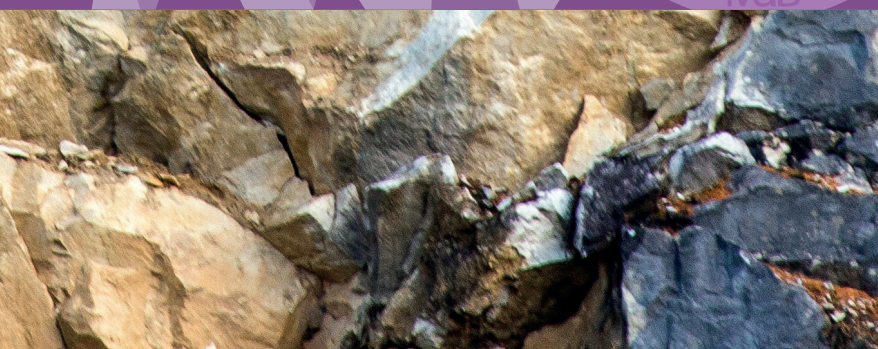
atlas
neživé přírody
Krkonoš



člověk a příroda

Na tomto místě chci poděkovat všem níže uvedeným kolegům a dalším spolupracovníkům, kteří mi poskytli některé fotografie nebo vypracovali mapky a prostorové vizualizace. Za konzultaci a připomínky ohledně některých hesel jsem zavázán také RNDr. Mileně Kociánové.

Mimořádné poděkování zaslouží RNDr. David Krause, který vypracoval finální podobu většiny mapek a vedle konzultace některých odborných problémů mi poskytl i řadu cenných podnětů a přispěl tak zásadním způsobem ke kvalitě a zdárnému vypracování této publikace.

Velké poděkování však dlužím i mojí manželce Mgr. Jindře Pilousové, bez jejíž nekonečné trpělivosti a podpory bych nemohl připravit tuto publikaci.

Atlas neživé přírody Krkonoš
Vydala Správa Krkonošského národního parku v roce 2023

Text: Vlastimil Pilous

Fotografie: Kamila Antošová (57c, 145a, 174, 175a,b, 273c), Jiří Dvořák (295a), Milena Kociánová (236), David Krause (43b, 213a, 382), Ondřej Skalský (289b, 293a,b, 294, 295b,c, 297a), Radko Tásler (289a, 292, 297b,c), Aleš Tauchman (83a), Jan Vaněk (269a), archiv Vlastimila Pilouse (259a), ostatní fotografie Vlastimil Pilous

Grafické doplňky fotografií: Marie Baštová (59b, c, 229a, b), David Krause (43a, 53a,b, 71b, 73c, 205a, 207a, 211c)

Mapky a prostorové vizualizace podle návrhu V. Pilouse: David Krause (39c, 40, 42, 57a,b, 61a, b, c, 65a, 66, 68, 71a,c, 73b, 75a, 76b, 77a, 79a, 118, 119a, 125a, 127a, 128, 134, 178, 179a, 181a, 185a,c, 192, 193a, 211a, 246, 247a,b, 255b, 261a, 262, 306, 307a, 314, 321a, b, 325c, 327a, c, 329b, 337a, 339a, 341a, 343a, c, 359b, 376), Vlastimil Pilous (258)

Mapky a prostorové vizualizace podle návrhu Davida Krause: 41c, 43c, 129a, b, c

© 2023, Správa Krkonošského národního parku,
Dobrovského 3, 543 01 Vrchlabí

ISBN: 978-80-7535-161-6

NEPRODEJNÉ.

EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Životní prostředí

Vlastimil Pilous

ATLAS
neživé přírody
Krkonoš

OBSAH

Úvod 7
Geografické vymezení Krkonoš a KRNAP 11
Obrazová část 15
Krkonošské horniny 15
Hlubinné vyvřeliny 16
Krystalické břidlice 24
Neovulkanity 32
Paleovulkanity 34
Sedimentární horniny 34
Tektonické makroformy a mezoformy 37
Zarovnané povrchy 47
Tvary erozního reliéfu 55
Konkávní tvary vzniklé vodní činností 56
Akumulační tvary vzniklé vodní činností 112
Konvexní reliéfové tvary 122
Skalní tvary 131
Žulové skalní tvary 132
Skalní tvary krystalických břidlic 152
Glaciální tvary 171
Kryogenní (periglaciální) tvary 195
Nivační tvary 223
Lavinové tvary 231
Eolické tvary 239
Svahové deformace 245
Rašelinné tvary 265
Krasové tvary 277
Krasové tvary povrchové 278
Krasové tvary podzemní 288
Biogenní (zoogenní) tvary 299
Antropogenní tvary 303
Montánní tvary 304
Agrární tvary 348
Vodoregulační tvary 362
Komunikační tvary 366
Sídelní tvary 369
Vodohospodářské tvary 370
Industriální tvary 372
Militární tvary 378
Oslavné a pamětní tvary 382
Sportovní tvary 384
Terminologický slovník 388
Rejstřík 393

ÚVOD

Atlas reliéfových forem navazuje na sérii podobných knih, které se věnovaly jednotlivým složkám živé přírody Krkonoš a přehledně seznamují veřejnost s mimořádným bohatstvím přírodního fondu našeho nejvýznamnějšího národního parku. Publikace zabývající se přehledem reliéfových forem zde dosud chyběla o to více, že tvarová i genetická rozmanitost a bohatství reliéfových forem Krkonoš jako typického polygenetického pohoří jsou mimořádně vysoké. Bez nadsázky je můžeme označit za pohoří s nejpestřejším reliéfem v rámci celé republiky, v němž je zastoupený největší počet typologicky odlišných reliéfových tvarů u nás. Cílem této publikace je proto podat co nejvíce vyčerpávající přehled reliéfových forem, které se zde nalézají, a to od makroforem až po mikroformy.

Potřeba publikace takového zaměření je velmi žádoucí i proto, že právě reliéfové tvary jsou zcela zásadní a určující pro následný vývoj, a tím i rozmanitost živé přírody. Celá řada rostlinných i živočišných druhů a společenstev je natolik významně vázaná na jednotlivé základní tvary (jako příklad mohou posloužit vrcholové zarovnané povrchy, kary a trogy, průlomová údolí, vrchoviště), že by bez nich nemohly vůbec existovat. Totéž platí i pro druhovou diverzitu a celkové druhové bohatství živé přírody. Řada reliéfových tvarů se přitom nachází v rámci naší republiky pouze v Krkonoších, nebo jsou zde zastoupené v největším počtu, nejdokonalejší podobě, popřípadě ve specifických podobách, jinde neexistujících. Patří sem jak některé glaciální a periglaciální tvary, tak některé případy svahových pohybů, ale i tvary spojené s vodní erozí (počet i typologicky mimořádně pestrá geneze zdejších vodopádů), nebo zcela výjimečné počty evorzních tvarů na malých horských tocích. Krkonoše jsou však atypické ještě jedním, dosud málo známým a doceněným znakem, a to zcela mimořádně velkým počtem historických antropogenních forem, které se zvláště u agrárních a montánních tvarů nebo s nimi různě souvisejících vyznačují zcela neobvyklou typologickou pestrostí. Tato skutečnost představuje o to větší kontrast, že se jedná o národní park, tedy nejvyšší kategorii chráněných území, a navíc ten vůbec nejvýznamnější v rámci celé republiky. Podobně málo známé je i to, že se zde mezi těmito antropogenními tvary vyskytují i takové, které jsou známé v rámci naší republiky, ale i evropských hercynských pohoří dosud pouze z Krkonoš. Předkládaný atlas zdejších geomorfologických forem tak ukazuje, že Krkonoše mají nejpestřejší a nejvýrazněji polygenetický reliéf mezi našimi pohořími.

K problematice neživé přírody, zvláště její geomorfologické složky, však bylo potřeba přistoupit odlišným způsobem než u zmíněných publikací týkajících se živé přírody. Na rozdíl od botaniky a zoologie v geomorfologii neexistuje žádný jednoznačný a závazný systém, proto se zde uplatňuje i určitá míra subjektivity. Pro tvary zemského povrchu neexistují a ani nemohou existovat obecně respektované taxonomické systémy. Důvod spočívá v tom, že řada forem je polygenetických a na jejich vzniku se účastní více faktorů a procesů, jejichž podíl se navíc může lišit i případ od případu i v rámci jedné, stejně označované formy. Situaci

Vrcholová část Končinské skalní zdi

navíc komplikuje skutečnost, že role jednotlivých faktorů může být posuzována subjektivně. Proto je někdy problém se zařazením konkrétního tvaru do určité skupiny genetických činitelů. To je i důvod, proč nebyly praktické pokusy o vypracování podobného systému nikdy obecně přijaté, a naopak jsou obvykle vystaveny četným výhradám a podrobeny zásadní kritice.

Tato publikace si proto nedělá a ani nemůže dělat ambice na obecný systematický přehled tvarů neživé přírody, srovnatelný například s atlasy živých organismů, mj. jiné i proto, že řada tvarů zemského tvaru zde není a nemůže být zastoupená. Vychází z regionálního hlediska a jeho cílem je poskytnout co nejúplnější přehled reliéfových tvarů a fenoménů, které jsou zastoupené v našem nejvýznamnějším národním parku. Na rozdíl od jednotlivých složek živé přírody zde totiž podobný přehled georeliéfových forem v komplexní šíři dosud chybí a postrádá ho nejen široká veřejnost, ale i odborné kruhy, včetně ochranářských. Některé zdejší reliéfové formy, popřípadě jejich kombinace, vytvářejí natolik specifické poměry, že nemají obdobu nikde jinde v Evropě, a možná ani na světě. Je to například kombinace návazných fenoménů v podobě kontaktního dvora, subsekventních údolí, vrcholových zarovnaných povrchů, anemo-orografického systému až po glaciální a periglaciální tvary, které ve výsledku vedly ke vzniku i nejcennějšího postglaciálního biomu, označovaného – a je otázka, zda zcela správně – jako arkto-alpinská tundra.

Proto je v tomto atlasu zastoupená i řada specifických drobných dílčích nebo naopak komplexnějších forem, kterými se obecné geomorfologické učebnice a slovníky nezabývají, anebo přinejmenším ne v tak detailním genetickém rozlišení. Zde můžeme jmenovat například velmi rozmanité početné erozní tvary, vznikající v korytech horských toků. Podobný souhrn, velmi žádoucí také pro potřeby a cíle ochrany přírody zde dosud chyběl, přestože mnohé

Žulové skalní plotny ve Velké Kotelní jámě

z těchto tvarů jsou na našem území zastoupené pouze zde, popřípadě jsou zde v nejtypičtější a nejdokonalejší podobě. Navzdory tomu jsou mnohé z nich dosud opomíjené a veřejnost (v některých případech dokonce i odborná) o nich dosud ví jen velmi málo anebo v neúplné míře. Proto je naším velkým dluhem na ně upozornit tím spíš, že tak reliéfově mimořádně pestré a bohaté území, jakým jsou Krkonoše, dosud podobný přehled na české straně pohoří zcela postrádá.

Bez problémů se neobešla tato publikace s ohledem na genetické členění a zařazení georeliéfových tvarů. Polygenetický charakter pohoří uvedený výše se týká i řady dílčích tvarů. Vedle reliéfových forem, kde je to téměř pravidlem, to platí i pro naprostou většinu skalních útvarů v krystalických horninách, na jejichž vzniku se podílejí jak strukturní příčiny, tak mrazové i zvětrávací procesy. Podobně na mnohých kryogenních tvarech se podílejí vedle mrazových významně i gravitační procesy, a tak bychom mohli jmenovat i řadu dalších. V geomorfologii se významně uplatňuje i skutečnost, že některé negeneticky chápané tvary mohou mít více odlišností, a tím i podob podle horniny, která je tvoří. Na tuto skutečnost se zaměřuje i tato publikace, zvláště u dvou základních skupin hornin, tj. magmatických (granitoidů) a metamorfovaných (krystalických břidlic), které mají v Krkonoších rozhodující zastoupení. Proto je její součástí také přehled krkonošských hornin, zaměřený nejen geologicky, ale i na geomorfologickou roli, kterou mají pro vznik a vývoj reliéfových tvarů.

Publikace také upozorňuje na skutečnost, že Krkonoše jsou jediné pohoří, kde se nachází větší počet alpinotypních forem v rámci celé republiky i Českého masivu, tedy takových, které jsou příznačné pro reliéf velehor. Patří sem karling Sněžky, ostré skalnaté hřbety (Kozí hřbety, Čertův hřebínek), extrémně strmý svahový zářez Rudné rokle s vodopády a zakončený polygenetickým, erozně murovým

Skalní věž na Skalce u Pece pod Sněžkou

výplavovým kuželem, horský divočící tok Úpy pod Dolním Úpským vodopádem a kuželem Rudného potoka, protalus rampart (sněžníkové valy) v Harrachově jámě a Krakonošově zahrádce, vodopády na karových a trogových svazích a stěnách (Pančavský, Pudlavský, Dvorský a Horní Úpský vodopád), vodopády na trogových stupních (Dolní Úpský a Labské kaskády) a údolní mura na Bílem Labi.

V posledních létech nabývá na aktuálnosti odborná diskuze, zda s ohledem na zásadní kvantitativní i kvalitativní změny reliéfu i krajiny, které vytváří člověk, neopravňují přechod do nového geologického věku – antropocénu. V této souvislosti ukazují nové výzkumy, že dokonce i území našeho nejvyššího pohoří, pokládané za relativně nejméně přístupné, prošlo za zhruba posledních 500 let podstatně rozsáhlejšími reliéfovými zásahy a změnami spadajícími do sféry antropogenní geomorfologie, než jsme se dosud domnívali. Nové metody, jako laserové skenování terénu, které umožňují vidět tyto změny v dosud nedostupné komplexnosti, ukazují, že lidská činnost v podobě montánních, agrárních, komunikačních, sídelních, vodohospodářských, industriálních, militárních, oslavných a sportovních aktivit za tuto dobu pronikla i do nejnedostupnějších poloh, a některé partie dokonce změnila i na velkých plochách. Řada z nich je již sice se změnami charakteru osídlení i hospodaření nefunkční, ale jejich tvary zde zůstávají zachované. Na druhé straně ale přicházejí nové, zvláště ty související se sportovními aktivitami (zvláště ve spojitosti se zimními sporty), které mají co do rozsahu a plochy až devastující charakter. Musíme proto konstatovat, že i tyto tvary se stávají nedílnou složkou reliéfu Krkonoš a jejich podíl se bude stále zvyšovat navzdory tomu, že se jedná o chráněné území nejvyšší kategorie.

Předkládaný atlas má sloužit i jako praktická pomůcka pro pracovníky jiných oborů na Správě KRNAP pro účely ochrany přírodního fondu parku. Na přesné pojmenování,

Historické důlní dílo Velká šířina na Rudníku v Obřím dole

definování, zařazení a význam všech tvarů navazuje mj. také posudková činnost, související s jejich ochranou. Proto je u zvláště významných a cenných tvarů (hlavně u potencionálně nejvíce ohrožených mikroforem a nanoforem) uvedený pro případ ohrožení stupeň nutné ochrany (od nejcennějších označených jako A až po méně významné označené jako B, popřípadě C). U větších georeliéfových forem, prostorově navíc někdy těžko přesně vymezitelných, je problematický, proto není uváděný. Význam má hlavně u solitérně situovaných forem ohrožených případnou lidskou činností, zvláště pak v blízkosti intravilánů s aktuální výstavbou objektů, komunikací a sportovních objektů. Diskutabilní je naopak u některých antropogenních tvarů, ale i zde mohou existovat výjimky, zvláště u historických montánních a agrárních forem.

Neživá příroda se vyznačuje jedním specifikem, které jí zcela odlišuje od živé složky. Neexistují zde žádné reintrodukce, záchranné stanice ani genetické banky a jejich zničení je nevratné a definitivní. Proto k nim musíme přistupovat s mimořádným respektem a opatrností. To je to důležité tím spíš, že i když typologicky, popř. geneticky patří do stejné skupiny, každý z nich je vzhledem, estetickou a krajinářskou hodnotou jiný a odlišný, a tedy originální. Biologičtí jedinci jsou vzájemně zastupitelní, ale objekty neživé přírody nikoli.

Geografické vymezení Krkonoš a KRNAP

Geografické vymezení Krkonoš je poměrně komplikovaná záležitost, neboť se zde střetávají přinejmenším tři odlišná hlediska, od přísně geomorfologického (orografického) přes regionální, korespondující do značné míry se společenskovědním pojetím, až po administrativní. Příčinou je odlišné ohraničení pohoří v různých úsecích. Oproti Jelenigórské kotlině na polské straně je výrazně tektonicky podmíněné, a proto je velmi ostré a jednoznačné. Na naší straně jsou Krkonoše od soutoku Jizery s krkonošskou Jizerkou (až po

Zvrásněné kvarcity na Kubových skalách u Havírny

Valteřice společně s Ponikelskou hornatinou) po Svobodu nad Úpou sice také vymezené tektonicky, ale nestejně a jako celek méně výrazně než uvedená polská část. Směrem k východu byl tektonický zdvih sice větší a výraznější, ale na druhé straně není určený jedinou linií. Vysoká, rozsochová část pohoří je vymezená zlomovou linií, podél níž došlo ke hlavnímu zdvihu, a vyznačuje se navzdory poměrně pokročilé erozi dodnes zachovalými vysokými facetovými svahy, zvláště v případě nejvýchodnější Černé hory. Nižší, předsunutá Vrchlabská vrchovina jižně od této zlomové linie se vyznačuje mírnějšími jižními svahy, a vytváří proto povlovnější a méně zřetelný přechod do Podkrkonošské pahorkatiny, součásti Krkonošského podhůří. V západovýchodní ose však přecházejí Krkonoše málo znatelně do sousedních hornatin, popřípadě vrchovin. Na západě to platí zvláště pro Jizerské hory na naší i polské straně (zde zčásti podél horního toku Kamiennné), ale i Vysockou hornatinu (jejíž součástí je Ponikelská a Roprachtická hornatina). Na východě je vymezení oproti Žacléřské vrchovině také zlomové, a proto reliéfově velmi výrazné. Jiná situace je na severovýchodě, kde se nacházejí Rudawy Janowickie a menší část Wzgórza Bramy Lubawskiej. Ty jsou sice již nižší, proto je můžeme celkem jednoznačně odlišit morfometricky, ale vzhledem k jejich poměrně členitému reliéfu je přechod do nich také méně výrazný.

Právě tyto málo zřetelné přechody jsou příčinou, proč se geomorfologické (orografické) členění tak výrazně liší od regionálního pojetí. Nejvýraznější je to v případě Ponikelské hornatiny, která je již součástí orografického celku Krkonošského podhůří v podobě okrsku Vysocké hornatiny, a zvláště jejího podokrsku Ponikelské hornatiny a zčásti i Roprachtické hornatiny. Zdejší obce jsou z regionálního hlediska běžně považované za krkonošské, což koresponduje i s administrativními hranicemi. To je současně i důvod, proč jsou Ponikelská hornatina jako celek a severní část Roprachtické hornatiny buď přímo součástí KRNAP,

Porfyroidová Růžová skála v Dolních Lysečinách

nebo alespoň jeho ochranného pásma. Povlovné přechody v prostoru Mladobucké a Žacléřské vrchoviny jsou příčinou, proč byla hranice ochranného pásma KRNAP vedena až poměrně daleko od vlastního pohoří podél jednoznačných komunikačních linií a vodních toků. S ohledem na skutečnost, že řada významných lokalit georeliéfových tvarů se nachází i v ochranném pásmu, a také pro praktické účely ochrany přírody vychází tato publikace nikoliv z orografických hranic Krkonoš, ale zohledňuje celý národní park včetně ochranného pásma. Malá, ale geomorfologicky významná část ochranného pásma na Harrachovsku (zvláště Jizerské údolí) spadá z orografického hlediska již do Jizerských hor.

Na polské straně je však odlišná situace, protože tamější Karkonoski Park Narodowy zaujímá převážně jen vysoké partie nejvyššího Slezského hřbetu, a pouze v plošně omezeném prostoru v okolí Szklarské Poręby, Jagniątkowa a Karpacze sestupuje i do nižších poloh. Proto je pro účely této publikace na polské straně hranice ztotožněná se skutečným orografickým vymezením celého pohoří.

Na podrobné orografické vymezení a členění samotných Krkonoš v mapové i hierarchické podobě odkazuji na následující publikace:

DEMEK J., MACKOVČIN P. (eds.) 2006: Hory a nížiny, zeměpisný lexikon ČR. AOPK ČR, Brno.

FLOUSEK, J. HARTMANOVÁ, O., ŠTURSA, J. & POTOCKI, J. (eds.) 2007: Krkonoše. Příroda, historie, život. Nakl. Miloš Uhlíř, Baset. Praha.

KRKONOŠSKÉ
horniny

ŽULA

CHARAKTERISTIKA: Jedna z nejvíce rozšířených hornin ze skupiny hlubinných vyvřelin, vzniklých pomalým chladnutím jejich těles (plutonů) pod zemským povrchem. Sestává ze tří hlavních složek, živců (draselného živce nebo kyselého plagioklasu), křemene a světlé nebo tmavé slídy (17a). Žuly jsou stejnoměrně všesměrně zrnité a mohu být drobnozrnné, středně zrnité nebo hrubozrnné; pokud mají velké vyrostlice minerálů, označujeme je jako porfyrické. V Krkonoších jsou zastoupené všechny tři. Mohou mít různé odstíny, ale celkově u nich převažuje světlé zbarvení. Žula bývá označovaná jako tvrdá hornina odolná vůči erozi, ale je třeba vidět, že to platí pro naše klimatické poměry; v podmínkách vlhkého tropického klimatu naopak podléhá relativně rychle chemickému zvětrávání a rozpadu. Také různě zrnité žuly nejsou stejně odolné, přičemž nejtvrdší jsou drobně zrnité. Tyto rozdíly podmiňují i vznik strukturních tvarů reliéfu jak v podobě makroforem (např. horských hřbetů), tak i mezoforem (jednotlivé skalní výchozy). Velmi významnou roli hrají u žul puklinové systémy, které jsou primární (vznikající přímo při tuhnutí magmatu) i sekundární. Nejvýznamnější jsou pukliny systému LQS, který je příčinou kvádrovité odlučnosti horniny a obloukovité exfoliační pukliny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Žulové masivy (plutony) jsou velmi rozšířené po celém světě, včetně Českého masivu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Žuly krkonošsko-jizerského plutonu tvoří větší část polských Krkonoš, pohraničního Slezského hřbetu, Harrachovska a Sedmidolí. Zásadním způsobem se podílely na celkovém vývoji reliéfu Krkonoš, neboť díky kontaktní metamorfóze podmínily vznik kontaktního dvora v sousedním krystaliniku, který velmi podstatně ovlivnil následný vývoj georeliéfu celých Krkonoš. Jejich specifické puklinové systémy spolu s nerovnoměrným zvětráváním umožnily vznik nejvýznamnějších zdejších skalních útvarů, tzv. torů a skalních hradeb, na naší straně zvaných „kameny“.

Krkonošské horniny
Hlubinné vyvřeliny

ROZVĚTRALÉ ŽULY

CHARAKTERISTIKA: Na některých místech v Krkonoších i v sousedních Jizerských horách se nacházejí zrnitě rozvětralé žuly v podobě hrubozrnného písku („perku“), který se místy v omezeném množství i těžil. Teorií, proč a jak k takovému rozpadu a zvětrání horniny došlo, je více, ale nejpravděpodobnější je, že příčinou byla období teplého a vlhkého klimatu koncem třetihor (terciér) a ve starších čtvrtohorách (pleistocénu). Při něm zvětrávaly žuly chemicky do poměrně velkých hloubek až jednotek desítek metrů a výsledné zvětraliny měly hrubě písčitou podobu. Zvětrávání však probíhalo podle odlišných místních podmínek selektivně a nestejnoměrně rychle. Po ochlazení klimatu, kdy nastoupily procesy mechanického zvětrávání, byly nesoudržné písčité partie v naprosté většině erozí relativně rychle odstraněné, ale na chráněných místech se lokálně zachovaly. Představují ostrý kontrast s obecně známou tvrdostí žul, neboť tyto partie se dají obvykle kopat jak ručním nářadím, tak i technikou (např. bagrováním), nebo dokonce oddrobovat rukou. Na některých lokalitách se uprostřed těchto zvětralin ještě zachovaly zaoblené bloky a zbytky kompaktní horniny, které nepodlehly rozpadu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podobné partie můžeme najít v žulách téměř kdekoliv, ale vesměs jen na omezených plochách a v menší mocnosti.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Podle známých lokalit lze soudit, že se polohy zvětralých žul roztroušeně vyskytují na více místech, ale většinou jsou kryté mladšími zvětralinami a humusovými vrstvami, a tím i vegetací. Proto je můžeme téměř vždy vidět jen na místech obnažených umělými zemními pracemi, nejčastěji při výstavbě komunikací, nebo výjimečně i přívalovou erozí. Vyskytují se například v údolí Jizery a Mumlavy v okolí Mýta na Harrachovsku (17b). Na polské straně je dokonalá ukázka u sportovního hřiště v Borowici (17c), kde je výchoz písčitě rozvětralé žuly obnažený stále probíhající boční erozí potoka v podobě strmého svahu v místě uměle přeloženého koryta.

17a

17b

17c

PRIMÁRNÍ ŽULOVÁ TEKTONIKA LQS

CHARAKTERISTIKA: Při pomalém tuhnutí se žulové magma smršťovalo a zmenšovalo objem. Tím vznikl nejvýraznější primární puklinový systém, označovaný jako LQS, s puklinami trojího směru; dvě nich jsou svislé a na sebe vzájemně kolmé a třetí je vodorovný, nebo mírně ukloněný. Systém popsal německý geolog H. Cloos, a proto je označení systému odvozené od počátečních písmen názvů puklin v němčině: L – Lagerklüfte – ložní vodorovné, Q – Querklüfte – svislé příčné (příčné na hlavní krkonošský, tj. Slezský hřbet), S – Schieferklüfte – podélné svislé. Tím získává hornina kvádrovitou odlučnost, která předurčuje i její rozpad. Kvádrovitá odlučnost je však lokálně odlišná ve své dokonalosti, a navíc se může kombinovat ještě s dalšími primárními, i sekundárními systémy. Kvádrovitá odlučnost určuje i podobu skalních tvarů, které žula vytváří, od formování celých skalních útvarů, stěn a bloků až po dílčí tvary, jako jsou skalní hřiby, perforace nebo viklany. Jednotlivé bloky jsou však vlivem rychlejšího zvětrávání hran bloků velmi často zaoblené, nebo získávají až přímo pecnovitý a kulovitý tvar. V případě, kdy jsou ložní pukliny mimořádně hustě seskupené za současného potlačení svislých puklin, vytvářejí tzv. plátkovité skály, u nichž jsou linie puklin zvýrazněné rychlejším postupem zvětrávání.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Kvádrovitou odlučnost vykazují běžně žulové masivy celého světa i v naší republice.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Pro krkonošskou žulu je kvádrovitá odlučnost příznačná a můžeme ji pozorovat na velmi mnoha místech v celé škále dokonalosti. Nejdokonalejší podoby dosahuje na naší straně pohoří v Labských jamách; téměř geometricky dokonalá je na Pančavské skále vedle Pančavského vodopádu (19a) nebo v korytě Malé Mumlavy. Plátkovité skály se vyskytují jen lokálně a obvykle jen v omezeném plošném rozsahu na více místech na obou stranách pohoří – na naší straně jsou nejdokonalejším příkladem vrcholové skály na Pevnosti nad Dívčími Lávkami (19b), na polské například na části torů Skalne Bramy u Jakuszyc.

Krkonošské horniny
Hlubinné vyvřeliny

EXFOLIAČNÍ PUKLINY

CHARAKTERISTIKA: Dalším typem puklin příznačným pro žuly jsou exfoliační pukliny. Pro ty je charakteristický konvexně obloukovitý průběh, a proto ve výsledku vytvářejí horninové slupky, přirovnávané nejčastěji k cibuli. U tzv. makroexfoliace, která se projevuje na formování geomorfologických tvarů, se mocnost jednotlivých slupek pohybuje od několika decimetrů až po několik metrů až desítek metrů a na plochách řádově celých stovek metrů až jednotek kilometrů. Dříve byly exfoliace a exfoliační pukliny považované za produkt vnějších faktorů (mj. klimatu a zvětrávání), a tedy za sekundární typ puklin. Podle posledních výzkumů je však zřejmé, že jsou také primárního původu a jsou produktem diferencovaných, protichůdných tlaků a tahů uvnitř plutonu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se v žulových masivech celého světa, ale velmi nerovnoměrně – někde se tyto pukliny vyskytují velmi hojně, jinde naopak téměř chybí. Mimořádně dokonale vyvinuté jsou například v kalifornském pohoří Sierra Nevada, a zvláště v Yosemitském národním parku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Podstatně významnější roli má exfoliace v západní části krkonošsko-jizerského plutonu, tj. v Jizerských horách. V samotných Krkonoších je zastoupená podstatně méně, a to hlavně v západní části na Harrachovsku; nejlepší příklad je v opuštěném lomu u Bílé vody v Harrachově (19c).

19a

19b

19c

EXFOLIAČNÍ KLENBY

CHARAKTERISTIKA: V důsledku exfoliace vznikají tzv. exfoliační klenby, které vytvářejí na zemském povrchu elevace s vypuklým profilem a slupkovitou vnitřní stavbou. Pokud jsou obnažené erozními procesy a denudací, tvoří jejich povrch oblé, „hladké“, skalní plochy puklinových ploch a vytvářejí atraktivní skalní útvary. To je častější v oblastech mírnějšího až tropického klimatu nebo naopak tam, kde byly obnažené mladou ledovcovou činností. V případě, že se jedná o rozsáhlé a vysoké exfoliační klenby, v nichž jsou zastoupené jen minimálně vertikální pukliny, vznikají elevace, které označujeme jako ostrovní hory neboli bornhardty. V případě menších kleneb a často již i s vyšším podílem vertikálních puklin vznikají nízké exfoliační klenby neboli ruwary. Ze zachovalých zbytků a útržků vyšších slupek exfoliačních kleneb se na povrchu bornhardtů a ruwarů mohou vytvářet tory a skalní hradby. V našich klimatických podmínkách mají v důsledku mladých zvětrávacích procesů (zvláště mrazového zvětrávání v ledových dobách) většinou destruovanou podobu a jsou kryté zcela nebo z části vrstvou balvanitých až blokových zvětralin a také vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou poměrně časté po celém světě v územích budovaných žulou, ale jejich výskyt je velmi nerovnoměrný. V některých územích jsou hojné, v jiných naopak téměř chybí. V naší republice jsou nejlépe zachované v Novohradských horách a v okolí Žulové ve Slezsku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V sousedních Jizerských horách jsou podstatně častější, i když vesměs v destruované podobě (včetně samotného vrcholu Jizery), ale v samotných Krkonoších jsou zastoupené jen výjimečně. Bornhardt v pokročilejším stádiu destrukce představuje pravděpodobně Szrenica a další, ale zcela destruovaný a zakrytý bornhardt je Mrtvý vrch nad Harrachovem. Nejdokonalejší příklad představuje hradní vrch Chojniku na polské straně pohoří (21a). Jeho obloukovitá stavba je vidět pouze na skalnaté jižní straně, zatímco severní je také destruovaná a skrytá v lese.

Krkonošské horniny
Hlubinné vyvřeliny

APLITY (APLITOVÉ ŽÍLY)

CHARAKTERISTIKA: Aplit je jemnozrnná žilná hornina, prostupující žulové masivy, složením ale žule i podobná (křemen, alkalický živec a plagioklas, v malém množství i slídy biotit a muskovit). Od žuly se odlišuje nápadně světlejší barvou, specifickou (panalotriomorfní) zrnitou strukturou, odlišným charakterem puklin a větší odolností vůči erozi. Na žulových skalních výchozech (stěnách, ale i ve skalních říčních korytech a také na volných blocích a balvanech) můžeme pozorovat aplit poměrně často v podobě úzkých žil (nejčastěji širokých řádově pouze několik centimetrů až jednotek decimetrů). Vyznačuje se větší tvrdostí, a tedy větší odolností proti zvětrávání i erozi než žula, proto na skalním povrchu vytvářejí často aplitové žíly selektivně vypreparované, lineárně protáhlé a slabě vystupující pruhy až lišty. Nejčastěji jsou viditelné v délce několika metrů, ale v případě plošně rozsáhlých stěn a skalních povrchů i desítky metrů. Vlivem atmosférického zvětrávání nebo vodní eroze v korytech toků mívají proužky a lišty zaoblené hrany. Pokud vystupují ve skalních stěnách v příčném profilu, je někdy dobře patrná jejich kostkovitá odlučnost.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V žulách se vyskytují zcela běžně, ale v různě nápadné podobě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Totéž platí i pro krkonošské žuly, kde můžeme vidět aplitové žíly poměrně často, někdy i přímo na skalním či balvanitém povrchu turistických cest nebo na jejich okrajích, například u Webrovy cesty v Dole Bílého Labe nebo v serpentinách pod Labskou boudou. Na příkladu Dolního Úpského vodopádu lze pozorovat, že odolnější aplitové žíly slabě vystupují i ve skalních plotnách vystavených intenzivní vodní erozi (21b). Ještě nápadnější jsou ve skalních stěnách i volných balvanech na více místech na Harrachovsku (21c).

21a

21b

21c

APLITOVÉ SKALNÍ DLAŽBY A FASETY

CHARAKTERISTIKA: Aplitové žíly bývají příležitostně obnažené zvětráváním nebo erozí v plošné rovině. V některých případech se vyznačují pravoúhlým nebo kosočtverečným rozpukáním a pak na takových plochách vytvářejí tzv. skalní dlažby, které skutečně připomínají chodníky dlážděné kostkami, nebo mozaiky a v polské literatuře jsou označované i jako šachovnice. Mohou být také na povrchu volných balvanů vzniklých rozpadem skal, kde se ale nenacházejí v původní poloze. Jejich plochy jsou poměrně malé, obvykle nepřesahující 1 až 2 m^2. Pokud je žíla obnažená diagonálně, vystupuje dlažba v podobě jednostranně výškově členěných hranolků. V některých případech dochází i k „vypadnutí" jednotlivých čtverečků uvnitř plochy a pod nimi pak vystupuje žulový povrch. Z hlediska geologického času patří k výtvorům podléhajícím poměrně rychle zániku.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v územích budovaných žulovými plutony, zvláště tam, kde se vyznačují výraznou kvádrovitou odlučností. V blízkosti Krkonoš je známo nejvíce případů v žulové části Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Na české straně jsou známé jen nepočetné lokality – v cestě Labským dolem nad Pudlavou, kde je poškozována sešlapem (23a) a u silničky do Údolí Naděje v Kořenově, ale nepochybně jsou i jinde mimo cesty, kde unikají pozornosti. Několik lokalit se uvádí i z polských Krkonoš. Velmi dokonalá aplitová dlažba je například ve volném balvanu v údolí Myi (23b) a další v údolí říčky Kacza, těsně u silnice nad jejím ostrým ohybem mezi Podgórzynem a Borowicí. Jinou, výstupkovitou podobu mají v případě, že je žíla obnažená diagonálně jako ve volném balvanu na Vysokém kole (22).

23a

23b

PUKLINOVÉ KŘEMENNÉ VÝPLNĚ

CHARAKTERISTIKA: Některé pukliny v žule se vyznačují i tenkými křemennými výplněmi. Pokud jsou následně v důsledku zvětrávání nebo skalního zřícení druhotně jednostranně obnažené, jsou na vzniklé puklinové ploše dobře patrné v podobě velmi tenkých křemenných destiček (obvykle 1 až 5 cm) o ploše nejčastěji řádově dm^2. Vzhledem k větší tvrdosti křemene se zde uplatňuje selektivní zvětrávání a plošky křemene vystupují nad rovinu puklinové plochy. I plochy křemene však nepodléhají zvětrávání rovnoměrně a jejich souvislá plocha se proto nerovnoměrně „prolamuje" a rozčleňuje, takže vytváří nepravidelné „obrazce".

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Na území žul se mohou vyskytnout kdekoliv, ale pravděpodobně spíše vzácně, navíc jsou vzhledem k malým rozměrům nejspíše přehlížené.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších je zatím známá jediná lokalita s větším plošným rozsahem obnažené křemenné výplně, a to na největším skalním výchozu Lubošských skal v Mumlavském dole (25a).

