

5. STRUKTURNÍ TVARY RELIÉFU

Cíl

Po prostudování této kapitoly budete umět:

- Charakterizovat základní strukturní tvary reliéfu.
- Rozlišit strukturní tvary reliéfu na horizontálně uložených, ukloněných, zvrásněných a rozlámaných horninách.
- Rozlišit a charakterizovat základní procesy, které vedou ke vzniku strukturního reliéfu.

Doba potřebná k prostudování kapitoly: 120 minut.

IKONA Průvodce studiem

Průvodce studiem

Základní struktura kapitoly je v úvodu zaměřena na charakteristiku procesů a následně jsou uvedeny typické tvary procesem vznikající včetně uvedení typických příkladů tvarů.

Pro pochopení vazby strukturních tvarů reliéfu na morfostrukturu jsou uvedeny názorné blokdiagramy schématicky znázorňující proces rozčleňování reliéfu.

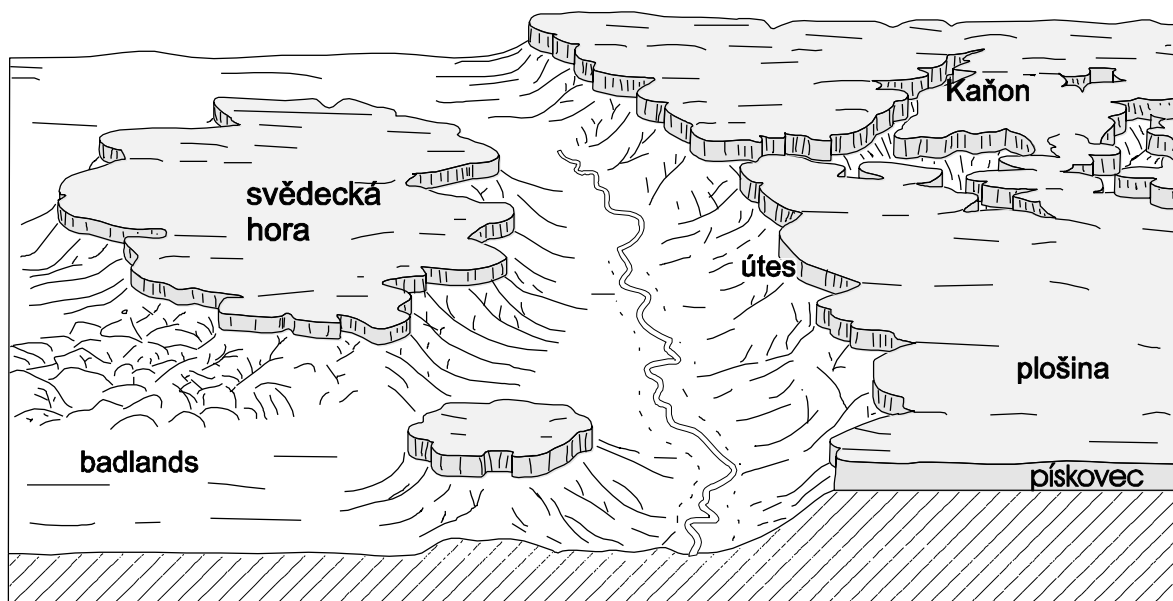
Strukturní tvary reliéfu jsou přímo závislé na morfostruktuře, kdy mezi vývojem reliéfu a strukturami zemské kůry existuje těsné sepětí. Termín **morfostruktura** zahrnuje strukturně geologický základ reliéfu, tj. horniny a vlivy tektoniky (rozpukání, vrásnění apod.), na kterém pak vlivem neotektoniky a exogenních procesů vzniká georeliéf. Rozlišujeme **pasivní morfostruktury**, do nichž zahrnujeme horniny a vlivy starší tektoniky, a **aktivní morfostruktury**. Aktivní morfostruktury odráží skutečnost, že se zemský povrch neustále tektonicky deformuje prostřednictvím pomalých a rychlých cyklických deformací jak spojitých, tak nespojitých různého tvaru a rozměrů, prostřednictvím zdvihů a poklesů jednotlivých segmentů (ker) zemské kůry omezených zlomy, vznikem a vývojem tektonických poruch různých rozměrů a rovněž horizontálními pohyby jednotlivých částí zemské kůry. Geologická struktura ovlivňuje georeliéf pevnin čtyřmi základními způsoby: litologickým složením hornin, které ovlivňuje vlastnosti hornin, úložnými poměry hornin (vodorovným uložením, zvrásněním, rozlámáním – charakterem zlomových struktur), střídáním hornin, kdy například homogenní složení hornin vede k jednotvárnosti reliéfu, naopak střídání hornin různé odolnosti vede ke vzniku pestrého reliéfu a aktivními vertikálními a horizontálními epeirogenetickými a orogenetickými pohyby zemské kůry, které vedou ke zrychlení nebo zpomalení vývoje reliéfu. Litologické složení hornin charakterizuje **geomorfologická hodnota hornin**, což je veličina proměnlivá, závislá na vlastnostech podmínek výskytu dané horniny. Podle geomorfologické hodnoty dělíme horniny na hodně odolné, středně odolné, málo odolné a nejméně odolné. Mezi hodně odolné horniny patří v našich podmínkách například horniny s vysokým obsahem křemene vytvářející čočky nebo vložky v ostatních horninách, což má za následek například vytváření suků, dále obsidián, křemičité nebo železité slepence, krystalické vápence a dolomity, granity, granodiority, granulity, migmatity, ortoruly nebo křemenné porfyry. Středně odolné horniny zvětrávají snadněji a do větších hloubek než hodně odolné horniny, příkladem jsou pararuly, fylity, svory, arkózy, tufity nebo pískovce. Do málo odolných hornin patří jílovité břidlice, droby, slíny, jílovce nebo prachovce. Nejméně odolné horniny vytvářejí v terénu deprese nebo tvoří výplň těchto depresí. Tyto horniny jsou snášeny z vyšších do nižších poloh. Mezi nejméně odolné horniny patří šterkopísky, písky, spraše, eolické a fluvialní sedimenty, svahové sedimenty (deluvia) nebo vulkanické tufy.

