujú prieniky magmy do uvoľneného priestoru po doznení

hlavných etáp vulkanizmu. Sú to telesá dioritov a im podobných hornín (napr. v okolí Sklenných Teplíc v Štiavnických vrchoch).

Časť kaldery štiavnického strratovulkánu zo Sitna

Forma georeliéfu: maar

Maar je najjednoduchšia výbušná sopka. Má tvar kruhovitej kráterovej depresie, bez sopečného kužeľa. Leží pod úrovňou zemského povrchu. Kráter býva často zaplavený vodou a tvorí maarové jazero. Val okolo krátera budujú vulkanoklastické horniny (rôzne druhy tufov). Maary sú typické morfologické formy erupcií súší. Známou oblasťou s výskytom maarov je štvrtohorná vulkanická oblasť v pohorí Eifel v Nemecku. Maarové jazero Laacher See s priemerom 3,5 km a mnoho ďalších mmarov je súčasťolu Geoparku Vulkaneifel. Na Slovensku sa nachádzajú relikty maarov v Cerovej vrchovine. Sú to napr. hodejovský a fiľakovský maar.

Maar v pohorí Eifel

Fiľakovský hrad postavili na časti maarovej sopky

GRAVITAČNÉ FORMY GEORELIÉFU

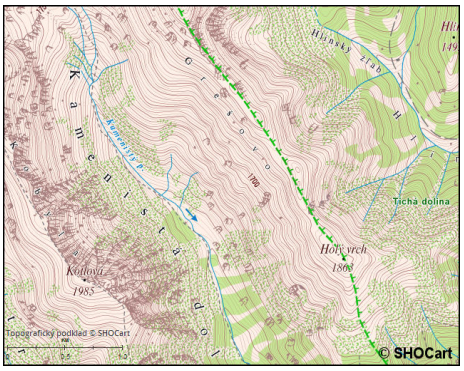
Charakteristika platí pre všetky gravitačné formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, dostatok zvetraného materiálu, porušenie jeho stability, teplotná amplitúda, vhodný sklon svahu
- geomorfologické činitele: povrchové horniny a ich častice, gravitačná a slnečná energia, pôsobia mechanicky v smere spádnice
- geomorfologické procesy: gravitačné – opadávanie

Forma georeliéfu: usypiskový kužeľ

Usypiskový kužeľ – Veľká studená dolina v Tatrách

Usypiskový kužeľ vzniká opadávaním zvetraných skalných úlomkov, ktoré sa gravitáciou presúvajú na úpätie svahu so sklonom okolo 40°. Akumulujú sa v miestach vyústenia skalnej úžľabiny alebo eróznej ryhy. Väčšie úlomky majú väčšiu hybnosť, preto sa premiestňujú najďalej a vytvárajú spodný okraj kužeľa. Jemnejší materiál ostáva pri vrchole kužeľa, pokiaľ nie je vodou spláchnutý do nižších polôh. Na sklon pozdĺžneho profilu kužeľa majú vplyv vlastnosti hornín, z ktorých materiál odvetráva a opadáva. Usypiskové kužele sa vyskytujú v geomorfologicky vhodných podmienkach po celom svete, najmä vo vysokohorských oblastiach. U nás sú rozšírené napr. vo Vysokých alebo Západných Tatrách.



Usypiskový kužeľ v Kamenistej doline (Západné Tatry)

Kosodrevinou stabilizovaný usypiskový kužeľ na východnej stráni Kamenistej doliny v Západných Tatrách je jedným z ukážkových príkladov gravitačne triedeného akumulovaného materiálu. Najjemnejší materiál vo vrcholovej časti kužeľa postupne prechádza do väčších ostrohranných skalných blokov, ktorých hmotnosť podmienila ich uloženie v najnižších častiach na základni kužeľa.

Forma georeliéfu: zosuv

Odlučná stena zosuvu Vajont (Taliansko, 1963)

Zosuv vzniká pri porušení stability svahu a vytvorení kritických sklonov, kedy sa naruší súdržnosť nadložných hornín s podložím pozdĺž šmykových plôch. Proces zosúvania najčastejšie nastáva po dlhších výdatnejších dažďoch. Zrážková voda vsakuje do zvetranín a zväčšuje ich hmotnosť. Zároveň premiestňuje jemné ílovité a hlinité častice a namazáva nimi zosuvné plochy, ktoré sa viažu na nepriepustné podložie. Trenie

sa znižuje a nastáva zosúvanie. Najviac zosuvov sa viaže na pieskovce a ílovce flyšovéh pásma, na sopečné horniny, ale aj íly a piesky mladších treťohôr a hrubé svahové sedimenty. Zosuvné plochy môžu vznikať tiež v skalných, relatívne nepriepustných horninách (napr. žulách), v dôsledku translokácie jemných častíc vodou. Optimálne podmienky na vznik zosuvov sú na stráňach so sklonom väčším ako 15°. Podľa tvaru šmykových plôch sa rozlišujú zosuvy: rotačné, planárne a rotačno-planárne a podľa plošného tvaru zosuvy prúdové, plošné a frontálne. Z hľadiska stupňa aktivity môžu byť aktívne, potenciálne a stabilizované zosuvy. Pre zosuvný terén je charakteristický nepokojný drobno kopcovitý mikroreliéf s vodou vyplnenými zníženinami.

Zosuvný svah v Ľubietovej

Aktívny zosuv Nižná Myšľa

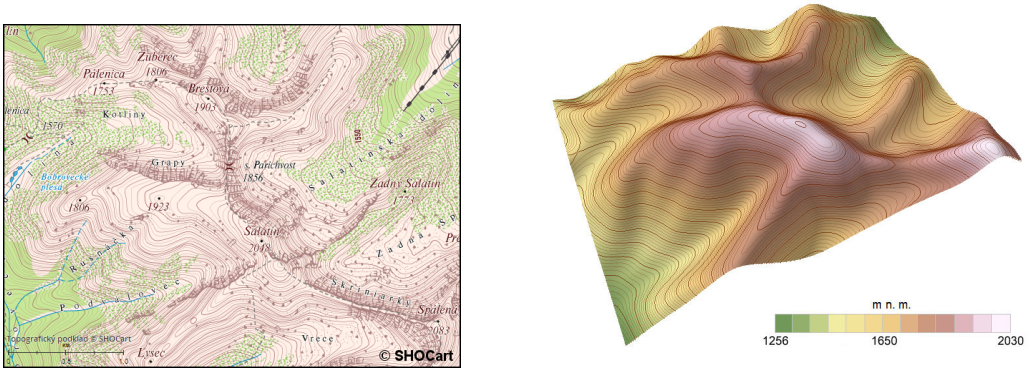
Na Slovensku sú známe rozsiahle zosuvy z Handlovej (Hornonitrianska kotlina), Lazov pod Makytou, (Javorníky), či z Myjavskej pahorkatiny (Bukovec). Zosuvanie patrí medzi najvýznamnejšie gravitačné procesy a na území Slovenska súvisí s rýchlymi neotektonickými pohybmi.

Forma georeliéfu: združené hrebene

Zaujímavé a v pohoriach Slovenska pomerne frekventované formy georeliéfu sú združené hrebene. Predstavujú asymetrické vyvýšeniny vo vrcholových častiach horských hrebeňov, oddelené rôzne hlbokými depresiami. Sú výsledkom pomalých dlhodobých gravitačných procesov. Ide o podpovrchové či hlbinné zliezanie pozdĺž šmykových plôch, ktoré sa na rozdiel od povrchového zliezania prejavuje značnými deformáciami povrchu svahov rôzneho horninového zloženia. V minulosti bol vznik združených hrebeňov považovaný za výsledok kryogénnych procesov so značným vplyvom tektonických pohybov. Tento typ gravitačných foriem georeliéfu nachádzame napr. v Nízkych Tatrách na Košariskách alebo na vrchu Zvolen nad Donovalmi.

Gravitačne porušený vrch Salatín (Západné Tatry)

Aj vrch Salatín v Západných Tatrách budovaný granitoidnými horninami je rozčlenený asi 30 m hlbokou zníženinou, ktorej vznik bol spôsobený práve gravitačným hlbinným zliezaním.

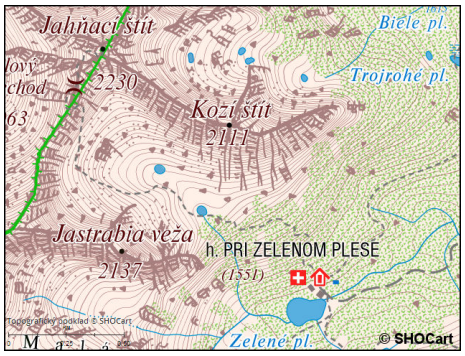


Mapka a vrstevnicový model Salatína

Forma georeliéfu: blokovisko

Blokovisko na vrchole Chopku (Nízkle Tatry)

Blokovisko (periglaciálna kamenica) vzniká pôsobením mrazového zvetrávania, kedy dochádza k mechanickému rozpadu hornín na rôzne veľké bloky. Niekedy sa bloky premiestňujú po svahu smerom nadol. Blokoviská sa vyskytujú v horských oblastiach tvorených tvrdými horninami s kvádrovitým, doskovitým či stĺpovitým rozpadom, akými sú napr. žuly, ruly, svory, kremence, tvrdšie pieskovce, čadiče, andezity a pod.



Blokovisko v Červenej doline v Tatrách predstavuje akumuláciu žulových blokov s rozmermi okolo 1 m.

Forma georeliéfu: skalná ryha

Skalné ryhy vznikajú v miestach rozširujúcich sa puklín vo vysokohorských oblastiach so strmými až kolmými stenami. Vplyvom mrazového zvetrávania dochádza v smere spádnice k opadávaniu úlomkov. Skalná ryha na Kežmarskom štíte, dobre viditeľná od Chaty pri Zelenom plese, je jednou z mnohých rýh v Tatrách. V období intenzívnych zrážok sa tu zvetraný horninový materiál nasýtený vodou mení na bahenno-kamenistú kašovitú hmotu, ktorá sa presúva dolu svahom v podobe murového prúdu.

Skalná ryha na svahu Kežmarského štítu vo Vysokých Tatrách

VODNOGRAVITAČNÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky vodnogravitačné formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, dostatok vody, nepriepustné podložie, vhodný materiál
- geomorfologické činitele: vodou nasýtená suspenzia, pôsobí v smere spádnice, mechanicky
- geomorfologické procesy: vodno gravitačné (podľa typu prostredia, napr. soliflukcia, bahnotok)

Forma georeliéfu: úvalina

Úvalina (dellen) vzniká plošne pôsobiacimi procesmi ako sú zliezanie, plošné oplachovanie, soliflukcia a koróznym pôsobením premiestňovaného materiálu na podložie. Úvaliny sa vytvárajú na rôznych horninách, najlepšie vyvinuté sú však na nepriepustných pomerne mäkkých sedimentoch (napr. spraš, piesčité íly, ílovce, slienité bridlice). Na Slovensku sú vyvinuté na menších sklonoch strání v nížinných a kotlinových pahorkainách. Často nimi začínajú riečne doliny. Ich priečny profil je korytovitý, dná sú vystlaté rôznymi hrubými svahovými sedimentmi – delúviami. Na niektorých miestach ich môžu rozčleňovať mladšie erózne zárezy (ronové ryhy alebo výmole). V závislosti na intenzite stráňových procesov vzhľadom k svetovým stranám, vznikajú asymetrické priečne profily týchto tvarov. Príčinou asymetrie úvalín je niekedy aj závejovité ukladanie spraše.

Asymetrická úvalina

Úvalina neďaleko obce Kittsee v Rakúsku

Forma georeliéfu: lahár

Lahár na svahu sopky Sv. Helena

Lahár je forma georeliéfu, ktorá vzniká pohybom vodou nasiaknutej kašovitej hmoty vulkanického materiálu. Voda pochádza z atmosférických zrážok alebo z kráterových jazier. Prenáša popol, lapily i veľké bloky vulkanického materiálu.

Lahár v Zolnej

Charakteristickými znakmi lahárov sú relatívne vysoký obsah ílovitej frakcie, výskyt veľkých blokov hornín, málo diferencovaný a opracovaný materiál, ostrý kontakt s podložím, neerozívna bazálna plocha, výskyt zuhoľnatených stromov a nepravidelná hrúbka. Zuhoľnatené stromy svedčia o vysokej teplote lahárov, hlavne v blízkosti erupčných centier. Hrúbka lahárov býva niekoľko m, na strmých svahoch len 1-2 m. Na čelách lahárov a v spodných úsekoch dolín dosahuje viac desiatok metrov. Na Slovensku sa reliktné formy lahárov nachádzajú napr. v Zolnej pri Zvolene (Poľana), či v Hronskej Breznici (Štiavnické vrchy).

RONOVÉ (SVAHOVÉ) FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky ronové formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, zrážky s väčšou intenzitou ako je infiltračná rýchlosť
- geomorfologické činitele: voda povrchová, pôsobí mechanicky v smere gravitácie
- geomorfologické procesy: dažďový ron (ronová erózia)

Forma georeliéfu: ronová ryha

Ronové ryhy a výmole v spodnom pieskovisku Sandberg

Ronová ryha je plytký zárez na svahu, ktorý vzniká, keď plošné oplachovanie prechádza v smere sklonu strání v dažďový ron. Deje sa to v dôsledku koncentrácie plošne stekajúcej vody v lineárny odtok v podobe početných a nestabilných vodných stružiek. V smere sklonu niektoré zanikajú, iné sa spájajú a vytvárajú väčšie odtokové jarčeky. Následne sa zväčšuje kinetická energia a dochádza k hĺbkovej erózii. Tieto tvary sú nestabilné a rýchlo vznikajú i zanikajú, dokonca aj počas jedného výdatného dažďa. S rozrušovaním rýh súvisí účinná denudácia zvetranín na svahu a pôdneho krytu. Ronové ryhy vznikajú najmä na sypkých, jemnejšie zrnitých uloženinách, so zníženou priepustnosťou. Procesy ich tvorby sa výrazne urýchľuje odstránením rastlinného krytu, no dôležité je i podnebie a vplyv človeka, najmä jeho poľnohospodárska činnosť.