MUSKOVITICKÉ ORTORULY

CHARAKTERISTIKA: Představují krystalickou břidlici, vzniklou metamorfózou vysokého stupně z kyselých až intermediárních hlubinných vyvřelin (žula, granodiorit) i výlevných vulkanických hornin (25b). Hlavními složkami jsou draselný živec, plagioklas a křemen, v menším množství jsou v něm zastoupené i slídy (biotit, muskovit), případně turmalín. Genezí se odlišují od pararul, kterém vznikají přeměnou sedimentárních hornin. Vzhledem k tomu, že představují tvrdou, erozi odolnou horninu, vytvářejí často mezi okolními horninami (včetně většiny jiných krystalických břidlic) strukturní tvary, ať již v podobně elevací různého typu (od rozsáhlejších masivů přes vrcholy, hřbety a svahová žebra až po jednotlivé skalní výchozy), ale také úzká, průlomová údolí s peřejemi až vodopády a evorzními tvary.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří k poměrně hojně rozšířeným horninám, nejčastěji v rámci starých komplexů krystalických hornin.

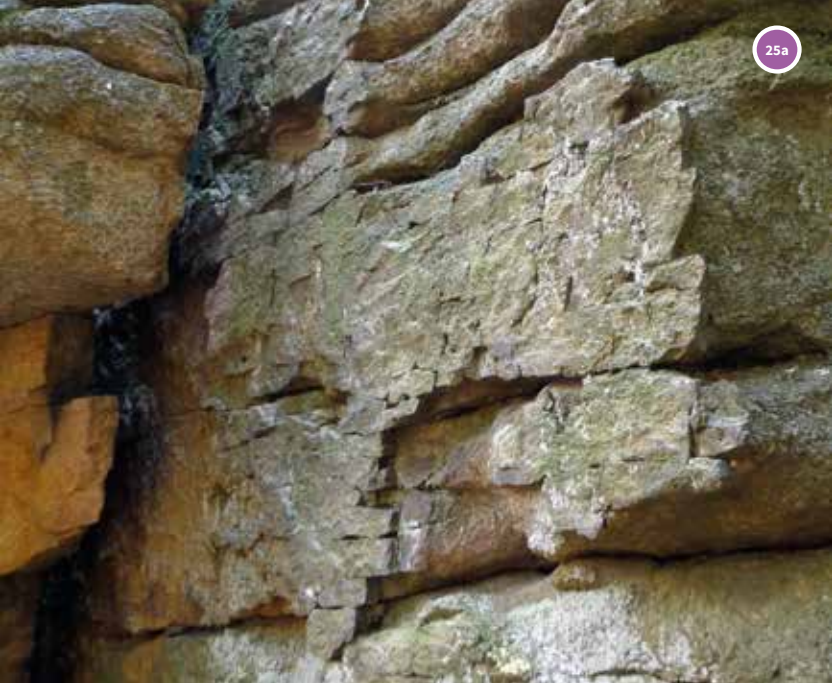
VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V rámci krkonošského krystalinika zaujímají poněkud menší plochu než fylity a svory. Vedle různě rozptýlených menších vložek se nejvýrazněji uplatňují v obloukovitém pruhu širokém 1 až 4 km, táhnoucím se od Žalého až po Pomezní Boudy a velmi nápadně se tím uplatňují na reliéfové podobě pohoří. Vzhledem ke své tvrdosti vytvářejí některé výrazné vrcholy (Žalý, Herlíkovický Žalý, Jelení vrch, masiv Černé a Světlé hory), hřbety (Dlouhý a Pomezní hřeben), úzká a skalnatá průlomová údolí Labe (Labská soutěska) a Úpy nad Temným Dolem nebo dlouhá skalní žebra (Žalský Kozí hřbet).

SVORY

CHARAKTERISTIKA: Hornina ze skupiny krystalických břidlic, vzniklá středně intenzivní, většinou pouze regionální metamorfózou sedimentárních (jílovitých) sedimentů. Sestává hlavně z křemene a slídy (zvláště světlého muskovitu) a menších příměsí jiných minerálů, například granátu. Na rozdíl od rul však postrádají živce. Vyznačují se výraznou foliací (břidličnatostí), která spolu s dalšími faktory (kliváž, míra podrcení), ale i směry vodní eroze ovlivňuje podobu svorových skalních výchozů (25c).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Svory jsou hojně rozšířené krystalické břidlice, které jsou běžnou součástí starých krystalických masivů po celém světě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Svory patří spolu s fylity k nejrozšířenějším horninám české části Krkonoš, které zaujímají i největší plochu. V západních Krkonoších tvoří jen užší pruh mezi krkonošským žulovým plutonem a fylitovou částí krystalinika, největší plochy však budují východněji mezi údolím Labe a Malé Úpy, a ještě dále přecházejí východně od masivu Sněžky i na polskou stranu pohoří. Svorové skalní výchozy, byť převážně menší a nižší můžeme vidět v přírodě na mnoha místech, zvláště v podobě mrazových srubů v údolních svazích.


25a

25b

25c

FYLITY

CHARAKTERISTIKA: Jemnozrnná metamorfovaná hornina s nízkým stupněm přeměny, vzniklá nejčastěji z jílovitých břidlic. Vedle tenké břidličnatostí se často vyznačuje svraštěností. Sestává hlavně z křemene, chloritu a slíd (sericitu a biotitu). Podle různého obsahu minerálů se rozlišuje několik typů. Podle míry metamorfózy vytváří také různé přechody ke svorům (fylitický svor). Tence břidličnaté, rovnoploché fylity se využívají jako střešní krytina a podle toho se označují jako pokrývačské. V minulosti se masivně těžily na Železnobrodsku. Tence břidličnaté fylity, případně i více podrcené jsou náchylnější k rychlejší erozi, což se místy odráží i na reliéfových poměrech (27a).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Fylity jsou poměrně hojně rozšířenou horninou ve starých krystalických masivech celého světa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Spolu se svory a přechodnými formami patří k nejrozšířenější hornině české části Krkonoš. Vyskytují se zde v podobě střídavých pruhů chloriticko-sericitických a grafit-sericitických fylitů. Soudě podle nevýrazně strukturních tvarů (například svahových žeber a zářezů) jsou pravděpodobně grafit-sericitické fylity poněkud odolnější vůči erozi.

KRYSTALICKÉ VÁPENCE (MRAMORY) AŽ DOLOMITY

CHARAKTERISTIKA: Metamorfovaný (překrystalovaný) vápenec až dolomit patří mezi karbonátové horniny s dominantním podílem uhličitanu vápenatého, ale velmi často obsahují vedle kalcitu ještě příměsi křemene, slíd, chloritu, grafitu a dalších minerálů. Dolomity se liší od vápenců různě velkým podílem minerálu dolomitu (uhličitan hořečnato-vápenatý), a proto podléhají obtížněji zkrasovění. V přírodě a také v Krkonoších jsou časté přechody mezi vápencem a dolomitem (podle poměru obou minerálů označované jako dolomitické vápence až vápnité dolomity). V krkonošském krystaliniku je prostupují velmi hojné vložky sousedních fylitů a svorů. Kompaktní krystalické vápence a dolomity jsou lokálně silněji prokřemenělé, a proto podléhají pomaleji erozi, denudaci i zvětrávání než okolní, navíc často silně drcené a tence břidličnaté fylity a svory, a tak vytvářejí v krajině nápadné strukturní tvary jako suky (monadnoky, tvrdoše), skalnaté hřebínky, skalní defilé, kaňonovitá údolí, izolované skalní výchozy až skalní věže a jehly. Podléhají též zkrasovění, ale jelikož v okolním krystaliniku vytvářejí často jen tělesa menších rozměrů, a navíc se vyznačují četnými vložkami nekrasových hornin i vysokým obsahem nerozpustných příměsí, rozvoj krasu je obvykle více či méně limitovaný. Projevuje se to také obvykle výrazně omezenější krápníkovou výzdobou jeskyní v krystalických vápencích (27b).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Krystalické vápence i dolomity jsou v krystalických masivech dosti hojně zastoupené horniny napříč celým světem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V krkonošském krystaliniku mají tyto horniny jen malý plošný rozsah v podobě úzkých pruhů až izolovaných ostrůvků, soustředěných hlavně podél jižního a východního okraje pohoří (součást mladšího komplexu krystalinika) a v okolí Rokytnice nad Jizerou. Určitým specifikem krkonošských jeskyní (zvláště v prostoru Ponikelské hornatiny) jsou lištovité až mřížkovité struktury na stěnách, kterou vytvářejí tenké, korozně vypreparované nekrasové vložky. Díky zkrasovění a sklonu k vytváření skalních útvarů však představují navzdory omezenému plošnému výskytu jednu z nejvýznamnějších složek neživé přírody národního parku. S ohledem na zásaditý charakter těchto hornin a jejich zvětralin také zásadním způsobem ovlivňují i bohatství a rozmanitost živé přírody, zvláště flóry.

ERLANY (TÉŽ ERLÁNY)

CHARAKTERISTIKA: Erlany jsou kontaktně metamorfované horniny s významným podílem silikátů kalcia a také samotného kalcitu. Proto jsou označované také jako vápenatosilikátové rohovce. V české geologické literatuře se vžilo označení erlany i pro regionálně metamorfované horniny, v nichž však chybí minerály vznikající za vysokých teplot, což je i případ Krkonoš. V podobě pozvolných přechodů se někdy vyskytují v blízkosti krystalických vápenců. Jejich barva je proměnlivá, nejčastěji jsou šedozelené až hnědošedé. Představují poměrně tvrdé horniny, které někdy přispívají ke vzniku méně výrazných strukturních tvarů reliéfu (27c).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v komplexech metamorfovaných hornin, ale jen málokde dosahují rozsáhlejšího plošného rozšíření.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Totéž platí i pro Krkonoše, kde se vyskytují jen v malé míře a vytvářejí jen malá tělesa. Největší krkonošská tělesa erlanů se nacházejí v údolí Malé Úpy v širším prostoru Latova údolí a Čisté v okolí Berghausu u Černého Dolu. V obou případech vytvářejí drobné konvexní strukturní tvary a skalní výchozy.

27a

27b

27c

ZELENÉ BŘIDLICE

CHARAKTERISTIKA: Přeměněné horniny s břidličnatou, často deskovitou texturou. Vznikají slabou regionální metamorfózou bazických vyvřelin, nejčastěji čedičů. Sestávají z albitu, chloritu, epidotu, aktinolitu a titanitu a často obsahují i křemen. Název pochází od jejich šedozelené barvy, ale běžně jsou přímo šedé. Vyznačují se proměnlivou foliací, často i poměrně málo výraznou, a proto mohou mít i kompaktnější vzhled. Jsou tvrdší než jiné metamorfované horniny (například svory a fylity), a proto vytvářejí poměrně často skalní výchozy (například mrazové sruby ve svazích údolí) nebo přímo drobné sukovité, někdy i skalnaté strukturní formy (29a).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou poměrně často součástí krystalických komplexů, i když co do plochy mívají menší zastoupení než jiné horniny.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V krkonošském krystaliniku představují horninu s malým kvantitativním zastoupením. Největší plochy zelených břidlic jsou v údolí Jizery pod Poniklou a na Rýchorách (okolí Sklenářovic a Žacléře), ale menší ostrůvky a vložky jsou roztroušené uprostřed fylitů po celé délce mladšího komplexu krystalinika na jižním okraji pohoří od Křížlic po Svobodu n. Úpou. Přes toto malé zastoupení není jejich reliéfová role zanedbatelná vzhledem ke strukturním tvarům a mrazovým srubům, které vytvářejí.

MUSKOVITICKÉ KVARCITY

CHARAKTERISTIKA: Kvarcity jsou metamorfované horniny, sestávající z dominantního podílu křemene (obvykle přes 70 %). Vznikají nejčastěji přeměnou pískovců a podle nejvýznamnějších příměsí je ještě dále dělíme. Jednou z nejčastějších je muskovit (draselná slída), podle kterého jsou proto označované. Představují mimořádně tvrdou horninu, velmi odolnou vůči erozi a zvětrávání. Jejich plošné zastoupení v Krkonoších je velmi malé, ale přesto patří k těm horninám, které nejvíce ovlivnily vývoj jejich reliéfu v podobě, která nemá obdobu v žádném jiném našem pohoří. Vesměs drobné a úzké (řádově jen desítky, maximálně stovky metrů) pruhy a vložky muskovitických kvarcitů jsou součástí kontaktního dvora na okraji žulového plutonu. Zcela zásadním způsobem ovlivnily jeho odolnost vůči erozi (29b).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Muskovitické kvarcity jsou méně rozšířenou horninou, která se však může vyskytnout kdekoliv v komplexu krystalických hornin, zvláště v dosahu kontaktní přeměny.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jejich výskyt je velmi omezený, vázaný v naprosté většině na kontaktní dvůr v linii od masivu Kapradníku na západě až po Sněžku na východě. Vytváří zde sice drobné, ale velmi početné vložky a ostrůvky, které podstatně přispěly k jeho odolnosti vůči erozi a denudaci, a ovlivnily tak zásadním způsobem vývoj georeliéfu celé české strany Krkonoš.

SERICITICKÉ KVARCITY

CHARAKTERISTIKA: Přes příbuznost světlých slíd (sericit je velmi jemný a šupinkatý druh muskovitu) se sericitické kvarcity liší od muskovitických kvarcitů nejen genezí (nejsou součástí kontaktního dvora), ale i odlišným rozšířením v rámci krkonošského krystalinika. Mají však taktéž velmi vysoký podíl křemene, a proto jsou jejich vlastnosti, zvláště tvrdost a odolnost vůči erozi, shodné. Vytvářejí proto početné skalní výchozy (strukturní geneze nejčastěji v podobně mrazových srubů nebo skalních defilé), pro které jsou charakteristické ostré, hranaté blokovité tvary predisponované puklinami a také početné hladké puklinové plochy. Hlavními modelačními činiteli jsou u nich mrazové a návazné gravitační (řítivé) procesy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Stejně jako ostatní kvarcity jsou součástí mnoha krystalických komplexů, i když obvykle jen v nepříliš velkém plošném rozsahu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Největší plochy sericitických kvarcitů se nacházejí na Rokytnicku a v Jizerském dole, kde se podílejí na vzniku zakleslých meandrů Jizery, dlouhých skalnatých žeber (Kubovy skály) a početných mrazových srubů (věžovitých vrcholových i jednostranných svahových, jako na Bílé skále (29c). Vytvářejí zde též Končinskou skalní zeď, jediný rozsáhlejší útvar tohoto typu v Krkonoších. Plošně omezené vložky sericitických kvarcitů se vyskytují roztroušeně i jinde, například v Klínovém dole, kde vytvářejí skalní útvary Hnědých skal a Hranostají skály, nebo v Těsném dole, kde budují Harfu a Modré kameny.

29a

29b

29c

SEKREČNÍ KŘEMENY

CHARAKTERISTIKA: Sekreční křemeny jsou nedílnou a hojně zastoupenou součástí hornin krkonošského krystalinika, zvláště fylitů a svorů. Vytvářejí převážně drobná (s rozměry řádově několik centimetrů až decimetrů) nepravidelná hnízda, vložky, čočky a pecky, často protažené v souladu se směrem foliace. Vznikají během regionální metamorfózy provázené vysokými teplotami, při nichž horninu prostupují horké roztoky. Křemen se taví při relativně nízkých teplotách, a proto se rychle uvolňuje a následně je horninou v čisté formě „vypocen" v podobě hnízd – z toho je odvozeno i označení sekreční křemen. Hnízda a vložky sekrečních křemenů se ve skalních stěnách morfologicky příliš výrazně neuplatňují. Jinak je tomu v místech skalních koryt vodních toků. Tvrdší křemen odolává více vodní erozi a evorzi, proto ovlivňuje jak celkové tvary evorzních tvarů a výmolů, tak tvoří drobné nepravidelné výstupky a elevace v jejich stěnách i dnech.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sekreční křemeny se mohou vyskytovat v krystalických břidlicích prakticky všude, i když jejich kvantitativní zastoupení může být lokálně odlišné.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Na území krystalických břidlic, zvláště svorů a fylitů, se vyskytují hojně na celém území, ale nejnápadnější je jejich výskyt tam, kde se nachází i nejvíce skalních výchozů krystalických břidlic. Podle některých indicií nelze vyloučit, že na Rokytnicku, kde byla největší koncentrace historických skláren, byly v místech mimořádné koncentrace sekreční křemeny na úpatí skal těženy jako zdroj suroviny pro výrobu skla (Vilémovské skály nebo Sachrův hřeben (31a, b).

Krkonošské horniny
Krystalické břidlice

KŘEMENNÉ ŽÍLY

CHARAKTERISTIKA: V krystalických horninách se místy vyskytují křemenné žíly, tvořené téměř čistým křemenem, obvykle mléčné barvy. Vzhledem k větší tvrdosti, než jakou mají okolní horniny, jsou obvykle vypreparované do konvexní podoby. Můžeme je nalézt zvláště ve fylitech a svorech, ale dokonce i v krystalických vápencích. Vznikly vyplněním puklin nebo puklinových zón podobnými procesy jako sekreční křemeny. U rozsáhlejších žil došlo v minulosti k jejich vytěžení pro potřeby skláren.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytnout kdekoliv na území krystalických komplexů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Známe je pouze na několika místech, ale je třeba vidět, že v řadě dalších případů mohou být skryté pod zvětralinovým pláštěm. V případě rozsáhlejších křemenných žil byly již v minulosti vytěžené pro potřeby skláren (Kozlí strouha v povodí horní Jizerky a Machovsko v Křížlicích). Menší, jen okolo 1 m široké žíly můžeme pozorovat například ve vrcholové partii Kozích hřbetů, ve Velké Kotelní jámě, a také ve vápencové vložce v korytě Jizery pod Zabylým v Jizerském dole (31c).

31a

31b

31c

ČEDIČE (BAZALTY, BAZALTOIDY, BAZANITY)

CHARAKTERISTIKA: Čediče představují mladé (třetihorní), bazické výlevné vulkanické horniny, u kterých rozlišujeme více typů. V případě krkonošských lokalit používají některé zdroje (zvláště polské) šířeji chápaný termín bazaltoidy. Představují celistvé, jemnozrnné horniny nápadně tmavé, černé nebo šedočerné barvy. Nejčastěji mají masivní texturu, ale může být i pórovitá nebo mandlovcovitá, v jejich základní hmotě jsou nejvíce zastoupené augit, bazický plagioklas, čedičové sklo, magnetit a další nerosty. Vytvářejí velmi početné a výrazné reliéfové tvary.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou hojně rozšířené ve vulkanických oblastech celého světa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou roztroušené zcela drobné výskyty čedičů na území žulového plutonu, z větší části na polské straně pohoří, u nás je pouze několik lokalit na Harrachovsku. V případě Krkonoš jsou oligocenního stáří (tj. okolo 30 milionů let) a vesměs sledují zlomové linie. Až na jedinou výjimkou nevytvářejí žádné reliéfové tvary, neboť jejich výchozy jsou skryté pod vrstvami zvětralin. Některé byly odkryté erozí nebo při různých zemních pracích, v jiných případech však byly identifikované podle úlomků roztroušených v okolních zvětralinách (např. na Jakšíně) nebo v korytech blízkých vodních toků (Kamenice a Zlatý ručej u Harrachova). Uvedenou výjimku představuje tzv. Čedičová rokle (Žleb Bazaltowy) v západní stěně ledovcového karu Malé Sněžné jámy na polské straně, jen okolo 300 m od naší hranice (33a, b). Ta byla v důsledku své polohy na hraně preglaciálního údolí, následně ještě podstatně přehloubeného ledovcem erozí bočně odkrytá v šířce 30 až 60 m a délce okolo 160 m. Hustě rozpukaný čedič (přesně řečeno tzv. bazanit) podléhá rychleji zvětrávání a erozi než okolní žuly s kvádrovitou odlučností, a proto ve svahové linii žíly vznikl zářez, který dal lokalitě i pojmenování. Čedičová zvětralina vyplavená přívaly z rokle vytváří na spodním konci rokle výrazný výplavový kužel. Vzhledem k bazickému charakteru čediče a jeho zvětralin představuje žíla nejvýznamnější krkonošskou botanickou lokalitu, která hostí i endemické rostliny.

PRISMATICKÁ (SLOUPCOVITÁ) ODLUČNOST ČEDIČE

CHARAKTERISTIKA: Čedičové horniny se často vyznačují sloupcovitou neboli prizmatickou odlučností, která však vykazuje na různých lokalitách různou dokonalost a také směrování a průměr jednotlivých sloupců. Sloupce jsou orientovány svými podélnými osami k povrchu magmatického tělesa, odkud postupovalo jeho chladnutí, ale odchylky směrování mohou být ovlivněny různými lokálními podmínkami.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sloupcovitá odlučnost čedičů je poměrně častým jevem v územích budovanými čediči po celém světě. U nás je poměrně častá například v Českém středohoří a Lužických horách. Vedle přirozených, obvykle erozních odkryvů však byla nejčastěji uměle obnažená při lomových pracích.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vzhledem k tomu, že jsou zdejší výskyty čedičů skryté pod povrchem, nelze posoudit, do jaké míry se zde prismatická odlučnost uplatňuje. Proto je patrná pouze v horních partiích Čedičové rokle v Malé Sněžné jámě, ale nedosahuje zde tvarové dokonalosti, jakou známe z řady našich jiných lokalit, a navíc mají sloupce vlivem extrémních klimatických podmínek v této velké nadmořské výšce zvětralý povrch (33c).

33a

33b

33c

BAZALTANDEZITY (MELAFYRY)

CHARAKTERISTIKA: Staré, prvohorní vyvřeliny jsou výlevné nebo subefusivní horniny, které svým složením odpovídají čedičům, ale liší se svým stářím (v Podkrkonoší karbonským). Mají masivní, ale velmi často i mandlovcovitou texturu a zbarvení kolísá od šedozelených přes černošedé až po červenohnědé. Mohou mít podobu masivní horniny, ale velmi často mají pórovitou až mandlovcovitou strukturu, při níž jsou prostoupené dutinami po sopečných plynech, někde jen řídce, jinde naopak velmi hojně. V těch se místy vysrážely z horkých roztoků křemenné pecky v podobě krystalovaného křemene (ametyst, záhněda) nebo amorfních podkrkonošských polodrahokamů (chalcedonů a achátů). V blízkém Podkrkonoší mají bazaltandesity často charakter ložních žil.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Představují poměrně běžnou horninu, u nás zastoupenou nejvíce v blízkém Podkrkonoší.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V orograficky vymezeném celku Krkonoš se nevyskytují, ale na území KRNAP zasahují v malém rozsahu v prostoru Víchové, Hrabačova a Valteřic. S ohledem na to, že mají větší odolnost než okolní permské sedimenty, vytvářejí strukturní tvary reliéfu (hřebínkovité elevace a svahové stupně), které jsou ale na území KRNAP méně výrazné než v těsně přilehlém Podkrkonoší. Pro svou tvrdost byly a jsou využívané jako lomový kámen, proto jsou narušené početnými lomy (někdy i velmi malými), dnes v blízkosti Krkonoš vesměs opuštěnými. V kombinaci s okolními sedimentárními horninami bývají postižené sesuvy (35a).

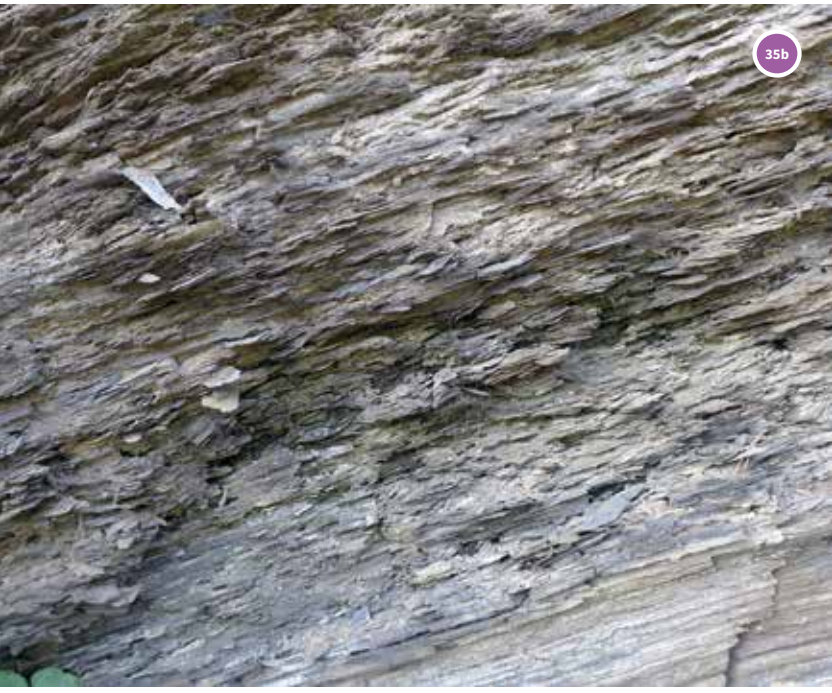
PERMOKARBONSKÉ SEDIMENTÁRNÍ HORNINY

CHARAKTERISTIKA: V případě Krkonoš se jedná o sedimentární horniny podkrkonošské permokarbonské pánve. Vznikla sedimentací jezerních nánosů v poklesových depresích v podložním krystaliniku za polopouštních až pouštních podmínek. Horninové složení je pestré od tence vrstevnatých jílovců, prachovců, pískovců, aleuropelitů až po slepence. Suché klima v době jejich vzniku je i příčinou jejich červenohnědého zbarvení. Jsou málo odolné a podléhají rychle zvětrávání i erozi, a proto vytvářejí méně výrazné reliéfové tvary. Na jejich podloží převládají mělká údolí vodních toků, někdy neckovitého tvaru a s útržkovitými skalními defilé, která oddělují široké meziúdolní hřbety s úzkými plošinami, pozůstatky mladotřetihorního zarovnaného povrchu. Pouze podél vyvýšené okrajové části pánve při úpatí Krkonoš (mezi Valteřicemi a Lánovem) vytvářejí strukturní elevace s delší osou kolmou na směr vodních toků. V korytech některých vodních toků vytvářejí úsekovitě erozí obnažené skalní plotny s peřejemi a přehloubenými žlaby podél puklin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Permokarbonské sedimenty jsou běžně rozšířené po celém světě, stejně jako v naší republice, zvláště v severní polovině Čech.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Do vlastních orograficky vymezených Krkonoš zasahují jen v menší míře ve Vrchlabské vrchovině (35b, c), ale rámci ochranného pásma KRNAP se jedná o větší území zvláště v prostoru mezi Víchovou a Dolními Štěpanicemi a na východě mezi Rudníkem a Mladými Buky a také na jižním úpatí Rýchor.

35a


35b

35c

TEKTONICKÉ makroformy a mezoformy

KARKONOSKI PADÓL ŚRÓDGÓRSKI

CHARAKTERISTIKA: Celá tato makroreliéfová forma se nachází pouze na polské straně hor, a proto postrádá český název, adekvátně jí však můžeme označit jako Krkonošská mezihorská sníženina. Polská část pohoří je výrazně tektonicky podmíněná podélnými zlomy rovnoběžnými s hlavním hřbetem, a jelikož je z největší části uniformně budovaná žulou bez strukturních anomálií, představuje dokonalou ukázku stupňovitě členěného hrásťového svahu. Nestejnoměrné tektonické poklesy a zdvihy vytvořily ve spodní polovině výšky polských svahů nápadnou úzkou (1 až 1,5 km), ale okolo 12 km dlouhou mezihorskou sníženinu, sevřenou od jihu mezi strmými svahy hlavního Slezského hřebene, a od severu směrem do Jelenigórské kotliny taktéž tektonicky vyvýšenými elevacemi Pogórze Karkonoského (39c). Charakteristickým znakem Padólu je jeho přímočarý průběh a jen slabé rozčlenění mělkými (ve srovnání s českou stranou), ale početnými paralelními údolími příčného, konsekventního směru. Pro svahy tohoto typu je příznačná i stupňovitost, kdy jsou jednotlivé reliéfové stupně vázané na tektonické zdvihy nebo poklesy dílčích ker. Stupňovitost následně ovlivnila i fluviální tvary, jako polohu vodopádů, soutěskovitých úseků, říčních teras a výplavových kuželů. V nejvýraznější reliéfové podobě se táhne Padól od údolí Szklarky na západě až po Borowici na východě. Uvnitř sníženiny se výrazně zmenšuje sklon svahů, a tím i toků, které reagovaly na vyvýšený reliéf Pogórza ve směru jejich toku spojováním prostřednictvím říčních pirátství. Přímo v prostoru jeho sníženiny došlo k pěti případům říčního pirátství, což představuje jejich největší koncentraci v rámci celých Krkonoš. Na území Padólu se nacházejí i partie téměř rovinného reliéfu, se zcela nepatrným sklonem. Reliéfově, sklonově, a tedy i zemědělsky a sídelně příznivější podmínky Padólu umožnily vznik významných horských obcí Michałowic (39a), Jagniątkówa, Przesieky a Borowice (38, 39b), a dokonce i založení nevelkých rybníků v Michałowicích, v těchto polohách zcela netypických vodohospodářských objektů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sníženiny a stupně podobného typu mohou vzniknout kdekoliv na světě, zvláště u hrásťových a trupových pohoří, ale v méně prozkoumaných územích mohou unikat pozornosti.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Lineární reliéfová makroforma tohoto typu a rozměrů je jediná v Krkonoších, ale je zcela výjimečná i v rámci všech evropských hercynských pohoří.

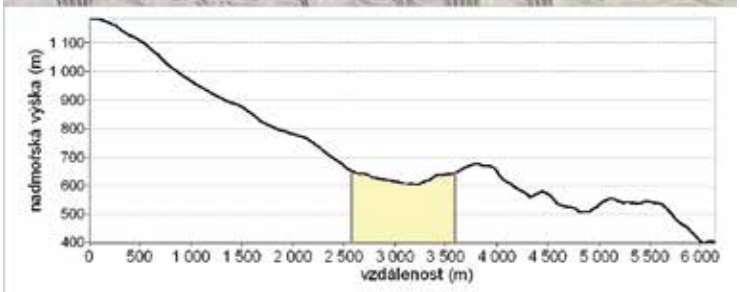
38

39a

39b

0
1
2 km
linie profilu

39c

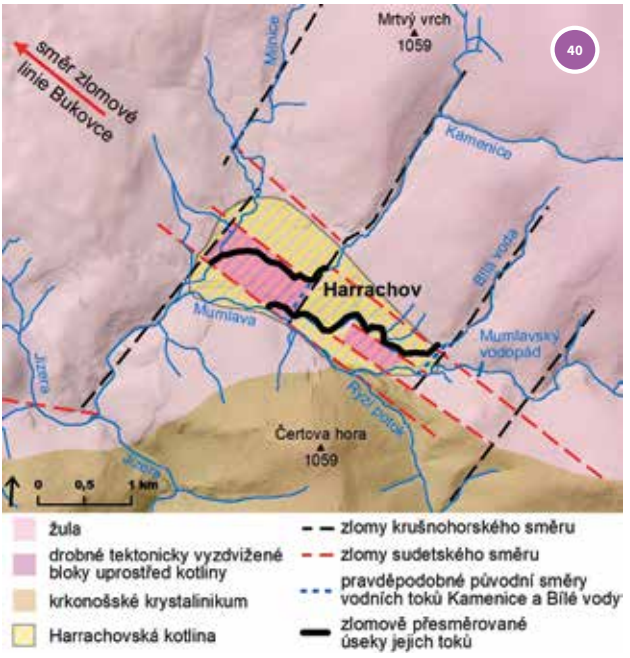

nadmorská výška (m)
1 100
1 000
900
800
700
600
500
400
0
500
1 000
1 500
2 000
2 500
3 000
3 500
4 000
4 500
5 000
5 500
6 000
vzdialenosť (m)

HARRACHOVSKÁ MEZIHORSKÁ KOTLINA

CHARAKTERISTIKA: Mezihorské kotliny, obklopené ze všech stran horami, jsou součástí reliéfu zvláště v plošně rozlehlých pohořích a je třeba je odlišovat od kotlin oddělujících jednotlivé větší orografické jednotky. Nejčastěji jsou tektonického původu, kdy vznikají poklesem jednotlivých ker zemského povrchu, ale méně často mohou být i strukturního původu (tj. vznikají erozně denudačními procesy v méně odolných horninách) nebo kombinovaně obojího. Vyznačují se obvykle poměrně strmými, často v delších úsecích přímočaře ohraničenými svahy a plochým nebo jen málo členěným dnem, které se někdy vyplňuje zčásti nebo zcela jezerem, jehož hladina může v měřítku geologického času výrazně kolísat.

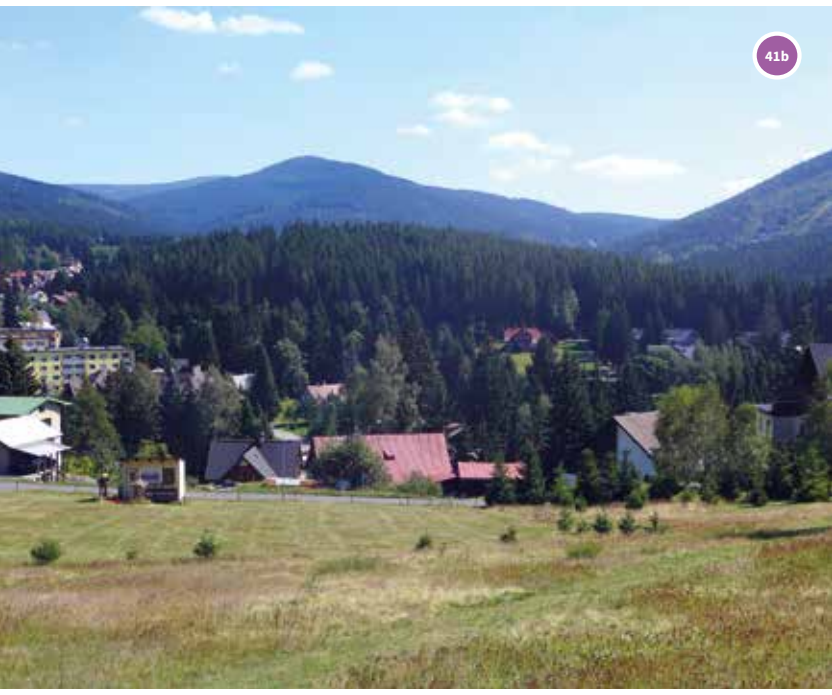
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou poměrně běžnou součástí rozsáhlých horských masivů, ale v plošně menších, nebo dokonce malých pohořích, jako jsou evropská hercynská pohoří, představují naprosté výjimky.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Právě Harrachovská kotlina představuje takovou výjimku, která nemá obdobu v žádném jiném českém pohoří, a lze ji proto považovat za jeden ze zdejších unikátů. V poměru velké hloubky, a přitom malé rozlohy představuje zcela mimořádný úkaz (40, 41a, c). Vznikla relativně mladými, neogenními a nejspíše i pleistocenními poklesy (řádově o stovky metrů) podél vzájemně kolmých zlomů sudetského i krušnohorského směru, které významně ovlivnily také směry okolních údolí a jejich sklonové poměry, neboť vyvolaly „vlny“ zpětné eroze vedoucí ke vzniku vodopádů (mj. i Mumlavského) a antecedentního údolí Mumlavy pod kotlinou. Poklesy dna Harrachovské kotliny však neprobíhaly rovnoměrně, a proto zde zůstaly ve vyvýšené poloze dvě drobné elevace ohraničené krátkými vnitřními zlomy, které následně způsobily atypické změny směrů konsekventních toků Kamenice a Bílé vody na subsekventní úseky na dně kotliny (41b).