5.1. Reliéf na horizontálně nebo subhorizontálně uložených horninách

Georeliéf na horizontálně nebo subhorizontálně uložených horninách je vyvinut buď na nezpevněných sedimentech (jílech, píscích, štěrcích ap.) nebo zpevněných horninách. V případě nezpevněných sedimentů je málo členitý a mívá zaoblené tvary. Bývá to georeliéf zpravidla nížinný nebo reliéf nížinných pahorkatin. Georeliéf na horizontálně nebo subhorizontálně uložených zpevněných sedimentech nebo výlevných vulkanických horninách se vyznačuje velmi plochými povrchy na rozvodích, tvořených strukturními plošinami vázanými na výskyt odolnějších vrstev na povrchu (tzv. pancéřovaný povrch). Základním tvarem je tabule, která je působením exogenních činitelů postupně rozrušována. Typickými tvary jsou strukturní terasy, stolové hory a svědecké hory či stupňoviny. Tabule rozčleněné v síť kaňonů, skalních defilé, skalních stěn a věží se označuje skalní město.

TABULE

Tabule je základní tvar na horizontálně nebo subhorizontálně uložených horninách. Vzniká buď na sedimentech nebo výlevných vulkanických horninách. Působením exogenních činitelů je tabule postupně rozrušována a v částech tabulí vznikají strukturní plošiny s okrajovými strukturními stupni a kaňonovitá údolí se stupni na svazích, které označujeme jako strukturní terasy. Tam, kde jsou strukturní plošiny vyvinuty ve více úrovních, vzniká tzv. stupňovina. Vlivem podkopávání úpatí strukturní stupně rovnoběžně ustupují a před jejich čelem nezřídka zůstávají stolové a svědecké hory. Svědecké hory mají stejnou výšku jako povrch tabule a svědčí o původní úrovni topografického povrchu. Svědecké vrchy s příkrými svahy a plochým vrcholem se mohou zvedat i nad strukturními plošinami. Na jejich vrcholu je odolná vrstva, která je uchránila před odnosem. Část tabulí tvořená masivními horninami (např. tzv. kvádrovými pískovci) a značně rozřezaná kaňony a soutěskami, probíhajícími po systémech puklin, se označuje skalní město.



Obr. 8: Schéma tvarů v reliéfu na horizontálně uložených horninách, proces rozčleňování tabule.

Rozčleňováním tabule vznikají tvary:

- **Stolová hora** (tabulová hora) - osamocená vyvýšenina, která typicky vystupuje strmými svahy nad okolní krajinu. Vrcholovou část hory tvoří ploché temeno, které kopíruje morfostrukturu (uložení vrstev). Stolová hora vzniká postupným rozčleňováním reliéfu tabule působením exogenních činitelů. Stolové hory s relativní výškou větší než 1 000 metrů se označují mesety (v jižní Americe tepui).



Obr. 9:

a) pískovcová stolová hora Velká Hejšovina (Szczeliniec Wielki) v NP Stolové hory v Polsku
b) stolová hora Vladař tvořená neovulkanity (foto: I. Smolová).

- **Meseta** - stolová hora s relativní výškou těší než 1 000 metrů (v jižní Americe tepui). Vrcholovou část mesety tvoří ploché temeno, které kopíruje morfostrukturu (uložení vrstev). Meseta vzniká postupným rozčleňováním reliéfu tabule působením exogenních činitelů. Plochá vrcholová část dosahuje plochy až desítek km², příkladem je meseta Auyantepui (700 km²) nebo Roraima (40 km²). Na povrchu některých meset se vytváří krasové tvary (např. závrtý).
- **Svědecká hora** - osamocená vyvýšenina, která typicky vystupuje strmými svahy nad okolní krajinu. Vrcholovou část hory tvoří ploché temeno, které kopíruje morfostrukturu (uložení vrstev) a je reliktem původního povrchu tabule. Označení svědecká hora je dokladem skutečnosti, že povrch (vrcholová část) stolové hory svědčí o původní úrovni povrchu tabule. Velmi často svědecké hory vznikají v místech, kde je povrch zalit lávovým proudem, který je odolnější vůči erozi a chrání temeno hory před denudací.
- **Strukturální terasa** - strukturální terasu tvoří strukturální plošina tvořená odolnějšími horninami a stupeň terasy. Strukturální plošinu tvoří výrazný svahový stupeň v podobě relativně úzké (často mírně ukloněné) plošiny, široké zpravidla několik metrů až desítek metrů. Od níže položené části svahu je oddělena zřetelnou hranou. Strukturální terasa vzniká erozně denudačními procesy, postupným rozčleňováním reliéfu tabulí. Selektivní eroze probíhá v různě odolných subhorizontálně zvrstvených sedimentárních horninách (pískovce, vápence) nebo vulkanitech, nejčastěji tam, kde se střídají polohy lávových proudů a pyroklastického materiálu.

5.2. Reliéf na ukloněných horninách

Georeliéf na ukloněných horninách je nejčastěji vyvinutý na mírně ukloněných horninách (do 6 - 7°), které jsou stejně odolné. Typickými tvary jsou nesouměrné hřbety nebo soustavy nesouměrných hřbetů, označované termínem kuesty. V případě většího úklonu vrstev pak vznikají monoklinální nebo kozí hřbety.