Forma georeliéfu: výmoľ

Výmoľ vzniká po koncentrácii zrážkových vôd v lineárny odtok, kedy sa zväčšuje ich erózna rýchlosť a ron prechádza vo výmoľovú eróziu. HĺbkA výmoľov je väčšia ako hĺbka ronových rýh a pohybuje sa od 1 – 2m do až 20 až 30 m. Výmole vznikajú relatívne rýchlo a sú výsledkom erózie občasných tokov. Ich priečne profily závisia od ich vývojového štádia. Mladé rastúce výmole, s prevahou hĺbkovej erózie na ich formovaní sú úzke, majú strmé stráne a tvar písmena V. Väčšinou sa súčasne prehlbujú i predlžujú. Pri neskoršej prevahe bočnej erózie sú stráne erózne podtínané a ustupujú. Výmoľ nadobúda tvar písmena U. Na Slovensku sú výmole častou formou nížinných a kotlinových pahorkatín na spraši ach, sprašových hlinách a terciérnych ílovitých až ílovitopiesčitých a prachovitopiesčitých sedimentoch. Často sa vyskytujú na sopečných pyroklastikách. Ojedinele ich nájdeme aj na hrubších polohách hlinitopiesčitých delúvií.

Výmoľ na lokalite Dejovka (Čadca)

FLUVIÁLNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika, ktorá platí pre všetky fluviálne formy georeliéfu:

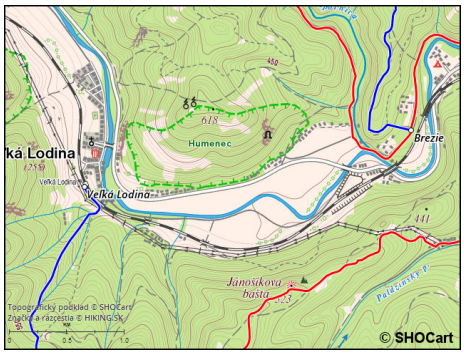
- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, kladná vodná bilancia
- geomorfologické činitele: povrchová voda, ktorá pôsobí v smere spádnice
- geomorfologický proces: fluviálny

Forma georeliéfu: riečna niva

Riečne niva je plochá rovina na dne riečnej doliny, ktorá bola v minulosti a je aj dnes zaplavovaná. Je to najnižší a zároveň najmladší (holocénny) stupeň, ktorý sa nachádza pozdĺž koryta rieky. Vzniká meandrovaním, divočením (furkáciou) alebo agradáciou (akumuláciou) riečnych sedimentov pri povodňových situáciách. Riečna niva sa nachádza pozdĺž riečneho koryta po oboch stranách, alebo asymetricky len na jednej strane a je sklonená v smere vodného toku. Riečne nivy vznikajú počas rôznych dynamických fáz rieky – eróznej, akumulačnej, či fázy dynamickej rovnováhy. Najlepšie podmienky sú počas fázy dynamickej rovnováhy, počas ktorej je pozdĺžny profil rieky relatívne stabilný vo vertikálnom smere. Najširšie nivy pri riekach na Podunajskej a Východoslovenskej rovine, ale aj v kotlinách. Riečnu nivu tvorí alúvium zo štrkov, pieskov a hlín.

Niva Labe v oblasti Schrammsteine (Saské Švajčiarsko)

Hornád patrí k našim najväčším riekam, ktoré vytvárajú na území Slovenska pomerne rozsiahle nivy. Prielomový charakter doliny Hornádu v Čiernej hore spôsobuje, že niva sa tu vytvorila len na niekoľkých miestach. Jedným z nich je priestor medzi Veľkou Lodinou a chatovou osadou Brezie. Vďaka presúvaniu meandrov Hornádu sa tu vyvinula korytová fácia zložená zo šikmo zvrstvenej akumulácie materiálu štrky, pieskov a povodňových (nivných) hlín.



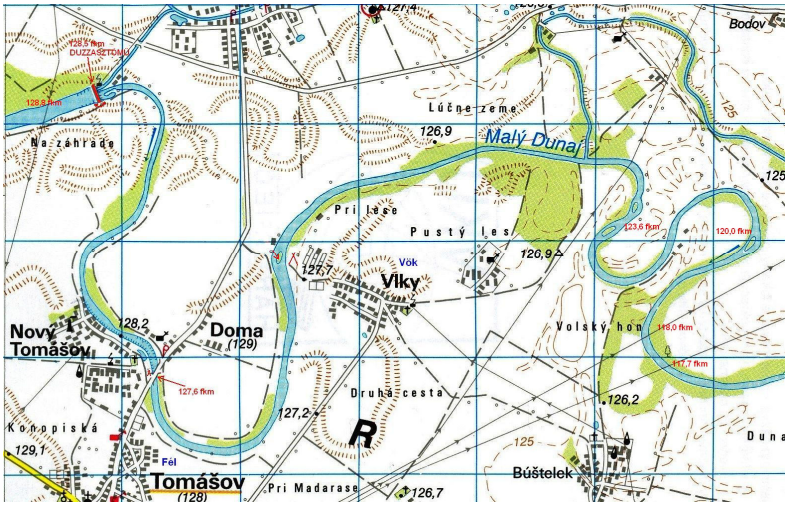
Niva Hornádu

Forma georeliéfu: meander

Voľný meander na toku Mláka (Borská nížina)

Meander je odchýlka vodného toku od priameho smeru vo forme oblúka. Názov je odvodený z pomenovania rieky Maiandros (dnes Menderes) v Turecku. Meander sa skladá z meandrového oblúka, horného ramena, ktoré leží od oblúka v smere proti prúdu a dolného ramena, ktoré leží od oblúka v smere po prúde. Územie vo vnútri

meandra medzi horným a dolným ramenom a meandrovým oblúkom je meandrová ostroha a zúžená časť meandrového oblúka meandrová šija. Meandre vznikajú bočnou eróziou vodných tokov a usadzovaním materiálu. Zatláčaním prúdnice k niektorému brehu vzniká nárazový a nánosový breh. Nárazový breh je vodným tokom podomieľaný, nánosový breh je zasa miestom usadzovania riečnych sedimentov. Bočnou eróziou sa meandre postupne rozširujú a presúvajú smerom po prúde. Ostrohy meandrov sa zmenšujú, meandrová šija sa zužuje a dochádza k zaškrteniu meandra. Vtedy vodný tok, najmä počas povodní, prereže meandrovú šiju a skráti si cestu. Vznikne tak opustený meander. Z meandrovej ostrohy zaškrtením meandra vzniká osamelo stojaci pahorok – obtočník. Opustené meandre sú pomerne častým javom v okolí Dunaja i Malého Dunaja. Pretože voda v nich prestáva prúdiť, menia sa na meandrové jazierka. Meandrové jazierko má najčastejšie tvar rožka a nazýva sa tiež mŕtve rameno. Mŕtve rameno je spočiatku vyživované vodou z rieky, ktorá do neho presakuje cez náplavy. Postupne zarastá vodným rastlinstvom a zapĺňa sa hnilokalom, ktorý vzniká rozkladom rastlinných a živočíšnych zvyškov. Nakoniec sa zmení na močiar, mokrú lúku alebo sa úplne zazemní. Pás územia, v ktorom vodný tok meandruje a nachádzajú sa tam aj opustené meandre a mŕtve ramená, sa nazýva meandrový pás.



Voľné meandre Malého Dunaja

Rozlišujú sa voľné, dolinné a zaklesnuté meandre. Osobitným druhom sú vynútené meandre, ktoré spôsobujú silné štrkonosné bočné prítoky svojimi usadeninami (napr. na rieje Hron v Horehronskom podolí). Voľné meandre sú také, kedy oblúky tvorí iba koryto rieky na vlastných náplavoch, do ktorých sa rieka nedokáže zarezať, pretože územie tektonicky poklesáva (napr. meandre Malého Dunaja na Podunajskej nížine). Volné meandre sú u nás napr. aj na horných úsekoch Hornádu

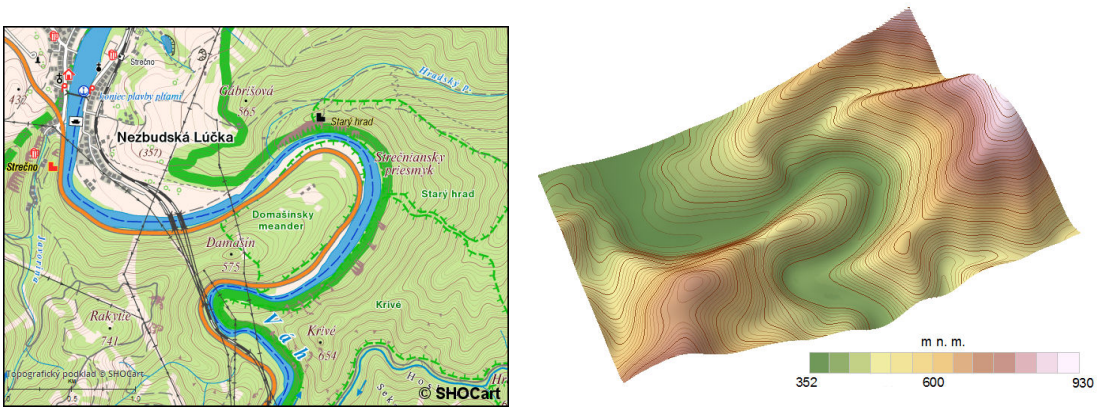
a Hrona. Krásne príklady voľných meandrov v rôznych štádiách vývoja nachádzame na Kamenistom potoku pri obci Sihla vo Veporských vrchoch. Dolinové meandre nájdeme napr. v doline Kysuce južne od Čadce. Dolinové zaklesnuté meandre sú typické napr. pre rieku Váh v Strečnianskom či Kralovianskom prielome.

Forma georeliéfu: dolinový meander

Dolinový meander je meander, kde meandruje nielen vodný tok, ale aj časť doliny. V prielomovej doline Váhu cez Malú Fatru sa nachádza ojedinelý príklad dolinového zaklesnutého meandra.

Domašínsky meander v Malej Fatre

Domašínsky meander, kedysi voľný meander, bol obnovením hĺbkovej erózie vhĺbený do pomaly sa dvíhajúcej Malej Fatry. Je súčasťou antecendentnej doliny Váhu medzi Varínom a Strečnom (7 km dlhý Strečniansky prielom). Oddeľuje severnú Krivánsku Malú Fatru od južnej Lúčanskej Malej Fatry a tvorí významný krajinný prvok. Meandrovú ostrohu tvorí vrch Domašín (575 m n. m.). Meander je dobre viditeľný z okolia Starého hradu, cez ktorý vedie náučný chodník Varín a okolie.



Mapka a vrstevnicový model Domašínskeho meandra

Forma georeliéfu: obtočník

Hradný vrch Beckov je obtočník

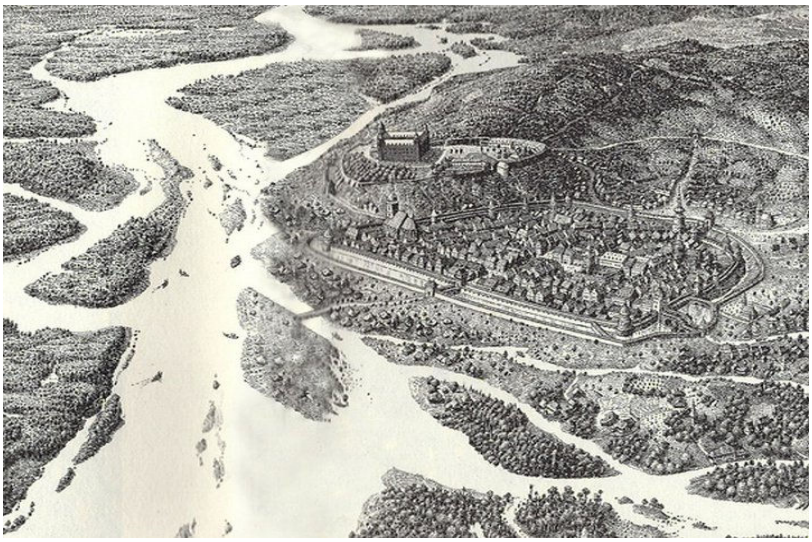
Obtočník je forma reliéfu, ktorá vzniká činnosťou rieky pri meandrovaní alebo furkácii (divočenie rieky či vetvenie rieky na ramená). Môže vznikať zaškrtením dolinného meandra, ktorý „obtiekol“ vyvýšeninu zloženú z tvrdších hornín (napr. Devínsky hradný vrch, Beckovský hradný vrch), alebo rieka obišla pri vetvení sa na ramená štrkový ostrov (napr. obtočník Zvon pri Hôrke nad Váhom, obtočník Atilov hrob pri Martine a i.). Často je zvyškom pohoria, ktoré rieka oddelila od jeho okraja (napr. Nitriansky hradný vrch).

Vznik obtočníka zaškrtením meandrovej šije

Na južnom okraji Malých Karpát nápadne vystupuje Devínska hradná skala do výšky okolo 70 m nad sútokom Moravy a Dunaja. Je súčasťou antecendentnej prielomovej doliny Dunaja, ktorý sa zarezáva sa do pomaly sa dvíhajúcich Malých Karpát. Počas tohto procesu dochádzalov minulosti k postupnému vypreparovaniu odolnejších hornín hradného brala (dolomity, vápence, zlepence) z prostredia menej odolných hornín, ktoré boli Dunajom odplavené. Devínsky hradný vrch je obtočník. Aj Turská skala neďaleko Rajeckých Teplíc predstavuje obtočník, ktorý vznikol oddelením od priľahlých dolomitových Slnečných skál. Príčinou je zarezanie Rajčianky do menej odolnej výplne Žilinskej kotliy

Devínsky hradný vrch a Turská skala sú obtočníky

Forma georeliéfu: rozvetvené riečne koryto



Rozvetvené koryto Dunaja v minulosti

Vetvevie koryta rieky na ramená, ktoré sú oddelené štrkovými ostrovmi, sa nazýva furkácia alebo divočenie rieky. Je charakteristikcé najmä pre horské rieky, ktoré v čase rozvodnenia sú schopné unášať a premiestnovať v koryte veľké množstvo splavenín. Po skončení zrážkovej anomálie rieky ukladájú štrkový materiál vo forme lavíc a ostrovov, ktoré obchádzajú a tak sa vetvia na ramená. Niektoré z ramien sa po čase stane hlavným tokom, ostatné ramená zanikajú a rieky si rozširujú svoju nivu.