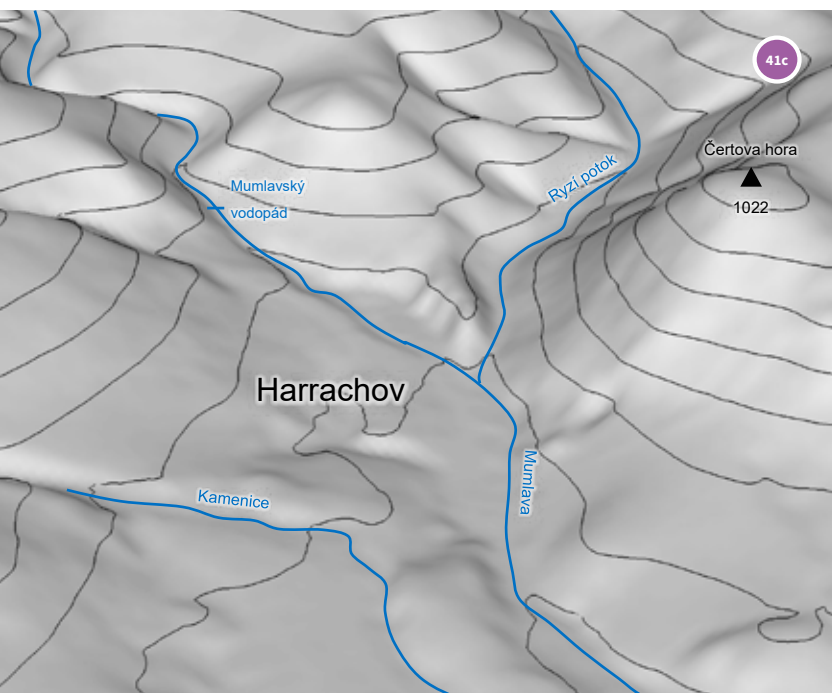


40

41a



41b


Mumlavský
vodopád
Ryzí potok
Čertova hora
1022
Harrachov
Kamenice
Mumlava

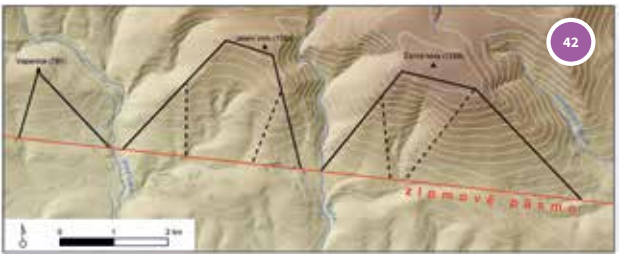
41c

ZLOMOVÉ SVAHY (FACETY)

CHARAKTERISTIKA: Během vertikálních pohybů ker zemské kůry vznikají různě vysoké reliéfové stupně v podobě zlomových svahů. S ohledem na jejich stáří a následné erozní procesy jsou však v různé míře pozměněné (včetně zmenšení jejich původního sklonu). Vodní toky, které je protínají, rozřezávají jejich původně souvislé plochy na menší dílčí plochy, obvykle lichoběžníkovitého až trojúhelníkovitého tvaru, které označujeme jako facety. Nejčastěji se nalézají na konci jednotlivých rozsoch. V lesnatých krajinách jsou méně zřetelné; nejlépe patrné jsou v územích s omezenou vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se v územích s výraznou tektonickou modelací reliéfu na celém světě, například v pohořích hrásťového typu, ale běžné jsou i u vrásových pohoří s ostrým, často zlomovým ohraničením s výrazným úpatím.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejlépe jsou vyvinuté na tektonickém jižním zakončení rozsoch středních a východních Krkonoš, v linii mezi Mrklovem a Janskými Lázněmi. Nejvýraznější jsou na jižních svazích Jeleního vrchu a Černé hory, kde jsou rozčleněné mělčími údolími (42). S ohledem na jejich souvislé zalesnění jsou však lépe patrné při bočním pohledu, kdy vynikne jejich výška a velký sklon (43a). Méně dokonalou, erozně více narušenou fasetovou podobu mají i některé úseky severních svahů Pogórza Karkonoského, spadající do Jeleniogórské kotliny.



TEKTONICKÉ SVAHOVÉ STUPNĚ

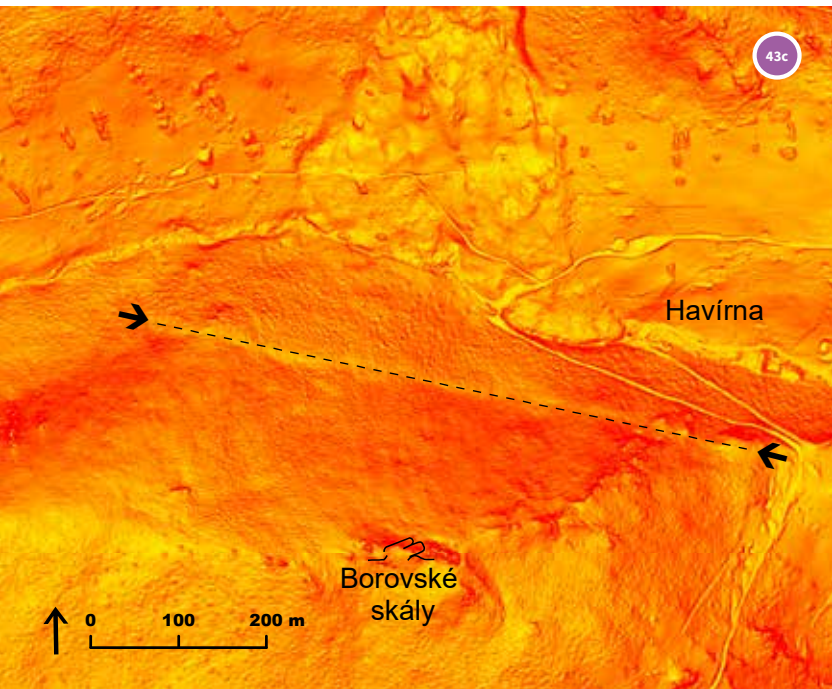
CHARAKTERISTIKA: Tektonické linie (zlomy) patří k nejvýznamnějším geologickým příčinám, které významně ovlivňují zemský povrch a mají zásadní vliv na modelaci georeliéfu. To je obecně známé u makroreliéfových forem, ale méně známé je to i u mezoforem, kde se zlomy projevují nejnápadněji v usměrňování vodních toků a případně modelaci jejich údolních forem v různě dlouhých úsecích. Ještě méně známé však je, že se podílejí i na modelaci svahů, a to zvláště v případě přibližně vrstevnicového nebo i diagonálního průběhu. Vytvářejí ve svahu přímočaré a různě dlouhé (nejčastěji stovky metrů až jednotky kilometrů) svahové stupně, které mohou mít v nejdokonalejších případech až terasovitou podobu. Zřetelné jsou na lidarových snímcích, ale v terénu jsou převážně málo patrné, nebo přímo i obtížně identifikovatelné, tím spíš, že se často nacházejí v lesním porostu s omezenou dohledností, která je některých případech (mlází, polomy aj.) i přímo vyloučená. Jsou však významným pomocníkem pro posouzení geologického vývoje určitého území.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří k významným geologickým a geomorfologickým znakům zemského povrchu, kterému však zatím nebyla dosud obvykle věnovaná dostatečná – přinejmenším v některých územích – pozornost vědecké veřejnosti.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Donedávna byly v Krkonoších téměř neznámé. Teprve detailní výzkum na základě lidarových map ukázal, že jsou zastoupené i v Krkonoších a sehrály svou roli ve vývoji některých zdejších svahů. Nejvýraznější případ tektonického svahového stupně se nachází v severních svazích hřebene Borovských skal nad Havírnou (43b, c).Nejdelší, téměř přímočarý svahový stupeň probíhá i východními svahy Dlouhého hřebene nad Lysečinami, u kterého však není jednoznačné, zda je tektonického, nebo strukturního původu, popřípadě zda vznikl kombinací obou příčin.

43a

43b


43c
Havírna
Borovské
skály
0
100
200 m

SKALNÍ KOZÍ HŘBETY

CHARAKTERISTIKA: Břidličnatost (foliace) krystalických hornin a její podoba může výrazně ovlivňovat i podobu některých georeliéfových forem. Jako břidličnatost označujeme různé typy hustých paralelních ploch oslabené mechanické soudržnosti metamorfovaných hornin. Z krystalických hornin je nejvýraznější u fylitů a svorů, ale v různé míře také u rul, zelených břidlic a dalších. Může být paralelní s původní vrstevnatostí sedimentů nebo strukturními plochami u vyvřelin, anebo k nim může být diagonální (sekoucí). Orientace břidličnatosti, stejně jako hustota a směrování jejích paralelních ploch mají u krystalických břidlic dopad i na modelaci a podobu skalních výchozů budovaných těmito horninami, které mohou získávat až deskovitou podobu. Nejvýrazněji se to projevuje u některých monoklinálně uklo-něných skal a také v případech, kdy jsou plochy břidličnatosti v důsledku horotvorných procesů nasměrovány do podoby svislých desek. V této poloze je hornina zvláště odolná vůči erozním procesům, a proto bývá selektivně vypreparovaná nad své okolí a získává až podobu kozího hřbetu, byť obvykle jen nízkého. Jeho dílčí partie mohou mít dokonce podobu miniaturních, deskovitých skalních zdí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Kozí hřbety této geneze mohou vzniknout na podloží krystalických břidlic kdekoliv, ale jejich výskyt je spíš vzácný.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V typičtější podobě zde existuje pouze jediný výtvor tohoto typu, a to Stráženský kozí hřbet ve svahu údolí Klínového potoka pod Strážným (45a, b). Podobný charakter miniaturní skalní zdi má i drobný skalní výchoz na levém svahu Suchého Dolu v Albeřicích v úrovni zdejšího lomu (44) a na Poustce u Benecka (45c).

45a

45b

45c

ZAROVNANÉ
povrchy

ETCHPLÉN (HOLOROVINA)

CHARAKTERISTIKA: Etchplén je jedním z typů vývojově starých georeliéfových tvarů, označovaných souhrnně jako zarovnané povrchy. Představuje obnaženou a v různé míře přemodelovanou bazální zvětrávací plochu na styku skalního podloží a zvětralin staršího topografického povrchu, vzniklou během dlouhého období tektonického klidu. Tvar bazální zvětrávací plochy je závislý na rozmanité odolnosti hornin vůči zvětrávání, nepředstavuje tedy úplnou rovinu, ale má určitou, byť malou výškovou členitost. V místech tvrdších hornin se tu proto nacházejí reliéfové elevace, v místech méně odolných nebo tektonicky více narušených (rozpukaných) naopak deprese a údolí. Charakteristickým znakem zarovnaných povrchů jsou malé sklony svahů. Skalní podloží etchplénů leží obvykle blízko povrchu (nejčastěji řádově decimetry nebo jednotky metrů), nebo dokonce vystupuje přímo na povrch. Jejich založení je sice geologicky staré, ale samy o sobě jsou mladé (neogénní až kvartérní). Převládají na nich mladé zvětraliny a půdy, v hercynských pohořích včetně Krkonoš i vrchoviště. Svahy na etchplénech jsou v horní části ponejvíce konvexní a spodní konkávní; ve střední části mezi nimi je horninové podloží nejblíže povrchu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zarovnané povrchy typu etchplénu jsou poměrně široce rozšířenou povrchovou formou na vývojově starých územích na celé Zemi. To platí i pro rozsáhlé plochy hercynských orografických celků naší republiky, včetně nejvyšších pohoří.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Plošně nevelké zbytky etchplénů se dochovaly i v Krkonoších a představují zde pozůstatky vývojově nejstaršího reliéfu. V předoligocénním období byly celé Krkonoše zarovnaným povrchem, ale v důsledku jejich výrazného zdvihu při saxonských tektonických pohybech při vrásnění Alp došlo k jeho rozlámání a rozčlenění do několika výškových úrovní. Následné oživení eroze vedlo k podstatnému plošnému omezení jednotlivých zbytků etchplénu. Zarovnané povrchy ve vrcholové i střední úrovni sehrály v Krkonoších jako v nepříliš vysokém pohoří zcela zásadní roli deflačních ploch sloužících svívání sněhu větrem, čímž byly v ledových dobách rozhodující pro vznik a rozmístění glaciálních (zvláště karů a protokarů) i periglaciálních forem reliéfu. Jeden ze dvou nejtypičtějších a georeliéfově nejvýznamnějších zarovnaných povrchů typu etchplén se nachází ve vrcholové poloze západních Krkonoš (49a, pohled z Kotle).

Zarovnané povrchy

VRCHOLOVÝ ETCHPLÉN (HOLOROVINA)

CHARAKTERISTIKA: Nejvýše vyzdvižené části terciérního etchplénu v prostoru obou Krkonošských hřbetů měly současně největší význam pro další vývoj neživé i živé přírody celého pohoří. Díky své výšce a orientaci ke světovým stranám zásadním způsobem etchplény ovlivnily charakter zalednění i vznik mrazových forem reliéfu a v holocénu vznik vrcholového bezlesí (tzv. tundry). Tvoří dvě samostatné, prostorově oddělené části – západní a východní vrcholové plató. Zpětná eroze hlavních krkonošských toků byla velmi zpomalená tvrdými horninami kontaktního dvora, a proto nedospěla až do jejich pramenných úseků. To paradoxně způsobilo, že plošně největší relikty etchplénů se dochovaly v Krkonoších na vrcholech pohoří a tvoří jejich nejvyšší partie. To je v nápadném kontrastu s mladými vrásnými pohořími, kde bývají vrcholové partie naopak nejstrmější. Proto zde můžeme pozorovat znaky typické pro etchplén – elevace v místě pruhů odolnějších tvrdších hornin (prokřemenělých svorů a zvláště kvarcitů) v prostoru kontaktního dvora v linii Českého hřbetu (Kotel, Luční a Studniční hora), nebo drobnozrnné žuly Slezského hřbetu (Vysoké kolo, Stříbrný hřbet) a naopak deprese v podobě tors úvalovitých údolí mezi nimi (Labské a Pančavské louky na západě, Bílé louky a Úpského rašeliniště na východě). Typické jsou zde i další znaky jako mírné sklony svahů a relativně mělký zvětralinový a půdní pokryv. Plochý reliéf sníženin etchplénů vede ke zpomalenému odtoku srážkových vod, a umožnil tak vznik nejvýše položených vrchovišť na našem území.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Různě rozsáhlé zbytky etchplénů se zachovaly ve vrcholových polohách většiny našich hercynských pohoří, ale vzhledem k jejich menší výšce se nalézají v montánním stupni, a proto nesehrály tak zásadní roli v dalším vývoji zdejšího reliéfu ani přírody. Výjimku tvoří vedle Krkonoš ještě Hrubý Jeseník, ale jelikož zde nebyly zastoupené i další podpůrné faktory, rozloha i role tamějších holorovin je výrazně menší.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vrcholové etchplény jsou zde zastoupené v podobě pouze dvou vrcholových plató: západokrkonošského v pramenné oblasti Mumlavy a Labe (s nejvyššími body Vysokého kola na Slezském hřbetu a Kotle na Českém hřbetu) a východokrkonošského s dominantními body Stříbrného hřbetu na Slezském a Luční a Studniční hory na Českém hřbetu (49b, c).

49a

49b

49c

ZAROVNANÉ POVRCHY STŘEDNÍ ÚROVNĚ

CHARAKTERISTIKA: Hrásťovitý charakter třetihorních neotektonických zdvihů Krkonoš vedl k tomu, že jednotlivé kry byly vyzdviženy do různých výšek. To se logicky projevilo i v tom, že se útržky původního etchplénu zachovaly v odlišných výškách. Střední úroveň se nachází v prostoru Krkonošských rozsoch, tj. z hlediska postupu eroze před kontaktním dvorem, který ještě toky v této etapě nepřekonaly. Proto je pro tento prostor příznačná pokročilejší eroze, která vedla k vytvoření sítě hlubokých erozních údolí. Z tohoto důvodu se zde zachovaly ve srovnání s vrcholovými etchplény jen jejich plošně podstatně menší útržky v podobě plochých temen jednotlivých elevací na rozsochách, často vzniklých na základě strukturních odlišností (tj. v místech tvrdších hornin). Jejich malý plošný rozsah však způsobil, že zde většinou chybí i jejich typické průvodní znaky nebo jsou zastoupené jen u některých z nich.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V hercynských pohořích České vysočiny jsou běžně zastoupené, ale s ohledem na nižší výšky ostatních pohoří jsou také v přiměřeně nižší poloze.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: S ohledem na celkově větší výšku východní části pohoří se nalézají ve větším počtu právě zde, nejvíce na území Černohorské hornatiny (rozsochy). Největší výšky i rozsahu dosahuje etchplén střední úrovně v širším okolí Chalupy na Rozcestí (tzv. Bufet, 1 349 m), tj. v prostoru Zadní Planiny, Dvorské pláně, Světlého vrchu a Liščího hřebene s Liščí horou (51a, b). Z poněkud níže položených zarovnaných povrchů sem patří prostor mezi Přední planinou a Stohem a posléze partie mezi Slatinnou strání, Černou a Světlou horou (včetně širšího okolí Lučin), kde plochý reliéf zarovnaného povrchu umožnil i vznik největšího lesního rašeliniště v Krkonoších.

Zarovnané povrchy

ZAROVNANÉ POVRCHY NIŽŠÍ ÚROVNĚ

CHARAKTERISTIKA: Vznikly ze stejných příčin jako zarovnané povrchy střední úrovně, ale v ještě nižších polohách. Jejich kry byly vyzdviženy nejméně, proto se nacházejí v periferní části pohoří. Z důvodů pokročilé eroze též postrádají většinu znaků typických pro etchplény.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Taktéž běžně jsou zastoupené v nižších polohách hercynských pohořích České vysočiny.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V typické podobě se vyskytují v nižší části východních Krkonoš. Plošně největší se rozkládá v Malé Úpě v prostoru Pomezních Bud, Smrčí a Rennerových bud (51c). Malé výškové rozdíly zarovnaného povrchu vedly k formování v krkonošských poměrech atypické vodní sítě, která se vyznačuje převážně subsekventním směrováním (tj. paralelním s okolními hřbety) některých potoků nebo jejich úseků a celkovou asymetrií jejich povodí (zvláště nápadné je to u Sovího potoka, který má všechny přítoky pouze z pravé strany, z vysokých, tektonicky podmíněných svahů vyšší části pohoří). Plochý hřbet Haidy vyznačující původní úroveň etchplénu umožnil i vznik jednoho z nejníže položených mimoúdolních rašelinišť v Krkonoších. Relativně plochý povrch tohoto prostoru, zcela atypický pro erozní reliéf na území Krkonošských rozsoch, ovlivnil i zdánlivě zcela nesouvisející historickou antropogenní činnost, jako bylo plavení dřeva pro kutnohorský důlní revír v 16. století, neboť neumožňoval výstavbu klauz a zřizování smyků. K zarovnaným povrchům nižší úrovně, ale přitom ve vrcholové poloze patří v západních Krkonoších také plató na temenu masivu Kapradníku a Hvězdy a ve východních vrcholové partie Rýchor a Mravenečníku.

51a

51b

51c

ÚVALOVITÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Úvalovitá údolí jsou běžnou součástí zarovnaných povrchů, a tedy i etchplénů. V příčném profilu se vyznačují širokým plochým dnem, které na okrajích pozvolna přechází do mírných svahů s malým sklonem. Jejich svahy jsou nejčastěji kryté vrstvou zvětralin, v horských podmínkách často silně kamenitých. Sklon jejich dna v podélném smyslu je velmi malý, proto v nich toky mohou i meandrovat a s ohledem na vysokou hladinu spodní vody bývá jejich dno podmáčené, nebo dokonce vyplněné rašeliništi a zrašelinělými půdami.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Na zarovnaných površích s větším plošným rozsahem je jejich výskyt poměrně častou formou, takže například v žulové části sousedních Jizerských hor tvořené z velké části zarovnanými povrchy je jich větší počet a umožňuje to tak vznik početných tamějších rašelinišť. U některých je zřejmá vazba na strukturní (tj. méně odolné partie horniny), popřípadě tektonické poměry, nebo jsou dokonce kombinovaně úvalovitě-tektonického původu (Velká a Malá Jizerská kotlina).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské zarovnané povrchy, nebo spíše jejich zbytky jsou jen malého plošného rozsahu, takže se tu úvalovitá údolí zachovala pouze v nepříliš výrazné podobě a jen v krátkých subsekventních úsecích na obou vrcholových etchplénech, ale na příčném profilu jsou jejich relikty stále ještě patrné. Na západním vrcholovém plató se jedná o sníženinu Labské a Pančavské louky mezi Sokolníkem a Violíkem na severu a Harrachovými kameny na jihu (53a). Na východním je méně dokonale vyvinuté, a to v pramenném úseku Bílého Labe v okolí Luční Boudy mezi Stříbrným návrším a Równia pod Śnieżka na severu a Modrým sedlem a Studniční horou na jihu. Pod Luční boudou se začíná Bílé Labe zařezávat do jeho dna, a poskytuje tak nejdokonalejší zdejší příklad přechodu úvalovitého údolí do erozního s V profilem. K jejich vzniku však přispěly i strukturní podmínky, neboť sledují polohy méně odolných, středně zrnitých žul mezi tvrdými drobnozrnými žulami Slezského hřbetu a velmi odolnými horninami kontaktního dvora Českého hřbetu.

EROZNÍ TORZO ÚVALOVITÉHO ÚDOLÍ MONTÁNNÍHO STUPNĚ

CHARAKTERISTIKA: Před třetihorním tektonickým zdvihem Krkonoš v souvislosti s vrásněním Alp v sousedství Českého masivu měla nejspíše krkonošská údolí úvalovitý tvar, charakteristický nízkými povlovnými svahy, širokým dnem a malým sklonem. Po zdvihu Krkonoš minimálně o několik set metrů se zásadním způsobem změnila erozní síla toků a směrem od okrajů pohoří se úvalovitá údolí měnila do podoby hluboce zaříznutých horských údolí s profilem písmene V a vysokými, strmými svahy. Vedle pramenných úseků řek, kam zpětná eroze nestačila do dnešní doby dospět, se mohla dochovat krátká torza původních úvalovitých údolích v nižších polohách jen výjimečně, jako například v místech opuštěných úseků po starých (neogénních) říčních pirátstvích.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Úvalovitá údolí nebo jejich různě dlouhé úseky se zachovaly po celém světě v územích starých, třetihorních zarovnaných povrchů, nejčastěji takových, které nebyly postižené mladými tektonickými pohyby.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Torzo konsekventního úvalovitého údolí v prostoru Krkonošských rozsoch se dochovalo pouze v jediném případě. Nachází se proto v nižších polohách a jeho vznik je úzce spojený s nejvýznamnějším, byť velmi starým (neogénním) zdejším říčním pirátstvím, které zásadním způsobem ovlivnilo vývoj georeliéfu celých východních Krkonoš. Nasměrovalo erozní přehloubení údolí jiným směrem, a umožnilo tak zachování krátkého torza úvalovitého údolí na rozvodí mezi Vlčím potokem a Čistou a mezi Lesní boudou a Lučinami. Je pozůstatkem dávného údolí Úpy, směřujícího původně k jihu do prostoru dnešního Černého Dolu a teprve později bylo říčním pirátstvím načepováno do erozního údolí v prostoru dnešní Malé Úpy. S ohledem na jeho velké (neogénní) stáří a následnou intenzivní erozi, k níž došlo později v sousedních údolích, má dnes paradoxně podobu velmi širokého sedla ve hřbetové linii Černohorské rozsochy (53b, c).

53a

53b

53c

TVARY erozního reliéfu

ÚDOLÍ KONSEKVENTNÍCH TOKŮ

CHARAKTERISTIKA: Směrování vodních toků, a tím i jejich údolí ovlivňuje zásadním způsobem modelaci každého pohoří. Nejrozšířenější jsou konsekventní toky, které sledují původní sklon georeliéfu, a tím je také dané, že jsou nejčastěji kolmé nebo alespoň přibližně kolmé na směr hlavního horského hřbetu nebo hřebenu, který tvoří současně i hlavní rozvodí. Jako celek jejich směr neovlivňují strukturní (horninové) ani tektonické podmínky, které se u nich projevují jen lokálně v krátkých úsecích, popřípadě na tvaru a podobě údolí (tj. hloubce i šířce, sklonech svahů, zastoupení skalního reliéfu a pokryvných útvarů).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Co do početnosti nejvíce rozšířený směr vodních toků v horských masivech, zvláště v mladých, vzniklých alpinským vrásněním.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších sem patří naprostá většina krátkých svahových toků na severní (polské) straně pohoří a také všechny velké toky na české straně, od Jizery přes Jizerku, Labe, Malé Labe až po Čistou (57a) s vyznačením linií obou hlavních hřbetů) a zčásti i Úpu, kde je však situace úsekovitě složitější v důsledku dávného říčního pirátství. Pestrá geologická a tektonická stavba českých Krkonoš je však příčinou, že na horních tocích některých z nich je situace komplikovanější a některé z nich zde získávají subsekventní směr (pramenné a Bílé Labe).

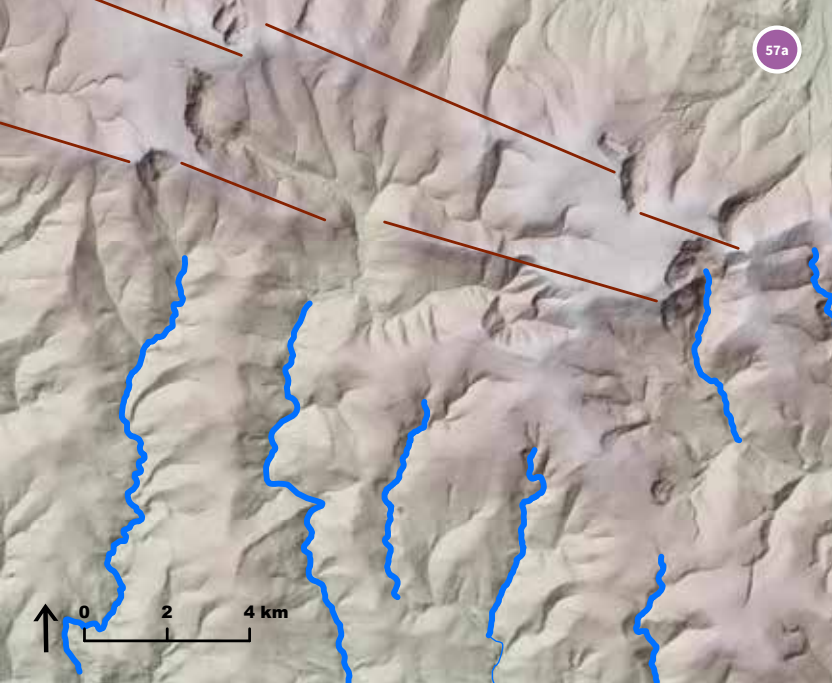
Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

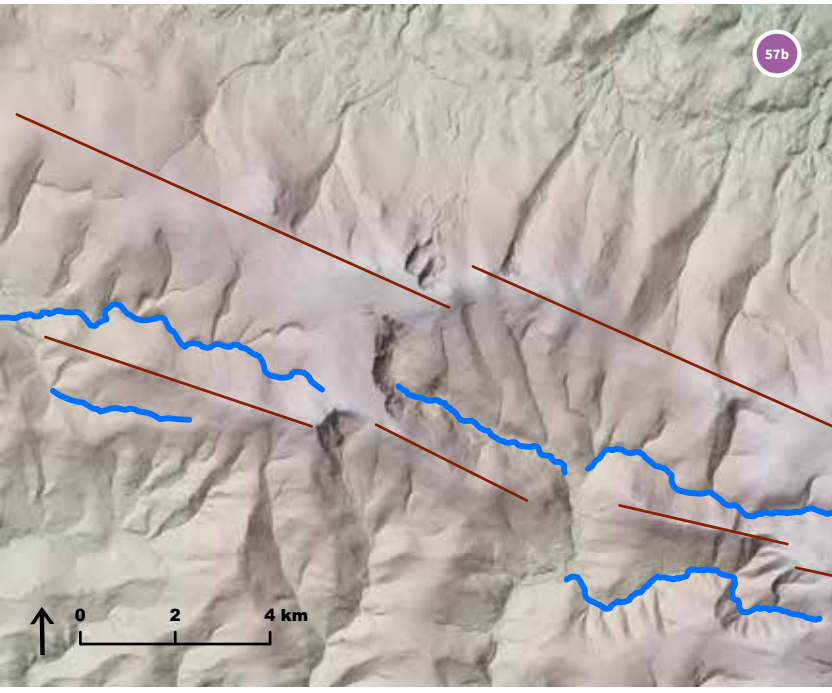
ÚDOLÍ SUBSEKVENTNÍCH TOKŮ

CHARAKTERISTIKA: Toky tohoto směru sledují strukturně nebo tektonicky vymezená pásma a pruhy. Jejich údolí jsou proto často zahloubená v méně odolných horninách, podél linií zlomů nebo zlomových zón, anebo sledují směry a sklony vrstev či břidličnatosti. Nesledují proto základní sklonové poměry pohoří, ale jejich celkový směr je paralelní se směrem horského hřebene nebo hřbetu (nejčastěji hlavního, tj. rozvodního). V případě některých pohoří Českého masivu představují údolí subsekventních toků významný reliéfový prvek, který zásadním způsobem ovlivňuje a rozčleňuje jejich georeliéf.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Z výše uvedených příčin se mohou vyskytovat kdekoliv v horských masivech (ale i nižších vrchovinách a pahorkatinách), zvláště plošně rozsáhlejších, nebo v důsledku specifické geologické stavby dokonce převažovat , např. v pohoří Jura ve Francii. V našich pohořích sem patří například tok horní Vltavy na Šumavě nebo Divoké Orlice v Orlických horách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších je role subsekventních údolí zcela mimořádná a lze říci, že sehrály nejvýznamnější roli v rámci všech pohoří naší republiky, neboť naprosto zásadním způsobem ovlivnily jak georeliéf celého pohoří, tak i charakter zdejšího zalednění. Díky své sice náhodné, ale velmi významné shodě s převládajícím prouděním větrných mas (tzv. anemo-orografickým systémem) také měly rozhodující vliv na vývoj zdejší živé přírody v poledové době. Jedná se o čtyři největší údolí ve vrcholové části pohoří: Mumlavský důl, Labský důl (57c), Důl Bílého Labe a Dlouhý důl a také menší údolí Ryzího a Modrého potoka (57b, s vyznačením hlavních linií obou hlavních hřbetů). Za svůj vznik vděčí existenci dvou paralelních pruhů tvrdých hornin v linii Slezského (drobnozrnných žul) a Českého hřbetu (kvarcitů kontaktního dvora lemujícího jižní okraj žulového plutonu). Nelze vyloučit, že první tři uvedená údolí na území žulového plutonu sledují linii dávného, terciérního úvalovitého údolí směřujícího původně přes Jizerské hory k severu.


57a
0
2
4 km


57b
0
2
4 km

57c

EROZNÍ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Většina dnešních hlavních horských údolí v pohořích Českého masivu má podobu hlubokých erozních údolí, která vznikla přemodelováním původně mělkých úvalovitých údolí v důsledku třetihorních tektonických zdvihů. Vyzdvižením území řádově o stovky metrů získaly toky podstatně větší erozní sílu, a proto se od okrajů pohoří začaly silně zařezávat do podloží. Jejich významným znakem je úzké dno (na mnoha místech je zde prostor jen pro samotné koryto vodního toku) a strmé, často i skalnaté svahy. Výsledný příčný profil těchto údolí má podobu písmene V. Jejich prohlubování však neprobíhalo rovnoměrně ani v časovém, ani prostorovém smyslu. V časovém horizontu procházela eroze změnami v důsledku klimatických oscilací i následných tektonických pohybů (zdvihů) a v prostorovém smyslu byla ovlivňována strukturními (odlišnou odolností jednotlivých hornin) i lokálními tektonickými vlivy (zlomy a poruchy). Ty byly příčinou drobných změn ve směru toků včetně odklonění toků říčními pirátstvími, ale také ovlivňovaly bezprostřední tvar a hloubku údolí v různých profilech a bezprostředně i charakter samotného koryta, výskyt peřejí, vodopádů, přehloubených skalních koryt, evorzních forem (obřích hrnců) apod.

ROZŠÍŘENÍ: Erozní údolí jsou základním reliéfovým prvkem všech horských celků, i když se mohou tvarově dosti lišit podle horninového podloží a typu pohoří.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: K tomuto typu patří nebo v některých etapách vývoje patřila s výjimkou úvalovitých všechna krkonošská údolí (např. i ledovcová údolí byla původně erozní). Hloubka těchto údolí odpovídá nestejné míře zdvihu Krkonoš, který byl největší na severovýchodě, kde jsou proto rámcově i nejhlubší údolí, a nejmenší na jihozápadě, kde jsou v povodí Jizery poměrně mělká. I všechny níže uváděné typy údolí jsou primárně erozní, ale vlivem místních podmínek je můžeme ještě dále geneticky specifikovat. Všechny typické znaky erozního údolí splňuje například Jizerský důl (59a).

EROZNÍ STUPNĚ TERCIÉRNÍHO A PLEISTOCÉNNÍHO ZAHLUBOVÁNÍ

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

CHARAKTERISTIKA: Následkem pooligocénního tektonického zdvihu Krkonoš o celé stovky metrů došlo k zásadnímu oživení erozní činnosti. Do té doby úvalovitá údolí zarovnaných povrchů i na území krkonošského krystalinika se relativně rychle měnila do podoby erozních údolí s V profilem. Jejich prohlubování během pliocénu a počátkem pleistocénu však neprobíhalo rovnoměrně, ale jeho rychlost se měnila jak v důsledku klimatických oscilací, tak i pozdějších tektonických pohybů (zdvihů). Tyto změny v rychlosti zahlubování po sobě zanechaly erozní stupně v několika výškových úrovních ve svazích hlavních krkonošských údolí konsekventního směru. Početné postranní zářezy a svahová údolí narušují však jejich kontinuitu, a navíc tím, že se nacházejí vesměs v montánním stupni, splývají často s lesním porostem. Proto necvičenému oku zcela unikají. Jejich detailní poznání a časové zařazení patří stále ještě k úkolům budoucího výzkumu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Tématu těchto stupňů byla zatím věnovaná zanedbatelná pozornost, proto o nich víme jen málo. Je však pravděpodobné, že by byly vysledovatelné i v řadě jiných horských celků a nepochybně i v ostatních našich hercynských pohořích.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonaleji jsou vyvinuté v konsekventní části údolí Labe pod Špindlerovým Mlýnem s pravoúhlým tvarem říční sítě (59b), ale i v údolích Úpy a Malé Úpy se stromovitou sítí (59c). V údolí Jizery nebyly podrobněji studované.

59a

59b
1
2
1
2
1
2
1

59c

TEKTONICKÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Některé úseky větších údolí nebo i celá údolí kratších potoků mohou být podmíněné průběhem zlomů, nebo i rozsáhlejších tektonických poruch, popřípadě i drcených (alterovaných) poloh, které je provázejí. Údolí tohoto typu se vyznačují poměrně přímočarým průběhem v délce i celých kilometrů a někdy také atypickým směrováním, které je odlišné od linií sousedních toků a nebývá ani v souhlase s celkovým sklonem reliéfu v daném území. To se někdy projevuje i výraznou výškovou asymetrií svahů, z nichž jeden může být výrazně vyšší než protilehlý.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Bývají nedílnou součástí horského reliéfu kdekoliv na světě, ale ne vždy jsou spolehlivě rozlišovaná.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonalejší příklad je údolí Janského potoka, které směřuje přímočaře v délce 4 km od Hoffmanových Bud do Svobody nad Úpou v linii zlomu, ohraničujícího jižní úpatí Černé hory (61a). V méně dokonalé podobě sleduje toto zlomové pásmo i údolí potoka Smrčina, spadající na opačnou stranu od Hoffmanových Bud do Černého Dolu. Krátké zlomy, ale naopak severojižního směru sleduje také několik paralelních údolí, spadajících z Janského hřbetu k jihu k Rudníku a Javorníku. Mimořádnou roli hrají v žulové části pohoří, kde řada údolí sleduje zlomy krušnohorského směru (tj. jihozápadního až severovýchodního, kolmého na Slezský hřbet). Na naší straně sem patří všechny pravostranné pobočky Mumlavského dolu a Harrachovské kotliny (61b; základní směr zlomů je vyznačený červenými liniemi) a také většina paralelních svahových toků na strmém svahu polské strany pohoří. Nacházejí se ale i v části pohoří budované krystalinikem, kde krátké lokální zlomy a poruchy ovlivňují průběh i celé řady určitých údolních úseků (například v ostrém ohybu Jizerky pod Křížlicemi) a také některých krátkých postranních údolí.