KUESTA

Termín kuesta je španělského původu (cuesta) a znamená terénní stupeň, svah hory nebo pahorek. Do geomorfologické terminologie byl zaveden W. M. Davisem (1899). Představuje jednostranně ukloněný strukturní stupeň vzniklý na mírně skloněných vrstvách (2 – 7°, maximálně 10°) odolných hornin. Kuesta se skládá z hrany, příkrého svahu (čela kuesty), mírného svahu (strukturní svah) a úpatí. Hrana kuesty je linií styku příkrého a mírně skloněného svahu. Čelo kuesty (příkrý svah o sklonu 20 - 40°) odpovídá výchozům čel vrstev odolných hornin, místy se skalními srázy a skalními stěnami. Čelo kuesty buď probíhá přímočaře při zlomových liniích, nebo má pravidelně zvlněný průběh následkem erozně denudačních procesů vedoucích k ústupu svahu. K tomu přispívá i vývoj krátkých obsekventních údolí, svahové blokové procesy a odsedání skalních stěn. Mírný strukturní svah kopíruje sklon vrstevní plochy a bývá rozřezán svahovými údolími, jejichž nejhořejší úseky vytváří sníženiny v hraně kuesty.

MONOKLINÁLNÍ HŘBET

Monoklinální hřbet je příkladem strukturního tvaru na ukloněných horninách. Představuje příkře ukloněný strukturní stupeň odolných hornin o sklonu 10 - 40°. Monoklinální hřbet se skládá z hrany, příkrého svahu (čela monoklinálního hřbetu), strukturního svahu a úpatí. Hrana monoklinálního hřbetu je linií styku příkrého a strukturního svahu. Čelo monoklinálního hřbetu odpovídá výchozům čel vrstev odolných hornin, místy se skalními srázy a skalními stěnami. Strukturní svah představuje vrstevní plochu, často vzhledu skalní plotny. Erozně denudačními procesy čela monoklinálních hřbetů ustupují a vytváří tak různé asymetrický hřbet. Typický je pro tektonicky silně ukloněné vrstvy odolných hornin.

KOZÍ HŘBET

Kozí hřbet je příkladem strukturního tvaru na ukloněných horninách. Představuje příkře ukloněný strukturní stupeň odolných hornin o sklonu více než 45°. Kozí hřbet se skládá z hrany, příkrého svahu (čela kozího hřbetu), strukturního svahu a úpatí. Hrana kozího hřbetu je linií styku příkrého a strukturního svahu. Čelo kozího hřbetu odpovídá výchozům čel vrstev odolných hornin, místy se skalními srázy a skalními stěnami. Strukturní svah představuje vrstevní plochu, často vzhledu skalní plotny. Erozně denudačními procesy čela kozích hřbetů ustupují a vytváří tak různé asymetrický až symetrický hřbet. Typický je pro tektonicky silně ukloněné vrstvy odolných hornin.

5. 3. Reliéf na zvrásněných horninách

Georeliéf na zvrásněných horninách vzniká při spojitě (vrásové) deformaci hornin, kdy dochází k prohnutí nebo vyklenutí hornin a vznikají pánve, klenby, vrásky nebo flexury. Při tom vznikají nejrůznější vazby mezi strukturou a povrchovými tvary. V některých případech pozorujeme bezprostřední vazbu mezi typem geologické struktury a tvarem reliéfu (tzv. přímá morfostruktura). Příkladem jsou synklinální údolí, antiklinální hřbety, exfoliační klenby nebo sedimentární pánve.

PÁNEV

Pánev je sníženina charakterizovaná synklinálním uložením hornin. Zpravidla má kruhovitý nebo oválný půdorys. Sklon vrstev je do středu pánve obvykle malý, pokud není zlomově ovlivněn. Geomorfologická výraznost pánve závisí na velikosti prohnutí vrstev a na míře zaplnění pánve mladšími sedimenty. Na okrajích pánví se zpravidla vyskytují kuesty.

KLENBA

Klenba je příkladem konvexního tvaru na zvrásněných horninách. Zpravidla se jedná o velké izometrické nebo oválně kupovité struktury, které vznikají vyklenutím hornin. Rozlišujeme čtyři základní typy kleneb:

- **Klenba s krystalickým jádrem** - jádro klenby s krystalickým jádrem tvoří staré magmatické vyvěřelé horniny nebo lakolitické klenby, které vznikly intruzí magmatu mezi vrstevní plochy.
- **Sedimentární klenba** - je tvořena pouze vyklenutými usazenými horninami.
- **Solná klenba** - vznikla vyklenutím nadložních vrstev vlivem intruze solí (solných diapirů) pod vlivem hydrostatických nebo tektonických tlaků.
- **Exfoliační klenba** - vznikající buď aktivně vlivem diapirických pohybů pňů vyvěřelých hornin, nebo pasivně odlehčením při obnažení masivních hornin vlivem odnosu nadložních hornin. K diapirickým pohybům dochází v důsledku nestejného zatížení plastických hornin, kdy lehčí plastický materiál může pronikat okolními horninami pod vlivem hydrostatických sil. Termínem exfoliace se označuje proces vzniku puklin rovnoběžných s povrchem terénu v důsledku odlehčení hornin, kterému předchází deskvamace. Exfoliační klenby se člení dále na ruwary (nízké) a bornhardty (vysoké). Ruwary jsou nízké exfoliační klenby (relativně do 30 metrů), které v případě přemodelování ledovce označujeme jako oblíky. Bornhardty představují masivní holé klenby s velmi příkrými svahy. Nejlépe a nejvíce jsou vyvinuty na žulách.