Rozvetvené koryto rieky Belej

Belá, pravostranný prítok Váhu, vzniká sútokom Tichého a Kamenistého potoka s prameňom v Tatrách. Činnosťou podľadovcových vôd došlo po roztopení horských ľadovcov v Tatrách k rozplaveniu horninového materiálu morén a jeho vyplaveniu z pohoria. Tak vznikli na úpaätí Tatier rozsiahle glacifluviálne kužele. Po jednom z nich tečie aj rieka Belá. V čase vyššieho vodného stavu je Belá schopná unášať nielen menší štrk, ale aj veľké bloky hornín. Ke´d opadne jej sila, materiál ukladá v podobe štrkových lavíc a ostrovov. Belá je nútená tieto akumulácie obchádzať, čím sa hlavný tok vetví na dve a viac ramien. Proces vetvenia koryta je pozorovateľný na viacerých úsekoch Belej medzi Podbanským a Liptovským Hrádkom.

Forma georeliéfu: sihoť

Sihoť je spevnený riečny ostrov, ktorý vzniká zo štrkových a pieskových ostrovov ukladaním kalových sedimentov (hlina, jemnopiesčitý materiál) a následným uchytávaním vegetácie. Vegetácia sa časom viac rozrastá a sihote vystupujú vyššie nad hladinu vodných tokov. Podklad v podobe štrkových ostrovov vzniká zosilnenou náhlou akumuláciu v ústrednej časti koryta, najmä na miestach zmenšenia sklonu, náhleho

zväčšenia záťaže alebo za vystupujúcimi prekážkami v koryte. Sihote sa často vyskytujú pod ústím štrkonosných prítokov, kde sa zväčšením záťaže náhle znižuje kinetická energia hlavného toku, ktorý ukladá časť splavenín. Sihote nájdeme v riekach a potokoch po celom Slovensku. Známe sú sihote na Dunaji, Váhu, Hrone, Poprade, či na Morave.

Sihoť na Hrone pri Žiari nad Hronom

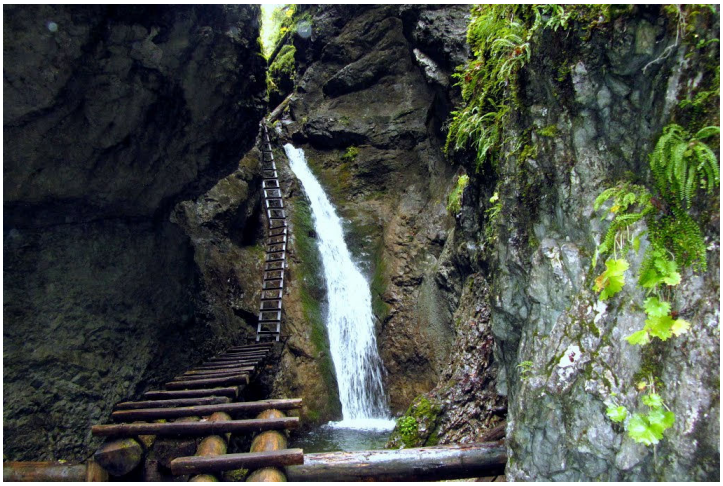
Forma georeliéfu: riečna terasa

Riečna terasa tvorí stupeň v rôznej výške na korytom

Riečna terasa je forma georeliéfu, ktorá vznikala v starších štvrtohorách striedavým zanášaním a prehlbovaním dien dolín. Na zahlbovanie mali vplyv zmeny podnebia a tektonické pohyby. V ľadových dobách bola voda viazaná v ľadovcoch, rieky niesli veľa materiálu a zaplňovali svoje korytá. V medziľadových dobách mali naopak

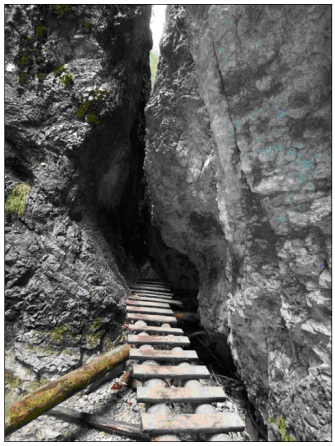
dostatok vody a neboli natoľko zaťažené splaveninami, pretože zvetraniny boli spevnené rastlinstvom. Mali viac energie a prehlbovali svoje dná. Vodné toky viac rozrezávali tektonicky sa dvíhajúce územia na sieť dolín a rázsoch. Niektoré časti územia poklesávali, tam rieky materiál ukladali. Naše rieky majú zachovaných niekoľko terasových stupňov, v rôznych výškach. Napr. Dunaj má pri Bratislave v Devínskej bráne 4 až 7 terás, pod Bratislavou v Podunajskej nížine žiadnu, pretože toto územie veľmi poklesáva a Dunaj sa nedokázal zarezať. Terasy sa objavujú znovu až pod Komárnom. Riečna terasa sa morfologicky javí ako stupen vyvinutý súmerne po oboch stranách doliny alebo striedavo na jednom či druhom svahu. Nachádza sa v rôznych výškových úrovniach, čo svedčí o tom, že rieka sa nezarezávala do podložia pravidelne, ale že sa striedali obdobia erózie a akumulácie. Zníženie riečnej erózie spôsobilo zaplnenie riečnej doliny naplaveninami. Mohlo to byť spôsobené zmenšením spádu alebo prietokového množstva vody, prípadne zväčšením množstva splavenín prinášaných do rieky. Zvýšenie erózie bolo podporované zdvihmi zemskej kôry. Po vytvorení dolinnej nivy a vyrovnaní spádu sa rieky vracali k vertikálnej erózii, aby nadobudli profil rovnováhy. Oživenie erózie sa prejavovalo erodovaním rieky vo svojich starších náplavoch alebo v skalnom podklade. Najvyššie položená terasa predstavuje najstaršiu úroveň niekdajšej nivy (táto situácia platí v inverzom režime územia, t. z. , že územie sa tektonicky dvíha). Riečne terasy sú datované jednotlivými glaciálmi (napr. risská terasa, mindelská terasa a pod.).

Forma georeliéfu: roklina

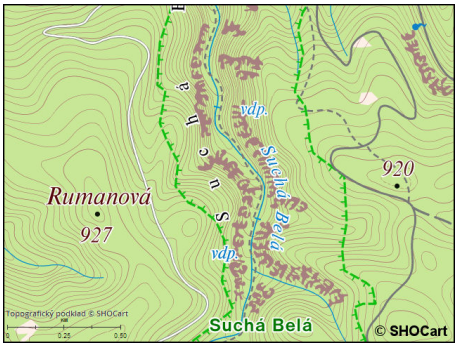


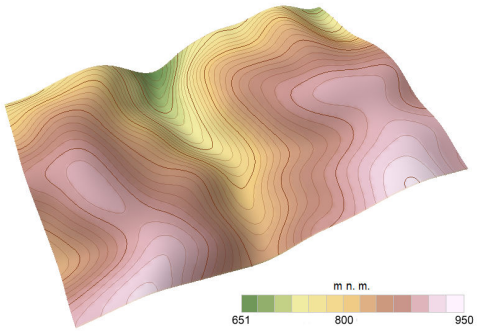
Roklina Veľký Sokol v Slovenskom raji

Roklina sa forma georeliéfu, ktorá sa viaže spolu s tiesňavami a kaňonmi na odolné karbonatické horniny (vápence, dolomity). Bola vymodelovaná vodným tokom, ktorý využil pukliny a zlomy v horninovom masíve. Charakteristické je úzke dno, bez riečnej nivy, strmé skalné steny, nevyrovnaný pozdĺžny profil, množstvo vodopádov a obrích hrncov, ťažká priechodnosť (väčšinou iba pomocou rebríkov).



Roklina Suchá Belá v Slovenskom raji



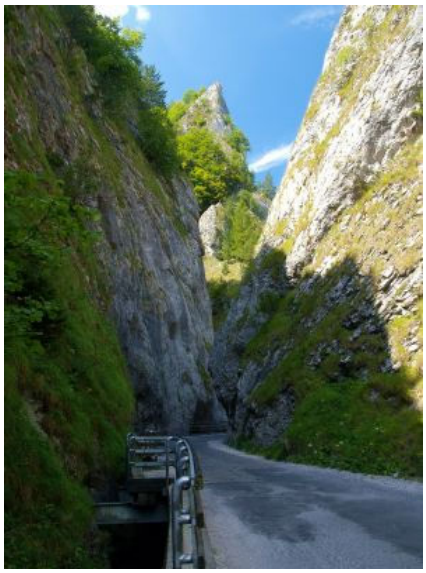


Suchá Belá je jednou z mnohých roklín Slovenského raja. Leží na jeho severnom okraji, južne od obce Betlanovce. Bola vymodelovaná vo vápencoch eróznou činnosťou rovnomenného vodného toku prameniaceho na severnom okraji planiny Glac, ktorý sa pri Podlesku vlieva do Veľkej Bielej vody. Oddeľuje od seba masívy Rumanovej a Vtáčieho hrbu. Nachádza sa v nej niekoľko vodopádov (Misové vodopády, Okienkový, Korytový, Bočný vodopád a iné), pod ktorými sa vplyvom vírivého prúdenia vody tvoria obrie hrnce. V úseku 4 km dlhej doliny je v tiesňave prekonávaný výškový rozdiel až 400 m. Strmé bočné svahy rokliny pokryté vegetáciou zabraňujú intenzívnejšiemu prenikaniu slnečných lúčov, preto sa na jej dne zdržiava studený vzduch. Táto skutočnosť spôsobuje tzv. vegetačnú inverziu – teplomilnejšie rastliny sa nachádzajú vo vyšších nadmorských výškach a naopak.

Forma georeliéfu: tiesňava

Tiesňava je dolina formovaná vodným tokom tvaru úzkeho, rozvretého V. Vzniká pri prevahe hĺbkovej erózie vodného toku. Viaže sa na karbonatické horniny – vápence a dolomity. Pre tiesňavy je typické chýbanie riečnej nivy, strmé kolmé steny, minimálna stráňová modelácia, okrem opadávania skalných stien, pod ktorými sa môžu formovať usypiskové kužele. Známe tiesňavy na Slovensku sú Manínska tiesňava a Kostolecká tiesňava v Súľovských vrchoch, Juráňová dolina v Západných Tatrách, či Prosiecka dolina v Chočských vrchoch.

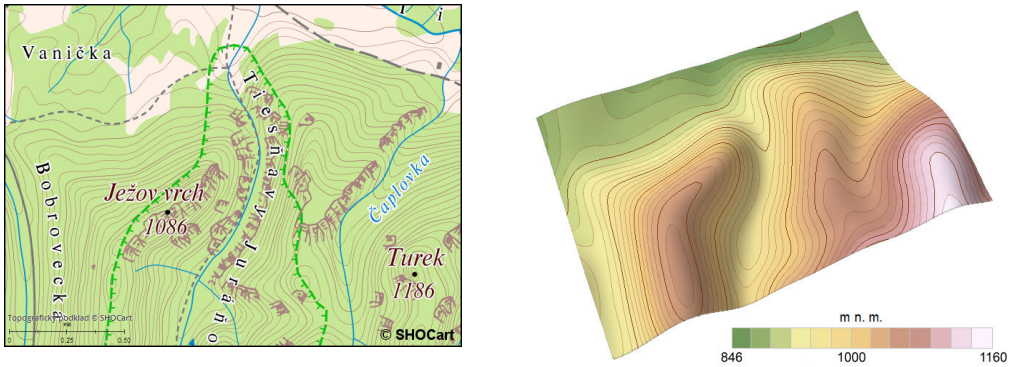
Manínska tiesňava (bradlá Veľký Manín a Malý Manín) a Kostoleská tiesňava (bradlo Drieňovka (nižšie)



Manínska tiesňava

Juráňová dolina

Juráňová dolina bola vymodelovaná hĺbkovou eróziou Juráňovho potoka. Nachádza sa v Západných Tatrách juhovýchodne od obce Oravice a je považovaná za jednu z najkrajších dolín na Slovensku. Z celkovej dĺžky 4 km má 1 km úseku doliny v jej ústí charakter tiesňavy. Úzke ploché dno nemá nivu, je užšie ako v kaňonoch, no širšie ako v roklinách. Dolina má tvar písmena „V“, obklopujúce svahy sú bralnaté a ich sklon (nad 60°) spôsobuje opadávanie materiálu, ktorý je následne odnášaný vodou.



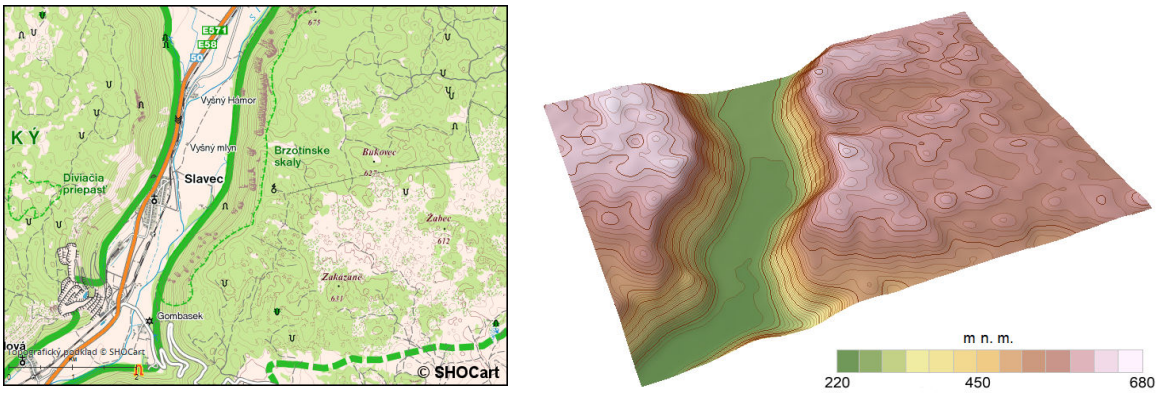
Mapka a vrstvenicová schéma Juráňovej doliny

Prítomnosť bralnatých vápencových stien, obrích hrncov či vodopádov bola podnetom vzniku náučného chodníka. Drevené trámy naprieč dolinou sú dôkazom o existencii niekdajšieho 930 m dlhého dreveného mosta, ktorým sa tu v 19. storočí zvážala železná ruda ťažá v okolí.

Forma georeliéfu: kaňon

Kaňon rieky Slanej medzi Silickou a Plešiveckou planinou

Kaňon je forma georeliéfu vytvorená vodným rokom predovšetkým vo vápencoch. Na rozdiel od tiesňavy je širší, má ploché dno s dobre vyvinutou riečnou nivou a tvar písmena U. Na strmých skalných stenách sa zo svahových procesov prejavuje iba opadávanie a skalné rútenie. Slabá modelácie svahov súvisí so skutočnosťou, že vápence sa správajú v krajine ako špongia a všetka zrážková voda preniká cez priepustné horninové komplexy do podzemia.