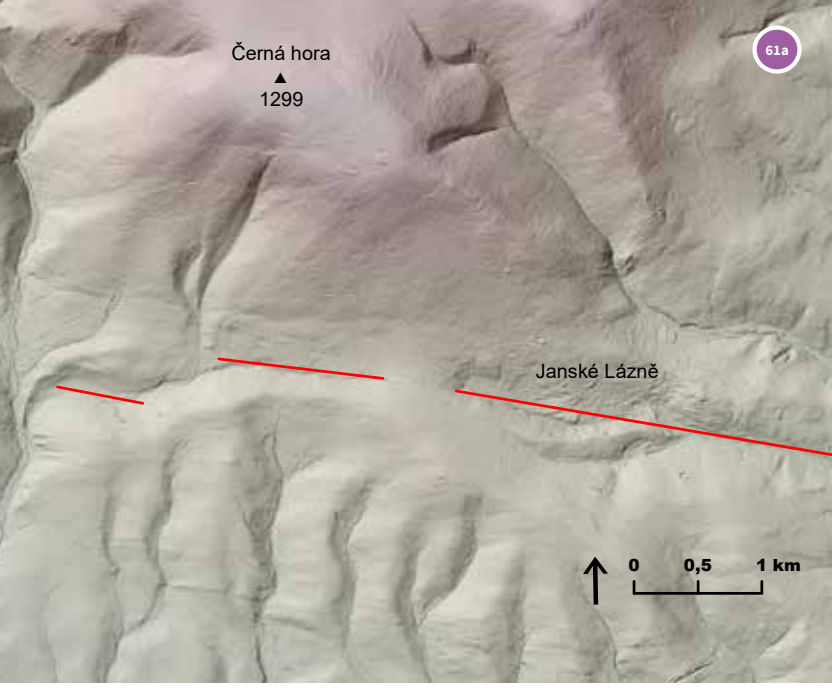
Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

TEKTONICKÁ PRŮLOMOVÁ ÚDOLÍ

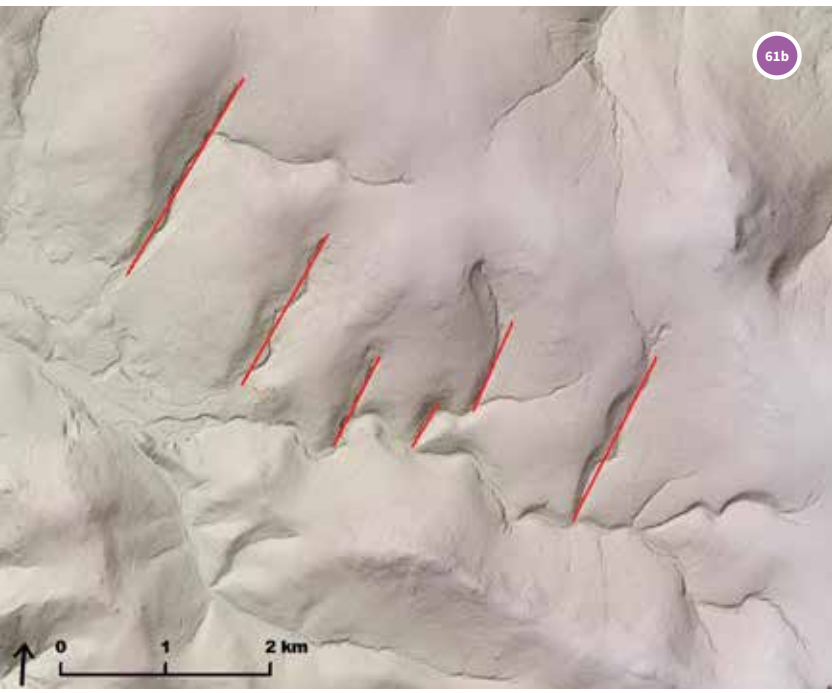
CHARAKTERISTIKA: Jako průlomová údolí označujeme úzká a hluboká údolí se strmými, často i skalnatými svahy, které vodní toky vytvořily v rozporu s obecnými sklonovými poměry určitého území a bez ohledu na odolnost horninového podloží (v naprosté většině případů mají totiž toky snahu sledovat méně odolné polohy hornin). Jedním z takových případů jsou průlomová údolí, která vznikla na toku, který se odklonil podél tektonické linie od původního směru toku, přičemž prolomil horský hřbet nebo hřeben.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se mohou vyskytnout kdekoliv v podmínkách horského i pahorkatinného reliéfu, ale jsou spíše méně obvyklým případem.

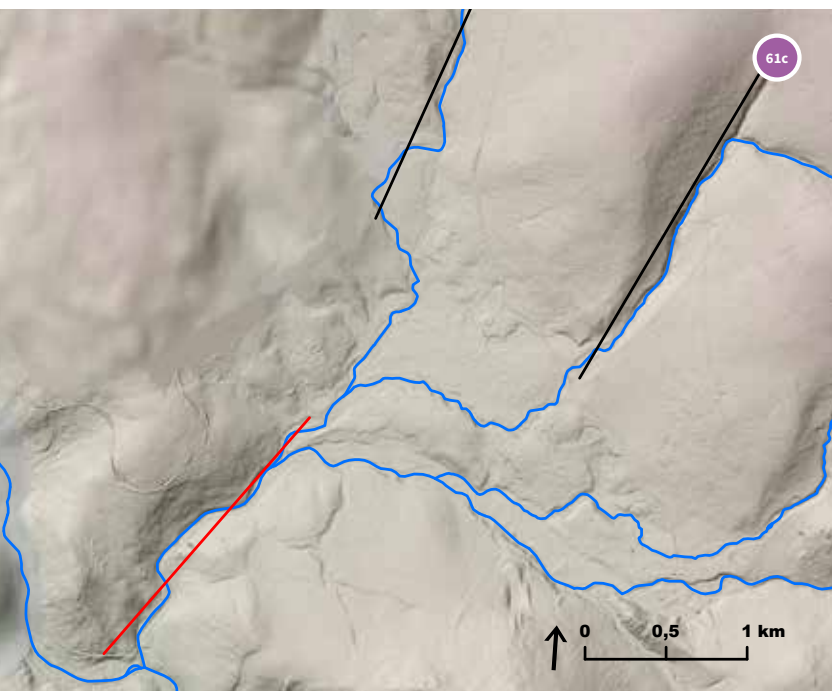
VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Dokonalým příkladem je Pilařovo údolí mezi Harrachovskou kotlinou a Mýtem (61c, základní směr zlomu je vyznačený červenou linií, ostatní tektonicky podmíněná údolí černou). Na terciérním zarovnaném povrchu směřoval původní tok Mumlavy nejspíše sv. směrem k Velké Jizerské kotlině, později však došlo v tomto prostoru na poměrně malé ploše k výrazným tektonickým pohybům, a to jak zdvihům, tak i poklesům, kterými vznikla Harrachovská kotlina. Tyto tektonické pohyby v kombinaci s následným erozním prohlubováním údolí Jizery způsobily, že se tok Mumlavy stočil o 90° podél poruchy krušnohorského směru (kolmého ke směru hlavních krkonošských hřbetů). Vytvořil tak krátké průlomové, tzv. Pilařovo údolí směrem k Jizeře (61c). O intenzivních erozních procesech svědčí skalní útvary ve svazích a také peřeje a nízký vodopádový stupeň (Pilařova kaskáda) s evorzními tvary. Tektonický původ mají erozní průlomová údolí Jizery (tzv. Jizerský důl, viz též 59a) a Labe s tvrdými horninami kontaktního dvora na styku žulového plutonu a krkonošského krystalinika. Obě vznikla v místě, kde je kontaktní dvůr narušený příčnými zlomy; v případě Jizerského dolu se jedná o sérii drobných paralelních zlomů, v případě Labe nad Špindlerovým Mlýnem se jedná o jeden hlavní příčný zlom, k němuž se od severu vějířovitě připojují z obou stran ještě další krátké zlomy. V případě Jizerského dolu se však vlivem pestré geologické stavby navíc významně uplatňují též sekundární vlivy v podobě strukturně podmíněných forem (zvláště v podobě zakleslých meandrů a mrazových srubů).



61a



61b



61c

TEKTONICKÉ ROKLE A ZÁŘEZY

CHARAKTERISTIKA: Velká část konkávních částí zemského povrchu je předurčená tektonickými liniemi. To platí pro nejen pro velké říční i menší postranní údolní formy, soutěsky a průlomová údolí, ale i pouhé svahové zářezy v podobě skalnatých roklí. Ty nebývají izolované, ale nejčastěji jsou součástí skalnatých údolních svahů. Jejich detailní podoba je závislá na vlastnostech konkrétních hornin, zvláště charakteru puklinových systémů, břidličnatosti nebo vrstevnatosti. Podle toho mohou být jejich stěny téměř přímočaré, ale i poměrně členité ve výškovém i horizontálním smyslu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Soutěsky nebo zářezy tohoto typu jsou běžnou součástí zemského povrchu, ale limitující jsou pro ně také petrologické poměry určitého území. V některých horninách se nevyskytují téměř vůbec, v jiných jsou zastoupené v hojném počtu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Dokonalý příklad tektonicky podmíněné formy v krystalických břidlicích představuje Čertova rokle v Obřím dole (63a), která se vyznačuje přímočarým průběhem a jen málo členěnými postranními skalními stěnami. Krátké rokle a zářezy tohoto typu jsou zastoupené i v žulách Labských jam (například v linii Křivého vodopádu) a na polské straně ve Velké Sněžné jámě.

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

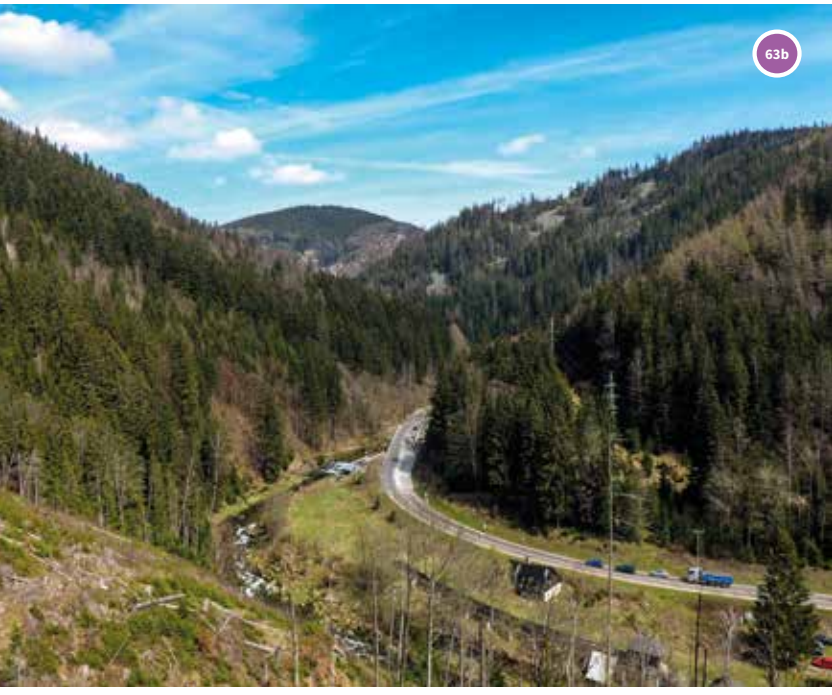
STRUKTURNÍ PRŮLOMOVÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Jiná průlomová údolí se sice vyznačují podobnými reliéfovými znaky jako ta tektonicky podmíněná, ale z genetického hlediska jsou odlišná. Vznikla v místech, kde vodní tok využívá k proražení nehomogenního pásma tvrdých, odolných hornin linie a partie méně odolných hornin nebo méně odolných poloh stejných hornin (například intenzivněji rozpukaných apod.), které představují pasivně strukturní příčiny. Typickým znakem průlomových údolí této geneze jsou proto časté změny směru toku, četné ohyby anebo přímo zakleslé meandry, a také velké rozdíly v hustotě i tvaru skalních výchozů ve svazích. Na druhé straně i v tomto případě mohou přistupovat k těmto základním strukturním příčinám často i lokální tektonické vlivy s různým plošným dosahem, takže se ve skutečnosti jedná o kombinovanou, strukturně-tektonickou genezi. Strukturní vlivy se ale velmi významně podílejí na formování jednotlivých skalních útvarů, které mají v horských podmínkách velmi často podobu mrazových srubů, a to včetně přilehlých sutí nebo balvanových polí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se všude na světě, zvláště v horských polohách a vysočinách a nejčastěji v kombinované podobě s tektonickými příčinami.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonalejší příklady představují Labská soutěska (často označovaná i jako Studené koleno), kterou Labe proráží tvrdou partii ortorul lokálně ještě prostoupených a zpevněných kvarcity, a také údolí Úpy mezi Křižovatkou a Temným Dolem (63b), též zahloubené v ortorulách. Jizerský důl na západě vznikl sice primárně jako tektonické průlomové údolí zčásti kontaktním dvorem, ale na jeho dnešní podobě se druhotně velmi významně uplatnily také strukturní vlivy, zvláště v podobě zakleslých meandrů a mrazových srubů. Krátké průlomové údolí vytvořil také Albeřický potok nad ústím do Lysečinského potoka (63c).

63a



63b

63c

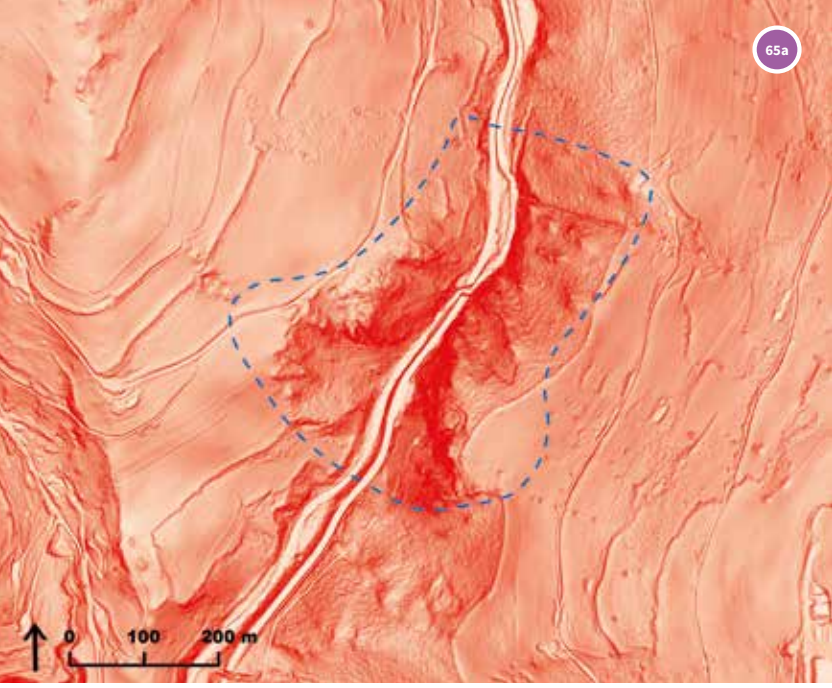
KAŇONOVITÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Kaňony nejsou přesně definovaným typem údolí, a proto je s tímto označením různými autory i veřejností nakládáno velmi libovolně a subjektivně. Běžně jsou tak označovaná úzká a hluboká údolí se skalnatými svahy (nebo i souvisle skalními), obvykle dosahující hloubky až stovek metrů. V původním užším smyslu byly za charakteristický znak kaňonů považované stupňovitě členěné svahy, kdy jednotlivé skalní stupně přestavovaly strukturní prvek, neboť kopírovaly výchoz tvrdších vrstev, v praktickém použití se však tento znak používá jen málo. Součástí skalnatých svahů kaňonů jsou i strukturní skalní stupně, převisy, izolované skalní útvary, věže, jehly a skalní brány a na dně podobně jako u soutěsek vodopády, peřeje a rozsáhlé obří kotle i drobné obří hrnce. Nejpříznivější pro vznik kaňonů jsou sedimentární horniny (zvláště vápence a pískovce), ale dosti často vznikají i ve vulkanických horninách a příležitostně i v jakýchkoliv jiných horninách. Součástí kaňonů mohou být i soutěskovitě prohloubené úseky na dně. Pro podobná, ale méně dokonalá a jen zčásti skalnatá nebo méně hluboká údolí se používá spíše termín kaňonovitá údolí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V některých územích se vhodnými litologickými i reliéfovými podmínkami, jako jsou například rozsáhlé krasové oblasti nebo sedimentární tabule, jsou častým reliéfovým tvarem. V podmínkách vyšších hercynských pohoří Českého masivu jsou spíše výjimkami, a navíc vytvořené v méně dokonalé podobě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou pouze dva případy údolí tohoto typu, a to na české straně. Oba vznikly v karbonátových horninách a co do rozměrů (délky i hloubky) patří k malým a také reliéfově méně dokonalým formám. První je krátký úsek Jizerky v Křížlicích (tzv. kaňon Jizerky, 64, 65a; rozsah vápenců je vyznačený modrou čárkovanou linií) se skalním defilé v levém svahu a izolovanými skalami a suky v pravém. Nápadným znakem kaňonovitého charakteru jsou podstatně strmější svahy tohoto úseku (patrné v mapce tmavší barvou), než výše i níže položené části údolí v krystalických břidlicích (fylitech). Druhé kaňonovité údolí je nejspodnější úsek Vodovodního údolí v Horním Maršově (65b, c), který proráží napříč pruh vápenců shodný se strukturními směry krystalinika, a lze ho proto současně označit také jako průlomové údolí. Zvláště jeho pravostranné svahy jsou provázené početnými skalními útvary a stěnami. Staré lomové práce zde odkryly podzemní krasové jevy (včetně největší a nejvýznamnější jeskyně Trucovny) a mezi skalními útvary je zde nejzajímavější Maršovská skalní jehla.

STUPEŇ OCHRANY: **A**


65a
0
100
200 m

65b

65c

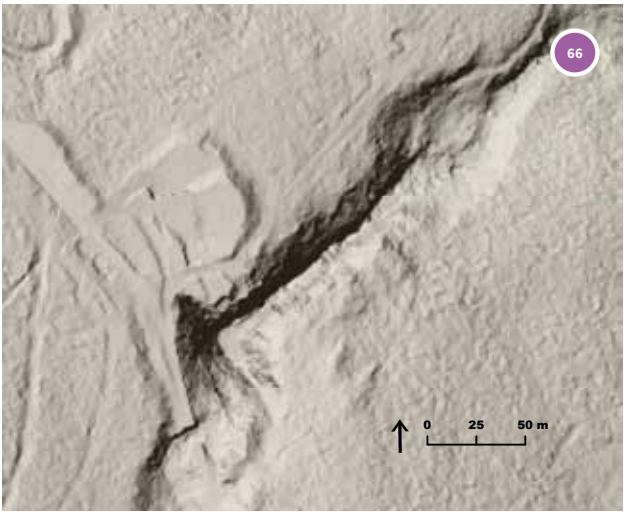
SOUTĚSKY A SOUTĚSKOVITÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Soutěsky nebo též soutěskovitá údolí jsou mimořádné úzká údolí, kde významně převládá lineárně koncentrovaná hloubková eroze a často jsou predisponovány tektonicky. Typické jsou pro ně z velké části souvislé, strmé až svislé nebo i převislé, a zvláště u sedimentárních hornin také erozně nebo evorzně modelované skalní stěny vysoké desítky, ve velehorských podmínkách dokonce až stovky metrů. Také dno, velmi často o velkém sklonu, je v mnoha úsecích tvořené skalním podložím, na kterém se nacházejí vodopády, peřeje, obří kotle a hrnce a rozsáhlé boční výmoly. Proto jsou velmi obtížně nebo zcela neprůchodné a bývají turisticky zpřístupněné za pomoci žebříků, lávek, dřevěných i kovových visutých chodníků, stupů a lan apod. Jsou příznačné hlavně pro méně odolné sedimentární horniny, zvláště vápence a pískovce, ale vznikají i ve vulkanických horninách, zvláště v tufech. V žulách a krystalických břidlicích se vyskytují spíše výjimečně a jsou v nich odlišné geneze, neboť vznikají prakticky výlučně na tektonických liniích a modelace jejich stěn i dna jsou predisponovány jejich puklinovými systémy nebo břidličnatostí.

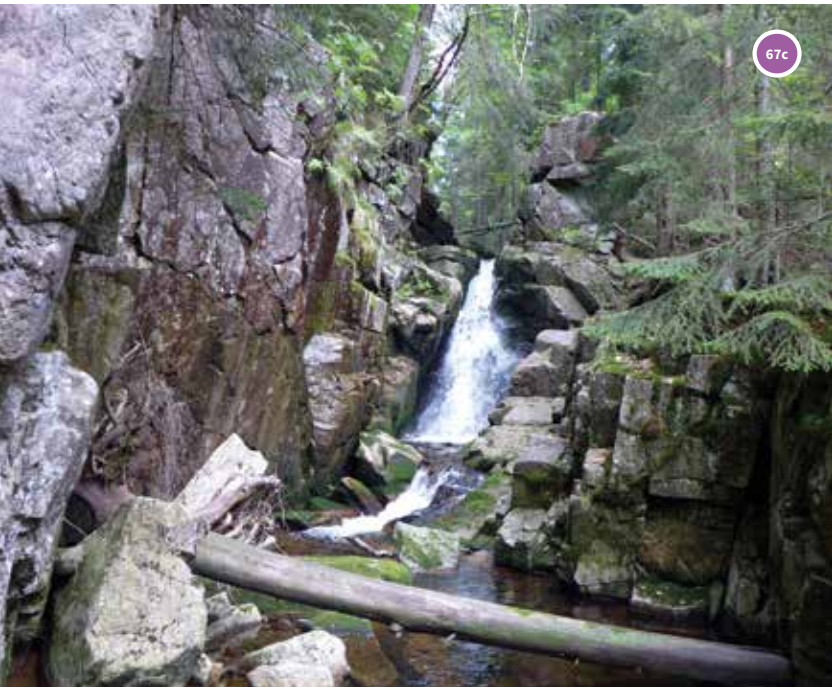
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou poměrně běžnou součástí mladých vrásových pohoří, zvláště takových, která mají rozsáhlejší okrajový sedimentární obal z karbonátových hornin (například Alpy nebo některé dílčí masivy Karpat jako např. Malá Fatra) a také okrajů plošinových krasových oblastí vyznačujících se větší reliéfovou energií (Slovenský ráj).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších nejsou ani litologické, ani vývojové podmínky ke vzniku výše uvedených typických soutěsek v sedimentárních horninách. Právě zdejší žuly jsou však příkladem, že za souhry příznivých podmínek mohou vznikat i v jiných horninách. Dokonalou, byť jen krátkou soutěskou je tzv. Wawóz Kamienczyka pod stejnojmenným vodopádem u Szklarské Poręby (66, 67a). Vznikla soustředěnou hloubkovou erozí, postupující po výrazné tektonické linii spádnicového směru v žulách s výrazně kvádrovitou odlučností. Proto se vyznačuje přímočarými „hladkými" stěnami podél obnažených puklinových ploch. Na horním konci začíná příčnou poruchou, na které vznikl i samotný vodopád. Dno soutěsky je vyplněné druhotně napadanými bloky ze stěn, na kterých jsou další nízké nepravé vodopády a peřeje. Velmi podobného typu byla i méně hluboká soutěska v žulách na Červeném potoce, přítoku Bílého Labe (67b). Zanikla však odlámáním jedné její stěny kamenolomem sloužícím jako zdroj materiálu pro výstavbu přehrady Labská, ale vodopád s kratičkým skalním zářezem na jejím horním zakončení zůstal zachovaný. Poněkud širší a mělčí soutěska v žule vznikla i pod Balvanovým vodopádem na Bílém Labi (U svozu), její spodní část je ale zanesená balvanitým nánosem nádrže protierozní přehrážky, která byla vybudovaná na jejím spodním konci.

STUPEŇ OCHRANY: **A**



67a

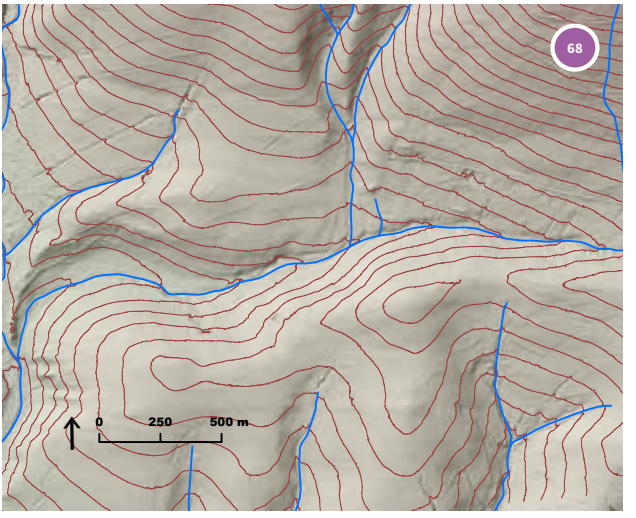

67c

ASYMETRICKÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Asymetrie údolních svahů nebo přesněji řečeno příčného profilu údolí je běžným geomorfologickým jevem, ale jeho příčiny mohou být velmi rozmanité a také míra této asymetrie z morfometrického hlediska může být velmi rozdílná. Vedle samotné výškové asymetrie, tj. rozdílné výšky protilehlých údolních svahů, existuje také sklonová asymetrie, kdy mají oba svahy výrazně odlišný sklon. To může korespondovat jak s odlišnou výškou svahů, ale může se to uplatňovat také u údolí, kde mají oba svahy zhruba stejnou výšku. Asymetrie údolí se může projevovat u kratších údolí v celé jejich délce, u dlouhých, ale obvykle jen v určitých úsecích. U některých krátkých horských údolí nebo u jejich závěrů může být asymetrie podmíněná klimaticky, přesněji řečeno paleoklimaticky, kdy na odlišně exponovaných svazích probíhaly v subniválním podnebí dlouhodobě odlišné kryogenní a svahové procesy, nebo alespoň v různé intenzitě. V makroreliéfové podobě však bývají příčinou vzniku asymetrických údolí geologické poměry daného území, jak v podobě tektonické (např. nestejné výškové posuny podél zlomů), tak stratigrafické situace (zvláště v územích budovaných sedimentárními horninami), ale nejčastěji se jedná o příčiny petrologické. V takovém případě probíhá podélnou osou údolí kontakt různých hornin, které se vyznačují i výrazně různou odolností vůči erozi a denudaci.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Asymetrická údolí jsou poměrně běžným mezoreliéfovým i makroreliéfovým jevem kdekoliv na světě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Asymetrická údolí zde nejsou příliš početná, ale na druhé straně představují velmi výrazně vyvinuté georeliéfové formy. V nejdokonalejší podobě se jedná o čtyři údolí, pro která je současně charakteristický subsekventní směr (tj. podélný s hlavními hřebeny). Dvě z nich, údolí Ryzího potoka a Modrý důl, vděčí za svůj vznik hrásťovité stavbě pohoří, která koresponduje s jeho celkovým snižováním směrem k okrajům. Zásadním způsobem k tomu však také přispěla strukturní příčina v podobě specifické role kontaktního dvora. Jeho tvrdé horniny odolné vůči erozi tvoří severní, podstatně vyšší údolní svahy, zatímco až o stovky metrů nižší jižní byly rychleji snižované, neboť je budují méně odolné svory. U Modrého dolu je však jižní, nižší svah paradoxně strmější než vysoký severní (69a). Další dvě podélně navazující údolí, Smrčiny a Janského potoka mezi Černým Dolem a Svobodou nad Úpou vznikla na výrazné zlomové linii, podél které došlo k tektonickému výzdvihu Krkonoš (68, 69c). Severní, velmi vysoké facetové svahy Černé hory zde několikanásobně převyšují výškou protilehlý svah Janského hřbetu. Strukturně podmíněné je také asymetrické údolí Habánka u Dolních Štěpanic, kde jsou severní svahy tvořené tvrdšími krystalickými horninami vysoké okolo 150 m, zatímco jižní na podloží méně odolných sedimentárních permokarbonských hornin jen okolo 100 m. Asymetrický je i Zelený důl nad Pecí p. S. (69b).



69a

69b

69c

VISUTÁ EXTRALEDOVCOVÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Údolí tohoto typu vznikají pouze ve výrazněji zaledněných pohořích s údolními ledovci. Ledovce působí na své podloží intenzivní erozí, které proto relativně rychle prohlubuje. Obecně platí, že čím větší (mocnější) je ledovec, tím erozně silněji působí na podloží. Velké ledovce hlavních údolí proto mají více zahloubená údolí než menší postranní ledovce. Proto se na vyvýšeném, odborně řečeno visutém vyústění údolí postranních ledovců vytváří různě vysoký a odlišně strmý stupeň, přes který spadají na hlavní ledovec ledopádem. Na podobu tohoto stupně mohou mít vliv i strukturní (různě odolné horniny) i tektonické vlivy (zlomy, poruchy, charakter rozpukání horniny). Ještě výraznější výškový nepoměr mezi údolími je v případě zastoupeném v Krkonoších, a to tzv. extraglaciální visutá údolí. Vodní toky nezaledněných postranních údolí měly nesrovnatelně menší erozní sílu než ledovec hlavního údolí. Jejich prohlubování tak postupovalo ještě podstatně pomaleji, a proto zůstávaly ve výrazně vyšší, visuté poloze a jsou zakončené nápadným stupněm. Výškový rozdíl mezi ledovcovým a erozním údolím překonávají vodopádem, popř. celými vodopádovými soustavami podobně jako v případě zaledněných údolí po zániku ledovců.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Visutá ledovcová údolí jsou běžná v pohořích rozsáhlejšího minulého, popřípadě i současného zalednění; v nám blízkých pohořích např. v Alpách a Vysokých Tatrách. Visutá extraglaciální údolí jsou však příznačná hlavně pro pohoří s omezeným rozsahem zalednění, a proto jsou méně častá.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou jediné pohoří v naší republice, kde charakter zalednění umožnil vznik takových údolí. Nacházejí se zde celkem tři: Zcela nezaledněný byl Pudlavský důl (71a, b, s vyznačenou hranou svahového stupně a polohou Pudlavského vodopádu), který podobně jako Martinův důl jen s malým karovým ledovcem ústí visutě do Labského dolu. Třetí byl též jen v závěru slabě zaledněný Modrý důl ústící do Obřího dolu. Jako celek však představovala všechna tři visutá extraglaciální údolí, ústící do hlavního údolí přehloubeného ledovcem. Obě visutá ústí v případě Labského dolu mají vodopády na skalním podloží. U Modrého dolu je situace ještě komplikovanější, neboť ústí v místě mohutné postranní morény Obřího dolu, na níž potok vytváří jen nepravé nízké vodopády a skoky na morénových blocích.

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

VISUTÁ EROZNÍ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Visutá údolí jsou nejčastější v zaledněných oblastech, kde také obvykle dosahují největších výškových rozdílů (až stovek metrů). Mohou však vznikat i v územích modelovaných fluviálními procesy v případě, kdy malý tok (obvykle jen menší potok) s malou erozní silou ústí do výrazně většího toku (obvykle řeky) se silnou hloubkovou erozí. Výškový rozdíl může být zvýrazněný strukturně, když se povodí menšího toku nalézá zcela nebo alespoň zčásti na podloží tvrdší horniny než hlavní údolí, nebo těsně před vyústěním protíná pruh tvrdé horniny. V důsledku výškového rozdílu pak tvoří malý tok na vyústění vodopád, kaskády nebo alespoň peřeje, jejichž vody mohou dokonce spadat přímo na hladinu hlavního toku.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Za uvedených geologických (litologických) poměrů se mohou vyskytnout kdekoliv v horských, vrchovinných, nebo dokonce i pahorkatinných územích. Několik dokonalých případů se nalézá na zakončení malých svahových údolí podél Jizery mezi Sytovou a Benešovem u Semil, které vznikly díky pruhům tvrdších bazaltandesitů (melafyrů) probíhajících paralelně s řekou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Několik takových svahových údolí i s vodopády se nalézá také v Krkonoších, a to při ústí Krahulčího potoka do Labe v Labské soutěsce (71c) nebo Pilského potoka do Mumlavy u Harrachova. Visutě ústí i Lovecký důl, Tetřeví a Vysoký žlab v Dlouhém dole, též s vodopády na vyústění do Dolského potoka.

71a
0
250
500 m

71b

71c
0
125
250 m

SYNKLINÁLNÍ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Nepříliš častým případem jsou údolí, která vznikla erozním zahloubením podél synklinály, tj. konkávní části vrásy. Převážně k tomu dochází v pramenných oblastech toků v podmínkách mladých vrásových pohoří a spíše v sedimentárních horninách (zvláště vápencích). Reliéfově nejvýraznější jsou v případech, kde je na spodním konci příčně ukončuje výrazněji zahloubené větší údolí hlavního toku nebo tektonická porucha provázená výškovým poklesem. Na této linii může vzniknout skalní stěna s dobře patrnými obloukovitými, synklinálně prohnutými vrstvami a někdy i s vodopádem. Často mohou být poměrně široká a s mírnými svahy, takže tvarově připomínají úvalovitá údolí zarovnaných povrchů, které ale mají zcela jinou genezi.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou vznikat kdekoli v podmínkách horského reliéfu, zvláště v prostoru intenzivně zvrásněných sedimentárních obalů vysokých pohoří. Relativně často je lze vidět ve francouzských Alpách nebo v pohoří Jura či Zagrosu v Iránu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Ve starých hercynských pohořích jsou zcela výjimečným úkazem, ale přesto v Krkonoších jedno vzniklo v podobě Albeřického údolí (73a), pokračující na jihu v méně typické podobě Suchého dolu. Odlišná geneze tohoto údolí se projevuje i na jeho celkovém tvaru, zcela odlišném od ostatních krkonošských údolí. Zvláště v horní části se vyznačuje malým zahloubením, velkou šířkou celého údolí i samotného dna a celkově mírným sklonem svahů. To skýtalo výjimečně příznivé podmínky pro hospodaření, a proto bylo údolí v minulosti téměř celoplošně zemědělsky využívané v míře mimořádné v rámci celých Krkonoš.

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

ŘÍČNÍ PIRÁTSTVÍ

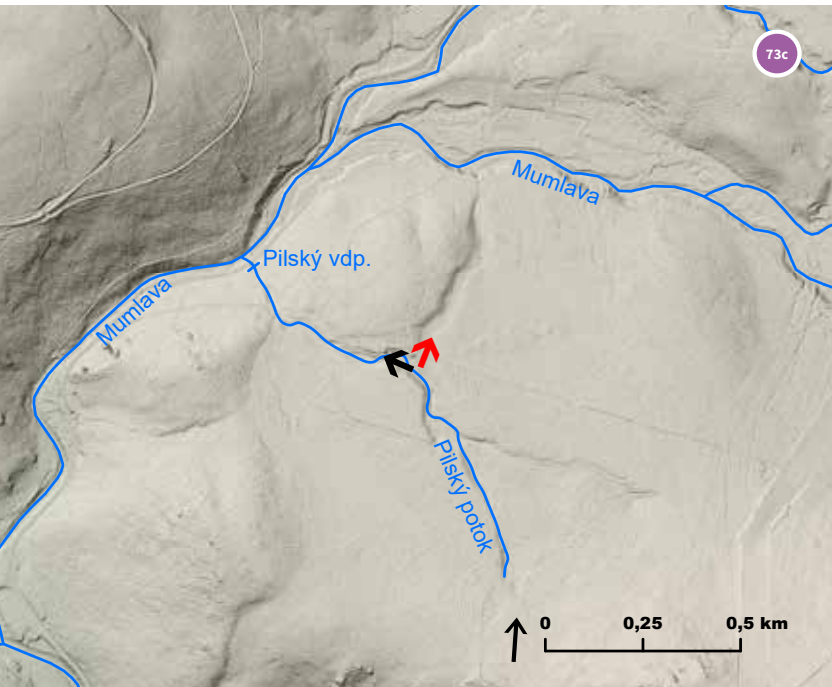
CHARAKTERISTIKA: Jako říční pirátství označujeme jev, kdy vodní tok či jeho přítoky s nižší erozní bází postupně proniknou do povodí sousedního toku a strhnou tak jeho tok jiným směrem. Samotný proces se označuje jako načepování vodního toku. Velmi významně se při tomto procesu mohou uplatňovat strukturní (různá odolnost podložních hornin) i tektonické vlivy (zlomy, zlomové zóny, alterovaná pásma). Většinou se jedná o dlouhodobý proces, související s celkovým vývojem denudace určitého rozsáhlejšího území, a proto jejich geologické stáří může být velmi rozdílné. U relativně mladších říčních pirátství může být důkazem i horninové složení sedimentů v jejich povodí, u některých však v důsledku absence sedimentů usuzujeme na říční pirátství hlavně z náhlých a ostrých změn celkového směru toku, tím spíš, pokud se týká několika sousedních toků v přibližně stejné linii nebo výšce.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se vyskytují v nejrůznějších místech zemského povrchu, i když jsou území k těmto procesům více náchylná a pak se zde mohou vyskytovat i skupinově. Mohou se týkat jak větších řek, tak i malých sousedních potoků.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V pohořích s výraznou převahou eroze nad akumulačními procesy se někdy dokazují obtížně a je třeba vycházet jen z ostrých ohybů některých toků a také celkové reliéfové a morfometrické situace daného území. V Krkonoších se jich nachází větší počet, ale je třeba vidět, že jsou velmi rozdílného stáří. Nejstarší souvisejí s neogénním zdvihem pohoří a významně se přitom uplatnily jak tektonické (zvláště na polské straně v prostoru Padólu Sródgórského), tak strukturní vlivy (více na české straně), zatímco nejmladší je naopak nejspíše až holocenního stáří. Jako nejznámější příklad se uvádí relativně staré načepování horního toku Milnice řekou Kamienna směrem do Polska, které představuje neobvyklý případ, protože k němu nedošlo mezi sousedními toky, ale nacházelo se přímo na rozvodí Labe a Odry. Nejvýznamnější a plošně nejrozsáhlejší dopad na georeliéf pohoří i charakter říční sítě celých východních Krkonoš však mělo načepování horní Úpy, tekoucí původně přes Čistou do Labe směrem do povodí Malé Úpy. Velký plošný dopad mělo i říční pirátství v povodí Malého Labe, při kterém Kotelský potok načepoval Klínový potok, tekoucí původně samostatně až do podhůří (73b; šipka ukazuje směr původního toku). Podstatně mladší, holocénní, je pirátství na spodním toku Pilského potoka, který tekl původně do Harrachovské kotliny, ale později byl načepovaný svahovým potokem do Pilařova údolí (73c; červená šipka vyznačuje směr starého toku, černá současný).