VRÁSY A VRÁSOVÁ POHOŘÍ

Vrása je příkladem významné spojité deformace hornin. Elementárními částmi vrás jsou antiklinály a synklinály a vrásky vytváří vrásová pohoří. V nejjednodušším případě vzniká na místě antiklinály hřbet a na místě synklinály sníženina a jejich tvar závisí na typu vrás. Obvykle je však vztah vrásových struktur a reliéfu složitější a závisí nejen na typu vrás a jejich tvaru v profilu a půdorysu, ale i na složení a homogenosti zvrásněných hornin, typu, intenzitě a délce působení endogenních geomorfologických procesů. Vrásky mají různé rozměry. Od malých vrás až po rozsáhlé soustavy (antiklinoria a synklinoria). V některých oblastech tvoří antiklinály vyvýšeniny georeliéfu (např. horské hřbety) a synklinály sníženiny georeliéfu (např. horská údolí). Spojitá deformace hornin je často lokalizována v zónách (doménách) koncentrace maximálních tektonických napětí a je obvykle doprovázena i vznikem nespojitých deformací (především násuny a příkrovy), kdy vznikají složité vrásovo-násunové struktury (např. Alpy, Karpaty, Himálaje).

5.4. Reliéf na rozlámaných horninách

Georeliéf na rozlámaných horninách vzniká při zvyšujícím se napětí, které způsobuje porušení celistvosti hornin, tj. jejich křehké porušení - fragmentaci. U těchto nespojitých struktur lze rozlišit především pukliny a zlomy. Geomorfologicky významnější jsou zlomy, protože u nich dochází k významnému vzájemnému posunu částí zemské kůry. Části zemské kůry omezené zlomy nazýváme kry (bloky). Kry bývají zpravidla omezeny několika zlomovými systémy. V zemské kůře lze rozlišit základní typy pohybů podél zlomů, a to vertikální pohyby podél radiálních (strmě ukloněných) zlomů, dále poklesy, přesmyky a směrné (horizontální) posuny. V závislosti na těchto pohybech můžeme rozlišit tektonicky vyzdvižené (vysoké) kry, pokleslé (nízké) kry, kry ukloněné jedním směrem a klínové kry, u nichž je povrch ukloněn dvěma směry. Zvláštní případ představují vodorovně (horizontálně) posunuté kry. Základními tvary, které vznikají rozlámáním povrchu jsou hrástě, prolomy a rifty.

HRÁŠŤ

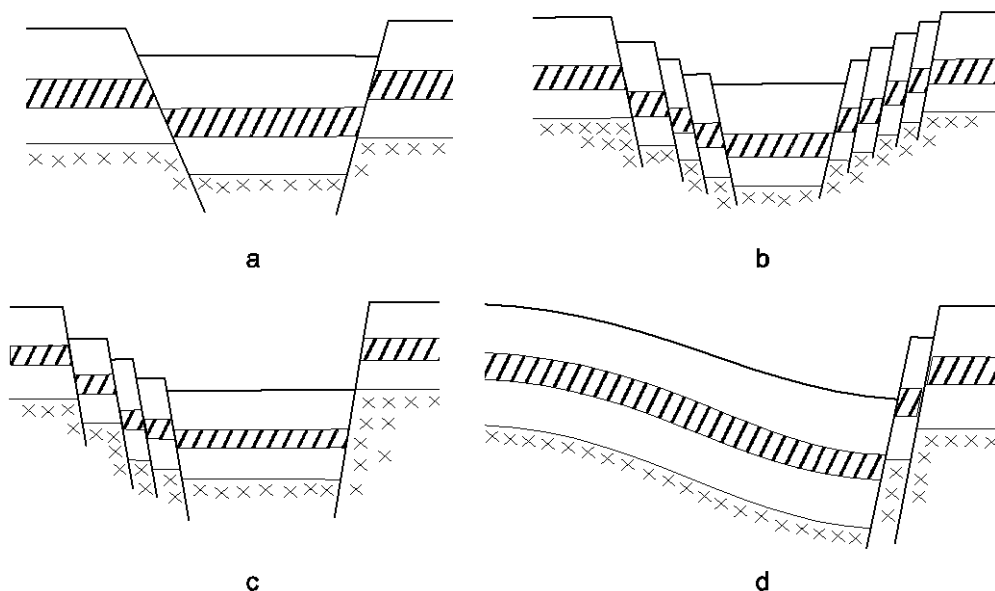
Tektonický tvar reliéfu vzniklý poklesy nebo přesmyky horninových ker, přičemž střední kra se nachází relativně nejvýše a okolní kry zaujímají postupně nižší polohy. Podle pohybů, které vznik hráští podmínily, se člení na hrášt' automorfní a xenomorfní. **Hrášt' automorfní** vznikla při přesmycích, vyvolaných tangenciálními silami, a jejich dislokační plochy zapadají směrem pod střední kru. **Hrášt' xenomorfní** vznikla při poklesech vyvolaných radiálními silami a jejich dislokační plochy zapadají směrem od střední kry.

RIFT

Rift je protáhlá sníženina, vázaná na systémy poklesových zlomů, která má délku stovek kilometrů (nezřídka i přes 1 000 km). Šířka riftů je rozdílná a sahá od 5 až 20 km (např. rift Mrtvého moře) až do 200 až 400 km (rift Rudého moře). Pro rifty je příznačný vulkanismus, kdy na dně riftu vznikají sopky a lávové tabule. Riftová struktura je složitá a na bocích je omezená více stupňovitě uspořádanými zlomovými svahy nebo složenými zlomovými svahy. Ve stavbě riftu se mohou uplatňovat i příčné zlomy, které vedou na bocích k zazubení okrajových svahů a ke vzniku zlomových výklenků. Na dně riftu může být starý pokleslý topografický povrch nebo mladší akumulární povrch na sedimentech usazených již po vzniku riftu na jeho dně (např. na jezerních nebo eolických sedimentech). Rifts vznikají v místech členění litosféry, tj. na divergentních rozhraních litosférických desek, kde vymezují buď hlavní litosférické desky nebo jejich dílčí subdesky nebo v liniích horizontálního posunu desek, doprovázeném poklesy a vznikem tektonických sníženin. Rifts také tvoří centrální sníženiny středooceánských hřbetů a jsou místem vzniku nové zemské kůry.