Mapka a vrstevnicový model kaňonu rieky Slanej v Slovenskom krase

Kaňon Slanej je jedným z dvoch kaňonov na Slovensku, hoci sa toto pomenovanie nesprávne používa aj pri iných typoch dolín. Tiahne od Brzotína k Plešivcu, kde sa stretáva s kaňonom Štítnika. Jeho dĺžka dosahuje približne 11 km, šírka je okolo 1 km a hĺbka až 400 m. V mladších treťohorách mali vápence v oblasti Slovenského krasu podobu súvislého zarovnaného povrchu. Z vyššie, severne položených Volovských vrchov stekali po povrchu krasového územia vodné toky smerom na juh a postupným zahlbovaním rozrušovali krasovú plošinu. Vznikom kaňonu Slanej došlo k odčleneniu Silickej (na východe) od Plešiveckej planiny (na západe), na ktorých sa vyskytujú početné závrty. Keď v ml. treťohorách došlo k poklesu južných častí Slovenska, sklon koryta Slanej sa zmiernil, čo ovplyvnilo aj transportačnú a eróznu silu rieky. Eróziu vystriedala akumulácia a tvorba riečnej nivy.

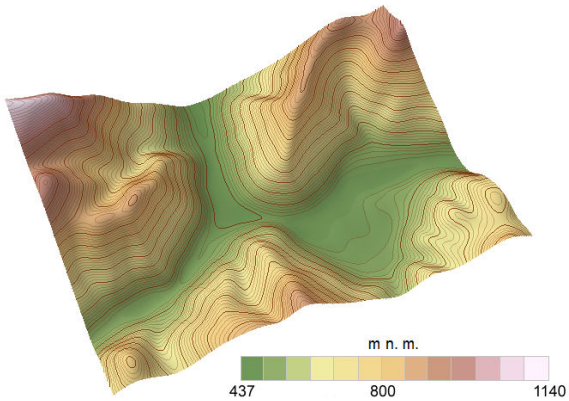
Forma georeliéfu: prielomová dolina

Prielomová dolina je dolina, ktorá pretína pohoria naprieč („prelamuje“ sa cez pohoria). Môže byť antecedentná a epigenetická. Antecedentná dolina vzniká eróznym prehlbovaním vodného toku do dvíhajúcej sa pohoria. Dolina je staršia ako pohorie (napr. Strečniansky prielom Váhu cez Malú Fatru, Kraloviansky prielom Váhu cez Veľkú

Fatru). Epigenetická dolina vzniká na dvojitej geologickej štruktúre. Rieka najskôr tečie v mladších, menej odolných horninách. Postupne sa prerezáva do spodnej tvrdšej časti. Aj napriek tomu, že v okolí sú poddajnejšie horniny, rieka zostáva „uväznená“ v doline zdedenej z obdobia zahlbovania sa do mäkších hornín (napr. Dunajec v Pieninách). Častá je ich kombinácia (napr. prielomová dolina Hornádu v Slovenskom raji).

Časť prielomovej doliny Váhu cez Malú Fatru

Antecedentná dolina Váhu (Veľká Fatra)



Mapka a vrstevnicový model doliny Váhu vo Veľkej Fatre

Antecendentná prielomová dolina Váhu vo Veľkej Fatre na úseku medzi Ružomberkom a Šútovom vznikla hĺbkovou eróziou. Rieka sa tu postupne zarezala do masívu Veľkej Fatry počas jej zdvihuv ml. treťohorách, podobne ako to bolo v Strečnianskom prielome v Malej Fatre. Váh je v týchto úsekoch starší ako okolité pohoria. V západnej časti prielomu sa nachádza dolinový zaklesnutý Kraľoviansky meander. Svojím charakterom patrí k ojedinelým úkazom v Západných Karpatoch, vďaka čomu bolo v roku 1990 jeho územie s rozlohou 18,2 ha vyhlásené za prírodnú pamiatku.

Dunajec vytvára v Pieninách epigenetickú prielomovú dolinu

Výrazné a masívne vápencové bradlá vyčnievajú v pohorí Pieniny nad svoje okolie, ktoré tvoria mäkšie slienité bridlice a flyšové pieskovce a ílovce. Dunajec vytvoril vo vápencových bradlách hlbokú kaňonovitú dolinu – epigenetický prielom. Na ceste cez bradlá sa niekoľkokrát zatáča nielen koryto rieky, ale aj celá dolina a vytvára hlboké dolinové meandre. Kaňon je hlboký 120 až 150 metrov, miestami aj viac a dlhý 9 kilometrov. Kolmé vápencové steny vyrastajú priamo z riečneho koryta. Územím vedie 7,5 km dlhý Náučný chodník Prielom Dunajca.

Forma georeliéfu: náplavový kužeľ

Náplavový kužeľ je forma georeliéfu, ktorá sa tvorí zo splavenín pri vytekaní vodných tokov (najmä horských potokov a riečok) z úzkej bočnej doliny do hlavnej doliny alebo pri vyústení vodného toku z pohoria do nížiny či kotliny. Jeho tvar je podobný otvorenému vejáru. Vznikajú po prívalových situáciách, keď sa na úpätiach svahov sklon pozdĺžneho profilu potoka náhle zmenšuje a potoky strácajú unášaciu schopnosť a rýchlosť. Náplavový kužeľ sa predlžuje postupne po toku – transgresívne, ale taktiež oproti toku posúvaním vrchola kužeľa. Uloženiny náplavových kužeľov bývajú vo vertikálnom smere zrnitostne netriedené s vlastnosťami prolúvia. Sklon kužeľov je rôzny, najväčší vo vrcholových častiach, kde sa ukladá najhrubší materiál. Smerom po toku sa sklon zmenšuje spolu s veľkosťou ukladaných častíc. V dolných úsekoch prechádzajú náplavové kužele veľmi pozvolna v riečnu nivu, čím je sťažené ich ohraničenie. V starších štvrtohorách, počas glaciálov vzniklo na našich tokoch niekoľko generácií kužeľov. Nazývajú sa tiež periglaciálne kužele. Datujú sa jednotlivými ľadovými dobami (napr. risský náplavový kužeľ). Náplavové kužele sú vyvinuté na úpätiach pohorí, napr. Malých Karpát, Nízkych Tatier, Slanských vrchov, Vihorkatských vrchov, Považského Inovca atď., kde sú na nich postavené sídla. Veľký kužeľ uložil aj Dunaj po vyústení z Devínskej brány do Podunajskej nížiny. Vytvoril tak vnútrozemskú deltu, na ktorej sa vetvil na ramená a meandroval.

Náplavový kužeľ, na ktorom je lokalizované mesto Svätý Jur

KRASOVÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika, ktorá platí pre krasové formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, rozpustné horniny a voda
- geomorfologické činitele: voda pôsobí v rôznych smeroch chemicky, mechanicky
- geomorfologické procesy: krasové

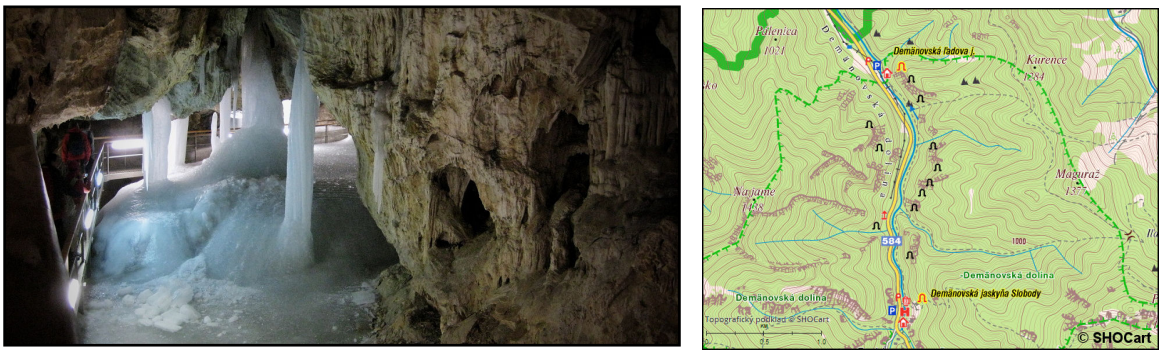
Forma georeliéfu: jaskyňa

Jaskyňa patrí medzi základné formy podzemného krasu. Vzniká koróznou a korózno-eróznou činnosťou podpovrchových vodných tokov. Jaskyne sa formujú pozdĺž puklín, trhlín a medzivrtevných špár, ktoré umožňujú cirkuláciu vôd. Cirkulujúce vody ich rozširujú a pretvárajú v podzemné chodby. Zložitá sieť podpovrchových vodných tokov sa časom pretvára v hlavný tok v zóne horizontálnej cirkulácie, na miestach vhodných štruktúrno-litologických podmienok. Zároveň sa v tomto smere uskutočňuje aj najintenzívnejšie krasovatenie. Sformovaný hlavný tok vytvára základnú jaskynnú chodbu, ktorej výška závisí od úrovne významnejších vodných povrchových tokov drenujúcich krasový masív. Ak sa tieto zahĺbia v dôsledku porušenia rovnovážneho profilu, pôvodné jaskynné chodby opúšťajú aj podzemné toky, prenikajú hlbšie do podzemia a vytvárajú nové jaskynné priestory.

Gombasecká jaskyňa

Jaskyňa Domica

Opakovaním tohto procesu vznikajú jaskynné poschodia. U nás je najviac jaskýň v Slovenskom krase a Nízkych Tatrách. Jaskyňa je jednou zo základných foriem podzemného krasu (endokrasu). Okrem krasových jaskýň existujú aj nekrasové či preudokrasov jaskyne, napr. abrázne jaskyne alebo jaskyne vo vulkanitoch (lávové jaskyne, dutiny po úniku plynov). Rozlišujú sa tiež jaskyne statické (s jedným otvorom) a dynamické (s dvoma otvormi, v jaskyni neustále prúdi vzduch). Podľa vzniku môžu byť puklinové a riečne jaskyne, špecifickými typmi sú ľadové a aragonitové jaskyne.



Demänovská ľadová jaskyňa

Demänovská ľadová jaskyňa spolu s Demänovskou jaskyňou mieru, Demänovskou jaskyňou slobody a Pustou jaskyňou tvoria jeden jaskynný systém dlhý vyše 37 km. Demänovská ľadová jaskyňa leží na severnej strane Nízkych Tatier na pravej strane 15 km dlhej Demänovskej doliny. V strednotriasových tmavých guttensteinských vápencoch krížňanského príkrovu ju vymodeloval potok Demänovka, ktorý sem kedysi pritekal z Demänovskej jaskyne mieru. Okrem chodieb tu nájdeme aj dómové priestory. Výzdoba jaskyne má podobu sintrovej a ľadovej výplne. Ľadová výplň v podobe ľadových stĺpov, stalagmitov, stalagtitov či podlahového ľadu je najbohatšie zastúpená v spodných častiach jaskyne (napr. Kmeťov dóm). Tu sa zdržiava studený vzduch a spôsobuje zamŕzanie presakujúcej zrážkovej vody. Vlhkosť vzduchu v zaľadnených častiach dosahuje až 98% a jeho teplota sa pohybuje okolo 0°, v ostatných častiach jaskyne je to v lete okolo +0,4 až +3 °C. Pôvodná sintrová výplň v podobe stalagmitov, stalagtitov, nátekov na stenách a pod., podlieha v časti s ľadovou výzdobou deštrukcii vplyvom mrazového zvetráva.

Forma georeliéfu: škrapy

Škrapy sú povrchové mikroformy krasového reliéfu. Sú to rôzne hlboké, ostrohranné, ale i zaoblené zárezy a ryhy na povrchu vápencových plôch, prebiehajúce spravidla v smere najvyššieho spádu. Zárezy a ryhy sú od seba oddelené úzkymi a ostrými skalnými hrebeňovitými útvarmi. Svojím zoskupením často vytvárajú v krasovom území rôzne veľké škrapové polia. Škrapy vznikajú prevažne koróznou činnosťou dažďovej vody obohatenej o oxid uhličitý (CO_2) z ovzdušia. Priebeh škrapov sa prispôsobuje priebehu prirodzených puklín vo vápenci, na ktorých vznikajú škrapy najrýchlejšie. Pri rozširovaní škrapov sa priehradky medzi jednotlivými škrapmi zužujú a nakoniec uvoľňujú. Neskôr vystupujú z hlinitého povrchu krasového územia v podobe korózne opracovaných úlomkov, ktoré pripomínajú vodou opracované útvary. Korózny efekt zrážkovej vody zvyšujú aj organické kyseliny, ktoré pochádzajú z rozkladu organických zvyškov a vylučujú ich aj rastliny svojimi koreňmi. Na vývoj škrapov majú vplyv aj rôzne prímesi vo vápenci, ako aj vrstevnatosť a rozpukanie hornín. V hojnom množstve sa u nás vyskytujú na povrchu planín Slovenského krasu (Silická oplanina, Plešivská planina, planina Horný vrch). Existuje niekoľko typov škrapov, napr. jarčekovité, žliabkovité, jamkové, stenové či puklinové.

Forma georeliéfu: krasová jama/závrt/

Krasová jama na Muránskej planine (Veľká Lúka)

Krasová jama (závrt) je uzavretá zníženina v krasových horninách (vápencoch, dolomitoch), najčastejšie miskovitého a lievikovitého tvaru. Priemer je niekoľko metrov až km, hĺbka sa pohybuje od niekoľko dm do niekoľko 100 m. Dno býva ploché, akumulačné, alebo zvlnené s priehlbinami a podzemnými dutinami, ktorými je závrt odvodňovaný. Ak je dno vyplnené nepriepustnými ílovitými sedimentmi, môže tu vzniknúť jazero (napr. Jašteričie jazierko na Silickej planine). Závrty vznikajú na križovatkách zlomov a puklín, kde sú najviac porušené horniny. Dôležitým procesom je rozpúšťanie hornín, dotvárajú ich ďalšie stráňové procesy. Vzácne ide o prepadnuté stropy jaskýň. Často sú zoradené v líniách odpovedajúcich priebehu puklín a zlomov v horninách, na ktoré sú geneticky viazané. Vyskytujú sa vo všetkých hlavných krasových oblastiach, kde tvoria aj závrtové polia s veľkou hustotou tvarov. U nás je najviac krasových jám v Slovenskom krase (Silická, Plešivská planina), Slovenskom raji a na Muránskej planine.