73a

73b

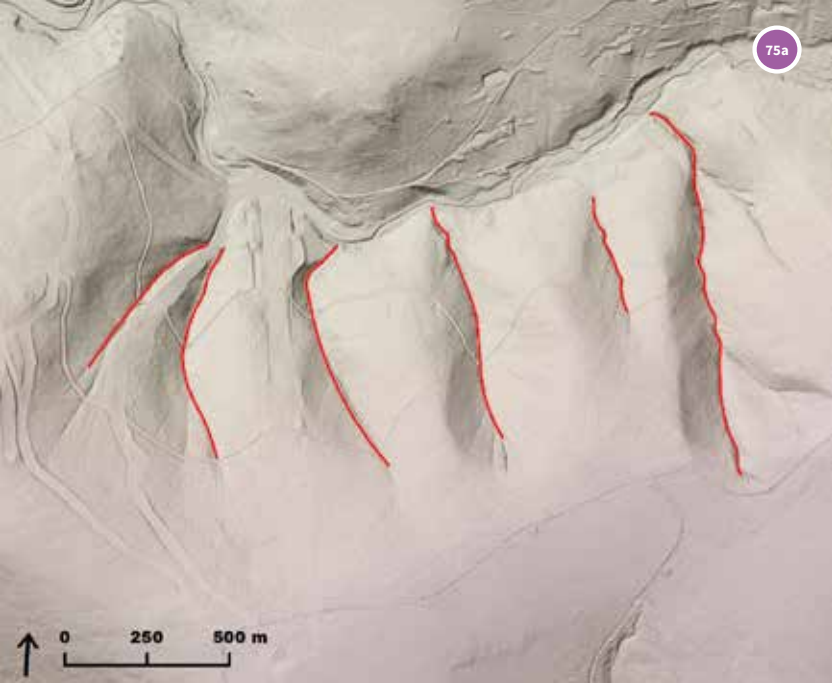

73c
Mumlava
Pilský vdp.
Mumlava
Pilský potok
0
0,25
0,5 km

SVAHOVÁ ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Síť hlavních horských údolí doplňuje velké množství drobných postranních údolí, odvodňovaných již jen jedním ústředním tokem. Obvykle jsou již jen málo členěná dalšími, slabými postranními přítoky. Vyznačují se v naprosté většině strmými svahy (nejčastěji mezi 25 až 35°) a velkým sklonem dna, proto mají celkový příčný profil písmene V. Na jejich tocích se nacházejí početné peřeje, kaskády i nižší vodopády, podmíněné nejčastěji strukturně. Velmi rozdílné bývá množství skalních výchozů a útvarů v jejich svazích, obvykle v přímé souvislosti se zastoupením různě odolných hornin; početnější bývají u tvrdších hornin, např. kvarcitů (tzv. strukturní vlivy). V horských podmínkách mají nejčastěji podobu mrazových srubů. V některých svahových údolích dochází příležitostně ke vzniku svahových pohybů (mury, vzácněji i sesuvy), a v nejvýše položených i k lavinové činnosti. Délka svahových údolí se pohybuje podle výšky pohoří jen v měřítku stovek metrů až jednotek kilometrů, ale většinou je závislá na typu říční sítě. U stromovité sítě (v povodí Úpy) bývají delší než u pravoúhlé (u Labe).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou jedním ze základních reliéfových prvků horských území, proto jsou v nich zcela běžným tvarem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I pro Krkonoše platí, že jsou zde zastoupená v hojném počtu. Jako dobrý příklad mohou posloužit v povodí Labe všechna postranní údolí Sedmidolí, stejně jako Dlouhého dolu (74a, 75a, b), ale i Labe pod Špindlerovým Mlýnem. V povodí Úpy jsou dokonalé příklady Růžový (75c), Žlebský nebo Javoří důl, v povodí Malé Úpy údolí Dobytčího nebo Doubravova potoka, ale i celá řada dalších. Zvláště v povodí Úpy byly z velké části využité pro výstavbu malých potočních klauz. Několik takových údolí je i v povodí horní Jizery; mezi nejdokonalejší patří údolí Havírenského potoka (74b).


75a
0
250
500 m

75b

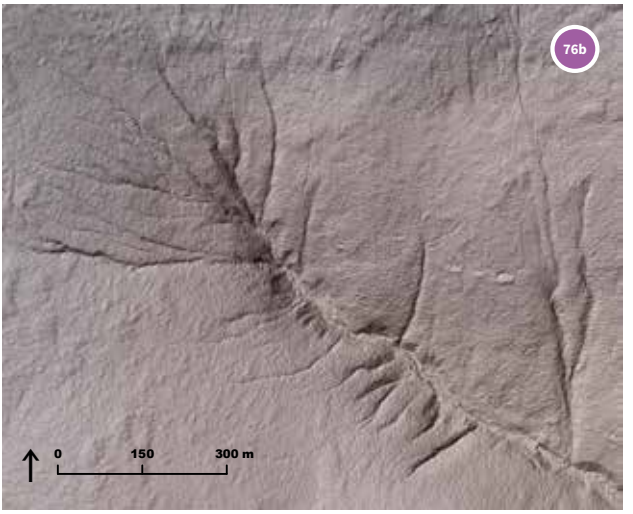
75c

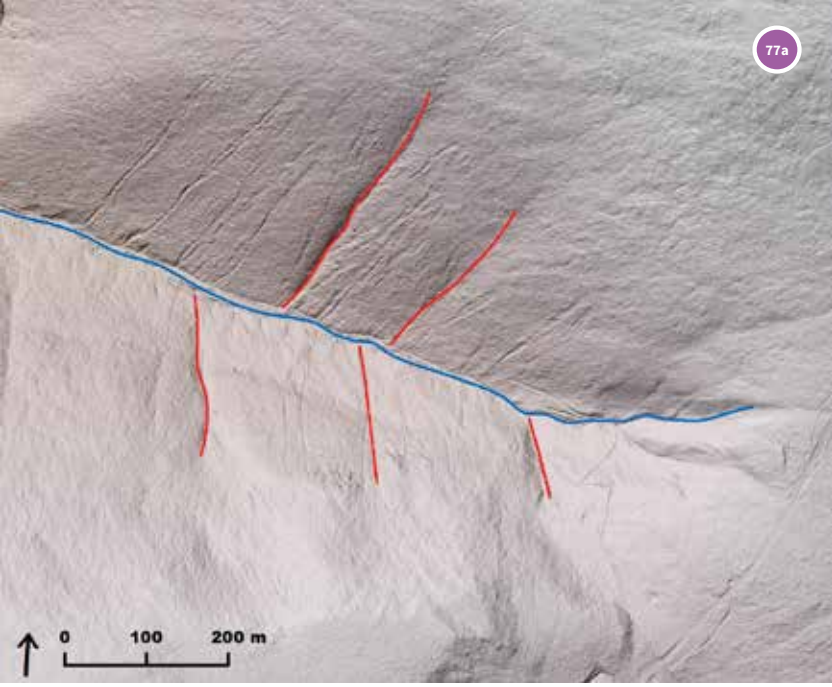
SVAHOVÉ ZÁŘEZY

CHARAKTERISTIKA: Svahové zářezy jsou strmější a kratší obdobou svahových údolí a vesměs jsou i méně zahloubené. I když mají v horských podmínkách převážné také stálé toky, vyznačují se jen velmi malou vodností. Vzhledem k menšímu celkovému zahloubení bývají méně skalnaté, ale i v nich někdy vystupují mrazové sruby. Jejich velký sklon je i příčinou, že v jejich dně vystupují často drobné vodopády a peřeje, které mohou být jak strukturního, tak tektonického původu. Podobně v nich příležitostně vznikají mury a u nejvýše situovaných i laviny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V horských podmínkách jsou běžným reliéfovým tvarem, často se vyskytují i skupinově.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vyskytují se poměrně běžně po celém území a v pomístním názvosloví jsou obvykle označované jako žlaby. V montánním stupni jsou často poměrně skryté v lese, a proto bývají krajinářsky málo výrazné. Nejčastější a nejvýraznější jsou ve vyšších polohách. Pěkné příklady skýtají postranní svahové zářezy v horní části Dlouhého dolu: Tetřeví, Borůvkový (76 a), Brusinkový (77a), Příkrý nebo Vojenský žlab a početné, byť bezejmenné, jsou i v závěru Modrého dolu (76b, 77b). Výrazně strukturně podmíněný svahový zářez je i Čedičová rokle (Żleb Bazaltowy) v Malé Sněžné jámě (77c).




77a
0
100
200 m

77b

77c

ALPINOTYPNÍ SVAHOVÉ ZÁŘEZY

CHARAKTERISTIKA: Zářezy na mimořádně strmých a převážně i velmi vysokých horských svazích, s extrémně velkým sklonem dna (běžně přes 35°, úsekovitě i podstatně více) a obvykle i velkým podílem skalních povrchů. Jejich horní části jsou nejčastěji tvořené kamennými moři, sutěmi a suťovými proudy, v různé míře kombinované se skalními výchozy a útvary. Dno střední části je téměř vždy členěné skalními stupni s vodopády, které nejčastěji vytvářejí celé soustavy až série, ale vzhledem k malému povodí mohou být jen periodické, zvláště v případě, že jejich podloží tvoří karbonátové horniny. Ve spodní části svahů jsou zakončené silně kamenitými až balvanitými výplavovými kužely s velkým sklonem povrchu a často po stranách přecházejí do osypů. Nacházejí se zcela nebo alespoň zčásti nad alpinskou hranicí lesa, a proto se na jejich vzniku často podílejí vedle samotné eroze svahové procesy (zvláště skalní zřícení a mury) a také sněhové laviny. Při přívalových srážkách jsou zvětraliny na jejich dně jednorázově vyplavované a podílejí se tak na přemísťování toku na výplavovém kuželu, které může mít až podobu divočení toku.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžnou součástí velehorského reliéfu, kde představují zvláště v blízkosti intravilánů rizikový faktor lavinového a murového ohrožení. V relativně nízkých hercynských pohořích s převážně nižšími a mírnějšími svahy nejsou podmínky pro jejich vznik, a proto se tu vyskytují zcela výjimečně.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Rudná rokle v jv. svazích Sněžky je v tomto směru jedinou dokonale vyvinutou výjimkou nejen v Krkonoších, ale v rámci celé republiky (79a, b). Její vznik umožnila souhra několika okolností. Vedle nejvyššího svahu celého pohoří (s převýšením okolo 600 m) je to i její mimořádně velký sklon a poloha horní části zářezu až nad alpinskou hranicí lesa se suťovými proudy až kamenitými suťovými poli (tzv. Krakonošova rukavice). Dno zářezu je členěné početnými nízkými vodopády a na jeho modelaci se podílí i lavinová a zvláště ve spodní části i murová činnost, která sem zejména z levého svahu transportuje další zvětralinový materiál. Výplavový kužel na spodním konci rokle se vyznačuje výrazným střídáním akumulačních a erozních fází. V současnosti výrazně převažuje eroze, vytvářející ve výplavovém kuželu hluboký zářez, která významně ovlivňuje divočení přilehlého toku Úpy. Na rozdíl od většiny velehorských zářezů tohoto typu je však Rudná rokle situovaná v nižší poloze, a proto se nachází z velké části v lese, který skrývá při celkovém pohledu její dílčí georeliéfové formy. Významným specifikem Rudné rokle je i zastoupení montánních tvarů po bývalé těžbě v její spodní polovině. Některé znaky alpinotypních zářezů mají i protilehlá Čertova rokle a Čertova zahrádka a Lovecký důl.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

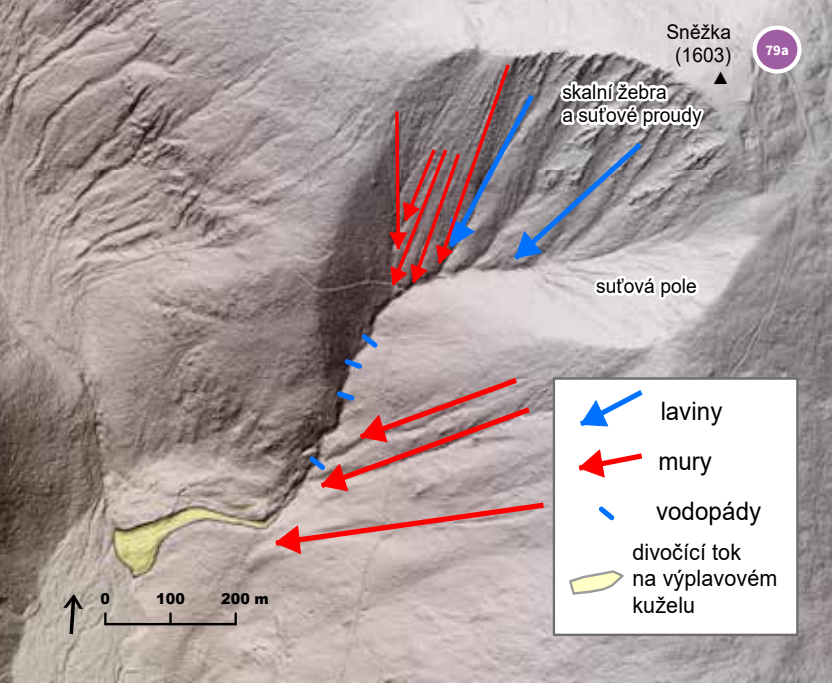
ŠTĚRKOVÉ PROUDY SVAHOVÝCH ZÁŘEZŮ (ŠTĚRKOVÉ JAZYKY)

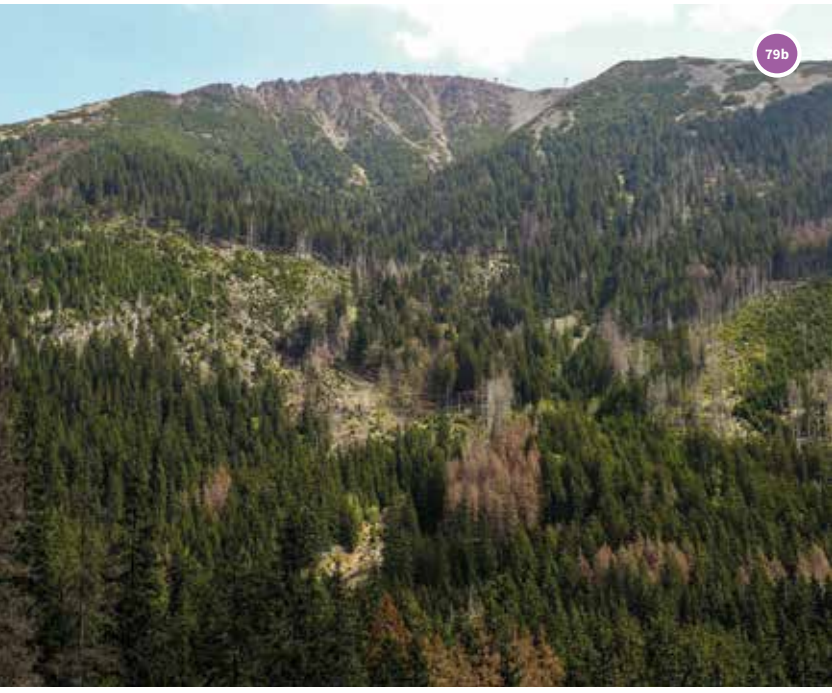
CHARAKTERISTIKA: Ve strmých svahových údolích se příležitostně vytvářejí úseky, kde převládá lokální sedimentace štěrkovitého materiálu, ve kterém může potok za povodní přemísťovat svůj tok podobně jako u divočících toků. V důsledku akumulace materiálu mohou mít až jazykovitý tvar s mírně vypuklým a zvlněným povrchem. Vznikají obvykle v důsledku střídání úseků dna s různým sklonem, konkrétně pod strmými úseky s převážně skalním charakterem koryta (popř. i peřejemi a vodopády ve strukturně podmíněném úseku tvořeném odolnější horninou). V nich vzniká v kombinaci eroze, murové činnosti, mrazového zvětrávání, popř. i lavinové eroze velké množství úlomkovitého materiálu, který se v následném úseku mírnějšího sklonu usazuje a akumuluje. Při extrémních srážkových epizodách dochází sice k jeho přemísťování, ale ani za této situace nedochází k jeho vyplavování až na úpatí svahů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ve velehorách i vývojově mladých vrásových pohořích je jejich výskyt poměrně hojný, i když často nebývají vnímané jako samostatný reliéfový tvar.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Reliéf starých hercynských pohoří pro jejich vznik není příznivý, proto jsou zde vzácné; jediný případ v Krkonoších představuje střední část Loveckého dolu (79c).

STUPEŇ OCHRANY: **B**


Sněžka
(1603)
79a
skalní žebra
a suťové proudy
suťová pole
laviny
mury
vodopády
divočící tok
na výplavovém
kuželu
0
100
200 m


79b

79c

ZÁŘEZOVITÉ ÚDOLNÍ UZÁVĚRY

CHARAKTERISTIKA: Zakončení horských údolí a pramenných depresí může mít odlišnou reliéfovou podobu. Jednou z nich jsou protáhlé erozní zářezy v linii pramenného toku, s příkrými svahy a profilem písmene V. Nejčastěji vznikají v případě, kdy je údolní závěr vyplněný mocnou vrstvou zvětralin, v nichž eroze relativně rychle postupuje. Směrem proti toku se zužují, popř. přecházejí až v mělce rýhovitou podobu, a poměrně často se vějířovitě rozdělují na několik větví. Svým horním zakončením zasahují někdy zářezy až do okrajů zarovnaného povrchu. Svahy zářezů mohou být druhotně postihované drobnými sesuvy a břehovými nátržemi. Jsou příznačné hlavně pro údolí, jejichž závěry postrádaly nivační modelaci.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V pohořích hercynské soustavy jsou poměrně časté.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších představují nejčastější případ údolních zakončení. Vyskytují se v celé řadě údolních závěrů, jako příklady mohou sloužit závěry Jeleního (81a), Čertova, Zeleného nebo Klínového dolu.

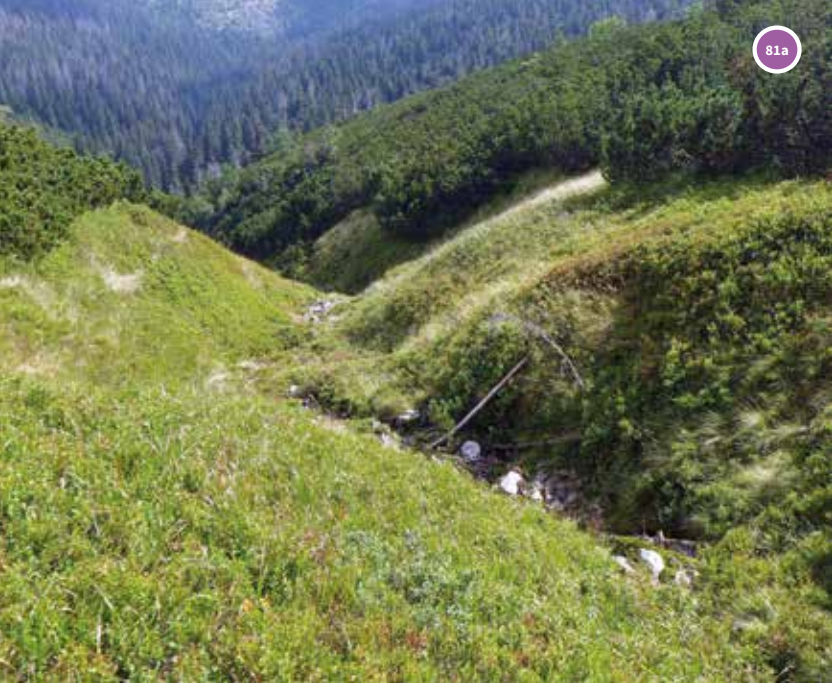
Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

PRAMENNÉ MÍSY

CHARAKTERISTIKA: Opačný případ údolních uzávěrů jsou pramenné mísy, které jsou častější u malých toků, zvláště v prostoru zarovnaných povrchů, a naopak u potoků v menších nadmořských výškách. Vyznačují se amfiteátrovitým tvarem a lokálně mají podle místních poměrů velmi rozdílný sklon dna i svahů. V prostoru zarovnaných povrchů je celá mísa mělce zahloubená a její svahy mají mírný sklon, zatímco v území erozních údolí jsou naopak strmě spadající. Jejich poloha může být ovlivněná strukturními podmínkami, tj. mohou vznikat v místech s podložím méně odolných hornin. V horských podmínkách se na jejich vzniku může podílet i různě intenzivní nivační eroze, zvláště v závětrných polohách hřebenů. V případě malého sklonu dna bývá odvodňování zpomalené, a jejich dna proto mohou být podmáčená, popř. i zrašelinělá, a toky v nich mohou vytvářet meandrovité ohyby a tůně. Pokud jsou plošně rozsáhlé, mohou být odvodňované několika drobnými vodotečemi, které se směrem po svahu vějířovitě sbíhají. Po stranách přecházejí někdy i málo znatelně do okolních mírných svahů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zcela běžné jsou v pahorkatinných a vrchovinných územích, v horských podmínkách jsou méně časté, omezují se hlavně na prostor zarovnaných povrchů nebo místa litologicky příznivá.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V nejvyšších polohách sem patří pramenné mísy některých potoků na zarovnaných površích, jako například Růžencového potoka (81b) nebo Stříbrné bystřiny. Jiné příklady představují například údolní závěry Tesařovského, Prudkého a Dlouhého potoka v povodí horní Jizery, stejně jako jejích dalších přítoků v okolí Poniklé, ve vyšších polohách například u Bílé vody v povodí Mumlavy nebo Vasovy strouhy a Doubravova potoka (81c) v povodí Malé Úpy. Existují však i kombinované případy, kdy je rozsáhlejší pramenná mísa druhotně členěná na dně mladou erozí zářezovitými rýhami jednotlivých drobných vodotečí (Koulový důl).


81a

81b

81c

STRUKTURNÍ ZAKLESLÉ MEANDRY

CHARAKTERISTIKA: Říční meandry jsou nejčastěji spojované s nížinnými toky nebo toky v širokých údolních nivách, kde obvykle vytvářejí ve zcela plochém reliéfu celé série (tzv. meandrové pásy). V horských nebo pahorkatinných podmínkách vznikají však meandry také, ale jak již název ukazuje, jsou různě hluboko zařízlé do okolního reliéfu. Vlivem odlišných podmínek vzniku je pro ně typický solitérní výskyt nebo jen malý počet po sobě následujících meandrů. Vzhledem k hlubokému zaříznutí je u nich velmi výrazně odlišený mírnější vnitřní jesepní břeh, kde se usazují říční náplavy, a strmý vnější výsepní, kde nejintenzivněji působí eroze toku. Podle geneze je můžeme dělit na tektonické (vznikají na příčných zlomech a poruchách) a strukturní (vznikají v místech, kde tok odklánějí od přímého směru polohy tvrdších hornin) nebo se u některých mohou kombinovat obě příčiny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zakleslé meandry se nejčastěji vyskytují v krajinách tvořených rozsáhlejšími zarovnanými povrchy, v epigenetických průlomových nebo neckovitých údolích, ale příležitostně se mohou vyskytnout vlivem místních podmínek kdekoliv v úsecích zahloubeného toku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde pouze čtyři zakleslé meandry; tři po sobě následující na Jizeře v Jizerském dole nad Rokytnicí nad Jizerou (83a) a jeden samostatný u Hradska. Trojice výše položených patří k těm s kombinovanou genezí, byť strukturní příčina je dominantní. Na jejich vzniku se nejvýznamněji podílejí pruhy tvrdých kvarcitů protínající napříč údolí Jizery. Krátké příčné a diagonální zlomy k tomu však také mohly přispět. Meandr u Hradska je spíše strukturního původu, vznikl v důsledku střídání pruhů různě odolných fylitů. Zdejší meandry výrazně přispívají k reliéfové i krajinářské členitosti údolí Jizery i zdejšího území jako celek. Určitou podobnost se zakleslými meandry vykazuje i údolí Malé Úpy a Úpy v prostoru jejich soutoku, kde ohyby údolí a nejspíše i staropleistocénní změny směru toku způsobily také strukturní příčiny (pruhy různě tvrdých hornin).

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

SKALNÍ BŘEHY A STĚNY ZAKLESLÝCH MEANDRŮ (SKALNÍ DEFILÉ)

CHARAKTERISTIKA: Skalní útvary i celé různě dlouhé stěny mohou vznikat v zakleslých meandrech různými procesy. Jedním z méně rozšířených způsobů je přímá boční eroze vodního toku, který podemílá bázi výchozu skalního podloží za vysokých povodňových stavů. Nejčastěji je tomu v místech největšího náporu vodního proudu, tj. na výsepních březích v ohybech, nebo přímo v zakleslých meandrech vodního toku. Na jejich vývoji se mohou podílet i následná drobná skalní zřícení. V závislosti na petrologických a tektonických poměrech (významná je například hustota a směry puklin a lokálních poruch) se může jednat jak o málo členité skalní stěny, tak linii jednotlivých skalních výchozů až bloků. Také na bázi těchto skal vystupuje často přímo v korytě skalní podloží, v němž v důsledku rychlého proudění vody někdy vznikají evorzní tvary (obří hrnce), obvykle i se skupinovým výskytem. Pokud v místě skalnatých výsepních břehů vyúsťují menší postranní přítoky, mají nejčastěji visutou podobu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ve výraznějších ohybech a zakleslých meandrech zvláště vodnějších horských toků (řek) jsou poměrně častým tvarem. Jako zajímavost lze uvést, že v době plavení vorů na řekách se zakleslými meandry bývaly tyto skalní výchozy obávanou překážkou, takže mívaly i pomístní jména.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Skály tohoto typu se nacházejí v ohybech všech zakleslých meandrů na Jizeře; nejlépe jsou vyvinuté u obou meandrů u Havírny (83b, c). Někdy jsou provázené evorzními tvary, ale některé jsou druhotně antropogenně narušené vylámáním tělesa údolní silnice (u Vilémova a Hradska). Skály tohoto typu spoluvytvářejí ostroh hradu Nístějka. Patří sem i skály v ostrém ohybu údolí v Labské soutěsce na Labi (též narušené silnicí) nebo mezi objektem Barrandov a hasičskou zbrojnicí na Úpě ve Velké Úpě, narušený lomem.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

83a

83b

83c

SKALNÍ KORYTA FORMOVANÁ ŽULOVOU TEKTONIKOU

CHARAKTISTIKA: Žuly patří mezi horniny s velmi výraznými puklinovými systémy. Geomorfologicky nejvýznamnější je tzv. primární puklinový systém LQS (označení pochází z německých slov označující jednotlivé směry puklin), který podmiňuje kvádrovitou odlučnost, a tím i rozpad horniny. Ten můžeme pozorovat na řadě lokalit a skalních výchozů v nejrůznějších polohách od vrcholových skal až po koryta toků na dnech údolí, kde eroze obnažuje skalní podloží. Kvádrovitá odlučnost podmiňuje existenci převážně přímočarých a hladkých puklinových ploch, které člení koryta jak ve vertikálním, tak i horizontálním smyslu. Nerovnoměrným erozním prohlubováním vznikají v řečištích místy vesměs krátké úseky přehloubeného koryta, pro jejichž vznik mají největší význam svislé pukliny podélné se směrem toku. Svislé příčné pukliny jsou naopak příčinou vzniku nápadných schodovitých skoků a stupňů, přes které voda spadá velmi často svisle. To je patrné zvláště v peřejích a vodopádech. V horizontálním smyslu usměrňují svislé puklinové plochy vodní proud (nebo jeho části v místech kde je více ramen) do krátkých pravoúhlých úseků, které mohou být k sobě i vzájemně kolmé, proto vytvářejí ostrohranná klikatá ohraničení břehů i dílčích ramen. Podobně přímočaré a klikaté vymezení mají i dílčí části koryt v úsecích, kde jsou jednotlivé části koryta nestejně zahloubené.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podobné formy se mohou vytvářet kdekoliv na horských tocích na žulovém podloží v místech, kde je dokonaleji vyvinutá kvádrovitá odlučnost; v naší republice se jedná například o sousední Jizerské hory.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: U krkonošských toků se při vzniku takových koryt uplatňuje velká výška pohoří, která umožňuje příhodnou kombinaci intenzivní hloubkové eroze a kvádrovité odlučnosti žuly. Proto zde najdeme poměrně početné příklady podobných skalních koryt nebo jejich úseků. Na naší straně jsou nejdokonalejší ukázky v řečišti Mumlavy (85a) a jejího přítoku Hraničního potoka (85b), pramenného Labe (např. v Malém Labském vodopádu a Labských kaskádách) a Bílého Labe a na polské straně, budované z největší části právě žulou na zdejší největší říčce Kamienné, ale i řadě menších potoků.

STUPEŇ OCHRANY: A

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

ŽULOVÉ SKALNÍ PLOTNY V KORYTECH

CHARAKTERISTIKA: Žulová tektonika se zásadním způsobem uplatňuje na vytváření další nápadné formy skalních koryt, a to na plošně rozsáhlých skalních plotnách. Voda se na nich rozlévá do šířky, proto i na poměrně málo vodných horských tocích dosahují plochy v měřítku celých arů. Na rozdíl od skalních koryt se při jejichž vzniku minimálně uplatňují svislé puklinové plochy, neboť naopak sledují mírně ukloněné puklinové plochy ložních puklin (L), případně tzv. exfoliační plochy v případech, že jsou konformní (souhlasné) se směrem toku. Při velkých plochách, které zaujímají, však nebývají zcela rovné. Podstatně častěji jsou mírně zvlněné a zprohýbané, a někdy i členěné nízkými, příčnými svislými puklinovými plochami, a proto se na nich vodní tok může dělit i na více ramen. V některých případech dokonce vytvářejí lasturovité prohlubně s mělkými tůněmi. Pokud do nich voda vtéká excentricky, mohou být s ohledem na kruhovité víření vody zárodkem vzniku evorzních tvarů (obřích kotlů). Na rozdíl od více zahloubených skalních koryt mají převážně i poměrně nízké, ploché břehy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou vzniknout na jakýchkoliv horských tocích na žulovém podloží; u nás jsou poměrně časté zvláště v Jizerských horách (např. u vodopádu Jeřice).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonaleji jsou vyvinuté na vodnějších tocích, tj. Mumlavě, pramenném Labi (v Labských kaskádách a nad Malým Labským vodopádem, 85c) a Bílém Labi, kde jsou pro svou atraktivitu v létě vyhledávaným cílem vycházek a odpočinku. V polské části jsou dobře vyvinuté v řečišti nejvodnější Kamienné, ale i na menších tocích.