PROLOM

Prolom je úzká protáhlá sníženina vzniklá poklesem ker a omezená na podélných stranách zlomovými svahy nebo složenými zlomovými svahy. Prolomy mají délku od několika kilometrů do několika desítek kilometrů a šířku od stovek metrů do 1-2 km.



Obr. 10: Základní typy tektonických sníženin: a) jednoduchá symetrická, b) stupňovitá symetrická, c) stupňovitá asymetrická, d) asymetrický příkop.

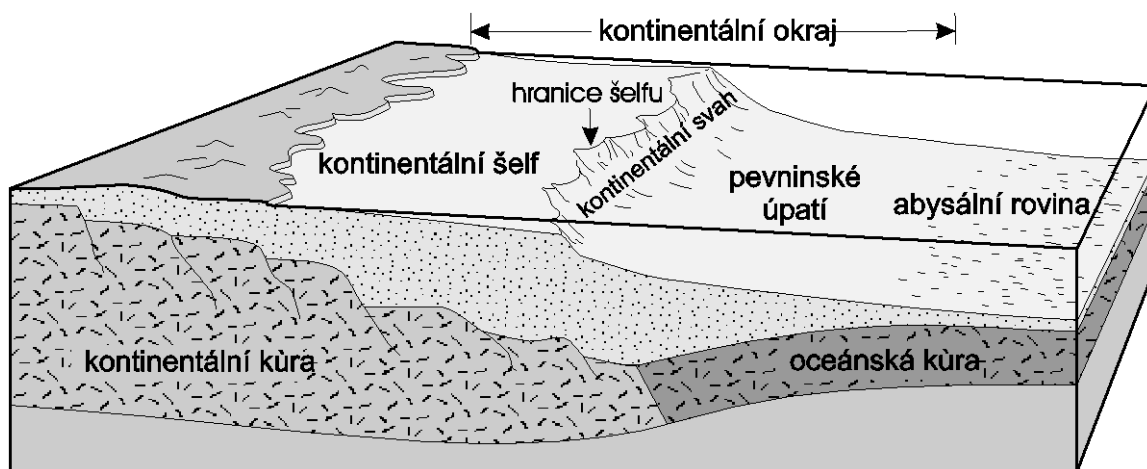
PROLÁKLINA

Proláklina je úzká protáhlá sníženina, která má dno pod úrovní hladiny světového oceánu. Vznikla poklesem ker a je omezená na podélných stranách zlomovými svahy nebo složenými zlomovými svahy. Prolákliny mají délku od desítek kilometrů do několika stovek kilometrů a šířku od kilometrů do řádově desítek kilometrů. Typickým příkladem prolákliny je proláklina Al-Ghaur, v jejímž nejnižším místě leží Mrtvé moře, které je nejnižše položeným odkrytým místem na zemském povrchu, nejnižše položeným slaným jezerem a také nejslanějším jezerem na světě. Mrtvé moře má rozlohu 1050 km², je 67 km dlouhé a maximálně 18 km široké. Dosahuje maximální hloubky 381 metrů a leží 418 metrů pod úrovní hladiny světového oceánu. Další proláklinou je Kattarská proláklina v Libyjské poušti (plocha 19 500 km², až 137 m pod úrovní hladiny moře), rozsáhlou depresí tektonického původu je Kaspická proláklina, ve Východoafrickém riftu leží například Assalská a Danákijská proláklina.

5.5. Strukturní tvary reliéfu oceánského dna

Reliéf oceánského dna lze rozlišit na podmořský okraj pevniny (na pevninské, kontinentální zemské kůře), lože oceánu (na oceánském typu zemské kůry) a přechodné oblasti. Pro každou z částí jsou typické tvary reliéfu:

- Podmořské okraje pevnin: šelf, podmořský svah, podmořské úpatí;
- Lože oceánu: hlubokoocéánské plošiny, Hlubokoocéánské (abysální) roviny, Středoocéánské hřbety
- Přechodné oblasti:



Obr. 11: Základní tvary podmořského okraje oceánského dna.

ŠELF

Kontinentální šelf je rovinná plocha v okrajové části pevniny, která je již součástí reliéfu oceánského dna. Jedná se relativně málo členitou oblast, zaplavenou mořem, která se rozšiřuje od pevniny těsně po mořskou hladinu až k bodu, kde se sklon zvýší (linie lomu spádu) a na šelf navazuje strmý podmořský svah. Šelf je v důsledku ukládání sedimentů plochý, může však zahrnovat příbřežní ostrovy, útesy a vyvýšené mělčiny. Z geologického hlediska je tvořen pevninskou zemskou kůrou, je převážně pokryt nezpevněnými sedimenty terigenního původu a většinou je součástí aseismických oblastí.

Průměrná šířka kontinentálního šelfu je 70 km, ale může být od desítek metrů po 3 500 km. Nejširší šelfy jsou v Severním ledovém oceánu a na atlantského pobřeží Severní Ameriky. Průměrná hloubka hranice šelfu je 135 metrů a průměrný sklon šelfu do 1°. V průběhu

glaciálů byla většina současných kontinentálních šelfů souší. Velký vliv na modelaci šelfu a jeho současný vzhled mělo pleistocénní kolísání hladiny světového oceánu, proto mnohé šelfy mají znaky jak akumulace, tak abraze.