Hmlistý závrt na Plešiveckej planine

Forma georeliéfu: travertínová kopa

Travertínová kopa je terénna vyvýšenina bochníkového alebo plošne kužeľovitého tvaru tvorená pramenným vápencom – travertínom, ktorý sa tu vyzrážal okolo prameňa so silným obsahom $CaCO_3$. Základňa i výška kopy môžu mať rôznu veľkosť (od niekoľko cm až stovky metrov). Tvoria sa a zanikajú pomerne rýchlo, malé kopy desiatky rokov, stredné tisícky rokov a najväčšie sú staršie než 1-2 milióny rokov. Vyskytujú sa v oblastiach vyvierania minerálnych vôd nasýtených $CaCO_3$. Zväčša sú to križovatky mladých zlomov na okrajoch kotlín a vápencových alebo dolomitových pohorí. V travertínových kopách sa často uchovali pozostatky rastlín a živočíchov, niekedy i archeologické pamiatky a pozostatky pračloveka. Na Slovensku sa vyskytujú najmä Liptovskej kotline (Rojkov, Bešeňová, Lúčky, Liptovské Sliače, Ludrová), v Popradskej kotline (Gánovce pri Poprade), v Hornádskej kotline (Sivá brada, Dreveník, Spišský hradný vrch), či v Zvolenskej kotline (Mičiná) a inde.

Travertínová kopa Dreveník porušená gravitačným rozvoľňovaním – Kamenný raj

Forma georeliéfu: travertínový kráter

Travertínová kopa s kráterom vyplneným vodou – Rojkov

Travertínový kráter je spravidla okrúhla prehĺbenina vo vrcholovej časti travertínovej kopy, ohraničená valom a často vyplnená vyvierajúcou minerálnou vodou. Drobné krátery sú len niekoľko desiatok cm hlboké i široké, veľké dosahujú niekoľko m, šírka môže presiahnuť i 10 m. Vonkajšie svahy sú miernejšie, vnútorné steny sú zvislé, vzácne sú ploché miskovité krátery. Za určitých okolností môže z kráteru unikať CO_2, uvoľnený z minerálnej vody, ktorá je ním presýtená. Fosílne, mŕtve krátery bývajú suché a pomaly sa zanášajú. Travertínové krátery sa vyskytujú na rovnakých miestach ako travertínové kopy. Na Slovensku ich nájdeme napr. vo Vyšných Ružbachoch, Rojkove, Santovke a inde. Patrí sem aj plytký kráter s jazierkom na vrchole Sivej brady.

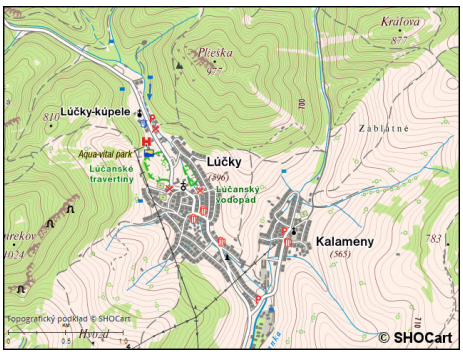
Forma georeliéfu: Travertínový vodopád

Travertínový vodopád v Sklených Tepliciach

Travertínový vodopád patrí medzi formy georeliéfu, ktoré sa aj dnes tvoria na mnohých miestach slovenskej krajiny usadzovaním travertínu z termálnych minerálnych prameňov. Pramene sa viažu na zlomové línie a ich križovatky. Rozličná farba travertínovýh útvarov pochádza o prímesí železa a mangánu.

Vznik Lúčanských travertínov, na ktorých vznikol Lúčanský vodopád sa viaže na križovatku zlomovej línie medzi Chočskými vrchmi a Liptovskou kotlinou. Potok Lúčanka sa obohacuje o minerály z povrchu vápencov a dolomitov Chočských vrchov a tiež vodou z minerálnych prameňov. Vďaka minerálnemu zloženiu Lúčanky sa v tejto oblasti vyzrážaním vytvorili polohy penovcov. Neustála tvorba penovca dodáva 12 m vysokému vodopádu jedinečnosť. Bežné vodopády spätne erodujú skalný prah, cez ktorý pretekajú, neustála tvorba penovca však oslabuje vplyv spätnej erózie a stupne vodopádu narastajú v smere toku, čím sa tvoria kaskády. Erózna činnosť sa prejavuje odtrhávaním častí podložia a tvorbou trhlín, ktoré sú však časom zanášané úlomkami a organickým materiálom (listy, vetvy) a opäť stmeľované novovznikajúcim penovcom. Stupeň vodopádu teda stále mení svoj tvar, ktorý je možné pozorovať v akejkoľvek ročnej dobe – vďaka svojej teplote tu voda nezamŕza. V centrálnej časti vodopádu vznikla súčasne s usadzovaním travertínu malá, ale pozoruhodná jaskyňa. Šikmé, rozvetvené neveľké chodby od okraja vodopádu siahajú 7 – 8 m dovnútra travertínovej kaskády a na povrch vyúsťujú tromi otvormi. Jaskyňa dosahuje dĺžku 25 m a výšku 5m. Zo sintrovej výplne sú najpozoruhodnejšie jaskynné perly, ktoré sa vytvorili v malých jazierkach.

Lúčanský vodopád



KRYOGÉNNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky kryogénne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, kolísanie teploty okolo 0°C – fázové prechody vody
- geomorfologické činitele: voda – ľad, pôsobí mechanicky v smere spádnice, gravitácie
- geomorfologické procesy: mrazové zliezanie

Forma georeliéfu: kamenné more

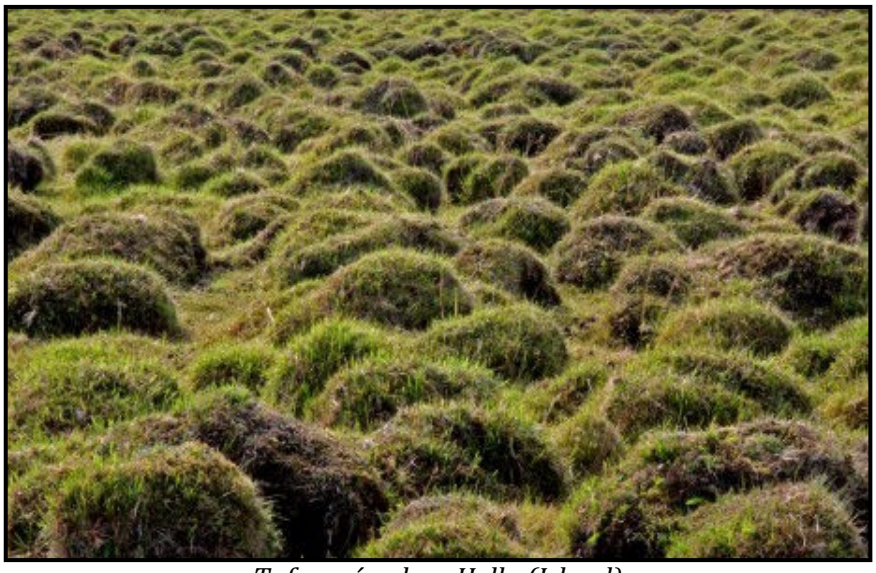
Kamenné more je plošná akumulácia blokov hornín, ktorá vzniká kryogénnym alebo termogénnym rozpadom rozsiahlych skalných výstupov priamo na mieste, alebo obnažením kameňov zo zvetraninových plášťov. Väčšinou tu dochádza k takmer úplnému odstráneniu jemných častíc vyviatím alebo spláchnutím z priestorov medzi ostrohrannými blokmi kameňov. Ich vznik bol v našej oblasti podstatne rýchlejší v periglaciálnej klíme starších štvrtohôr, kedy sa vytvorila ich prevažná väčšina, avšak ich vznik nie je zásadne viazaný na túto klímu. Vznikajú i v súčasnosti, no oveľa pomalšie. Časté sú vo vrcholových partiách horských oblastí, tvorených tvrdými horninami alebo na úpätí miernych svahov. U nás ich nájdeme v Západných Tatrách, Vysokých Tatrách, vo Vihorlate a inde.

Kamenné more Malej Studenej doline v Tatrách

Naše najväčšie Kamenné more vo Vyhniach vzniklo gravitačným triedením materiálu podľa veľkosti po rozsiahlom skalnom zrútení inciovanom zemetrasením. Svoju úlohu tu však zohralo aj mrazové zvetrávanie

Kamenné more vo Vyhniach

Forma georeliéfu: thufur



Tufurové pole – Hella (Island)

Thufury sú pôdne mikroformy kopčekovitého tvaru s minerálnym jadrom, na povrchu zarastené nízkou vegetáciou. Často sa združujú do početnejších skupín a vznikajú tzv. thufurové polia. Vznik thufurov sa vysvetľuje tak, že pri zamŕzaní sa vytvára vo zvlhčenom minerálnom jadre vo vnútri kôpky pôdny ľad, ktorého objem narastá vzlínaním podzemnej vody. Na zmeny objemu kôpok pôsobí aj výpar vody z ich

vrcholov pri rozmŕzaní ľadu. Priemer thufurov nepresahuje 2 m, výška 1 m, obvykle ide o menšie tvary s rozmermi niekoľko dm. Vyskytujú sa na dostatočne vlhkých, rovinatých, alebo mierne uklonených terénoch v oblastiach recentnej alebo subrecentnej regelácie. Časté sú vo vyšších zemepisných šírkach, u nás ich nájdeme v Kopskom sedle v Tatrách, na Kráľovej holi, na Veľkom boku v Nízkych Tatrách, či v Malej Fatre.

NIVÁLNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky niválne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, snehové zrážky
- geomorfologické činitele: sneh, pôsobí: v smere spádnice, mechanicky
- geomorfologické procesy: niválne (činnosť snehu)

Forma georeliéfu: lavínová ryha

Lavínové ryhy vznikajú činnosťou snehu

Lavínová ryha je forma georeliéfu, na ktorej sa podeiľa činnosť snehu – nivácia. Je to vhĺbená forma georeliéfu, ktorou lavína schádza, erózne ju rozrušuje a pretvára. Zvyčajne má priamy priebeh, v závere sa často rozvetvuje. Typickým znakom lavínových rýh je porušenie vegetácie priamo v nich a po ich stranách. V ústiach sa vyskytujú lavínové kužele, ktoré rastú postupne opakovaným schádzaním lavín. Lavínovým územiam sa venuje zvýšená pozornosť a realizujú sa protilavínové opatrenia. Na Slovensku sa vyskytujú lavíny a nimi vytvorené lavínové ryhy v pohoriach vystupujúcich nad hornú hranicu lesa (Tatry, Nízke Tatry, Malá Fatra a Veľká Fatra).

Lavínové ryhy v Roháčoch

Forma georeliéfu: karoid/nivačný kotol/

Karoid – nivačný kotol je plytká depresia vo vrcholových častiach pohorí, ktorá vzniká niválnymi procesmi, čiže činnosťou snehu nad snežnou čiarou.

Nivačný kotol pod vrcholom Ploskej vo Veľkej Fatre

Nivačné kotly v masíve Ostredku (Veľká Fatra)

GLACIÁLNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky glaciálne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, dlhodobá záporná teplotná bilancia, zrážky
- geomorfologické činitele: ľadovec
- geomorfologické procesy: glaciálne

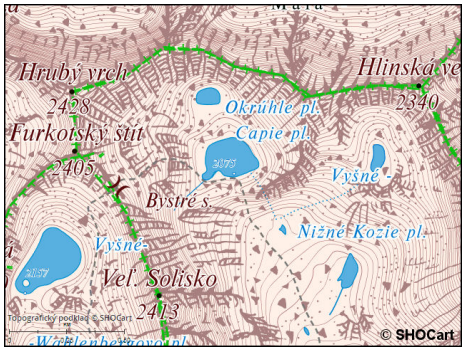
Forma georeliéfu: ľadovcový kotol /kar/

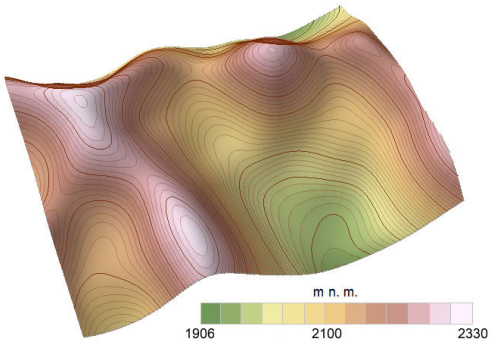
Kar – Gerlachovský štít

Ľadovcový kotol – kar je forma glaciálneho georeliéfu amfiteátrovitého tvaru so strmými skalnatými svahmi a plochým až prehnutým dnom. Kotlovitý vzhľad karov bol spôsobený prevažne mrazovým zvetrávaním a eróziou karového ľadovca. Úsypiskové kužele v okolí karu sú dôsledkom opadávania materiálu z obkolesujúcich strmých skalných stien. Na vzniku sa intenzívne podieľalo aj mrazové zvetrávanie a soliflukčné procesy. Kary sa môžu vyskytovať jednotlivo, ale aj vo forme združených karov, ktoré vznikli po eróznom odstránení bočných stien. Od nižších častí doliny sú oddelené jedným alebo viacerými skalnými stupňami s výskytom guliakov či vodopádov. Výška stien je niekoľko desiatok až stoviek metrov, priemer kolíše od niekoľkých stoviek m až niekoľko km. Na tvare karu sa uplatňujú štruktúrno-litologické vlastnosti podložia. Dno karu je v dôsledku silnej hĺbkovej erózie často prehnuté a vyplnené karovými jazerami. Kary vznikali a vznikajú vo všetkých zaľadnených pohoriach. Nachádzajú sa v pohoriach

zaľadnených recentne, ale i v pohoriach, ktoré boli zaľadnené v geologickej minulosti, kde potom predstavujú reliktné tvary. Na Slovensku sú početné kary v Nízkych Tatrách a Tatrách, kde sú najtypickejšie. V závere Mlynickej doliny sú to napr. Okrúhle a Capie pleso. Karového pôvodu je aj naše najhlbšie a zároveň najväčšie pleso – Veľké Hincovo pleso v Mengusovskej doline.