STUPEŇ OCHRANY: A

85a

85b

85c

TEKTONICKÁ SKALNÍ KORYTA V KRYSTALICKÝCH HORNINÁCH

CHARAKTERISTIKA: Tektonické vlivy se uplatňují na georeliéfové podobě Krkonoš velmi významným způsobem i v krystalických břidlicích, a to jak v podobě rozsáhlých makro- a mezoforem, tak i v různých dílčích a drobných skalních formách. Mezi nejvýraznější a nejzajímavější patří tvary, které vznikají v místech, kde drobné tektonické zlomy na dnech údolí vystupují přímo v korytech toků, přičemž je nejen v určitém úseku usměrňují, ale podmiňují i jejich podobu. I tyto drobné tektonické poruchy nejsou převážně tvořené jen jedinou linií, ale pásmem určité šířky (řádově široké několik decimetrů až metrů), které je někdy vyplněné drcenou a chemicky přeměněnou horninou. Takové horniny označujeme jako alterované. Vzhledem k jejich malé soudržnosti jsou velmi málo odolné erozi, proto je vodní tok rychleji vymílá a vytváří podél této linie výrazně přehloubené skalní koryto, jehož stěny tvoří okolní pevnější horniny. Vodní tok proto často spadá přes tyto stěny do přehloubené části v podobě vodopádů (většinou vysokými jen v měřítku jednotek metrů). Dalším znakem koryt této geneze je jejich většinou nápadně přímočarý směr. Pokud protínají zlomy údolní dno v kolmém nebo diagonálním směru, mění v krátkém úseku nápadně směr toku a tím i koryta.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat v podstatě kdekoliv, ale nejčastěji se s nimi setkáváme v horských podmínkách, kde výrazně převládá eroze, a proto tu skalní podloží vystupuje v korytech často přímo na povrch nebo je kryté jen mělkými náplavy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde na více místech. S nejdokonalejší podobou se setkáváme na horním toku Jeleního potoka ve Slunečném údolí (87a) u zdejšího historického důlního díla na arzén, neboť tektonická linie je zde provázená také zrudněním. Krátká, ale velmi výrazná je tektonická linie a přehloubené koryto provázené alterovanou horninou na Sovím potoce se stejnojmenným vodopádem ve Smrčí, a dále také v Pramenném dole, na Klínovém potoce pod Klínovými Boudami a v méně dokonalé podobě i jinde.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

VODOPÁDY NA KONTAKTU RŮZNÝCH TYPŮ RELIÉFU

CHARAKTERISTIKA: Vznik vodopádů tohoto typu umožňuje přímý kontakt dvou zcela odlišných typů georeliéfu a forem, které jsou pro ně charakteristické. Jeden z nejčastějších případů je takový, kdy se do vývojově starých, ale tektonicky následně vysoko vyzdvižených zarovnaných povrchů, (tzv. etchplénů) zařezávají mladými ledovci výrazně prohloubené ledovcové kary a trogy (ledovcem přemodelovaná údolí). Oby typy reliéfu vzájemně oddělují nápadné, ostré a často i skalnaté hrany. Vodní toky pramenící na vrcholových plošinách zarovnaných povrchů spadají přes tyto hrany a na strmých, silně skalnatých svazích karů nebo trogů vytvářejí vodopády, vyznačující se často poměrně velkou výškou až stovek metrů. Jejich výšku i samotnou podobu (sklon, počet stupňů apod.) výrazně ovlivňují vlastnosti podložní horniny (její odolnost, charakter puklinového systému, hustota puklin aj.). Tyto faktory mají zásadní vliv i na podobu horního okraje (tvořený ostrou hranou nebo naopak různě hlubokým erozním zářezem) i spodního zakončení vodopádu (např. výšku úpatních osypů a náplavových kuželů). Obojí se tak může významně podílet na zmenšení původní výšky těchto vodopádů. Vlastnosti podložních hornin ovlivňují i zahloubení vlastního vodopádů oproti okolním svahům, které mohou stékat téměř v jejich úrovni nebo vytvářet různě hluboké skalnaté zářezy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se hlavně ve vývojově starých pohořích (kaledonských a hercynských) se zarovnanými povrchy, která byla v ledových dobách významněji zaledněná. V Evropě se jedná hlavně o Skandinávii (proto bychom mohli tyto vodopády označovat i jako skandinávský typ) a Skotsko, méně i Wales a Irsko.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou jediným pohořím naší republiky, ale i celé střední Evropy, kde se vyskytují. Jsou zde pouze tři: nejvyšší Pančavský (148 m, 87b), Horní Úpský (129 m) a na polské straně Kaskady Łomniczki. První dva představují nejvyšší vodopády české i středoevropské mimoalpské Evropy. V původní podobě sem patřil i Labský vodopád, který však pozdějším vývojem přešel do kombinovaného typu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

87a

87b

VODOPÁDY NA ÚSTÍ VISUTÝCH ÚDOLÍ

CHARAKTERISTIKA: Vodopády na styku dvou údolí patří mezi relativně častý případ, a to zvláště v horách se současným anebo i minulým zaledněním. Erozní zahloubení ledovcových údolí je obvykle přímo úměrné velikosti ledovce, proto bývá údolní dno u menších ledovců položené výše než u hlavního ledovce. Výškový rozdíl mezi nimi překonává ledovec ledopádem a po zániku ledovců vodopádem. Podobně, a často ještě výrazněji tomu bývá v případě, kdy postranní toky z nižších poloh a tedy nezaledněných (tzv. extraglaciálních) údolí ústí do hlavního, ledovcem přehloubeného údolí, neboť intenzita jejich eroze je podstatně slabší. Tento typ vodopádů však může vzniknout i mimo zaledněná území, tam, kde ústí menší tok do většího, který se vyznačuje silnější hloubkovou erozí. V některých případech mohou ke vzniku tohoto typu přispět i místní geologické poměry, kdy se menší tok nachází na podloží tvrdší, a tedy odolnější horniny, anebo menší tok překonává v místě vyústění pruh tvrdší horniny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vodopády tohoto typu jsou poměrně časté ve velehorách anebo i nižších pohořích, která byla výrazněji zaledněna, jako například Vysoké Tatry, Alpy nebo Skandinávské pohoří, druhý případ je nejčastější v průlomových údolích velkých řek, u nás například Labe v Českém středohoří (Vaňovský vodopád aj.), nebo u výrazně zahloubených (někdy antecedentních) údolí v zarovnaných površích (např. Berounky anebo Kamenice mezi Držkovem a ústím).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Dokonalý příklad představují vodopády Pudlavy (89a, b) a Dvorského potoka, které ústí z extraglaciálních údolí do přehloubeného ledovcového údolí (trogu) Labského dolu. Mimo zaledněná údolí je tento typ v Krkonoších na vyústění několika krátkých svahových údolí, jako např. vodopád Krahulčího potoka v Labské soutěsce (71c) a Pilského potoka v údolí Mumlavy u Harrachova, u nichž je však vodopád antropogenně narušený v důsledku výstavby údolní silnice. Stejnou polohu mají i vodopády Loveckého a Tetřevího potoka a Vysoké strouhy (88) v Dlouhém dole. Pokud je výškový rozdíl mezi dnem visutého údolí a hlavního toku malý, mohou v místě vyústění vzniknout jen peřeje, jako je tomu u Farského potoka na ústí do Jizery pod Nístějkou.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

89a

89b

TEKTONICKY PODMÍNĚNÉ VODOPÁDY V ŽULÁCH

CHARAKTERISTIKA: Některé vodopády i nižší stupně vznikají na výrazných tektonických poruchách nebo zlomových stupních, které se vytvořily v důsledku následného geologického vývoje žulových plutonů. Vodopády na zlomových stupních mohou vzniknout odlišnými vertikálními posuny, a to jak poklesy, tak výzdvihy dvou sousedních bloků nebo ker. Pokud se jedná o delší poruchy nebo zlomy, které přetínají více toků (často přibližně paralelních), mohou mít tyto vodopády skupinový (liniový) výskyt. V nižších pohořích sem patří převážně vodopády menších výšek. Poněkud odlišný případ představují vodopády vzniklé na liniích drobných lokálních zlomů v žulách. Ty mohou být navíc provázené drcenými nebo alterovanými pruhy horniny, méně odolnými proti erozi. Vodní tok se do nich proto rychleji zahlubuje a vzniká tak reliéfový stupeň s vodopádem.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv na světě v závislosti na tektonických poměrech jednotlivých žulových plutonů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vodopády nebo nižší stupně tohoto typu se nacházejí i na několika krkonošských tocích. V prvním případě se jedná o vodopády na polské straně, formované výrazně hrásťovitými zdvihy pohoří podél dlouhých podélných zlomů. Velmi dokonalé ukázky vodopádů vytvořených na reliéfovém stupni vzniklém nestejným vertikálním posunem sousedních tektonických bloků jsou Wodospad Podgórnej (91a) a kaskady Myi. Tektonický zdvih byl primární příčinou vzniku také u Wodospadu Kamienczyku, kde se ale sekundárně velmi výrazně uplatnila i žulová tektonika v podobě systémů vertikálních puklin. Vertikální tektonické pohyby byly také primární příčinou vzniku úseku velkého sklonu Mumlavy nad tektonickou Harrachovskou kotlinou včetně samotného Mumlavského vodopádu, který však vlivem silné zpětné eroze již postoupil od linií zlomů dále proti směru toku. Stejnou genezi mají i Pilařovy kaskády na Mumlavě pod Harrachovem. Tektonické příčiny měly zásadní vliv také na vznik Labského vodopádu, kde je navíc hlavní zlom provázený i alterovanou horninou.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

VODOPÁDY FORMOVANÉ PUKLINOVOU ŽULOVOU TEKTONIKOU

CHARAKTERISTIKA: Vedle vodopádů vzniklých přímo na zlomech a poruchách existují i vodopády vzniklé v důsledku tektonických vlastností některých hornin, jinak řečeno v důsledku jejich puklinových systémů. Charakteristické jsou zvláště pro žulu, která se vyznačuje výraznými puklinovými systémy. Nejvýznamnější je zde primární puklinový systém LQS, který vznikl již při pomalém tuhnutí žulového magmatu. Vyznačuje se kvádrovitým rozpukáním horniny, která vytváří bloky o rozměrech řádově decimetrů až jednotek metrů. Pokud vystupuje takto dokonale rozpukaná hornina v korytech řek a potoků, vznikají na svislých nebo strmě ukloněných puklinových plochách jak jednotlivé nízké vodopádové skoky, tak v případě jejich většího počtu celé vodopádové soustavy. Dílčí části vodopádových stěn tvoří v takových případech puklinové, často i hladké plochy jednotlivých bloků. Nerovnosti a strmé úseky v korytech však vznikají i na exfoliačních plochách druhotného puklinového systému žuly, který vzniká nerovnoměrným tahovým a tlakovým pnutím v hornině. Ty jsou sice převážně jen svažité, ale jednotlivé exfoliační plochy oddělují též svislé stupně, byť převážně jen nízké (řádově decimetry). V případě plošně malých výchozů v korytě není vždy snadné je jednoznačně odlišit od mírně ukloněných puklinových ploch L primárního systému.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv na území žulových plutonů, zvláště v horských oblastech jak naší republiky, tak celého světa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Kvádrovitá odlučnost žuly je v Krkonoších i sousedních Jizerských horách běžně zastoupená a dobře viditelná na mnoha místech, včetně koryt potoků a řek. Uplatňuje se na vzniku i detailní modelaci většiny vodopádů Bílého Labe (zvláště u Velkého vodopádu, 91b, a Velkého skoku, 91c), Červeného potoka, Mumlavy, Malé Mumlavy, Hraničního potoka aj. Kvádrovitá odlučnost žuly se dominantním způsobem uplatňuje i na formování nejvyššího úseku Pančavského vodopádu, přestože je jako celek jiného původu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

91a

91b

91c

VODOPÁDY NA ZLOMOVÝCH LINIÍCH V KRYSTALICKÝCH BŘIDLICÍCH

CHARAKTERISTIKA: Také v těchto horninách dochází ke vzniku vodopádů tam, kde výrazné zlomy nebo celá zlomová pásma protínají koryta vodních toků, a to nejčastěji v příčném nebo diagonálním směru. Vznik i podobu vodopádu mohou ovlivnit i další faktory, jako je směrování tektonické linie vůči okolním reliéfovým podmínkám. Podél některých tektonických linií (zlomů) dochází v krystalických břidlicích v důsledku velkých tlaků k jejich fyzikálním, nebo i chemickým změnám, které nazýváme alterace. Alterované horniny vytvářejí podél zlomu obvykle několik metrů široký pruh (obvykle vertikální nebo strmě orientovaný) a mají často jemně zrnitou a nesoudržnou podobu. Podléhají proto extrémně rychle erozi vodního toku, který v nich vytváří pod vodopádem skalní rokli nebo zářez, ohraničený stěnami okolní kompaktní horniny. Pokud vodopád vyúsťuje do takového zářezu z boku, může alterovaná poloha v krátkém úseku pod vodopádem ostře změnit směr vodního toku. Vývoj samotné vodopádové stěny je však obvykle ovlivněný vlastnostmi horniny, jako hustotou, směrem a sklonem puklin nebo břidličnatosti a tím i způsobem rozpadu horniny. Vodopády tohoto typu jsou obvykle nízké, v řádu jednotek metrů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V uvedených horninách se mohou se vyskytovat prakticky kdekoliv, ačkoliv jako celek patří spíše mezi nepříliš častý typ.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V samotných Krkonoších se nalézají na několika místech. Nejdokonalejší ukázkou tohoto typu je Štolový vodopád ve Slunečném údolí, horní části Jeleního dolu, kde potok vyúsťuje do erozně přehloubeného koryta v podobě úzkého skalního žlabu, sledující přímočarou tektonickou linii. Stejného původu je i Modrodolský vodopád, kde je zlomová struktura vykliňující do svahu dobře patrná na úpatí vodopádové stěny (94). Na tektonicky alterované polohy jsou vázané také vodopády u Žacléřských bud a Smrčí v Malé Úpě, z nichž nejdokonalejší podobu má Soví vodopád (93a). Stejnou genezi mají i také Pramenný a Luční vodopád v Pramenném dole na jižním svahu Luční hory.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

STRUKTURNĚ PODMÍNĚNÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Představují poměrně častý případ vodopádů v územích, kde se často střídají různé horniny s nestejnou odolností vůči erozi. Vznikají na linii, kde vodní tok přechází z podloží tvrdší horniny na jinou, ale méně odolnou, do které se začíná rychleji zahlubovat, a proto na kontaktu vznikne vodopádový stupeň. To je častá situace v masivech krystalických hornin, kde je horninová pestrost běžným jevem. Takové vodopády však mohou vzniknout i v rámci jedné horniny, v níž se střídají partie s odlišnou intenzitou rozpukání nebo břidličnatosti, neboť kompaktnější partie hornin jsou odolnější vůči erozi. Vodopády tohoto typu mohou mít i skupinový výskyt. Pokud kontakt uvedených hornin protíná několik přibližně paralelních vodních toků, jedná se o tzv. vodopádové linie. Někdy se však v důsledku intenzivní zpětné eroze již vodopád posunul výše proti toku a nemusí tedy být přesně na kontaktní linii.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jedná se o velmi častý případ vodopádů, které jsou běžné jak v sedimentárních, tak vulkanických a krystalických horninách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Patří sem většina vodopádů na podloží zdejších krystalických hornin. Mezi nejznámější případy patří Huťský vodopád (93b), který navazuje i na strukturní skalní výchozy ve svazích, vodopád Prudkého ručeje a dalších potoků v Jizerském dole v liniích strukturních mrazových srubů, většina vodopádů v postranních údolích Dlouhého dolu, Javořího a Černohorského potoka aj.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

93a

93b

SVISLÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Svislé vodopády nepředstavují geneticky samostatný typ jako u předešlých případů, ale lze je vymezit pouze morfologicky, protože představují spádově nejdokonalejší případ vodopádů, obvykle považovaný i za nejatraktivnější. Výrazně nejpočetnější jsou na podloží vrstevnatých sedimentárních hornin, které mají tendenci vytvářet výrazné strukturní stupně, lavice o velké mocnosti, svislé skalní galerie a defilé, často v návaznosti na jejich zvrásnění. Poměrně časté jsou také ve vulkanických oblastech, kde eroze obnažuje ostrá ohraničení lávových proudů. V územích budovaných hlubinnými vyvřelinami, a zvláště krystalickými horninami jsou naopak spíše výjimkou, neboť jejich puklinové systémy nejsou příznivé pro vytváření vyšších svislých stěn. I zde však bývají součástí vysokých vodopádů, popř. vodopádových soustav kratší svislé úseky, např. v místech výrazné příčné puklinové plochy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jak již vyplývá z výše uvedených horninových rozdílů, jsou v některých územích budovaných sedimentárními horninami na celého světa svislé vodopády časté, zvláště tam, kde převládá tabulový typ reliéfu (také u nás, např. u vodopádů na pískovcích České tabule, byť téměř výhradně pouze periodických).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších budovaných krystalickými břidlicemi a žulami jsou mezi vyššími vodopády zcela výjimečné (patří sem například periodický Navorský vodopád, 95a). Avšak i u nižších jsou podmíněné vesměs lokálními příčinami (Modrodolský, podmíněný tektonickou poruchou, 94), nebo částečně Velký skok Bílého Labe, podmíněný svislými puklinovými plochami). Častěji se setkáváme s nízkými svislými skoky, které jsou dílčí součástí vysokých vodopádů a vodopádových soustav, mj. i u nejvýše položeného stupně Pančavského vodopádu pod jeho horní hranou. Svislý je i Víchovský vodopád (95b), který se ale jako jediný nachází na podloží sedimentárních hornin (karbonských slepenců), a navíc nelze vyloučit, že se na jeho vzniku podílely i umělé zásahy.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

95a

95b

KASKÁDOVÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Kaskádové vodopády jsou takové, které tvoří jako celek více stupňů různé výšky, jež mohou být v detailu jak různě sklonité, tak i svislé. Jejich stupně jsou často oddělené i drobnými a krátkými mezistupni, které mohou být i horizontální, nebo dokonce tvořené drobnými tůněmi. Jedná se tedy o čistě morfologické, negenetické označení; kaskádovitou podobu mohou mít vodopády nejrůznějšího původu. Zcela zásadní význam pro vznik těchto vodopádů má vrstevnatost horniny (v případě horizontálních vrstev a lavic mají až schodovitou podobu), charakter (hustota) a vlastnosti jejich puklinových systémů, u krystalických hornin také břidličnatosti. Na podloží některých hornin, zvláště krystalických břidlic, je kaskádovitá naprostá většina vodopádů. Zavádějící je, že v románských jazycích je označení kaskáda synonymem pro vodopády jako takové (tj. všech morfologických typů).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se hojně na celém světě a představují nejpočetnější morfologický typ vodopádů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde patří k nejčastěji zastoupeným typem vodopádů, a to jak vysokých, tak i nízkých. Mezi nejznámější příklady patří vodopády Dvorského potoka, Horní Úpský vodopád, Huťský vodopád nebo Dlouhý vodopád Bílého Labe (97a) aj. U víceramenných vodopádů se dokonce běžně kombinují s jinými typy, neboť jednotlivá ramena mohou být kaskádovitá, ale jiná též svislá, nebo naopak mírněji ukloněná (úklonného nebo splývavého typu).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

ÚKLONNÉ A SPLÝVAVÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Velmi mnohé vodopády se vyznačují jako celek menším sklonem a voda je v nich téměř souvisle v kontaktu se skalním podložím (byť to nevylučuje i nízké svislé skoky, které mohou být jejich součástí). Můžeme je označit jako úklonné (se sklonem 50 až 80°) nebo při ještě menším sklonu jako splývavé (20 až 50°), popřípadě i plotnové, pokud stékají plynule po hladkých plotnách, ale třeba až druhotně erozně ohlazených. Jejich podobu zásadním způsobem ovlivňuje charakter puklinových systémů (hustota, směr a sklon puklin) a břidličnatosti. Významný může být i vzájemný poměr směru a sklonu převládajících puklin a směr vodního toku. Mohou se vyskytovat v jakýchkoliv horninách, ale na podloží krystalických břidlic jsou tyto typy vodopádů časté. U žul je naopak častější případ plotnových vodopádů, které stékají po exfoliačních nebo strměji ukloněných ložních puklinách.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří ke zcela běžnému typu vodopádů po celém světě, v řadě pohoří nebo území představují nejvíce, nebo dokonce až výlučně zastoupený typ.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: K uvedeným typům patří mnohé z krkonošských vodopádů, mezi nejdokonalejší příklady patří vodopád Kamenice u Harrachova nebo dva spodní vodopády ve Vlhkém dole. Plotnové vodopády jsou příznačné pro žuly, kde k nim patří například Plotnový vodopád na Bílém Labi (97b), nebo velké úseky Labských kaskád v Labském dole a Dolního Úpského vodopádu v Obřím dole (97c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

97a

97b

97c

NEPRAVÉ MORÉNOVÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Pravé vodopády spadají přes pevné skalní podloží. Vedle nich existují i nepravé vodopády, které spadají přes volné bloky a balvany, jež se ale mohly dostat do koryt různými procesy. Nejčastěji se jedná o velké bloky skalních zřícení a sesuvů s vysokým podílem rozměrných kamenných úlomků. Ty se v Krkonoších až na nízký Havírenský vodopád (a navíc později uměle upravený) nevyskytují. Jiný případ představují vodopády na blocích, které zavalily koryta v důsledku intenzivního mrazového rozpadu skal na svazích údolí se strmými svahy v ledových dobách. Ty se vyskytují v žulách sousedních Jizerských hor (např. v údolí horní Smědé), ale v Krkonoších nejsou. Ještě jiný případ jsou nepravé vodopády na mohutných morénových balvanech a blocích. Jednotlivé nepravé vodopády mají jen malou výšku, i když u mohutných velehorských skalních zřícení a skalních sesuvů mohou vytvářet celé série s poměrně velkou souhrnnou výškou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nepravé morénové vodopády se mohou vyskytovat pouze v pohořích, kde vznikly rozsáhlejší ledovce vytvářející výraznější morény; v našich podmínkách připadají v úvahu jen Krkonoše a Šumava.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde pouze tři vodopády tohoto typu, které jsou současně jediné v republice. První, tzv. Morénový, se nachází na Jelením potoce (vysoký 2,9 m) na morénových blocích malého, postranního svahového ledovce Vasovy jámy. Hned několik jich vytváří Modrý potok (tzv. Kaskády Modrého potoka, 99a) na blocích mohutné postranní morény ledovce Obřího dolu (nejvyšší dosahuje 2,3 m) a jednu kaskádu také Bystrý potok ve Vlčím dole. Liší se tím, že vodopád Jeleního potoka je na moréně ledovce stejného údolí, zatímco druhé dva tvoří potok nezaledněného údolí na moréně ledovce jiného údolí (Obřího a Vlčího dolu).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

UMĚLÉ VODOPÁDY

CHARAKTERISTIKA: Vedle vodopádů vzniklých přírodními procesy existují i vodopády umělé, vzniklé jak cíleně, tak jako vedlejší výsledek činnosti člověka. První jsou nejčastěji součástí zámeckých, městských nebo lázeňských parků, kde sloužily jako romantický krajinný prvek k zatraktivnění prostředí. Voda na ně byla uměle přiváděná vrstevnicově vedenými kanály z výše položeného okolí. Ve druhém případě se jedná o vodopády na umělých skalních stěnách, které vznikly činností člověka. Nejčastěji to je ve stěnových kamenolomech a povrchových dolech, kdy jejich postupným rozšiřováním dojde k přerušení blízkého vodního toku. Nacházejí se i na vodních přepadech a obchvatech některých rybníků. V horských oblastech mimo naši republiku jsou i na vyrovnávacích přepadech spádových elektráren; ty jediné dosahují i velkých výšek. Též v horách se nacházejí na strmých až svislých skalních stěnách odkopů a zářezů různých svahových komunikací, nejčastěji silnic. V takových případech mohou být někdy umělé jen zčásti, kdy horní část tvoří přírodní vodopád, přecházející ve spodní části do umělého na vylámané partii stěny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Cíleně zřízené umělé vodopády jsou známé jen z několika míst naší republiky (známý je Terčin vodopád v zámeckém parku v Nových hradech, „lázeňský“ se nachází např. v Karlově Studánce v Hrubém Jeseníku). Druhý případ je poněkud častější; mezi největší patří Mastecký vodopád v lomu pod Orlickými horami.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Zástupci druhé skupiny jsou zde jen nízké a málo významné vodopády. Patří sem Javornický vodopád (vysoký 2,7 m, 99b) na čelní stěně historické těžní rýhy na zlato. Otevřená je otázka, zda stejné geneze je (nebo alespoň zčásti) i Koutecký a Víchovský vodopád ve Víchové. Umělý původ, případně též zčásti, nelze vyloučit i u Pilského vodopádu u Harrachova (4,5 m). Nachází se na visutém ústí potoka do Mumlavy, kde mohl být původně i přírodní vodopád, ale při stavbě silnice byl pravděpodobně uměle upravený do dnešní podoby; podobná situace je i u spodní části Krahulčího vodopádu v Labské soutěsce. Zcela umělý vodopád vznikl nedávno cíleně na Vápenickém potoce u Vrchlabí, kde byla voda přivedená uměle vyhloubenou stružkou na stěnu opuštěného lomu. I když se nachází pouze v ochranném pásmu KRNAP, vytváření podobných nepřirozených krajinných prvků zde není žádoucí.

99a

99b

PEŘEJE

CHARAKTERISTIKA: Všechny základní příčiny uváděné pro vznik vodopádů se uplatňují i při vzniku peřejí, a to jak na menších potocích, tak nápadněji v korytech větších řek. Jedná se o hlavně o strukturní vlivy (kontakt nestejně tvrdých a vůči erozi odolných hornin, ale i na odolnějších partiích téže horniny) a tektonické poměry (zlomy, poruchy, ale i charakter puklinových systémů, hustota puklin a sklon puklinových ploch nebo ploch břidličnatosti). Peřeje mají podstatně menší sklony hladin (jako celek obvykle do 15°, většinou ale méně), avšak běžně se v nich střídají mírnější i více ukloněné úseky, popřípadě i různě hluboké tůně, často vyhloubené ve skalním podloží. Spolu se skalnatými břehy, které mohou mít jak „hladkou“ plotnovitou podobu (obvykle vzniklou podél puklinových ploch), tak členitou i se svislými úseky stěn (zvláště u tzv. přehloubených koryt), vytvářejí zvláště u vodnějších toků atraktivní a turisticky vyhledávaná místa. Peřeje větších toků vytvářejí výhodné podmínky pro vznik evorzních tvarů (obřích hrnců), kde se ale současně velmi dobře ukazuje vhodnost jednotlivých hornin pro jejich vznik (nápadná je např. jejich naprostá absence u kvarcitů, naopak svory a fylity jsou pro jejich tvorbu příznivé), stejně jako vliv vzájemných směrů toku a puklin na jejich vznik.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Peřeje jsou zcela běžným jevem v korytech horských, ale příležitostně i podhorských (např. i v pahorkatinách) řek i potoků, jak našich, tak celého světa. Podstatně častější jsou však v tvrdších horninách, zvláště žulách, krystalických břidlicích a některých vulkanitech, zatímco v sedimentárních horninách, zvláště v málo odolných pískovcích, prachovcích apod., jsou spíše výjimkou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Peřeje jsou zcela běžné na téměř všech krkonošských potocích i řekách. Nejznámější a nejvíce vyhledávané jsou na Mumlavě, Jizeře a Bílém Labi, početné jsou ale i na Malé Úpě (101a) nebo na Labi v Hořejším Vrchlabí a Vrchlabí.

STUPEŇ OCHRANY: **B,** v případě výskytu evorzních tvarů **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

OBŘÍ HRNCE V ŽULÁCH

CHARAKTERISTIKA: Obří hrnce neboli evorzní tvary představují drobné prohlubně až dutiny v pevném skalním podloží nebo velkých balvanech a blocích v řečištích vodních toků vznikající vířivou činností vody (tzv. evorzí) v místech zvýšeného sklonu, a tedy i zrychleného toku. Nejčastěji mají kruhový nebo elipsovitý půdorys a podle tvaru jsou buď mělce miskovité, kuželovité, půlkulovité, nebo dokonce válcovité, u nichž může hloubka i několikrát převyšovat průměr. Jejich rozměry v žulách jsou vesměs větší, miniaturní formy s průměrem pod 10 cm jako v některých jiných horninách zde téměř neexistují. Vznikají téměř výhradně za vysokých povodňových stavů, kdy výrazně narůstá erozní schopnost toků. Pro jejich vznik jsou dále zásadní písek a drobné úlomky hornin unášené tokem, které v příhodných místech vířivým pohybem vymílají skalní podloží. Podle některých názorů se na něm podílí i kavitace (působení bublin vodních par, které mají při svém rozpadu tlakový účinek a působí destruktivně na okolní pevný materiál, tj. horninu), ale není dosud vědecky prokázaná. Ve stěnách válcovitých obřích hrnců jsou někdy patrné spirálovité linie, ukazující postupné prohlubování dutiny. Tvorba obřích hrnců je velmi závislá na litologických poměrech – některé horniny jsou k jejich vzniku výhodnější, jiné méně a v některých se netvoří téměř vůbec (například v tvrdých kvarcitech anebo v silně rozpukaných horninách). Vlastnosti hornin ovlivňují i tvar evorzních forem. Právě v homogenních a málo rozpukaných žulách vznikají většinou nejdokonalejší tvary s hladce modelovanými stěnami. Vzhledem ke kvádrovité odlučnosti některých žul jsou právě v nich nejpočetnější ze všech hornin obří hrnce ve volných blocích a balvanech.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Evorzní tvary jsou zvláště v horských tocích celého světa poměrně časté, i když právě u kompaktních a tvrdých žul jsou nejpočetnější hlavně v korytech vodnějších toků (tj. řek). U nás je výjimečně velká lokalita obřích hrnců v žule na Vltavě v Čertových proudech na Šumavě, kde je jich evidováno okolo 800, a známé jsou i z Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V české části národního parku jsou v dokonalejší podobě evidované v řečišti Mumlavy a Jizery v přilehlém Jizerském údolí u Jizerského vodopádu (101b). Hojnější jsou na polské straně, kde jich nejvíce na několika místech v řečišti Kamienné (101c). V korytě Lomnice u Karpacze se nachází dokonalý obří hrnec Studzienka, který byl popsaný ještě německými autory jako vůbec první evorzní forma v Krkonoších.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

101a

101b

101c

OBŘÍ HRNCE V KRYSTALICKÝCH BŘIDLICÍCH

CHARAKTERISTIKA: Obří hrnce v krystalických horninách (v Českém masivu a také v Krkonoších se jedná téměř výlučně o fylity, svory a ortoruly) vznikají za stejných podmínek jako výše popsané tvary v žulách, ale tvarově se odlišují určitými specifickými znaky. Pro jejich tvorbu jsou nejpříhodnější místa, kde jsou směry břidličnatosti kolmé ke směru proudu nebo svírají tupý úhel. Vlivem menší homogennosti krystalických břidlic a nestejnou odolností jednotlivých partií horniny v souvislosti s břidličnatostí, odlišným charakterem rozpukání a přítomností početných hnízd a pecek sekrečních křemenů, které jsou podstatně odolnější vůči evorzi, je zde větší podíl tvarově nepravidelných obřích hrnců, s laločnatými okraji a s výstupky a hrboly ve stěnách i na dně. Na rozdíl od žul se zde vyskytují i velmi malé obří hrnce s průměrem jen 5 až 20 cm. Vysoký je v nich i podíl tvarů, které jsou částečně nebo zcela trvale pod hladinou, a to i za nízkých letních stavů, ale na druhé straně v některých soutěskovitě přehloubených skalních korytech mohou být i 2 až 3 m vysoko nad průměrnou hladinou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krystalických břidlicích patří obří hrnce v horských a podhorských tocích k nejvíce zastoupeným. Největší počet evorzních forem v korytech českých toků se nachází právě v těchto horninách (okolo 1 400).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro území KRNAP, kde je jich v těchto horninách naprostá většina. Největší počet je jich v korytě nejvodnějšího toku Jizeře (například u Hradska nebo v Poniklé, 103a). Krkonoše se vyznačují jedním výjimečným jevem, a to poměrně početným výskytem obřích hrnců v těchto horninách na velmi malých horských tocích s průtokem pouhých desítek litrů za sekundu (Klínový, Jehněčí, Kotelský, Javoří nebo Černohorský potok a mimořádně dobře jsou vyvinuté na Kozelském potoce, 103b), což nemá obdobu v žádném jiném pohoří v republice.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

OBŘÍ HRNCE V KARBONÁTOVÝCH HORNINÁCH

CHARAKTERISTIKA: Evorzní tvary vznikají také v sedimentárních horninách, jako pískovcích a vápencích, v nichž však převládají spíše obří kotle o průměru několika metrů, které mohou vytvářet na dně soutěsek celé stupňovitě navazující série a stávají se tak přímo faktorem modelujícím skalní koryto jako celek. Vzhledem k menší odolnosti sedimentárních hornin v nich rychleji vznikají, ale také rychleji podléhají destrukci a zániku. V případě vápenců se vyskytují i v jeskyních, kde se na jejich vzniku podílí i koroze a v jeskyních vyplněných v celém profilu vodou se zde vyskytují i tzv. tlakové obří hrnce. Vedle těchto případů však ve vápencích vznikají i drobné obří hrnce na skalním povrchu v korytech, které se tvarově ničím neliší od tvarů v jiných horninách.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se kdekoliv na celém světě, nejčastěji v horských vápencových oblastech, i když častější jsou zde spíše rozměrné formy typu obřích kotlů. V českých horských celcích, kde se vzhledem k obecně malému zastoupení vápenců (převážně krystalických) vyskytují karbonátové výchozy v korytech spíše vzácně, se povrchové evorzní tvary téměř nevyskytují (jediná v současnosti známá lokalita mimo Krkonoš jsou Jesenské kaskády u Bozkova).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše v tomto směru činily jednu z výjimek, neboť se zde nacházela skupina tří poměrně dokonalých obřích hrnců ve vápencovém prahu v korytě Jizerky v Křížlicích, která však byla zničená při rekonstrukci silnice roce 2009. Dnes se nalézají pouze tři tvarově méně dokonalé obří hrnce v této hornině ve vodopádu Rudného potoka v Obřím dole (103c), avšak dosti skryté přímo v linii vodního proudu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

103a

103b

103c

OBŘÍ KOTLE V ŽULÁCH

CHARAKTERISTIKA: Obří kotle jsou z genetického hlediska rozměrnějšími evorzními tvary, které se liší od podstatně hojnějších obřích hrnců pouze rozměry. Hranice mezi nimi není nijak objektivně stanovená, ale obecně lze konstatovat, že jejich rozměry jsou v řádu metrů. U nejdokonalejších tvarů lze pozorovat i spirálovité hrany, vznikající jejich postupným prohlubováním. Na dně mohou mít stěrkovou i valounovou výplň, jejíž objem se obvykle mění s každou povodní. Podmínkou jejich vzniku v tvrdých granitických horninách je větší vodnost toků (většinou řádově minimálně stovky litrů za sekundu, ale jsou i výjimky) současně s poměrně velkým sklonem, tj. hlavně ve vodopádech a peřejích. Kombinaci těchto faktorů splňuje v podmínkách nízkých hercynských pohoří jen velmi málo toků, a proto jsou u nás velmi vzácné.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jejich výskyt je velmi omezený. Nejpříznivější podmínky pro jejich vznik jsou ve vodnějších tocích v nižších polohách Skandinávského pohoří nebo Alp, přičemž jedna lokalita je známá i z Vysokých Tater (Studenovodské vodopády).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V žulovém podloží vznikly pouze v řečišti Mumlavy a Bílého Labe. Nejdokonalejší tvar mají dva z nich, které jsou součástí Kotlového vodopádu v řečišti Mumlavy (105a) a jsou dobře dostupné i veřejnosti. Představují lokalitu evropského významu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

OBŘÍ KOTLE V KRYSTALICKÝCH BŘIDLICÍCH

CHARAKTERISTIKA: Obří kotle v těchto horninách sice vznikají stejnými procesy jako u žul, ale vzhledem k odlišným vlastnostem hornin se v detailech liší. U krystalických hornin chybí lasturovité prohnutí puklinových ploch ložních puklin, které mohou mít u žul iniciální roli pro vznik víření vodního proudu, a tím i evorze. Naopak zde přistupuje výrazný vliv břidličnatosti hornin (směr, hustota) a také hnízd a pecek sekrečních křemenů, které jsou příčinou výstupků a nepravidelností ve stěnách obřích kotlů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V korytech horských toků, zvláště vodnějšího charakteru (například v Alpách) se vyskytují sice pouze lokálně (zvláště v soutěskách, peřejích a vodopádech), ale na druhé straně v takových místech vytvářejí příležitostně i celé skupiny, někdy ve skalním korytě řazené lineárně za sebou. V naší republice se vyskytují mimo Krkonoše již jen v Medvědím vodopádu v Krušných horách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Převážně méně vodné krkonošské toky nejsou příznivé pro jejich vznik, ale přesto se zde vzácně nacházejí. Nejdokonalejší příklady jsou v peřejích Černohorského potoka (105b) a na úpatí Kozelského vodopádu (105c). Některé evorzní tvary v peřejích Klínového potoka jsou rozměry na rozmezí obřích hrnců a kotlů.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

105a

105b

105c

OBŘÍ KOTLE NEPRAVIDELNÉ

CHARAKTERISTIKA: Vířivé proudění vody v korytech způsobuje, že naprostá většina obřích kotlů má kruhový nebo alespoň oválný půdorys. Ojediněle se však mohou vyskytnout i případy, kdy strukturní příčiny (u krystalických břidlic např. rozsáhlé pecky a vložky sekrečních křemenů, popř. výrazná břidličnatost) nebo tektonické poměry (velmi výrazné pukliny nebo puklinové plochy, popř. jejich křížení zvláště u granitoidů) mohou způsobit nápadné nepravidelnosti v půdorysu i tvaru kotlů. Vyskytují se i případy, kdy je do oblé formy modelovaná jen část stěn a jiná si zachovává přímočarý směr podél výrazné puklinové plochy. Může se však jednat pouze o určité vývojové stádium, neboť během dalšího vývoje může přecházet do pravidelnějšího tvaru.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se příležitostně vyskytnout na kterékoliv lokalitě obřích kotlů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Několik těchto forem lze pozorovat v žulách v korytě Mumlavy a Bílého Labe; nejdokonalejší ukázka je v Dívčí peřeji Bílého Labe u Dívčích lávek (107a).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

EMBRYONÁLNÍ OBŘÍ KOTLE

CHARAKTERISTIKA: Vedle dokonalých tvarů obřích kotlů existují v řečištích vodních toků také tvary, které jsou v počátečním stádiu vývoje, proto mají podobu pouze mělkých, miskovitých skalních prohlubní, kde šířka výrazně převažuje nad hloubkou, jež většinou nepřevyšuje 30 cm, výjimečně až 50 cm. Přesto je jejich povrch vesměs dokonale ohlazený a někdy mají na dně i nevelké množství vodou unášeného štěrkopísku. V některých horninách, jako například žulách, je příčina jejich vzniku predisponovaná velmi mělkými prohlubněmi na zvlněném až slabě lasturovitém povrchu horizontálních nebo subhorizontálních puklinových ploch (pukliny L v primárním puklinovém systému LQS).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv ve skalních korytech vodnějších horských toků, nejčastěji spolu s obřími kotly.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Právě v krkonošské žule je jejich výskyt poměrně častý, čímž představuje výjimku na území celé republiky. Nejdokonalejší příklady se nacházejí v žulách v korytě Mumlavy v okolí Mumlavského vodopádu (zvláště v plotnách nad vodopádem, 107b), ale ojediněle je můžeme vidět i v řečišti Bílého Labe a ve skalních plotnách Čertovy strouhy (107c).

STUPEŇ OCHRANY: **B**

107a

107b

107c

BOČNÍ VÝMOLY

CHARAKTERISTIKA: V místech vířivého proudění vody vznikají často vedle skutečných evorzních tvarů i boční výmoly, pouze jednostranně vyvinuté tvary, nejčastěji ve strmých až vertikálních partiích skalních břehů lemujících koryta. Jejich rozměry jsou řádově od desítek centimetrů až po několik jednotek metrů a stěny mohou být vyhlazené evorzí stejně dokonale jako u skutečných obřích hrnců. Tvarově dokonalejší tvary vytvářejí v homogenních a méně rozpukaných horninách (žuly, vápence). Poměrně časté je, že jejich část je jak nad střední vodní hladinou, tak i pod ní.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou poměrně časté na lokalitách obřích hrnců a kotlů, zvláště ve vodnějších tocích v místech přehloubeného koryta, kde skalní podloží vystupuje na březích nad hladinu v podobě vertikálních ploch. Jsou běžnou součástí soutěsek a soutěskových koryt v nejrůznějších horninách celého světa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vyskytují se na více lokalitách, nejdokonalejší ukázky jsou na Jizeře v Jizerském vodopádu (109a) a na Labi v Labské soutěsce (v tzv. Studeném koleně, 108), ale i některých Labských peřejích ve Vrchlabí (109b) a na Kozelském potoce (109c).