Podle geneze lze vymezit základní typy šelfu: abrazní, stupňovitý abrazní, akumulací, abrazně akumulací, transgresní a ostrovní šelf.

- **Abrazní šelf** vzniká abrazní činností moře v pobřežních oblastech, často také při abrazním zarovnávání ostrovů.
- **Stupňovitý abrazní šelf** je tvořený několika stupni abrazních teras, jejichž vznik souvisí s kolísáním hladiny světového oceánu.
- **Akumulací šelf** je nejčastěji tvořen fluviálními sedimenty v místech pomorského pokračování říčních delty, i proto se označuje jako typ akumulací delty šelfu.
- **Abrazně akumulací šelf** je při pobřeží tvořen abrazní terasou, která přechází ve vnější náplavový kužel.
- **Transgresní šelf** vzniká při tektonických pohybech, kdy se okrajová část pevniny v důsledku poklesu dostává pod úroveň hladiny oceánu, a tím i součástí podmorského okraje pevniny.
- **Ostrovní šelf** tvoří pokleslou, abrazní činností zarovnanou nebo ještě nevynořenou okrajovou část ostrovů.

OKRAJOVÉ PODMOŘSKÉ PLOŠINY

Okrajové podmorské plošiny jsou rozšířeny na některých lokalitách podmorského okraje pevnin mezi pevninským podmorským svahem a pevninským úpatím. Morfostrukturně se od šelfu liší pouze polohou, neboť se nachází ve větších hloubkách oceánského dna. Podmorské plošiny se od plošin oceánského dna liší stavbou zemské kůry, kdy okrajové podmorské plošiny jsou tvořeny pevninským typem zemské kůry, zatímco hlubokoceánské plošiny oceánskou zemskou kůrou. Okrajové podmorské plošiny jsou často pokleslou částí šelfu v tektonicky aktivních oblastech (např. v oblasti Nového Zélandu). Hloubka okrajových plošin se pohybuje od 200 do 3000 metrů. Typické okrajové podmorské plošiny jsou Blakeova plošina, Novozélandská plošina a Norská plošina. Blakeova plošina leží východně od Floridy v hloubce 700 až 1000 metrů, má rozlohu 130 tis. km² a je pokleslou krou starého kontinentálního šelfu. Novozélandská plošina (jihovýchodně od Nového Zélandu) je rozsáhlá část oceánského dna na pevninském typu zemské kůry v hloubce 500 až tisíc metrů.

PODMOŘSKÝ PEVNINSKÝ (KONTINENTÁLNÍ) SVAH

Podmorský pevninský (kontinentální) svah je součástí podmorského okraje pevnin a je tvořen pevninským typem zemské kůry. Termín pevninský svah zavedl do geomorfologické terminologie H. Wegener v roce 1900 pro relativně příkrou část podmorského dna, která je vnějším okrajem podmorského šelfu. Průměrný sklon svahu jsou 4°, ale jsou výrazné regionální rozdíly, zejména mezi aktivními a pasivními okraji pevnin. Dolní hranice podmorského pevninského svah leží v místech, kde se snižuje sklon, mění tvar a konkávní a svah postupně přechází v podmorské pevninské úpatí. Podmorský pevninský svah je rozčleněn sítí podmorských kaňonů, kterými je transportován materiál z pevniny na oceánské dno.

PODMOŘSKÝ KAŇON

Podmorské kaňony jsou hluboké až 5 tisíc metrů a jejich délka dosahuje až stovky kilometrů. Mají příkré svahy, často V-profil. Začátek podmorských kaňonů je většinou na okraji šelfu, zpravidla končí na hranici mezi pevninským svahem a pevninským úpatím. Mnohé velké kaňony leží u ústí velkých řek (Niger, Kongo, Hudson, Ganga) a tvoří často podmorské

pokračování údolí na pevninách, jiné kaňony jsou bez vztahu k tokům na pevninách (např. Středoatlantský kaňon situovaný mezi Grónskem a Newfoundlandem). Na rozdíl od říčních údolí mají podmořské kaňony větší podélný sklon. Výzkumy bylo prokázáno, že kaňony byly vyhloubeny podmořskými procesy, zejména turbiditními proudy, což jsou podvodní laviny bahnité vody smíchané s kameny a dalšími úlomky pohybující se po kontinentálním svahu. Většina podmořských kaňonů je pokračováním údolí velkých řek pod hladinou oceánu. Příkladem je podmořský kaňon Konga (800 km dlouhý a 1 200 metrů hluboký), Amazonky, Gangy, Beringův kaňon, kaňon Monterey (v Kalifornském zálivu) nebo kaňon Hudson na SV USA (750 km dlouhý).

PODMOŘSKÉ PEVNINSKÉ ÚPATÍ

Pevninské úpatí je přechodná oblast mezi kontinentálním okrajem a hlubokooceánským dnem. Je významnou akumulací oblastí. Turbiditní proudy transportující podmořskými kaňony materiál ho usazují v místech zpomalení proudů. Suspendovaný materiál se ukládá v gradačním zvrstvení, kdy jak energie turbiditního proudu klesá, usazují se nejprve velké úlomky a ž následně menší a nejjemnější. Jeden turbiditní proud vytvoří vždy jednu gradační vrstvu, další turbiditní proud může částečně erodovat předchozí vrstvu a po zpomalení tohoto proudu na ni sedimentuje další vrstva. Může tak vzniknout mocné souvrství gradačních vrstev, které se označuje turbiditní sedimenty.