Veľké Hincovo pleso je karového pôvodu





Capie pleso a Okrúhle plesá sú karového pôvodu

Forma georeliéfu: ľadovcová dolina /tróg/

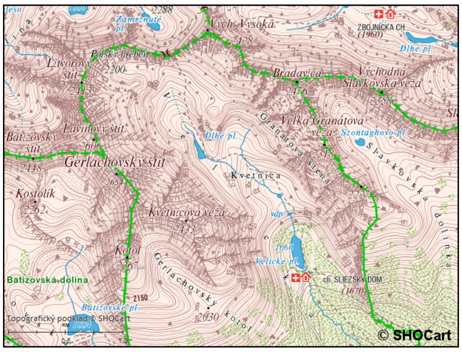
Ľadovcová dolina – tróg je pôvodne riečna dolina, ktorá sa činnosťou ľadovcov prehĺbila a premenila na morfologicky nový typ doliny. Pôvodne ostro zarezaná dolina, s priečnym profilom v tvare písmena V sa zmenila na širokú oblúkovito prehĺbenú dolinu, pripomínajúcu svojím profilom písmeno U. Glaciálna erózia súvisí s plošným

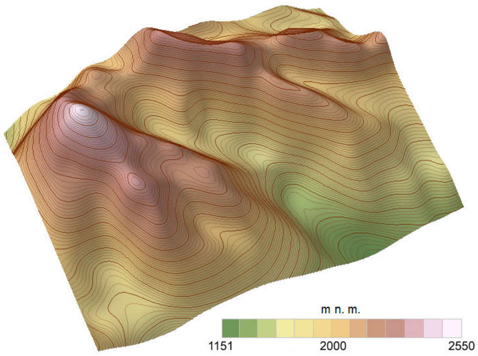
pôsobením ľadovca celou spodnou časťou. Ľadovec pri svojom pohybe so sebou strháva skalnú sutinu a vylamuje z podkladu väčšie kamene, ktoré sa do neho zabárajú a sunú sa spolu s ním. Zvlášť silno sa skalný podklad porušuje na okrajoch, kde trenie brzdí a spomaľuje pohyb ľadovca. Sila brázdenia závisí najmä na hmotnosti ľadovca. Hlavné ľadovcové doliny, ktorými sa pohybovali mohutnejšie splazy, sa prehlbovali rýchlejšie a hlbšie ako doliny bočné, kde boli splazy menšie a ľahšie. Bočné doliny sa potom po deglaciácii javia ako visiace doliny, ktoré sú od hlavných oddelené vysokými stupňami. Na nich sú časté vodopády, napr. Malá Studená dolina. Každá dolina formovaná ľadovcom má karový a trógový úsek. V priečnom profile trógov možno pozorovať na stráňach skalné výčnelky – plecia trógu. V pozdĺžnom profile trógového úseku vystupujú skalné stupne. Nižšie položené stupne sa viažu na valy čelných morén, vyššie položené stupne sú skalnaté. Počet stupňov súvisí so zmenou polohy snežnej čiary. Doliny, ktoré boli zaľadnené pomerne krátko len v poslednom glaciáli, majú skalné stupne len v horných častiach pod ľadovcovým kotlom. Takéto doliny pozorujeme napr. v Nízkych Tatrách. 2 až 5 stupňov či prahov nachádzame v trógoch Vysokých Tatier, z ktorých najlepšie vyvinuté sú najvyššie položené stupne.

Malá Studená dolina v Tatrách

Velická dolina sVelickým plesom

Velická dolina je jednou z typicky tvarovaných ľadovcových dolín tvaru U v Tatrách. Karový úsek v závere Velickej doliny je stlačený do užšieho priestoru okolitými strmými štítmi a leží v ňom úzke pleso s charakteristickým názvom – Dlhé pleso.



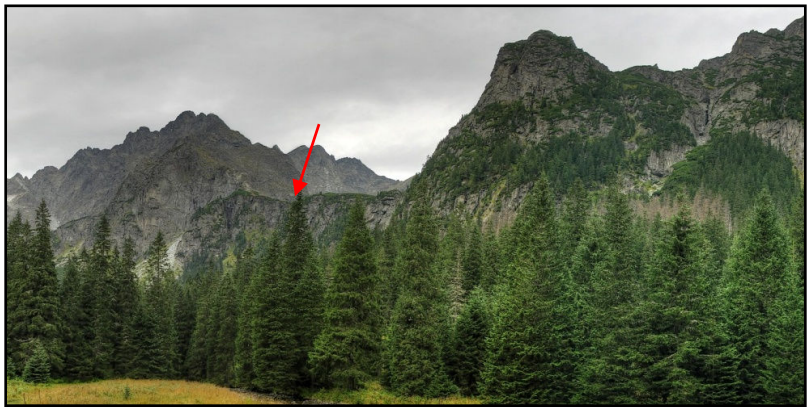


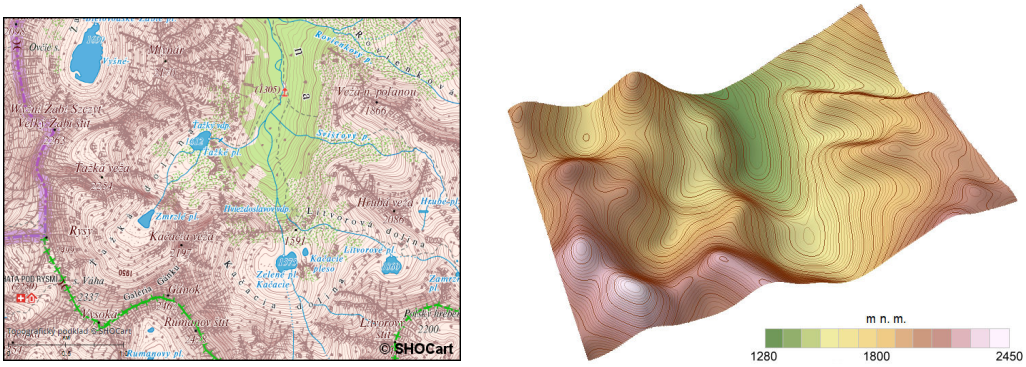
Mapka a vrstevnicová schéma Velickej doliny

Forma georeliéfu: visutá dolina

Visuté doliny sú bočné doliny, ktoré sú od hlavnej doliny oddelené rôzne vysokým prahom. Vyskytujú sa riečne aj glaciálne visuté doliny. Rozmery hlavných dolín sú nápadne väčšie, ich dno bolo rýchlejšie modelované hrubším ľadovcom. Bočné doliny boli formované menšími ľadovcami. Efekt erózie bočného ľadovca bol podmienený charakterom jeho prechodu v ľadovec hlavnej doliny. Po ústupe ľadovca sa potom bočné

doliny javia sa ako visuté. Takou dolinou je aj Ťažká dolina vo východnej časti Tatier. Leží vysoko nad dnom hlavnej Bielovodskej doliny (naša najdlhšia glaciálna dolina), od ktorej ju oddeľuje asi 150 m vysoký skalný prah. Preteká ním Ťažký vodopád, ktorého tok odvodňuje Zmrzlé a Ťažké pleso v tejto doline. Plesá ležia v rôznej nadmorskej výške v depresiách dvoch plošín, ktoré sú taktiež oddelené skalným stupňom.

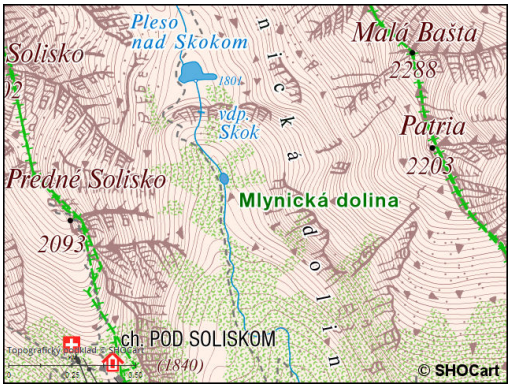




Ťažká dolina v Tatrách

Forma georeliéfu: plece trógu

Na svahoch ľadovcových dolín (trógov) vystupujú nápadné stupne nazývané plecia trógu. Dobre viditeľné sú hlavne pri pohľade po osi doliny. Na plošinách pliec môžno pozorovať stopy glaciálnej erózie v podobe rýh, obrusov a tiež zvyšky morén. Pôvod pliec nie je jednoznačný, no prevláda názor, že boli kedysi súčasťou dna doliny, ktorá bola neskôr prehlbovaná glaciálnou eróziou. Intenzívna nivácia na rozhraní ľadovca a snehových polí bola tiež dôležitá pri vzniku pliec. Pôsobením nivácie nastáva totiž podkopávanie a ustupovanie stráne. Nad plecami trógov ležiace časti strání sa prejavujú znakmi kryogénnych procesov (geomorfologické pôsobenie mrazu).



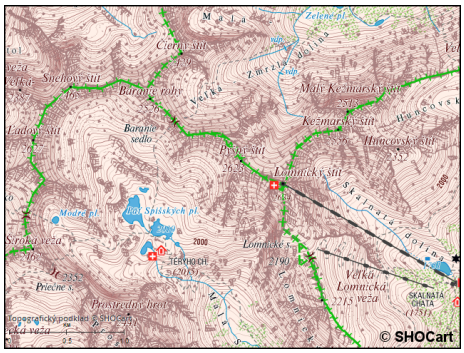
Mlynická dolina – na svahu Patrie (vpravo) vidno plece trógu

Forma georeliéfu: guliak /mutón/

Guliaky vo Veľkej Studenej doline v Tatrách

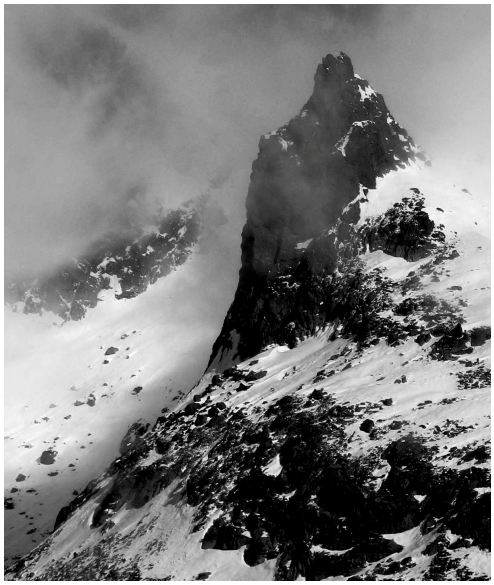
Guliaky (mutóny, oblíky) vznikajú eroznou činnosťou ľadovcov, kedy sú obnažené skalné výstupy zhľadzované a obrusované eróznou činnosťou ľadovca. Tvrdšie horniny a pôvodné nerovnosti sa menia v pretiahnuté (v smere pohybu ľadu) a zaokrúhlené formy. Guliaky nájdeme na dne ľadovcovej doliny, karu alebo v oblasti pokrytej v skoršej dobe pevninským ľadovcom. Na ich povrchu sú často tzv. exaračné ryhy v smere pohybu ľadovca. Tie sú spôsobené exaráciou, hĺbkovým účinkom hranáčov alebo sutinového materiálu spodnej morény, vmrznutého do bázy pohybujúceho sa ľadovca. Výška guliakov kolísa od niekoľko dm až niekoľko metrov.

Guliaky nachádzame na skalných prahoch ľadovcových dolín v Tatrách. V závere Malej Studenej doliny v okolí Spišských plies možnom pozorovať niekoľko guliakov. Ich hladký povrch s početnými ryhami svedčí o eróznom pôsobení ľadovca, a to najmä vplyvom deterzie (ohladzovania) a exarácie (ryhovania). V súčasnosti sú guliaky pretvárané fluviálnou činnosťou Malého Studeného potoka, ktorý tadiaľ tečie zo Spišských plies a pod Téryho chatou sa prepadáva do hĺbky cez strmý skalný stupeň.



Guliaky v Malej Studenej doline

Forma georeliéfu: nunatak

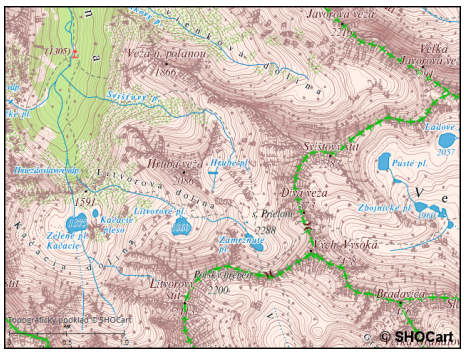


Nunatak Kostolík v Batizovskej doline

Nunatak je izolovaná skalná veža, ktorá predstavuje zvyšok po rozvodomh chrbáte alebo hrebeni pôvodných riečnych dolín, ktoré v ľadových dobách vyplnili ľadovce. Ich tvary a najmä úbočia majú zreteľné znaky po činnosti ľadovcov. Rozmery nunatakov závisia od tvrdosti horniny, ktorá ich tvorí, ale aj od tlaku a rýchlosti tečenia ľadovca a doby trvania ľadovcovej činnosti. Výška a rozloha nunatakov je rôzne. V Arktíde a Antarktíde prečnievajú nunataky aj viac ako 2 km nad hrubé kontinentálne

ľadovce. U nás nachádzame nunataky v Tatrách. Pochádzajú z obdobia starších štvrtohôr, kedy boli Tatry zaľadnené. Najnápadnejším a najmalebnejším tatranským nunatakom je dvojvrcholový Kostolík v Batizovskej doline (2 261 m n. m.), ktorý sa ako trojboký kužeľ dvíha nad jej najhornejším prahom. Je oddelený od hlavného hrebeňa a okolie je posiate sutinami a guliakmi. Aj Dračí hrebeň s dvomi výraznými vrcholmi – Veľkou Dračou hlavou (2 254 m n. m.) a Zlomiskovou vežou (2 132 m n. m.), Strelecká veža vo Veľkej Studenej doline a veža Železnej brány s Kačacím mníchom v Kačacej doline sú nunataky.

Dračí hrebeň vo Vysokých Tatrách



Nunatak Hrubá veža

Nunatak Hrubá veža (2 086 m n. m.) tvorí osamotenú pyramídu medzi Svišťovou a Litvorovou dolinou. Kedysi bola Hrubá veža súčasťou hrebeňa, eróznou činnosťou ľadovca však došlo k jej izolovaniu a vytŕčala z ľadovcového splazu.