STUPEŇ OCHRANY: **B**

109a

109b

109c

EROZNÍ SKALNÍ ŽLABY V KRYSTALICKÝCH HORNINÁCH

CHARAKTERISTIKA: V místech zvýšeného sklonu toku, tj. v peřejích a nízkých vodopádech, dochází u vodnějších toků k intenzivní erozi ve skalním podloží. Vedle evorzních tvarů a výmolů a erozních ohlazů tak dochází někdy i k přehloubení koryta v lineárních liniích, které mohou mít podobu úzkých, převážně mělkých vyhlazených žlabů. Ty mohou mít v případě, že se v důsledku nerovností podloží vodní proud klikatí, i mírně tobogánovitou podobu, takže se v jejich ohybech může uplatňovat vedle eroze i evorzní výmolná činnost. Jedná se o jev, kterému byla věnovaná jen malá pozornost, proto chybí přesnější údaje, ale je velmi pravděpodobné, že zde hrají roli i litologické podmínky; v krystalických břidlicích je pro jejich vznik významný i vzájemný kolmý směr břidličnatosti a vodního toku.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v peřejích nebo soutěskách v horských podmínkách, časté jsou zvláště u vápenců (Alpy, Balkánská pohoří).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Žlaby tohoto typu se vytvořily na několika místech v korytě Labe ve fylitech v Hořejším Vrchlabí (111a) i níže ve Vrchlabí (Labské peřeje, 111b). V místech, kde je voda z velké části trvale zachycená do náhonů, však mají tendenci zarůstat, a jsou proto méně zřetelné.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Konkávní tvary vzniklé vodní činností

EROZNÍ SKALNÍ ŽLABY V SEDIMENTÁRNÍCH HORNINÁCH

CHARAKTERISTIKA: Nápadné a téměř vždy přímočaré skalní žlaby vznikají také v sedimentárních horninách, zvláště takových, vyznačujících se výraznou horizontální nebo subhorizontální tenkou vrstevnatostí. Jejich lavice bývají prostoupené vertikálními puklinami nebo i lokálními zlomy, a pokud prostupují podélně koryta vodních toků, narušená hornina podél nich představuje výhodnější podmínky pro postup lineární eroze. Proto na nich někdy vznikají úzká, žlabovitě prohloubená skalní koryta, která mohou mít v případě většího sklonu i peřejovitý charakter, popřípadě se v místě tvrdších lavic kombinovat i s vodopádovými stupni. Jejich hloubka a šířka se pohybuje nejčastěji řádově v decimetrech, u větších toků i v jednotkách metrů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv na zemském povrchu, nejčastěji ve vrstevnatých vápencích, slínovcích, ale i prachovcích a jílovcích. Nejnápadnější jsou však na méně vodných horských tocích, kde je větší pravděpodobnost vystupování skalního podloží v korytě a neskrývá je celé vodní proud.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jediný dobře vyvinutý erozní žlab tohoto typu vznikl v permských hnědočervených jílovcích až prachovcích spodní červené jaloviny v korytě Čisté na spodním konci obce Čistá (111c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

111a

111b

111c

VÁPENCOVÉ PRAHY V KORYTECH

CHARAKTERISTIKA: Vzhledem ke specifickým vlastnostem karbonátových hornin, zvláště malé odolnosti vůči erozi a současně snadnému působení koroze, v nich vznikají početné mikroformy i přímo v korytech vodních toků. Vedle soutěsek a soutěskovitě přehloubených koryt to jsou evorzní formy (obří hrnce a kotle), boční výmoly, peřeje a vodopády a také převážně korozně modelované plotny a prahy v řečišti. Tyto georeliéfové formy jsou však typické zvláště pro toky v plošně rozsáhlých krasových územích, v menším rozsahu se však mohou vyskytnout kdekoliv.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: S vápencovými prahy s nejrůznějšími mikroformami se můžeme setkat kdekoliv na světě v krasových oblastech, i když jejich kvantitativní i kvalitativní zastoupení se může velmi lišit podle čistoty vápenců, sklonu hladiny a dalších lokálních vlivů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vzhledem k plošně omezenému výskytu vápenců Krkonoších jsou zde podobné lokality omezené pouze na krátký úsek v korytě Jizery v Jizerském dole pod Zabylým (113a, b). Povrch prahu je členěný i drobnými jamkovitými prohlubněmi, nejspíše zčásti evorzního původu (113a, b). Nacházely se i v korytě Jizerky v kaňonu Jizerky v Křížlicích, kde však byl nejzajímavější práh naopak s dokonalými obřími hrnci zničený při rekonstrukci silnice.

STUPEŇ OCHRANY: **B**

ŘÍČNÍ TERASY AKUMULAČNÍ

CHARAKTERISTIKA: Jedná se o terasovité stupně provázející vodní toky, v reliéfově členitějších územích situované nejčastěji v úpatní části údolních svahů. Jsou tvořené přibližně rovným povrchem a obvykle strmým svahem, které odděluje často i nápadná, ostrá hrana, nejčastěji přibližně paralelní s hlavní podélnou údolní osou. Dokumentují vertikální vývoj údolí, neboť jsou pozůstatkem bývalého údolního dna, proto jich může být i více nad sebou. Mohou být akumulační i erozní (např. ve skalním podloží), avšak akumulační výrazně kvantitativně převládají. Jsou významným objektem a prostředkem pro studium změn a vývoje říční sítě i údolí a obecně vývoje georeliéfu (paleoreliéfu) určitého území. Jejich výskyt a rozměry jsou velmi rozmanité, s ohledem na intenzitu eroze a denudace daného území, obecně větší a souvislejší jsou však v podhorských územích a pahorkatinách. V hornatinách vzhledem k výrazné převaze erozních procesů je jejich výskyt omezený a téměř vždy jsou jen útržkovitě, popřípadě nedokonale vyvinuté.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V zmíněných nižších polohách patří k velmi běžným a místy velmi rozšířeným georeliéfovým tvarům. V horách a velehorách, kde výrazně převládá eroze, je jejich výskyt omezený a obvykle jsou jen nesouvislé. U pohoří s velkým plošným rozsahem a přítomností kotlinovitých depresí jsou však přece jen častější a rozsáhlejší než v malých pohořích, kde strmě spadající, převážně konsekventní údolí neskýtají příznivé podmínky k jejich vzniku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde po neogénním výzdvihu pohoří významně převládá eroze, a proto je zde jejich výskyt jen sporadický. Přesto se zde v lokálním měřítku vyskytují, a to jak u větších toků (nejvíce na Jizeře, 113c), tak u některých malých toků, ale jsou vesměs jen útržkové a malé, a jelikož pocházejí až z poslední etapy vývoje (holocénu), tak i nízké (téměř výhradně v měřítku jednotek metrů).

113a

113b

113c

ŠTĚRKOVÉ LAVICE

CHARAKTERISTIKA: Ploché štěrkové nánosy v korytech a březích vodních toků, tvořené převážně drobnými frakcemi, nejčastěji v podobě valounů či oblázků, u horských toků a v prostřední odolnějších hornin však i ostrohrannějšího charakteru. Velikost úlomků je také závislá na georeliéfových podmínkách. Na horním toku jsou valouny a úlomky větší, v podhorských oblastech se v důsledku vzájemného obrušování stále zmenšují, až nakonec přecházejí v písek a bahno. Tvarově a často i polohou jsou nestálé a obvykle se mění po každé povodni. Jsou přímo součástí divočících toků a běžné jsou i v ohybech a vnitřním, tzv. jesepním břehu v zakleslých meandrech horských toků.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou zcela běžnou součástí spíše vodnějších horských, ale i podhorských toků, vázaných zvláště na rozsáhlejší masivy velehor. Nízká a silně zalesněná hercynská pohoří, včetně Českého masivu, nejsou vzhledem na celkové georeliéfové podmínky příznivá pro jejich vznik, proto se v nich vyskytují v omezené míře a na malých plochách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde je jejich výskyt omezený: nepříliš početné a vesměs jen drobné štěrkové lavice jsou zde nejčastější u nejvodnější řeky Jizery (115a, Vilémov), a to hlavně na jesepních březích v místě ostřejších ohybů. Malé štěrkové lavice z převážně ostrohranného materiálu jsou také součástí divočících úseků Úpy v Obřím dole.

Tvary erozního reliéfu
Akumulační tvary vzniklé vodní činností

ÚDOLNÍ DIVOČÍCÍ TOKY

CHARAKTERISTIKA: V místech, kde se prudce zmenšuje sklon (spád) zpravidla horské nebo podhorské řeky, se zmenšuje i rychlost proudu a tím i jeho unášecí schopnost. Proto zde dochází k agradaci, tj. procesu, kdy se začínají masivně ukládat kamenité frakce, které proud unáší. Tok se v těchto kamenitých náplavech začíná klikatit, spontánně přemísťovat a dělit na více ramen, která se víceméně chaoticky rozdělují a zase spojují. Polohy hlavního proudu i jeho dílčích ramen, stejně jako poloha a výška samotných kamenitých náplavů, a tedy i výsledný vzhled koryta, se mění víceméně za každého zvýšeného stavu a v míře odpovídající velkosti povodně. Výskyt a rozšíření divočících toků je do určité míry daný litologickými podmínkami – více k němu inklinují odolnější horniny, produkující ostrohranné úlomky. Třídění materiálu zde neprobíhá, nebo jen v omezené míře. Rozměry koryt divočících toků a jejich úseků jsou obvykle závislé na výšce pohoří a vodnosti řeky; u rozsáhlých pohoří a také na jejich úpatí a v různě rozsáhlém podhůří, zvláště pokud se vyznačuje plochým reliéfem tzv. pedimentů a pediplénů. Tam mohou dosahovat délky mnoha kilometrů a šířek obvykle celých stovek metrů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Divočící toky jsou běžnou součástí zvláště vývojově mladých vrásových pohoří a jejich podhorských území; ve starých hercynských pohořích jsou naprostou výjimkou. Z nám blízkých hor měly charakter divočících toků některé řeky na úpatí Moravskoslezských Beskyd, kde jsou však dnes již téměř všechny regulované. Typickou obdobu si zachovaly dodnes u nejvodnějších toků Vysokých Tater (nejrozsáhlejší u řeky Belá) nebo u některých řek bavorských Alp a také na Balkáně (např. v Albánii) aj.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Naše nízká pohoří neskýtají vhodné podmínky pro vznik divočících toků, proto zde téměř neexistují. Zcela výjimečný a současně nejdokonalejší příklad recentního divočícího toku v rámci celé republiky vytváří Úpa v Obřím dole pod vyústěním Rudného potoka (115b, c). Rozlohou podstatně menší, ale s ohledem na větší sklon hladiny vertikálně členitější je divočící koryto Jeleního potoka u ústí Vasovy strouhy. Fosilní divočící tok, vzniklý v některém z humidních období holocénu, se nacházel i v Labských jamách pod spodním zakončením Labské rokle. Ten je však dnes stabilizovaný a zarostlý vegetací a představoval přechodný typ ke svahovým divočícím tokům (výplavovým kuželům).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

115a

115b

115c

SVAHOVÉ DIVOČÍCÍ TOKY

CHARAKTERISTIKA: K procesu divočení toku může v menší míře docházet i na náplavových kuželech horských toků, v závislosti na kombinaci vhodných litologických, sklonových, hydrologických (velikost průtoku) a vegetačních poměrů, popřípadě i v kombinaci nebo alespoň za spolupůsobení mur. Jejich rozměry jsou limitované velikostí náplavového kužele a také počet ramen, na které se dělí, je podstatně omezenější (obvykle jen 2 až 3), nebo k divočení dochází jen na dně jediného širšího, neckovitě zahloubeného ramene. Materiál vyplavovaný touto činností do hlavního toku přispívá k následnému divočení hlavního údolního toku, popřípadě na sebe prostorově přímo navazují. Svahové divočící toky mohou ohrožovat údolní komunikace, případně i jiné objekty infrastruktury a také les.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vznikají celkem běžně v horách, a zvláště velehorách mladého vrásového původu, kde dochází často také k údolnímu divočení toků. V hercynských pohořích jsou výjimečným úkazem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I v tomto případě je role Krkonoš výjimečná, neboť jsou jediným pohořím v republice s jejich výskytem, byť velmi omezeným. V recentní podobě to můžeme pozorovat na výplavovém kuželu Rudného potoka pod odvalem důlního díla Helena (117a). Jeho divočící tok produkující velké množství kamenitého materiálu vyvolává následné údolní divočení Úpy. Subrecetní podobu má divočení Temného potoka ve Vlčí jámě, které si vyžádalo výstavbu srubové regulace toku ve spodní části náplavového kuželu. Náznaky této činnosti jsou i na osypech pod Čertovou zahrádkou a Čertovou roklí a také ve Velké Sněžné jámě.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Akumulační tvary vzniklé vodní činností

ŘÍČNÍ OSTROVY

CHARAKTERISTIKA: Kombinované procesy vodní eroze a akumulace mohou vytvářet i u malých horských toků s poměrně velkým sklonem hladin drobné ostrovy v podobě vyvýšených, vesměs kamenitých (u větších toků i štěrkopísčitých) akumulací, obtékané vodním proudem z obou stran. Vznikají vesměs při extrémně velkých povodních (podle stavu vegetace na nich je zřejmé že rámcově stoletých a větších), kdy dochází k masivnímu přemísťování pevných hmot v řečišti, někdy i v souvislosti s lokálním a jednorázovým divočením toku, anebo dokonce i murovou činností, sesuvy nebo skalními zříceními, které jednorázově transportují do koryta velký objem kamenitých zvětralin spolu s dřevitou hmotou (kmeny a celé stromy). Některé z takových ostrovů zanikají při příštích obdobných povodních, jiné však podle vzrostlého lesa setrvávají v řečišti již dlouhodobě. Vedle větších řek mohou vznikat i na malých potocích s velkým sklonem hladin (přes 10°), které za povodní unášejí a přemísťují velké objemy kamenitých zvětralin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: U horských toků nejsou nijak výjimečné, zvláště v souvislosti s divočícími úseky (včetně fosilních), hojnými u mladých vrásových pohoří. Koryta nízkých hercynských pohoří nejsou pro jejich vznik příliš příznivá, ale přesto se zde vyskytují a také je třeba vidět, že jim nebyla dosud věnovaná větší pozornost.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších známe několik případů jak na řekách, tak dokonce i malých potocích, ale podle jejich stabilizované polohy i stromového porostu je zřejmé, že vznikaly hlavně během vlhčích klimatických období v zatím blíže nespecifikované, ale poměrně nedávné minulosti. Z větších řek jsou nejlépe vyvinuté na Jizeře (největší jsou těsně nad soutokem s Mumlavou (117b), pod ústím Dlouhého potoka (117c) nebo nad ústím Huťského potoka), ale existují i na některých malých vodních tocích (nejvýraznější je na Kozelském potoce, kde dosahuje délky přes 150 m, další jsou na Vavřincově a Dvorském potoce, Jelením potoce u Vasovy louky aj.). Specifický případ představuje Temná bystřina, kde vznikl díky materiálu transportovanému na dno zářezu drobnými murami.

117a

117b

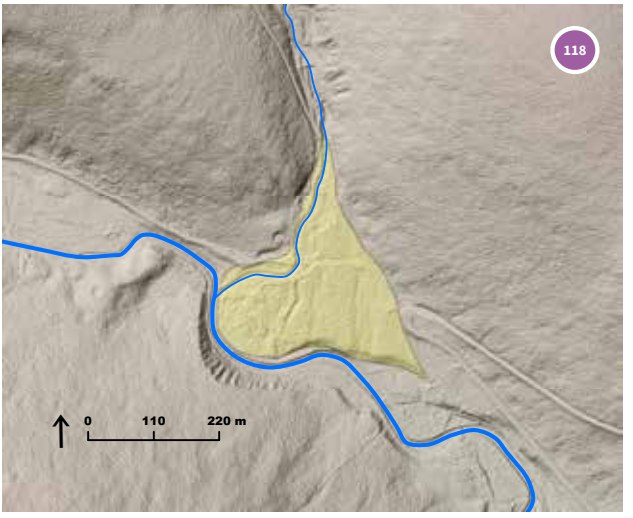
117c

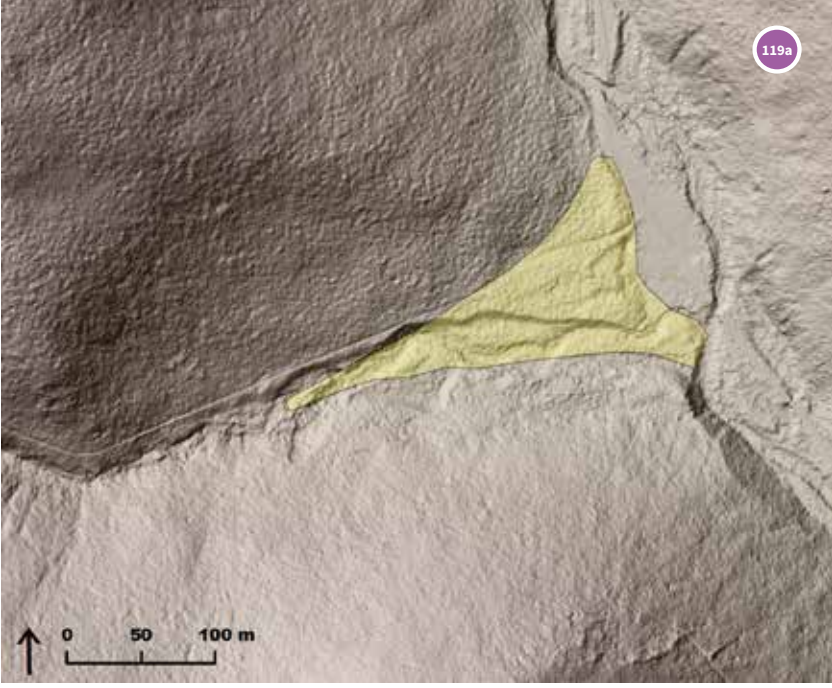
VÝPLAVOVÉ KUŽELY (NÁPLAVOVÉ KUŽELY)

CHARAKTERISTIKA: Jedním z nejrozšířenějších tvarů horského reliéfu jsou krátká postranní údolí a svahové zářezy. Vzhledem k jejich velkému podélnému sklonu se jejich toky vyznačují velkou erozní silou a unášejí a přemísťují za vysokých stavů velké množství kamenitých úlomků. V místě vyústění do údolí většího toku s menším sklonem a většinou i širším údolním dnem se jejich sklon také náhle zmenšuje a ztrácejí transportní schopnost. Kamenitá složka se začíná usazovat a vytváří výplavové neboli náplavové kužely, které jsou podle místních reliéfových poměrů i litologické skladby velmi odlišné velikosti a proměnlivého sklonu. V závislosti na klimatu jednotlivých období holocénu procházel jejich vývoj různě intenzivními etapami akumulace, přičemž v době nejintenzivnějšího narůstání se na nich velmi často uplatňovalo i divočení toku, který je vytvářel. Jejich čelní partie může být narušována boční erozí hlavního údolního toku. V současné době jsou v našich poměrech převážně stabilizované a zarůstají vegetací, často i stromovou, která je dosti skrývá. V případě velkých povodní však na nich i dnes může docházet k lokálnímu přemodelování koryta i jeho přilehlých partií.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou zcela běžnou součástí horského a často i vrchovinného reliéfu všude na světě, jejich rozměry jsou však velmi proměnlivé v závislosti na výšce pohoří a také v závislosti na horninovém podloží a klimatu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I zde jsou celkem běžnou součástí reliéfu. Podle jejich celkových rozměrů je však zřejmé, že jejich vývoj dosáhl maxima v minulosti, nejspíše v mladých obdobích holocénu (nejpravděpodobněji v subatlantiku a subrecentu). Dnes je až na výjimky většina jejich plochy stabilizovaná a aktivně se nevyvíjí, proto jsou téměř všechny z velké části porostlé lesem. Ale i dnešní aktivní koryto na nich bývá ve srovnání s výše ležící údolní částí toku rozšířené a často vytváří v kuželu mělký zářez, v němž dochází za povodní k přemísťování kamenitých splavenin, někdy až v podobě plošně omezeného divočení. Velmi typické výplavové kužely vytvářejí všechny tři pravostranné přítoky Jeleního potoka, Křížový potok (119a), Koulová strouha (119b) a Messnerův potok. V případě, že na nich vodní toky ohrožovaly nějaké objekty nebo les, jsou dnes zcela nebo zčásti zregulované (Dvorský a Medvědí potok v Labském dole, 118). V Úpské jámě je atypicky dlouhý výplavový kužel pod Horním Úpským vodopádem a v současnosti nejaktivnější v celých Krkonoších je menší část kuželu Rudného potoka v Obřím dole. Mohou však vytvářet i malé svahové potoky jako u Godrových domků (119c).




119a
0
50
100 m

119b

119c

PONORNÉ TOKY V ŘÍČNÍCH NÁPLAVECH

CHARAKTERISTIKA: Ponorné toky bývají běžně spojované s krasovými horninami, zvláště s vápenci. Mnoho metrů mocné kamenité náplavy horských údolí postrádající výraznější podíl hlinité složky se často vyznačují natolik významným zastoupením intersticiálních prostor, že se v nich mohou úsekovitě ztrácet téměř trvale, nebo alespoň dočasně méně vodné toky. Často tomu bývá u divočících toků nebo některých jejich ramen. Významnou roli přitom hrají i litologické poměry; příznivé jsou pro jejich existenci odolné horniny (žuly, krystalické břidlice) zvětrávající v rozměrnějších úlomcích, s malým podílem jemných frakcí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V horských a velehorských podmínkách celého světa nejsou nijak výjimečným jevem. Lze ho pozorovat v kamenitých náplavech i v rozsáhlých úpatních sutích ledovcových karů a trogů a také v případě absence povrchových odtoků hlavně u některých karových jezer. Ve velehorách se vyskytují ponorné toky i pod mocnými údolními závaly rozsáhlých skalních zřícení.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Reliéfové podmínky hercynských pohoří, a tedy i Krkonoš nejsou příliš výhodné pro vznik ponorných toků tohoto typu, ale přesto se zde s nimi setkáme. Nejznámější je případ Úpy, která se s výjimkou vysokých stavů postupně ztrácí v úseku divočícího toku pod ústím Rudného potoka v délce téměř 500 m (121a) a vyvěrá soustředěným silným pramenem ze sutí kombinovaných s kamenitým sesuvem na úpatí protilehlého (pravého) svahu pod Čertovou zahrádkou (121b). V Obřím dole se ztrácí v podzemí také svahový Murový potok, který vyvěrá silným pramenem v troskách někdejší mlíčnice nedaleko nad Kapličkou. Druhý nejvýznamnější údolní ponorný tok představuje spodní část Koulového potoka, který vyvěrá též v podobě silného pramene až na dně Jeleního dolu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Tvary erozního reliéfu
Akumulační tvary vzniklé vodní činností

CIZORODÉ HORNINY VE FLUVIÁLNÍCH NÁPLAVECH

CHARAKTERISTIKA: Zajímavým, byť ne přímo reliéfovým fenoménem v korytech některých krkonošských toků je výskyt cizorodých horninových úlomků v kamenitých náplavech. Mísení úlomků různých hornin v náplavech je u delších vodních toků zvláště v horských podmínkách samozřejmostí, ale v některých případech může tento jev v daném území představovat určitý výjimečný prvek, zvláště jde-li o horniny jiné genetické skupiny, výrazně odlišné barvy a nápadně rozdílné velikosti úlomků.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podobný jev se může vyskytovat kdekoliv, ale nebývá dostatečně sledovaný, popř. doceňovaný.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejvýznamněji se tento fenomén uplatňuje v korytě horní Jizery nad Mýtem v Kořenově, které se jako celek nachází na uniformním podloží žulového plutonu. Výjimkou je zde masiv Bukovce, který představuje nejrozsáhlejší a nejvýznamnější výchoz neovulkanitů (nefelinitu, obecněji čediče) v regionu. Z jeho svahů jsou čedičové úlomky transportované kombinovanými procesy až do koryta Jizerky a Jizery (121c), kde je můžeme dobře pozorovat díky odlišné tmavé barvě v poměrně velkém množství v náplavech až na Rokytnicko, někdy dokonce uchycené v žulových evorzních tvarech. V okolí Harrachova se však nacházejí ještě další drobná vulkanická tělesa, která sice nevystupují nad úroveň terénu a jsou skrytá ve vrstvě zvětralin, ale úlomky z nich se dostávají erozními a gravitačními procesy až do koryt vodních toků. V nich jsou také někdy dále transportovány až na vzdálenost celých kilometrů. Nejznámější příklad představují Kamenice a Zlatý ručej u Harrachova. Odlišný případ představují velké žulové balvany v korytě Dolského (Svatopetrského) potoka pod ústím Hrazeného potoka na podloží krystalických hornin (svoru), které pocházejí z úzké žulové apofýzy v horní části Hrazeného dolu. V minulosti vedly dokonce k mylnému závěru, že sem byly dopravené splazem náhorního (fjeldového) ledovce z prostoru Bílé louky.

121a

121b

121c

HŘBETY

CHARAKTERISTIKA: Vypuklý, výrazně vystupující a lineárně protáhlý reliéfový tvar ohraničený výraznými okrajovými svahy a zaoblenou až plochou vrcholovou částí (temenem). V minulosti se nerozlišovaly od hřebenů a byly běžně zaměňovány, dnes je již odborná geomorfologická literatura exaktně rozlišuje. Určitý problém představuje pomístní názvosloví, které vznikalo průběžně již v dávnější minulosti, kdy se nerozlišoval rozdíl mezi nimi, a tak je zcela obvyklý případ, kdy hřbet v pomístním názvu je ve skutečnosti typologicky hřeben a naopak.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Celosvětově jeden z nejvíce rozšířených reliéfových tvarů, rozšířený hlavně v geomorfologických jednotkách s menší reliéfovou energií (tj. s menší vertikální členitostí v pahorkatinách, vrchovinách až středohorách) a také v těch, které se s ohledem na geologické stáří vyznačují pokročilou denudací a erozí (například ve všech prvohorních hercynských pohořích Evropy).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Až na několik málo výjimek k nim patří všechny krkonošské hřbety, byť názvoslovně mohou některé nést označení hřebeny. Velmi dokonalou ukázkou je Žalský hřbet se zaoblenými tvary dílčích elevací (123a).

Tvary erozního reliéfu
Konvexní reliéfové tvary

HŘEBENY

CHARAKTERISTIKA: Vypuklý, výrazně vystupující a lineárně protažený reliéfový tvar s výraznými, strmými okrajovými svahy a ostrou vrcholovou částí, často i souvisle nebo alespoň v některých úsecích skalnatou. Pro silně nebo téměř souvisle skalnaté tvary tohoto typu se používá i termín *skalní hřeben*. Velmi často jsou vymezené i ostrým úpatím. Pro jejich častou názvoslovnou záměnu s hřbety platí totéž, co je uvedené u hesla *hřbety*.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Běžně rozšířený reliéfový tvar, typický zvláště pro mladé vrásové vysokohory a velehory (např. Vysoké Tatry nebo Alpy) modelované intenzivní, hlavně pleistocénní ledovcovou erozí. V nižších polohách vznikají spíše solitérně zvláště v místech se složitějším geologickým vývojem (mohou být podmíněné strukturními vlivy, tj. střídáním různě odolných hornin na malé ploše, nebo mladými vertikálními tektonickými pohyby apod.).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Patří sem jen několik hřebenů. Nejdokonalejší ukázkou jsou Kozí hřbety (123b), Čertův hřebínek (123c), popřípadě krátký vrcholový úsek Krkonoše se Zlatým návrším, všechny podmíněné strukturně na tvrdých horninách kontaktního dvora. Krkonošské Kozí hřbety jsou někdy, snad i s ohledem na svůj pomístní název označované také jako geomorfologický tvar shodného jména, tj. kozí hřbety. Ten však je vhodnější používat spíše pro výrazně asymetrické hřebeny budované sedimentárními horninami, s jednoznačně odlišeným poněkud mírnějším strukturním a strmým čelním svahem.

123a

123b

123c

ROZSOCHY

CHARAKTERISTIKA: Termín má spíše orografický (horopisný) než geomorfologický význam. Jako rozsochy označujeme obecně postranní hřbety (v případě zaoblených temen) nebo hřebeny (v případě ostrých temen a vrcholů), vybíhající do stran od hlavních (obvykle rozvodních) horských hřbetů či hřebenů. Označujeme tak delší (v řádu kilometrů) formy, které se mohou ještě dále členit. Z toho důvodu jsou často buď jako celek, nebo jejich dílčí části i názvoslovně odlišované. S ohledem na jejich rozměry a skutečnost, že vybíhají až k okrajům pohoří, které jsou tvořené sedimentárními obaly, se mohou geologickou stavbou i georeliéfovými znaky (například zastoupením, početností a modelací skalních útvarů) výrazně lišit od centrálního hřebenu nebo hřbetu. Velmi výrazně ovlivňují i směrování a charakter vodní sítě daného pohoří. Vzhledem k tomu, že sestupují velmi často do nižších nadmořských výšek než hlavní hřeben, mohu se lišit i vegetačními (přítomností lesa), a tím i krajinářskými poměry.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Rozsochy jsou běžnou záležitostí u mnoha horských celků, ale jejich role a význam mohou být, například i v závislosti na geologické stavbě, velmi rozdílné. Menší, nebo dokonce malou roli mívají u pohoří plošinového rázu (například krasových, ale i takových s rozsáhlými zarovnanými povrchy) nebo u vrásových pohoří budovaných paralelní sérií hřbetů nebo hřebenů.

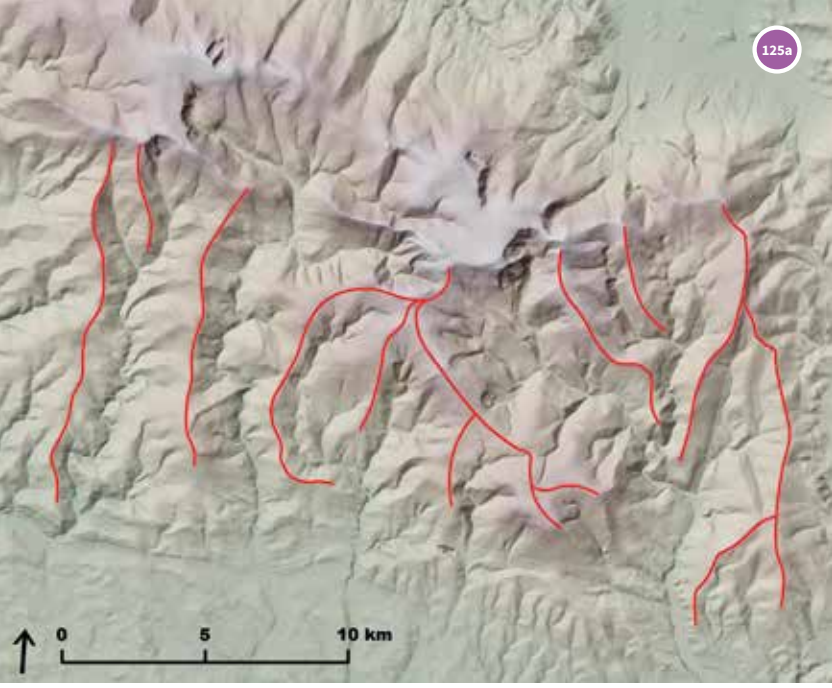
VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše patří k pohořím, kde se rozsochy na české straně vzhledem jejich specifické geologické stavbě uplatňují georeliéfově velmi významně, nejspíše nejvíce ze všech našich pohoří. Jejich převážně severojižní směr a mezilehlá hluboká erozní údolí určují rozhodující způsobem modelaci české části pohoří do té míry, že jsou i názvoslovně odlišované (125a). Specifická geologická a z ní vycházející geomorfologická stavba Krkonoš jsou příčinou místní zvláštnosti, že na západě a ve střední části vybíhají rozsochy z vnitřního, Českého hřbetu (Vlčí hřbet, Žalská a Černohorská rozsocha), zatímco na východě až z vnějšího, rozvodního Slezského hřbetu (Růžohorská, Maloúpská a Rýchory).

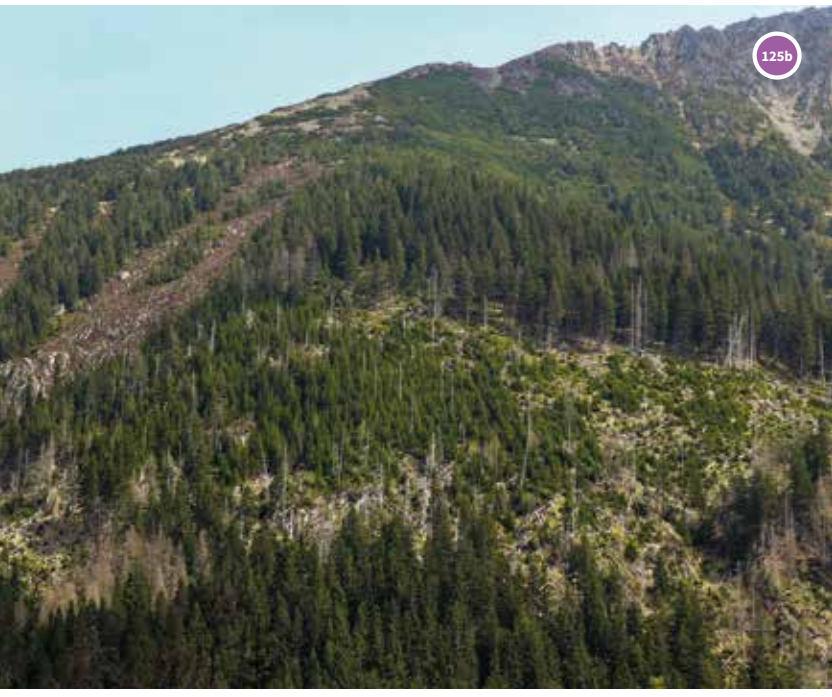
SVAHOVÁ ŽEBRA

CHARAKTERISTIKA: Krátké postranní konvexní elevace vystupující ze svahů horských hřbetů a hřebenů, odlišující se od nich nápadně strmě spadající hřbetnicí. V případě, že jsou převážně skalnaté (nejčastěji ve velehorách), označují se jako skalní žebra. V naprosté většině jsou pouze plošně poměrně malou součástí svahů rozsáhlejších horských hřebenů, hřbetů nebo vrcholů, neboť směrem nahoru obvykle vykliňují. Po stranách mohou být vymezené svahovými zářezy, žlaby nebo nepříliš hlubokými svahovými údolíčky někdy i s potoky, popřípadě i murovými dráhami. Mohou však být i výrazněji asymetrické, kdy jsou z jedné strany vyšší než z opačné, nebo dokonce téměř jednostranné, kde na jedné straně přecházejí víceméně plynule v přilehlý horský svah. Skalní útvary svahových a skalních žeber vytvářejí poměrně často zvláště v sedimentárních horninách zajímavé výtvory v podobě skalních bran, oken, převisů, dutin a výklenků nebo izolovaných skalních věží, případně i jejich většího seskupení.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Svahová i skalní žebra jsou zcela běžnou součástí horského reliéfu a bývají zde zastoupená v hojném počtu; reliéfově výraznější jsou obvykle v geologicky mladých pohořích s intenzivnější erozí.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Svahová žebra jsou zde zastoupená zvláště ve svazích hlubokých erozních i ledovcových údolí. Nejvýraznější a s největším zastoupením skalních výchozů a útvarů jsou zvláště v prostoru vývojově mladších, erozně přehloubených údolí, kde mají některá i samostatný pomístní název jako Rudník v Obřím dole (125b), Hřebínky ve svazích Luční hory nebo Malý Jeřábník v údolí Jizerky. Člení také svahy Jeleního dolu, například u ústí Koulového dolu (125c). Na polské straně sem patří ledovcovou erozí vzniklé žebro Grzęda, oddělující obě Sněžné jámy, a také strukturně podmíněné žebro (žílou tvrdých žulových porfyrů), oddělující kary obou Stawů.