HLUBOKOOCEÁNSKÉ ROVINY

Hlubkooceánské (abysální) roviny jsou součástí lože oceánu a jsou tvořeny výhradně oceánským typem zemské kůry. Mají plochý povrch v průměrné hloubce 4500 až 6000 metrů. Vznikají usazováním jemné suspenze, která zrovnává nerovnosti oceánského dna a vytváří rovinné plochy. Na úroveň abysálních rovin vystupují podmořské pahorky (abysální vrchy) vulkanického původu.

HLUBOKOOCEÁNSKÉ PLOŠINY

Hlubkooceánské plošiny jsou součástí lože oceánu a jsou tvořeny výhradně oceánským typem zemské kůry. Mají plochý povrch a obvykle se zvedají více než 200 metrů nad okolní dno. Plošiny jsou výrazně omezeny zlomovými svahy a některé jsou pravděpodobně pokleslou částí pevniny. Příkladem jsou Bermudská plošina, plošina Albatros, plošina Rockall nebo plošina Kerguelen (Indický oceán). Příkladem podmořské vulkanické plošiny je Ontong Java Plateau o rozloze téměř 2 mil. km² ležící severně od souostroví Šalamounovy ostrovy v Tichém oceánu.

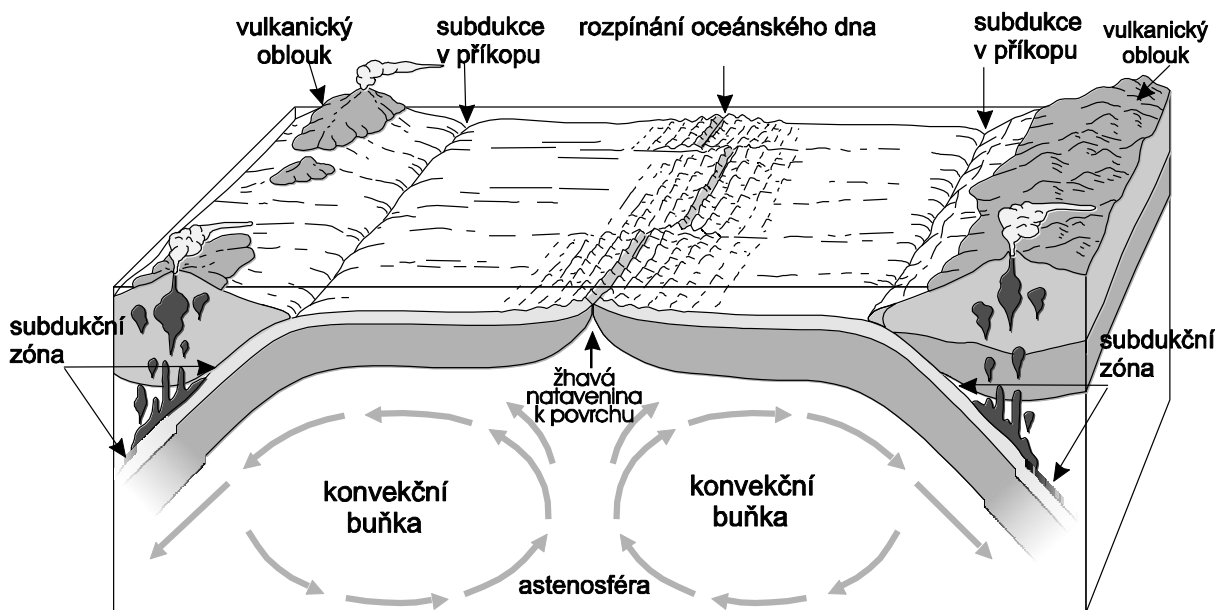
PODMOŘSKÉ HORY

Termínem podmořské hory se označují vyvýšeniny oceánského dne s relativní výškou větší než tisíc metrů. Vyskytují se izolovaně nebo ve skupinách v hloubkách 3000 až 6000 metrů. Půdorys mají podmořské hory nejčastěji eliptický. Specifickým typem podmořských hor jsou guyoty (pojmenované podle Arnold Henry Guyota), což jsou podmořské hory s vrcholovou částí v hloubce větší než 200 metrů a zarovnanou vrcholovou částí. Příkladem podmořských hor jsou například sopka Loihi v Havajském souostroví nad místem horké skvrny (hotspot) nebo sopka Vailu'ulu'ū v souostroví Manua (Americká Samoa), které se zatím nevynořily nad hladinu oceánu. Pokračující podmořskou sopečnou činností se z podmořských hor mohou stát ostrovy.

HLUBOKOOCEÁNSKÝ PŘÍKOP

Hlubkooceánský příkop je úzká obloukovitá sníženina oceánského dna, která je geneticky vázána na konvergentní zóny styku litosférických desek. Hlubkooceánské příkopy jsou

vyvinuty podél aktivních okrajů pevnin a bez výjimky se vyskytují u všech ostrovních oblouků. Délka hlubokooceánských příkopů kolísá od několika set kilometrů do tisíce až dvou tisíc kilometrů. Šířka příkopů na dně je několik desítek kilometrů a vzdálenost mezi vrcholy svahů příkopu bývá 100 až 200 km. Příčný profil hlubokooceánského příkopu je podobný písmenu V, svahy jsou stupňovité a nacházejí se na nich podmořské kaňony. Dna příkopů jsou plochá a pouze ve středních částech příkopů se nachází větší mocnosti sedimentů. Jsou to především turbidity a sedimenty podmořských sesuvů. Na příkrých svazích vystupují skalní horniny. Podmořské příkopy lemují okraje litosférických desek v místech konvergentních rozhraní, čtyři příkopy jsou hlubší než 10 000 m (Mariánský příkop je hluboký až 11 034 m), mezi významné patří Portorický, Kermadecký, Filipínský, Chilský nebo Japonský příkop.