Forma georeliéfu: moréna

Bočná moréna ľadovca Pasterze pod vrchom Grossglockner (Vysoké Taury, Alpy)

Moréna je forma georeliéfu tvorená úlomkovitý materiál, ktorý vznikol akumulačnou činnosťou ľadovcov. Materioál nie je opracovaný ani triedený. Podľa výskytu úlomkov v ľadovci sa rozlišujú povrchové (materiál napadaný na povrch ľadovca), vnútorné (materiál vo vnútri ľadovca, ktorý pochádza zo spodnej aj povrchovej morény) a spodné morény (materiál vmrznutý do bazálnej časti ľadovca). V rámci povrchových morén sa rozlišujú morény bočné a stredné. Bočné morény sú tvorené materiálom na okrajoch ľadovca, napadaného z priľahlých strání, ako aj materiálom, ktorý bol vmrznutý na jeho bokoch, a uvoľnený glaciálnou eróziou. Stredné morény sú nepravé (spojenie bočných ľadovcových splazov) a pravé (tiahnú sa na povrchu ľadovca od skalných výstupov, vyčnievajúcich nad jeho povrchom). Z typov uložených morén sú známe čelné morény, tvoriace sa v období stagnácie konca ľadovca, či náporové morény. U nás sú morény z rôznych ľadových dôb v Tatrách a Nízkych Tatrách.

GLACIFLUVIÁLNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky glacifluviálne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, kladná teplota, okraj ľadova
- geomorfologické činitele: ľadovec a jeho podľadovcové vody, pôsobia mechanicky v smere spádnice, údolnice
- geomorfologické procesy: glacifluviálne

Forma georeliéfu: vytopisková depresia

Vytopisková depresia – Fox Glacier (Nový Zéland)

Vytopisková depresia je forma georeliéfu, ktorej vznik sa viaže na kryhy mŕtveho ľadu zachované po deglaciácii pod ochranným morénovým plášťom. Ich vytápanie má súvis so zmenami podnebia, hlavne s oteplením. Pri vytápaní ľadu sadá nadložný morénový materiál a vzniká depresia. Na takto vzniknuté depresie sa niekedy viažu jazerá. Časté sú v územiach pevninského pleistocénneho zaľadnenia. U nás je vytopiskového pôvodu Štrbské pleso vo Vysokých Tatrách Jeho panva je súčasne zahradená mohutným valom zloženej čelnej morény.

Štrbské pleso je čiastočne vytopiskového pôvodu

EOLICKÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky glaciálne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, prístupné častice pôdy
- geomorfologické činitele: vietor (vzduch) pôsobí v smere tlakového gradientu, mechanicky
- geomorfologické procesy: eolické (činnosť vetra)

Forma georeliéfu: piesková duna

Erg Chigaga – Marocká púšť (Sahara)

Piesková duna (presyp) je terénna vyvýšenina tvorená uloženinami naviateho piesku. Je to typická akumulačná forma eolického reliéfu, vznikajúca pri poklese sily vetru pod transportačnú rýchlosť. Najčastejšie má tvar asymetrického valu, kde sa výrazne líši sklon svahu náveternej strany (5 – 12°) a záveternej strany (30 – 60°). Výška dún je rôzna, môže dosahovať až niekoľko desiatok m. Podľa tvaru a podľa polohy k prevládajúcemu smeru vetra sa rozlišujú duny: priečne, pozdĺžne, barchany, parabolické. Medzi nimi existuje ešte množstvo prechodných typov. Pieskové duny sa vyskytujú na pobreží morí, veľkých jazier a v suchých oblastiach vnútrozemia. Na Slovensku ich nájdeme najmä na Východoslovenskej rovine, Borskej nížine, pozdĺž Malého Dunaja, či dolného toku Váhu.

BIOGÉNNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky glaciálne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, podmienky pre život
- geomorfologické činitele: organizmy, rôzne pôsobenie
- geomorfologické procesy: biogénne

Forma georeliéfu: mravenisko

Mravenisko (Dejovka pri Čadci v Turzovskej vrchovine)

Mravenisko je v geomorfologickom zmysle nadzemná stavba vytvorená niektorým druhom mravcov, spravidla v tvare kôpky 10 – 100 cm vysokej, zloženej z drobných zrniek hliny, ihličia a pod. Pre každý druh mravcov je charakteristický určitý typ a veľkosť mravenísk. V jarnom období, kedy tento mikroreliéf nie je zarastený trávou, možno pozorovať desiatky až stovky týchto kôpok na lesných svetlinách, pastvinách, spustnutých lúkách, či úhoroch. Okrem polárnych a subpolárnych oblastí nájdeme mraveniská po celom svete, najviac však v trópoch. Výskyt mravenísk indikuje biologicky zdravú a chemicky vážne nenarušenú krajinu. Pri všeobecne známej užitočnosti lesných mravcov („zdravotná polícia“ v prírode) sú stavby veľkých druhov mravcov v niektorých štátoch zákonom chránené. Mraveniská zároveň spestrujú mikroreliéf a majú ekologický význam. Je na ne viazaných množstvo ďalších živočíchov.

Forma georeliéfu: rašelinisko

Rašelinisko Slaná Voda (Oravská Polhora)

Rašelinisko je miesto, kde sa vyskytuje rašelina, ktorá vzniká v podmienkach obmedzeného prístupu kyslíku bakteriálnym rozkladom odumretých rastlinných častí. Čiastočne sa tvorí pod vodou v močiaroch, jazerách, riečnych ramenách alebo riečnych deltách, teda v miestach, ktoré ležia nižšie než okolie. Inokedy môže vznikať vo vyklenutých priestoroch machov (rašeliníkov), silne nasiaknutých dažďovou vodou. Tvoria sa hlavne v pásme mierneho podnebia s dostatočnými ročnými zrážkami. Rašeliniská sa rozdeľujú sa na: slatiny, vrchoviská a rašeliniská prechodné (zmiešané). Slatiny vznikajú na dne stojatých vôd pod úrovňou okolia. Slatiny sa môžu zmeniť na vrchoviská a vtedy sa označujú ako prechodné rašeliniská. Vrchovište sa tvorí na rovnom alebo svahovitom povrchu miestach s dostatkom zrážok, najmä v hornatých oblastiach. Podklad je menej priepustný, zadržiava sa voda a dochádza k rastu kobercov rašeliníka. U nás sú známe najmä rašeliniská na Orave (Slaná Voda, Habovka, Klin).

ANTROPOGÉNNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky antropogénne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, rozvoj ľudskej civilizácie
- geomorfologické činitele: človek pôsobí rôzne
- geomorfologické procesy: antropogénne

Forma georeliéfu: lom

Kameňolom v Kvetnici pri Poprade

Ako lom sa pôvodne označovalo miesto, kde sa ťažil kameň – kameňolom. V súčasnosti, kedy sa podobným spôsobom ťažia i iné nerastné suroviny, označujú sa tak všetky miesta povrchovej ťažby na rozdiel od baní – šachiet a štôl podpovrchovej ťažby. Ide o jeden z najstarších antropogénnych tvarov reliéfu, rozšírený už od staroveku. Podľa založenia lomu v teréne sa rozlišujú lomy: stenové, jamové a etážové. Rozmery lomov sú rôzne, výška steny, či hĺbka jamy môže byť od niekoľko metrov do stoviek metrov. Nájdeme ich po celom svete všade tam, kde človek ťaží alebo ťažil nerastné suroviny. Mnohé opustené lomy sú už zasypané, či zarastené vegetáciou a v teréne ťažko identifikovateľné. Steny lomov odkryli vnútornú štruktúru a geologické pomery územia poskytli cenné geologické, paleontologické, archeologické i antropologické nálezy, no zároveň sú jedným z hlavných devastátorov krajiny.

Forma georeliéfu: halda

Halda je konvexná antropogénna forma reliéfu, ktorá vzniká navŕšením nezúžitkovaného alebo dočasne nepoužívaného materiálu z baní, priemyslu a poslednej dobe stále viac z mestského odpadu. V minulosti vznikali haldy aj pri poľnohospodárskom obrábaní pôdy, kedy boli kamene vybraté z pôdy navŕšené do háld desiatky metrov dlhých. Podľa tvaru sa rozlišujú haldy kužeľovité, kopovité, terasovité, chrbátové a tabuľové. Množstvo vyťaženého a odpadového materiálu, ktorý človek premiestnil a každoročne vo väčšom a väčšom množstve premiestňuje, má obrovský geomorfologický, geochemický, biologický, hydrologický, ekonomický a estetický význam, pretože objem značne prevyšuje množstvo hmoty premiestňovanej prírodnými silami. Haldy sa vyskytujú baníckej a priemyslovej činnosti, v blízkosti tepelných elektrární a miest, vzácne v miestach poľnohospodárskej činnosti. Na Slovensku je známa halda pri Žiari nad Hronom, či pri Dobšinej ako aj neslávne známa halda pod vrchbom Šobov pri Banskej Štiavnici

Halda po spracovaní bauxitu v Žiari nad hronom

MARÍNNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky marínne formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: kontakt akvatoriálneho a terestrického prostredia
- geomorfologické činitele: voda, pôsobí mechanicky v smere vetra
- geomorfologické procesy: vlnenie, morský príboj

Forma georeliéfu abrázny zrub/klif

Abrázny zrub – klif je strmá stena na vysokom morskom pobreží, ktorá vznikla a vzniká príbojovou (abráznou) činnosťou morských vĺn. K rozrušovaniu pobrežných stien prispievajú aj tlakové účinky vzduchu v skalných trhlinách pri náraze vĺn a procesy zvetrávania nadzemných častí hornín. Tvar klifu závisí na hornine a spôsobe vlnenia. Môže byť celistvý subvetrikálny až prevísajúci (v tvrdých horninách, vápencoch, horizontálne zvrstvených pieskovcoch), alebo šikmý a značne rozrušený pevninskými procesmi (v mäkkých ílovitých horninách). Klify ako aktívne formy morského príboja, sú tvary deštrukčné a ich vývojom sa zmenšuje rozsah pevniny. Geneticky sú viazané na stredne vysoké morské pobrežia. Nachádzajú sa v rôznych klimatických pásmach, v periglaciálnych zónach sa pri ich vzniku uplatňuje termoabrázia.

Abrázny zrub neďaleko prístavného mesta Dover (Anglicko)

POLYGENETICKÉ FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky polygenetické formy georeliéfu:

- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, rôzne
- geomorfologické činitele: komplex činiteľov, pôsobia rôzne
- geomorfologické procesy: erózia, denudácia

Forma georeliéfu: pediplén/zarovnaný povrch/

Pediplén predstavuje zarovnaný povrch, ktorý vznikol paralelným ustupovaním strání – zarovnávaním zboku. Pediplanácia prebieha najmä v územiach, ktoré sú tektonicky aktívnejšie, s výskytom rovných a strmých strání charakteru zrubov, prevažne na odolnejších horninách. Z pediplénu môžu miestami vystupovať zvyšky bývalých rozvodí, ktoré majú podobu ostrovných hôr s konkávne ohnutými dolnými časťami strání. Vznik regionálne vyvinutých pediplénov nadväzuje na hladinu svetového oceánu. Ekvivalentom pediplénov v chladných územiach sú kryopediplény. Viaceré zarovnané povrchy v pohoriach sú dôkazom etapovitého vývoja určitej morfoštruktúry – pohoria. Ide o výsledky vzťahu opakovaných orogénnych pohybov a období tektonického pokoja. V Západných Karpatoch sa nachádzajú pomerne dobre zachované zvyšky zarovnaných povrchov, ako výsledkov pediplanácie z obdobia terciéru (stredohorská roveň, poriečna roveň).

Pediplény na svahoch Prašivej v Nízkych Tatrách

KOZMOGÉNNE FORMY GEORELIÉFU

Charakteristika platí pre všetky kozmogénne formy georeliéfu

- geomorfologické podmienky: prekríženie dráhy telesa a Zeme
- geomorfologické činitele: kozmické teleso (meteorit, kométa), pôsobí rôzne, mechanicky
- geomorfologické procesy: kozmogénne

Forma georeliéfu: meteoritový kráter

Meteoritový kráter je forma georeliéfu, ktorá vznikla dopadom meteoritov na povrch našej planéty po pliocéne. Meteorit s hmotnosťou menšou ako 10^3 kg sa približuje k Zemi priemernou rýchlosťou 15 – 20 km/s. Po dosiahnutí výšky 20 km nad povrchom našej planéty meteorit padá volným pádom a je zbrzdený atmosférou na rýchlosť asi 0,1 km/s, čo umožňuje jeho pomerne mäkké dopadnutie. Pri pôvodnej hmotnosti väčšej ako 10^6 kg meteorit nie je podstatne zbrzdený a naráža na povrch Zeme s pôvodnou rýchlosťou, spôsobujúc katastrofálne následky. Vzniknutý kráter má šírku 2 až 7 krát väčšiu než hĺbku.

Barringerov meteoritový kráter v Arizonskej púšti (USA, Arizona)

PASÍVNE MORFOŠTRUKTÚRY

Charakteristika platí pre všetky pasívne morfoštruktúry:

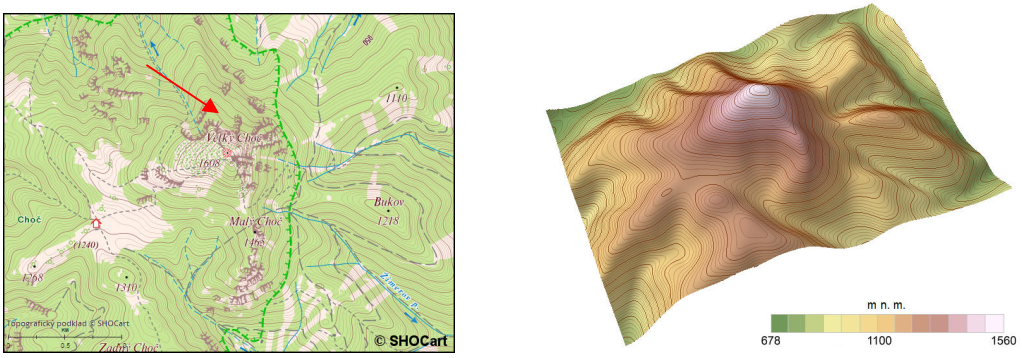
- geomorfologické podmienky: terestrické prostredie, striedanie rôzne odolných hornín a vrstiev, ich úložné pomery, tektonika
- geomorfologické činitele: komplex činiteľov pôsobí chemicky i mechanicky v rôznych smeroch
- geomorfologické procesy: rôzne

Forma georeliéfu: monoklinálny chrbát

Na naklonených geologických štruktúrach s rôznou odolnosťou hornín vznikajú výrazné asymetrické tvary troch typov – kvestový georeliéf. Kvesta (u nás napr. vrch Kľak v Malej Fatre, Čierny Kameň vo Veľkej Fatre) má sklon vrstiev do 7°, monoklinálny chrbát (crête) vzniká pri sklone vrstiev od 7 do 40° (napr. Veľký Choč) a kozí chrbát (hog bag) má sklon nad 40°. (Vysoká v Malých Karpatoch).

Veľký Choč – monoklinálny chrbát

Veľký Choč najvyšší vrch Chočských vrchov predstavuje pasívnu morfoštruktúru – monoklinálny chrbát, vytvorený na naklonenej geologickej štruktúre – dolomitoch chočského príkrovu. Čelný svah Veľkého Choča je orientovaný smerom na sever a má bralnatý charakter. Tylový svah s výskytom škrapov je prevažne zarastený vegetáciou.



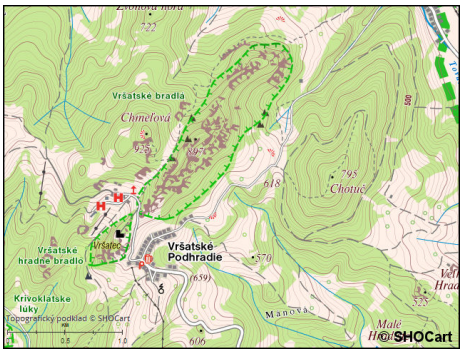
Mapka a vrstevnicový model Veľkého Choča

Forma georeliéfu: bradlo

Bradlo je forma georeliéfu, ktorá predstavuje kolmo vztýčenú šošovku z vápencov, príp. rádiolaritov jury a spodnej kriedy. Tieto horniny vďaka svojej tvrdosti a odolnosti voči zvetrávaniu i erózne-denudačným procesom vystupujú z mäkších slienitých a flyšových hornín vrchnej kriedy a starších treťohôr ako osamotené rôzne veľké morfologické útvary.

Oravský hrad postavili na bradle

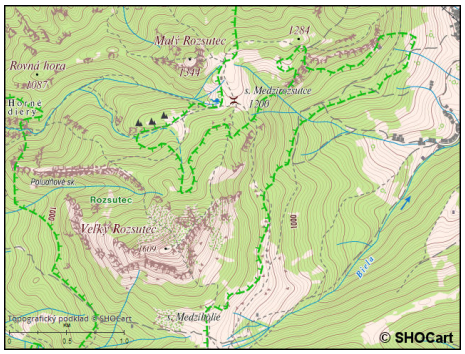
Vršatské bradlá tvoria výstupy bradlového pásma v rámci flyšového pohoria Biele Karpaty a sú tvorené rôznymi jurskými vápencami (krinoidové, hľuznaté, kalové vápence). Vo vztýčenej polohe vyčnievajú z menej odolných hornín, prevažne slieňov, ílovcov a pieskovcov, ktoré ľahšie podliehali zvetrávaniu a erózii, preto boli časom odstránené. Bradlá sa v tejto oblasti tiahnu v smere SV– JZ, na jednom z bradiel stoja zrúcaniny hradu Vršatec. V Bielych Karpatoch sú aj Lednické bradlá, Červenokamenské bradlo alebo Krasín.



Vršatské bradlá sú výraznou dominantou Považia

Forma georeliéfu: príkrovová troska

Príkrovová troska je pasívna morfoštruktúra. Viaže sa na príkrovy – komplexy zvrásnených alebo inak tektonicky porušených hornín, ktoré boli vplyvom dlhodobého pôsobenia tektonického tlaku presunuté na veľké vzdialenosti a nasunuté na staršie podložie. Pôsobením exogénnych procesov sa dnes na našom území nachádzajú v rôznych vývojových štádiách. V georeliéfe Slovenska sa výrazne prejavujú najmä horniny niekoľkých príkrovových jednotiek (krížňanský príkrov, chočský príkrov, ale aj strážovský príkrov, muránsky príkrov, silický príkrov). V jadrových pohoriach Západných Karpát bol rozrušený na sústavu príkrovových trosiek s bralnatých reliéfom chočský príkrov. Sú to napríklad: Vápeč, Šíp, Čierny kameň, Veľký Choč, Sivý vrch, Veľký a Malý Rozsutec v Malej Fatre a iné. Príkrovové trosky sú v prevažnej miere budované dolomitmi, pre ktoré je charakteristický výskyt skalných miest. Ich vznik súvisí so skutočnosťou, že podložie dolomitov tvoria málo odolné slienité horniny krížnanského príkrovu, čo podmieňuje gravitačné rozvoľňovanie trosiek.

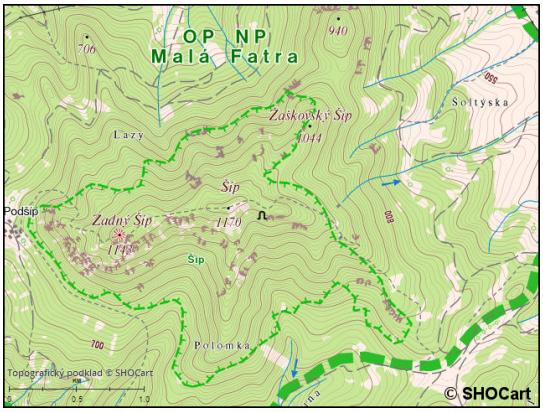


Veľký Choč je príkrovová troska z dolomitu

Forma georeliéfu: štruktúrne skalné mesto

Štruktúrne skalné mesto je zoskupenie rôznych skalných útvarov – veží, stien, komínov a pod.. Vzniká gravitačným rozvoľnením horninového masívu pozdĺž vertikálnych puklín pôsobením erózie, zvetrávania a odnosu hornín v miestach s rôznym horninovým zložením. Najvyvinutejšie tvary nachádzame v pieskovcoch, menej dokonalé formy sa vytvárajú vo vápencoch, dolomitoch, travertínoch alebo mladých sopečných horninách.

Skalné mesto v masíve Šípu vo Veľkej Fatre vzniklo v dolomitoch chočského príkrovu a je tvorené sústavou ostrohranných skalných ihiel, blokov či stĺpov s rozmermi niekoľko metrov, ktoré sú usporiadané v rôznych výškových úrovniach. Skalné mesto je dobre viditeľné z doliny Váhu na južnej strane Šípu.



Šíp – štruktúrne skalné mesto

Forma georeliéfu: štruktúrna skalná ihla

Štruktúrna skalná ihla je relatívne vysoká, aspoň z jedného boku úzka skalná veža so zašpicateným vrcholom. Vzniká postupnou deštrukciou horského skalného hrebeňa v dôsledku mechanického zvetrávania a odnosu horninového materiálu. Skalné ihly sú rozšírené vo vrcholových partiách skalných hrebeňov, hlavne v oblastiach tektonicky zdvihnutých a rozlámaných masívov v pohoriach Alpsko-himalájskej sústavy. U nás sú známe zo žulového vrcholového hrebeňa Vysokých Tatier. Z mezozoických dolomitov a vápencov sú známe skalné ihly v okolí Rajeckých Teplíc. Hričovská skalná ihla je z paleogénneho koralového vápenca. Skalné ihly môžu vznikať i na morskom pobreží abráziou a izoláciou odolnejšej partie z podmieľaného zrubu, prípadne i na okrajoch rozrušených kalder. Zvláštnym prípadom sú lávové ihly, ktoré vznikajú pri sopečnej činnosti z utuhnutej málo viskóznej lávy, typické sú pre niektoré vulkanické oblasti.

Poluvsianska skalná ihla

Poluvsianska skalná ihla je ojedinelá geomorfologická forma, ktorá vznikla oddelením od okolitých dolomitových brál intenzívnou tektonickou a erózno-denudačnou činnosťou. Štíhly dolomitový kamenný útvar vysoký 15 metrov, sa nachádza v obci Poluvsie neďaleko Rajeckých Teplíc

Forma georeliéfu: štruktúrny skalný hríb

Skalný hríb pri obci Prochoť (Žiar nad Hronom)

Skalný hríb je štruktúrna skalná forma modelovaná viacerými geomorfologickými činiteľmi do hríbovitého tvaru. Vzniká z vypreparovaných skalných výstupov pôsobením veternej korázie, prejavujúcej sa intenzívnejšie v nižších polohách zemského povrchu. Súvisí to s väčším množstvom prízemne unášaného piesku. Na jeho vzniku participuje aj zvetrávanie a rôzne stráňové procesy. Skalný hríb sa skladá z hornej časti (hlavy), ktorá prečnieva cez spodnú časť (nohu). Najčastejšie sa vyskytujú v klastických sedimentoch a žulách, v ostatných typoch hornín sú vzácne. U klastických usadenín je nesúrodosť daná rôzne odolnými vrstevnými polohami. V žulách vzniká užšia časť (noha) najmä v polohách so zvýšenou frekvenciou horizontálnych puklín, ktoré ľahko podliehajú zvetrávacím procesom. Vyskytujú najmä v aridných oblastiach. Na Slovensku je známa napr. Čertov kameň v Kremnických vrchoch, skalný hríb Smrčok v Súľovských skalách, Markušovský skalný hríb pri Markušovciach či množstvo skalných hríbov v Slovenskej Ľupči.

Čertov kameň

Markušovský skalný hríb

Forma georeliéfu: zemná pyramída

Zemné pyramídy v morénových nánosoch Kvitskriuprestin (Nórsko)

Zemná pyramída je kužeľovitý alebo ihlanovitý pilier z málo spevnených alebo mäkkých sedimentov (spraše, sprašové hliny, íly, morénové uloženiny, glacifluviálne štrky, ale aj sopečné vyvrženiny). Z hľadiska rýchlosti geomorfologických procesov, patrí k formám, ktoré rýchlo vznikajú i zanikajú. Vrcholy vznikajúcich pyramíd sú spočiatku chránené viacej spevnenými sedimentmi alebo balvanmi hornín. Ich rozrušovaním alebo uvoľnením balvanov sa stĺpovité tvary pyramíd menia na ihlany. Tie sa postupne znižujú a zanikajú. Po ďalšom vypreparovaní ochranných plôch vznikajú nové zemné pyramídy. Zemné pyramída sa preto vyskytujú v rôznych výškových úrovniach na rozrušovanom substráte. Zvláštne miniatúrne formy zemných pyramíd sa vyskytujú aj v našich flyšových pohoriach, napr. v Západných Beskydách (Turzovská vrchovina). Väčšie množstvo poschodí tu má súvis s opakovanými výstupmi v súvrstviach viacej stmelených paleogénnych pieskovcov a zlepencov.

LITERATÚRA

BIZUBOVÁ, M. 2005: Geológia a geomorfológia 1. vyd. Bratislava : Geo-grafika, 2005. 58 s.ISBN 80-9681-46-9-9.

BIZUBOVÁ, M. 2008: Základy geológie pre geografov. 3. vydanie. Bratislava: Univerzita Komenského, 140 s. ISBN 978-80-223-2400-7.

BIZUBOVÁ M. 2008: Kamene. Prírodné krásy Slovenska. Bratislava: Dajama, 119 s. ISBN978-80-89226-48-1.

BIZUBOVÁ, M., KOLLÁR D. 2015: Náučné chodníky juhozápad. Bratislava: Dajama, 158 s. ISBN 978-80-8136-038-1.

BIZUBOVÁ, M., KOLLÁR D. 2015: Náučné chodníky severozápad. Bratislava: Dajama, 159 s. ISBN 978-80-8136-039-8.

BIZUBOVÁ, M., ŠKVARČEK, A. 2009: Geomorfológia. 5. vydanie. Bratislava: Univerzita Komenského, 228 s. ISBN 30-223-1734-9.

DZUROVČÍN, L. 2000: Geomorfológia. Prešov: Prešovská univerzita, 267 s. ISBN 8088885795.

MINÁR, J., MACHOVÁ, Z. Prehľad geomorfologických podmienok a činiteľov, procesov a foriem (Geomorfologická tabuľka). In: MINÁR, J., MACHOVÁ, Z. Učebné texty z geomorfológie [online]. Bratislava: Katedra fyzickej geografie a geoekológie PriF UK. [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.fns.uniba.sk/index.php?id=3652 (15.12.2015)

MINÁR, J., MACHOVÁ, Z. Učebné texty z geomorfológie [online]. Bratislava: Katedra fyzickej geografie a geoekológie PriF UK. [cit. 2013-03-14]. Dostupné z: http://www.fns.uniba.sk/index.php?id=3652 (15.12.2015)

MENTLÍK, P., PRUŠA, R. Digitální atlas geomorfologických forem Plzeského kraje [online]. Plzeň: Katedra geografie FPE ZU. Dostupné na: http://www.pef.zcu.cz/pef/kge/geom_atlas/index.htm (15.12.2015).

MOSNÁ, R. Tvorba atlasu foriem georeliéfu a hornín. Bratislava, 2012. Bakalárska práca. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta. Katedra fyzickej geografie a geoekológie. Vedúci práce Mária Bizubová. 46 s. + prílohy

RUBÍN, J., BALATKA, B., LOŽEK, V., MALKOVSKÝ, M., PILOUS, V., VÍTEK, J. 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů.1. vydanie. Praha: Československá akademie věd, 388 s.

SKALIČANOVÁ, Z. Informačná databáza obrázkov pre výučbu geomorfológie na gymnáziu. Bratislava, 2009. Bakalárska práca. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta. Katedra fyzickej geografie a geoekológie. Vedúci práce Jozef Minár. 65 s. + prílohy

ŠÁROVÁ, M. 2013: Tvorba atlasu foriem vybraných typov georeliéfu Slovenska. Bakalárska práca. Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta. Katedra fyzickej geografie a geoekológie. Vedúci práce Mária Bizubová. 50 s. + prílohy

Turistická mapa.sk: Mapový portál hiking.sk [online]. Dostupné z: http://mapy.hiking.sk/?ref=navigator (15.12.2015)

Internetové zdroje fotografií (7.12.2015)

http://www.mineraly.sk/

http://sopky.eu/sopecny-lahar/

http://www.geograph.org.uk/photo/575406

http://sbs.sav.sk/atlas/detail.php?rowid=117

http://www.ruv.is/frett/fasteignasalidaemdur?keepThis=true&TB_iframe=true&height=650&width=850&caption=

http://www.swisseduc.ch/glaciers/new_zealand/fox_glacier/index-en.html?id=18

http://yourmoroccotour.wordpress.com/morocco-destinations/

http://sbs.sav.sk/atlas/detail.php?rowid=594

http://www.panoramio.com/photo/3829906

http://www.pulsarmedia.eu/r_landscapes_from_the_world_867_meteor_crater_winslow_arizona_42219.html#image

http://www.geoportalen.no/nasjonalarv/forslagene/kvitskriuprestin/