Obr. 12: Profil ložem oceánu, v místě divergentního rozhraní je středoocéánský hřbet, v místech subdukce hlubokooceánský příkop.

STŘEDOOCÉÁNSKÝ HŘBET

Středoocéánské hřbety jsou významné tvary lože oceánu. Geneticky jsou vázány na divergentní zóny styku litosférických desek a tvoří globálně propojený systém na oceánském dně, jehož celková délka přesahuje 75 000 km. V profilu mají tvar nízkého trojúhelníku o výšce 1-3 km a celkové šířce od 300 km v Indickém oceánu do 1500 km v Atlantském oceánu. Povrch hřbetů je soustavou četných rovnoběžných hřebenů a hřbetů, mezi kterými leží úzké sníženiny. Na hřbetech můžeme rozlišit v příčném profilu tři základní části: **svahy** (křídla) se spodní, střední a svrchní částí nebo se stupněm o šířce několika set kilometrů, **vrcholové valy** s okrajovými valy **riftů** a **riftová údolí**. Svahy hřbetu jsou členěny v dílčí hřbety oddělené depresi a údolními s poměrně tenkou sedimentární výplní. Ve směru od vrcholu k úpatí hřbetu jsou údolí stále hlubší. Vrcholové pásmo je většinou výraznější geomorfologickou elevací vystupující z plochých svahů. Vrcholové pásmo je v ose proříznuto riftovým údolím, někdy se strmými svahy přecházejícími do okrajových valů lemujících rift. Zatímco hřbety se výrazně liší od horských pásem na kontinentech, rifty mají s pevninskými mnoho společných rysů. V centrálním riftovém údolí jsou typické hydrotermální vývěry, kdy teplota vody vyvěrající z daného hydrotermální jícnu určuje jeho vzhled. Nejčastěji mají

hydrotermální vývěry podobu tzv. „bílých a černých kuřáků“. „Bílí kuřáci“ mají teplotu 30 až 350 °C a bílé zbarvení je způsobeno vysrážením světle zbarvených sloučenin (např. síranu barnatého). „Černí kuřáci“ mají teplotu vyšší než 350 °C a jejich voda je černá vlivem vysrážení tmavých sulfidů kovů. Činností nejteplejších vývěrů („černých kuřáků“) vznikají na mnoha místech až 30 metrů vysoké komínovité struktury.

Středoocéánský hřbet je rozčleněn množstvím transformních zlomů, které kompenzují oblasti rozpínání. Transformní zlomy jsou orientovány kolmo k zónám rozšiřování a vytváří tak nepravidelný (klikatý) průběh hřbetu. Středoocéánské hřbety neprobíhají vždy středem oceánů, příkladem je Východopacifický hřbet na rozhraní Pacifické desky a desky Nazca, asymetricky umístěný v jihovýchodní části Tichého oceánu. V některých oblastech (např. na Islandu) vyčnívají středoocéánské hřbety nad hladinu a vytváří ostrovy.

Středoocéánské hřbety zaujímají 23% zemského povrchu, v Atlantském a Indickém oceánu hřbety zaujímají zhruba třetinu z celkové plochy oceánského dna. V Tichém oceánu je největší je Východopacifický hřbet, který je velkou klenbovitou strukturou o výšce 2-3 km a šířce 2000 - 4000 km, hřbet má četné postranní větve; jedna vstupuje do Kalifornského zálivu a druhá směřuje k jižnímu pobřeží Chile. Na hřbetu bylo zjištěno velké množství podmořských hor a vrchů. Dalším příkladem hřbetů jsou Gorda, Juan de Fuca, Kula nebo Pacificko-antarktický hřbet.

SHRNUTÍ

Strukturální reliéf vzniká endogenními geomorfologickými procesy a vzhled tvarů reliéfu je výrazně ovlivněný geologickou stavbou. Podle uložení hornin se odlišuje reliéf na horizontálně nebo subhorizontálně uložených horninách, reliéf na ukloněných horninách, reliéf na zvrásněných horninách a reliéf na rozlámaných horninách. Samostatné postavení má reliéf pod hladinou světového oceánu označovaný jako reliéf oceánského dna.

IKONA Kontrolní otázky a úkoly

Kontrolní otázky a úkoly

1. jak se nazývá základní tvar reliéfu na horizontálně uložených horninách?
2. Jaké tvary reliéfu vznikají postupným rozčleňováním sedimentární nebo tabule?
3. Uveďte typické tvary reliéfu na ukloněných horninách.
4. Uveďte typické tvary reliéfu na zvrásněných horninách.
5. Uveďte typické tvary reliéfu na rozlámaných horninách.
6. Co je společné pro šelf, podmořský svah a podmořské úpatí?
7. Které procesy vedly ke vzniku a pro jaký typ rozhraní litosférických desek je typický středoocéánský hřbet?
8. Kde se nachází nejhlubší hlubokooceánské příkopy na světě a jakou mají pozici k rozhraním litosférických desek?

IKONA Pojmy k zapamatování

Pojmy k zapamatování

Morfostuktura, reliéf na horizontálně uložených horninách, reliéf na ukloněných horninách, reliéf na zvrásněných horninách, reliéf na rozlámaných horninách, tabule, stolová hora, strukturální terasy, kuesta, monoklinální hřbet, kozí hřbet, vrása, vrásové pohoří, pánev, klenba, hrást', prolom, rift, proláklina, šelf, podmořský kaňon, hlubokooceánské (abysální) roviny, hlubokooceánské plošiny, hlubokooceánské příkopy, podmořská hora, středoocéánský hřbet.