125a
0
5
10 km


125b

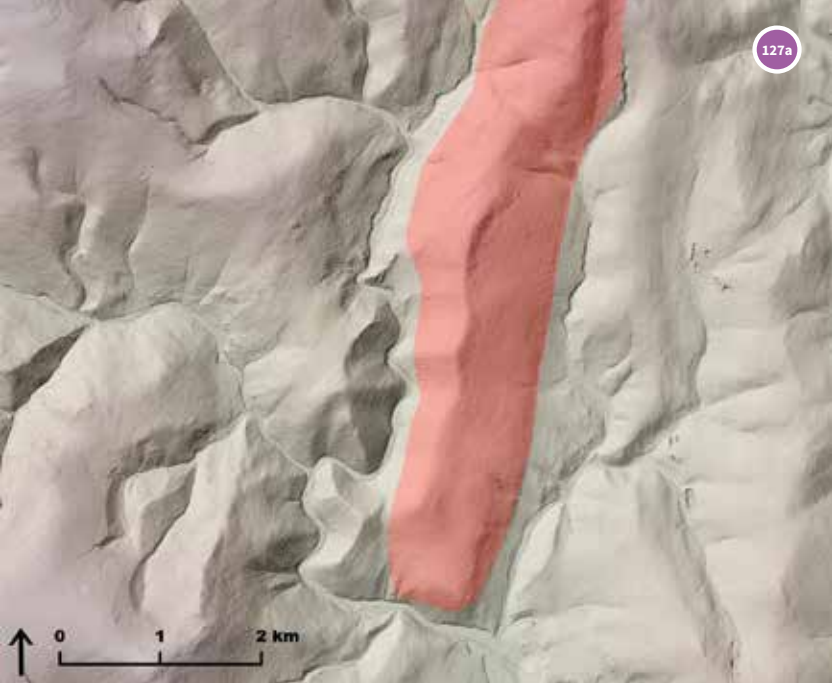
125c

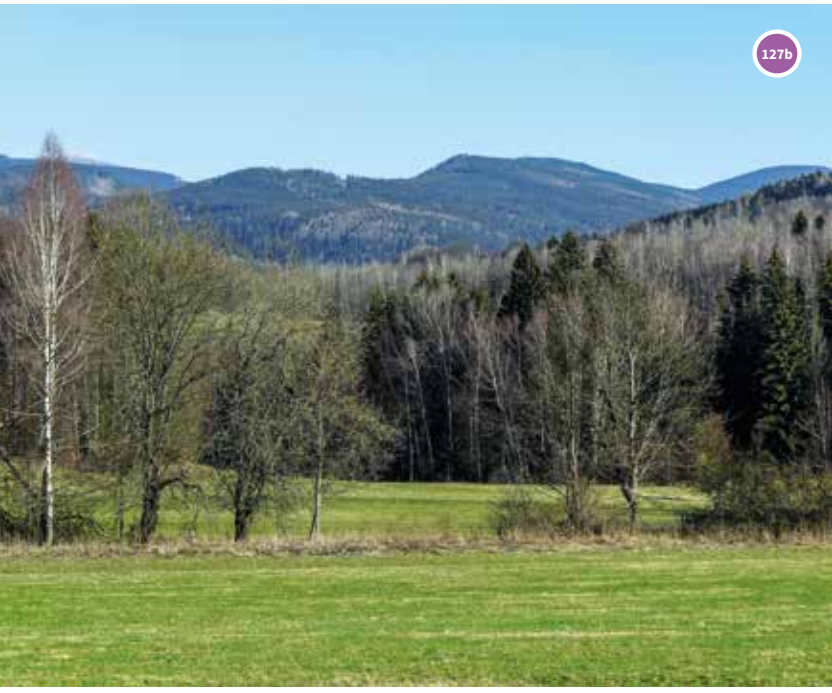
STRUKTURNÍ HŘBETY A VRCHOLY KRYSTALICKÝCH BŘIDLIC

CHARAKTERISTIKA: V prostoru, kde se rychle střídají polohy nestejně tvrdých hornin, jsou výchozy těch odolnějších v důsledku denudačně erozních procesů velmi často vypreparované do podoby elevací nebo i lineárních hřbetů, hřebenů a skalních útvarů, nebo dokonce skalních zdí. To platí i pro krystalické horniny, kde je střídání různých hornin na poměrně malé ploše velmi časté. Velmi významně se však přitom uplatňují i klimatické vlivy, neboť z různé horniny vykazují velké rozdíly odolnosti v různých klimatických pásmech. Jako příklad lze uvést žuly, které jsou v našem podnebí (tj. mírném humidním) symbolem tvrdosti a odolnosti, zatímco ve vlhkých tropech (tj. v podnebí teplém a humidním) podléhají zvětrávání relativně rychle. Krystalické břidlice jsou dosti odolné v každém klimatu, ale i mezi nimi jsou dílčí rozdíly – nejodolnější jsou například kvarcity, poměrně odolné i ruly (ortoruly) a nejméně fylity a svory, ale u všech hraje velkou roli také hustota puklin i způsob rozpukání a také charakter břidličnatosti.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Výše uvedené faktory se uplatňují všude na světě, výraznější jsou však v podmínkách pahorkatin, hornatin a středohor; ve velehorách, kde se na vývoji reliéfu nejvíce podílí extrémně rychlá eroze, svahové pochody a mrazové a ledovcové procesy, jsou tyto rozdíly dosti potlačené a minimálně se uplatňují i v území s rozsáhlými a hlubokými zvětralinovými pokryvy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jedním z nejvýraznějších příkladů tohoto typu představuje pruh tvrdých ortorul, který vytváří i výrazné makroreliéfové tvary v podobě linie vrcholů a hřbetů táhnoucí se v obloukovitém pruhu od Žalého (126a) na západě až k Pomeznímu hřebenu na severovýchodě. Nejvýrazněji v něm vystupuje v místě jeho největší šířky spojený masiv Černé a Světlé hory, který zásadním způsobem ovlivnil vývoj georeliéfu celých východních Krkonoš, a zvláště povodí Úpy. Reliéfově výrazné jsou i masivy Dlouhého (127a, b) a Pomezního hřebene (z geomorfologického hlediska se však jedná o hřbety), které představují východní pokračování tohoto ortorulového pruhu. Menší strukturní tvary vytvářejí i zelené břidlice, jako například hřeben se zámkem v Žacléři (126b) nebo krystalické vápence u Lysečinské skalní jehly (127c).


127a
0
1
2 km


127b

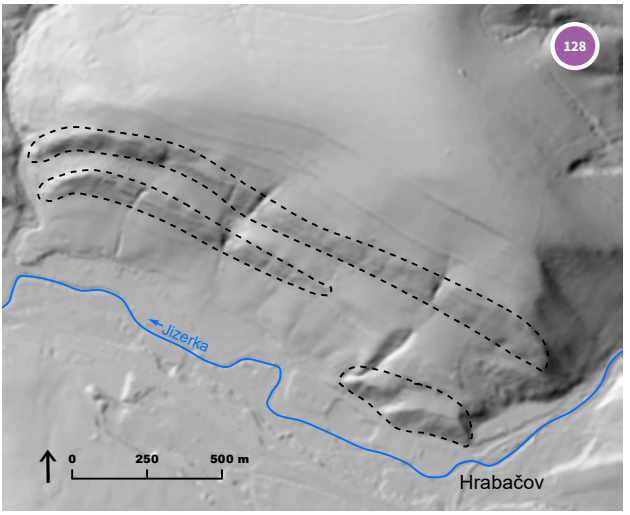
127c

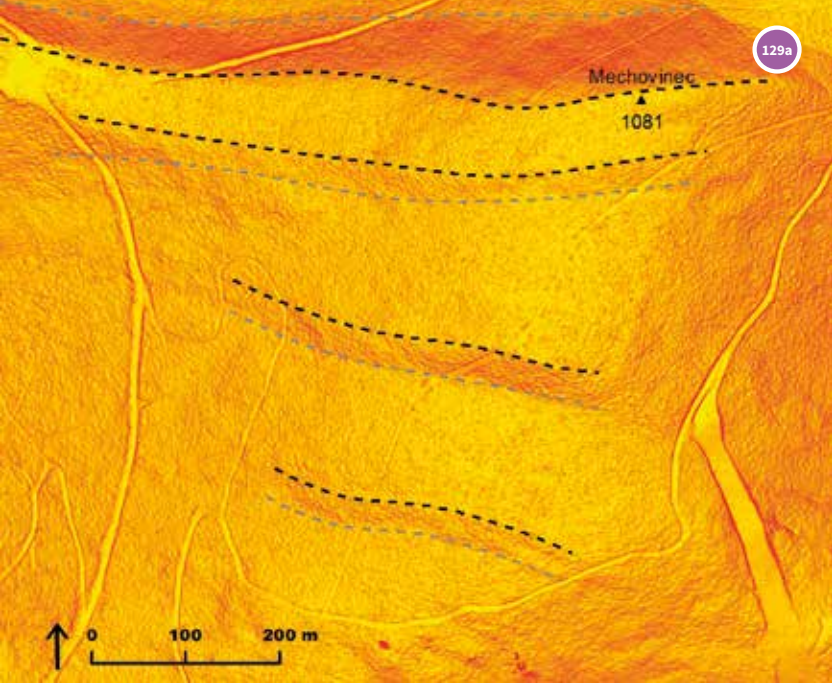
STRUKTURNÍ SVAHOVÉ STUPNĚ

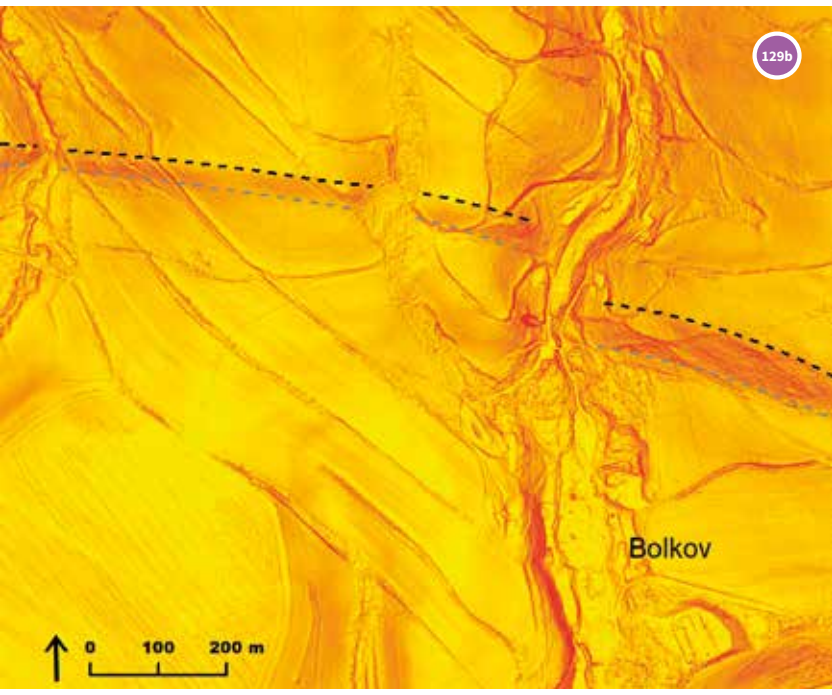
CHARAKTERISTIKA: Rozdílná odolnost hornin vůči zvětrávání a erozi se projevuje i na rozdílné modelaci svahů. Zvláště nápadné je to u horských svahů, které jsou vyšší a delší, takže se v nich častěji střídají různé horniny, nebo i různě odolné partie téže horniny, v závislosti na odlišném tmelu u některých sedimentárních, nebo rozdílů ve směrování a intenzitě břidličnatosti u krystalických hornin. Tvrdší horniny vytvářejí ve svazích strukturní formy vystupující v podobě svahových stupňů až teras, nebo dokonce i výškově asymetrických hřebenovitých elevací. V liniích kontaktů větších geologických celků (například krystalických a sedimentárních hornin) mohou představovat dokonce změnu celkového sklonu svahů v makroreliéfovém rozsahu. Nejvýraznější strukturní svahové stupně bývají ty, které mají přibližně vrstevnicový průběh, ale poměrně časté jsou i ty s diagonálním průběhem k vrstevnicím. Zvláště u stupňů větší délky se mohou kombinovat i se skalními výchozy nebo mrazovými sruby v čelním svahu.

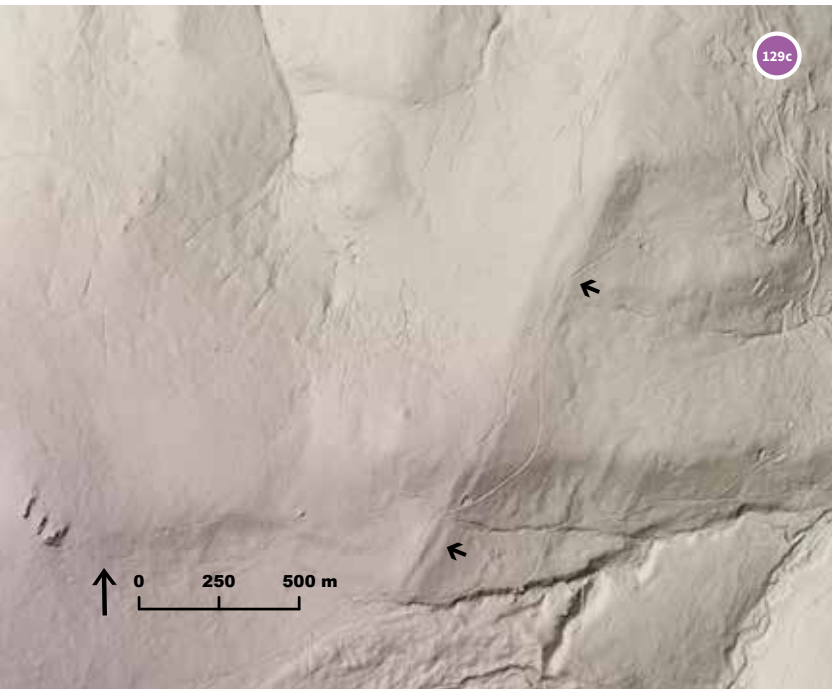
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří k poměrně běžným reliéfovým prvkům, ale často unikají pozornosti pro menší výraznost a také krytí vegetací, zvláště lesem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou zastoupené na více místech, ale výrazné podoby dosahují spíše výjimečně. V rámci krkonošského krystalinika jsou nápadné například na jižním svahu Žalého a Mechovince (129a) v Žalské rozsoše, kde jsou nejspíše podmíněné odlišnou odolností chloriticko-sericitických a grafit sericitických fylitů, které se zde střídají v úzkých pruzích vrstevnicového směru. Podobně je tomu v západních svazích Rýchor, kde vznikají na úzkých pruzích tvrdších porfyroidů a křemen-albitických fylitů mezi ostatními fylity. Vůbec nejvýrazněji se uplatňují podél kontaktu krkonošského krystalinika a permokarbonských hornin na jižních svazích Janského hřbetu mezi Bolkovem (129b) a Javorníkem, kde vytvářejí dokonce výškově asymetrické svahové elevace a vymezují i celkové zmenšení sklonu svahů na sedimentárním podloží. V naprosté většině se však jedná o málo výraznou reliéfovou formu, která je ve vegetaci obtížně identifikovatelná. Ve výraznější podobě se nachází na polské straně pohoří v prostoru Suszyce a Czarné Góry u Karpacze (129c) a na české v okolí Hrabačova a Víchové, kde se na svazích střídají pruhy tvrdších bazaltandesitů a málo odolných permských sedimentů (128).




129a
Mechovinec
1081
0
100
200 m


129b
Bolkov
0
100
200 m


129c
0
250
500 m

SKALNÍ
tvary

TORY

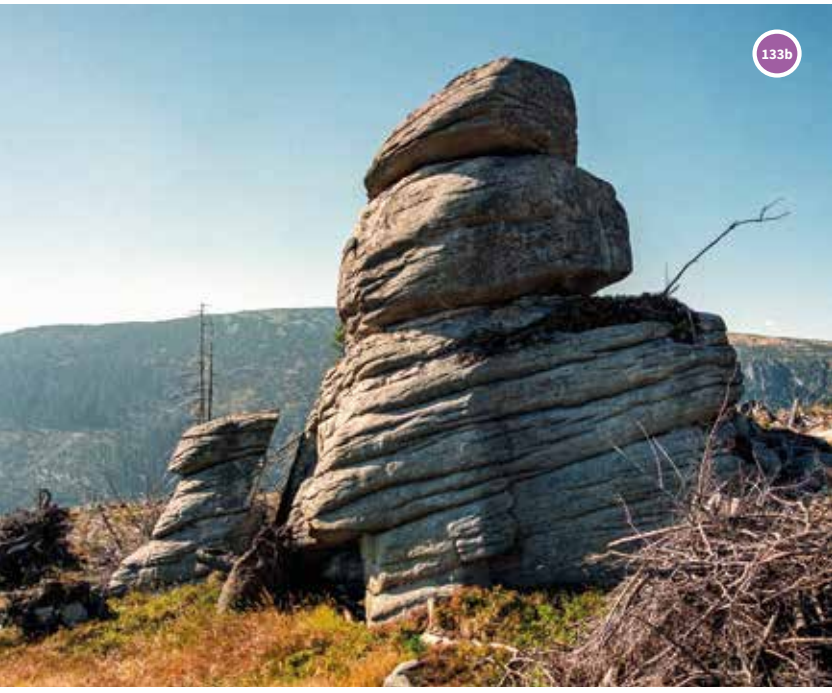
CHARAKTERISTIKA: Tory jsou věžovité skalní útvary menší rozlohy, vystupující ze všech stran nápadně nad své okolí, v češtině někdy označované i jako izolované skály. Poměrně často vytvářejí i celé malé skupiny s různě velkými rozestupy. Rozhodujícím kritériem torů by měl být jejich dvoufázový vývoj (v tomto smyslu byly i původně popsané), což se v praxi někdy nedodržuje a jsou sem řazené i jiné typy skal jen na základě čistě morfologických znaků. Představují relikty původní úrovně sečného povrchu v místech odolnějších partií horniny. První etapa jejich vývoje proběhla během teplého humidního klimatu chemickým zvětráváním skalního podloží do velkých hloubek (až jednotek desítek metrů) k hladině dosahu spodní vody během neogénu nebo starším až středním pleistocénu, v níž zůstávala tato odolnější skalní torza skrytá pod povrchem. Druhá etapy proběhla po změně klimatu v pleistocénu, zvláště během ledových dob (uvádí se zvláště výrazný podíl poslední z nich – würmu), kdy nastoupila intenzivní eroze a denudace reliéfu. Tím došlo k odstranění jemnozrnných zvětralin, tvrdé nezvětralé partie horniny byly exhumovány a vystoupily nad své okolí v podobě skalních útvarů. Typickým znakem takto vzniklých torů jsou zaoblené tvary a hrany bloků, někdy až bochníkovité nebo kulovité podoby, u nichž není jednotnost názorů, zda se jedná o pozůstatek původního chemického, nebo až povrchového, z velké části mrazového zvětrávání. Nejpočetnější a nejdokonalejší tory vznikají v žulách s kvádrovitou odlučností. Na jejich povrchu vznikají následně i různé tvary mikroreliéfu, jako skalní mísy a žlábky, skalní sedátka, pseudoškrapy, a nezřídka vytvářejí i malé skalní perforace (skalní brány a okna, častěji však nepravé z volných bloků), viklany a pseudoviklany.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se hlavně ve vysočinách a hornatinách, zvláště v závislostí na horninovém podloží. Nejčastěji vznikají v granitoidech s kvádrovitou odlučností, méně časté jsou i v krystalických břidlicích s podobnými vlastnostmi (např. ortoruly). Popsané byly v Anglii, odkud pochází i jejich pojmenování, které je již dnes zažité nejen v české odborné, ale víceméně též obecné terminologii. U nás v tomto směru vynikají zvláště sousední Jizerské hory, ale jsou známé i z některých částí Šumavy, Novohradských hor a odjinud.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V polské části pohoří budované z větší části žulou jsou natolik početné, že zde představují jeden z nejcharakterističtějších reliéfových i krajinářských znaků; k nejznámějším patří Slonecznik (Polední kameny – 133c) a nejvyšší z nich jsou zde Pielgrzymy. Velký počet torů provází i svahy údolí největší zdejší říčky Kamienné. Na naší straně je jejich počet menší, nejznámější jsou Dívčí (132) a Svinské kameny (133a) na hlavním hřbetu, ale vyskytují se i v nižších polohách (Pudlavský hřbet – 133b, Lubošské kameny). V českých Krkonoších bývají většinou rozlišované i názvoslovně v podobě „kameny“.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

133a


133b

133c

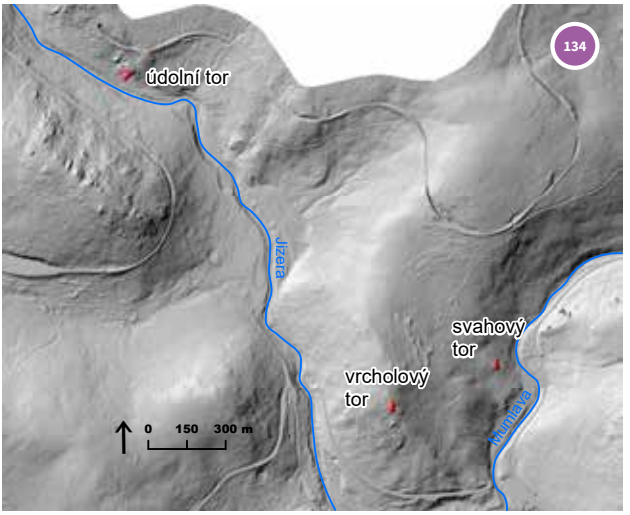
TORY PODLE POLOHY

CHARAKTERISTIKA: Odborná literatura někdy rozlišuje tory a skalní hradby také podle polohy na tři základní typy: vrcholové (temenní), na reliéfových hranách a svahové až údolní. Vrcholové přitom mohou být jak na zaoblených, málo zvlněných a členitých vrcholových hřbetech zarovnaných povrchů, tak na dílčích elevacích postranních rozsoch a méně výrazných meziúdolních svahových hřbetech. V závislosti na rozsahu lesního porostu bývají reliéfově nejvýraznější vrcholové, a to zvláště ty, které jsou nad alpinskou hranicí lesa, existují však i výjimky v závislosti na výšce skalního útvaru a lokálních podmínkách v okolí.

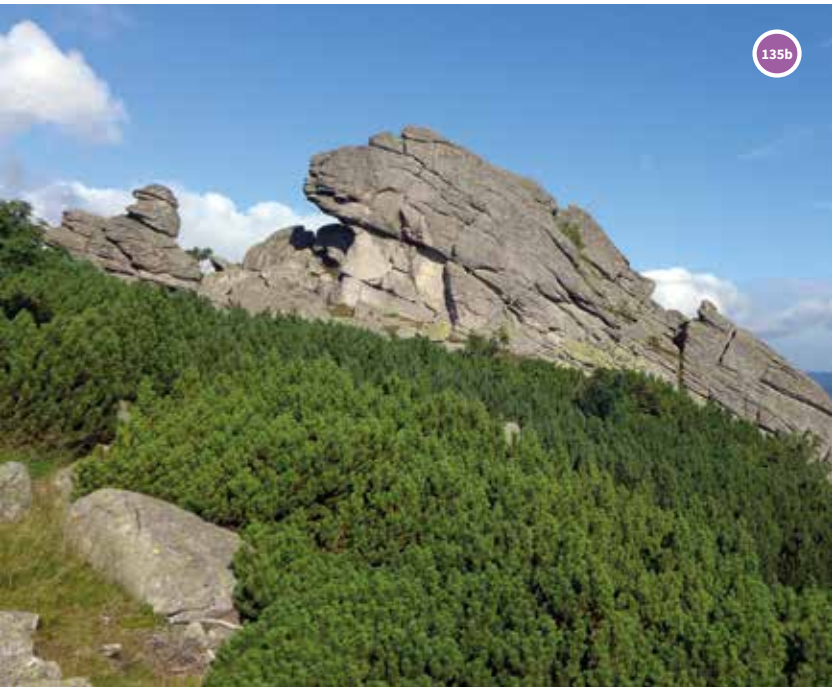
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V místech častého výskytu torů a skalních hradeb se běžně vyskytují všechny polohové typy, což dokonale splňují například Jizerské hory.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také v Krkonoších, zvláště na polské straně pohoří, se vyskytují všechny tři uvedené typy (134). Dokonalou vrcholovou polohu má Tvarožník, Violík, Krakonošova kazatelna (Czarcia Ambona) nebo Mužské a Dívčí kameny (135a), ale i některé z níže položených, jako například Pevnost nad Dívčími lávkami. Navzdory vzájemně blízké poloze představují Dívčí a Mužské kameny zajímavý paradox: Nejenže patří k jinému typu (Dívčí kameny jsou typické tory, zatímco Mužské kameny naopak představují skalní hradbu), ale liší se i polohou, neboť Mužské kameny již jsou přechodem k poloze na reliéfové hraně. Jednoznačnou polohu na reliéfových hranách mají Końskie Łby u Szrenice (135b) a Słonecznik (Polední kámen), jehož silueta je zdaleka viditelná a dala mu i pojmenování. Na naší straně sem patří například Harrachovy kameny. Početné jsou i svahové tory a skalní hradby jako Ptačí kámen (135c, vyznačený šipkou) nebo všechny „kameny“ na Pudlavském hřbetu. Některé spadají úpatím až ke dnu horských údolí a mohly by se v takovém případě označit i jako údolní tory. K těm patří na polské straně Krucze Skały a Krzyve Baszty přímo u silnice ve Szklarské Porębě a řada dalších skal v údolí Kamienné. Na naší straně se vyskytuje tento poslední typ jen v nepatrném počtu v Jizerském údolí (134).

STUPEŇ OCHRANY: A



135a


135b

135c

SKALNÍ HRADBY

CHARAKTERISTIKA: Skalní hradby jsou útvary geneticky zcela totožné s tory, ale liší se pouze morfometricky. Označují se tak skalní výchozy většího plošného rozsahu, z čehož vyplývá i jejich často výraznější členitost, která může mít podobu rozsedlin, skalních stupňů až teras apod. Posouzení rozsahu je však velmi subjektivním hlediskem, tím spíš, že je řada skalních útvarů, kde se kombinují tory i skalní hradby, a to jak půdorysně, tak výškově, kdy širší báze celého útvaru má charakter skalní hradby, ale přechází ve vrcholových partiích v jednotlivé věžovité tvary charakteristické pro tory. Podobně jako tory jsou nejčastěji vázané na žuly s kvádrovitou odlučností a rozpadem, spíše výjimečně i na krystalické břidlice (ortoruly). Určitou podobnost mají i s některými skalními výchozy kvarcitů, které ale nevznikly dvoufázovým vývojem a převládají u nich ostrohranné tvary.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se ve stejných územích jako tory, zcela běžně se kombinují nejen v plošném rozšíření, ale i v rámci jednotlivých skalních útvarů. Na našem území je můžeme pozorovat zvláště v Jizerských horách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Velmi početné skalní hradby jsou stejně jako tory na žulové polské straně pohoří, na naší straně sem patří například Mužské (135a, 137a) a Ptačí kameny (135c, 137b) nebo Martinův kámen na Pudlavském hřbetu.

STUPEŇ OCHRANY: A

ZČÁSTI DESTRUOVANÉ SKALNÍ HRADBY

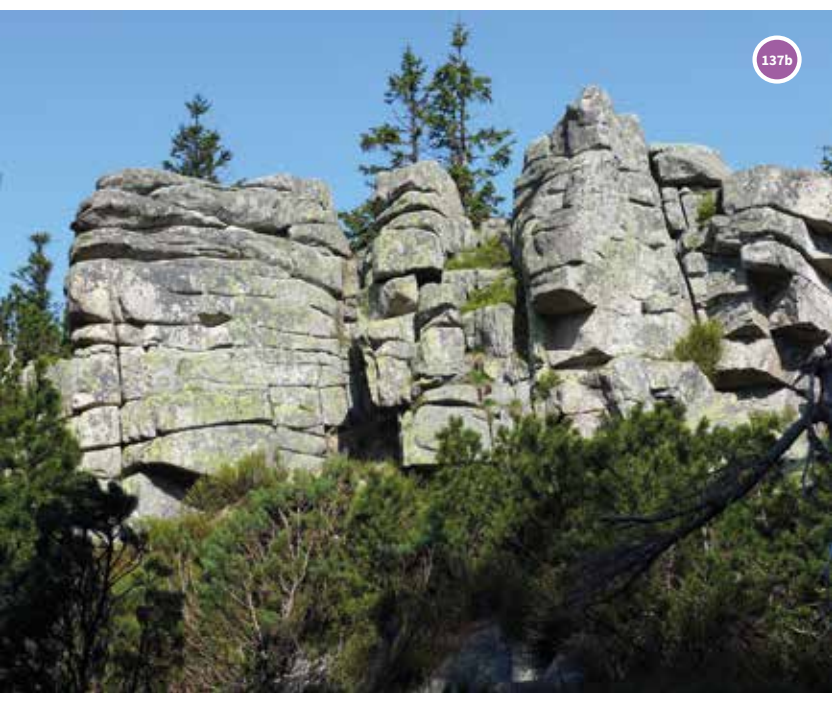
CHARAKTERISTIKA: Některé ze skalních hradeb se vyznačují různě pokročilým stupněm mrazového rozpadu. Mimořádný vliv na to má charakter a sklon a hustota převládajících puklin. Významně se uplatňují zvláště hustá uskupení vertikálních a subvertikálních puklin, které umožňují pronikání vody hluboko do nitra skalního masivu a následné intenzivní mrazové trhání, tzv. kongelifrakci. Rozvolněné a zřícené bloky následně tvoří vysoké úpatní haldy, ale v některých partiích mohou dosahovat až k vrcholové úrovni skalní hradby. Tyto blokové zvětraliny pak mohou vykazovat i znaky nevýrazného mrazového třídění do podoby kryoplanačních teras.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Různým stupem podobné destrukce mohou být postižené skalní hradby kdekoliv, zvláště v závislosti na puklinovém sytému.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonalejším příkladem je Violík (137c), který tvoří z jedné strany skalní stěnu a z opačné je destruovaný v podobě blokové suti až po úroveň vrcholu, a v menší míře je tomu tak i na Mužských kamenech a na Tvarožníku (136). Určitou míru destrukce však vykazuje velká část rozsáhlejších skalních hradeb, zvláště na polské straně pohoří.

STUPEŇ OCHRANY: A

137a


137b

137c

ŽULOVÉ SKALNÍ BRÁNY A OKNA PRAVÉ (SKALNÍ PERFORACE)

CHARAKTERISTIKA: Pro skalní brány, mosty, okna, případně i skalní tunely používáme souhrnný název skalní perforace. Žuly nejsou na rozdíl od sedimentárních hornin příliš příznivé pro vznik pravých skalních perforací, tj. takových, které vznikly vyvětráváním v rostlé hornině. Přesto zde občas vznikají, i když jsou téměř výhradně menších rozměrů. V našich klimatických podmínkách mají při jejich vzniku rozhodující roli puklinové systémy. Jedná se zvláště o zvětrávání horniny postupující rychleji podél puklin, ale také o gravitační rozvolňování skalních masivů predisponované svislými puklinami. Tvarově proto převládají v žulách spíše pravé skalní brány s vysokými a úzkými otvory, u menších otvorů, označovaných jako skalní okna, může již být poměr výšky a šířky často dosti vyrovnaný.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se vyskytují v žulových masivech celého světa, i když v územích s jinými klimatickými podmínkami mohou mít i jinou genezi. Větší počet je známý ze sousedních Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Největší skalní brána se nachází ve skalní hradbě poblíž jezu v Jizerském údolí u Jizerského viaduktu (orograficky již v Jizerských horách, ale součást ochranného pásma KRNAP – 138) a další protíná hřebenovitý tor Pilského kamene v Pilařově údolí pod Harrachovem (139a). Malá až miniaturní skalní okna této geneze se nacházejí také v největším toru Svinských kamenů, v Harrachových kamenech, v Děravém kamenu na Pudlavském hřbetu a jednom z Lubošských kamenů. Všechny vznikly vyvětráním méně odolných partií horniny, téměř výhradně za spoluúčasti puklinových systémů. Z polských Krkonoš se jich sice konkrétně uvádí jen malý počet (např. menší skalní brána na Drewniaku, 139b, nebo na Krucze Skale), ale náhodná pozorování ukazují, že v polských Krkonoších jich může být vzhledem k velkému počtu tamních žulových skal podstatně více (například dvě v torech Skalna Brama).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

139a

139b

ŽULOVÉ SKALNÍ BRÁNY A PERFORACE NEPRAVÉ

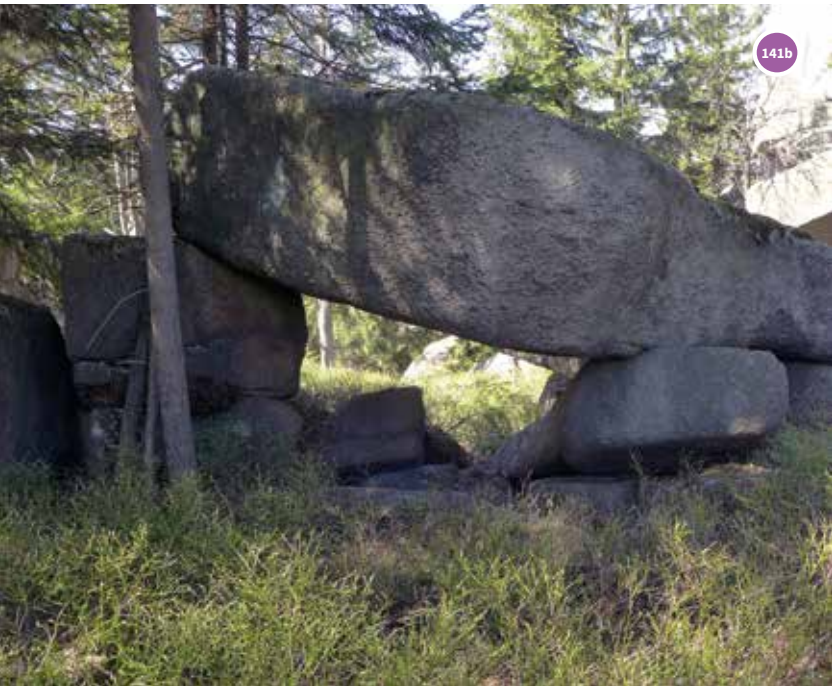
CHARAKTERISTIKA: Podstatně častější jsou v žulách nepravé skalní perforace, které vznikají mezi volnými bloky a balvany v prostoru členitějších skalních skupin (např. skalních hradeb). Nejčastěji je vytvářejí bloky a balvany, uvolněné a zřícené z horních partií skal a zaklíněné v různé výšce v rozsedlinách a úzkých průrvách. Časté jsou i případy, kdy vzniká otvor mezi sousedními rozvolněnými bloky, které se k sobě v důsledku gravitačních nebo gravitačně kryogenních posunů v horní části přikloní a vytvoří tak druhotně „strop".

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Relativně často se s nimi můžeme setkat ve všech územích budovaných žulami, kde jsou početnější skalní útvary. Větší množství se jich nachází i v sousedních Jizerských horách (nejznámější např. na Pytláckých kamenech).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejzajímavější případ se nachází v bezejmenné a vegetací dosti skryté skalní průrvě protékané periodickou vodotečí pod Navorskou jámou v Labském dole (141a). Spíše kuriózním případem byl nepravý skalní most pod Balvanovým vodopádem v Dole Bílého Labe, jehož balvan byl zaklíněný nejspíše údolní murou v úzké skalní průrvě na vodním tokem, ale při povodni 7. 8. 2006 zase odnesený. Další jsou na polské straně, kde jim však nebyla věnovaná systematická pozornost, ale s ohledem na množství tamějších žulových skal jich je nepochybně poměrně velký počet. Jedna z největších se nachází v západní skupině torů, označované jako Ptasie Gniazda u Jakuszyc (141b). Jiné nepravé mohou vzniknout zaklíněním uvolněného balvanu v úzké skalní rozsedlině jako na Mumlavském kameni (140).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

141a


141b

ŽULOVÉ SKALNÍ HŘIBY

CHARAKTERISTIKA: Představují specifické skalní útvary, které mají rozšířenou horní část a užší spodní „nohu“, takže skutečně připomínají plodnice hub. Typické jsou hlavně pro sedimentární horniny, zvláště pískovce, kde se střídají různě odolné horizontální nebo subhorizontální vrstvy. Vznikají nejčastěji tak, že tvrdší výše položená vrstva zvětrává pomaleji než měkčí pod ní. V podmínkách suchého klimatu pouští a polopouští někdy vznikají i za různého podílu koraze, tj. větrné eroze. Při ní vítr unáší v přízemní vrstvě pevné částice, nejčastěji písek, který obrušuje nejrychleji úpatní partie skalních výchozů. Vzácněji však skalní hřiby vznikají i žulách s výraznou kvádrovitou odlučností, na jejichž vzniku se významně podílí primární puklinový systém, který vede při zvětrávání ke tvorbě zaoblených tvarů. V případě, kdy je výše položený blok žuly odolnější vůči zvětrávání než níže ležící pod ním, dochází ke vzniku deskovitých až polokulovitých klobouků nad užší nohou. Méně dokonalé tvary této geneze mohou, i když spíše vzácně, vzniknout také v jiných horninách včetně krystalických břidlic, například pod tvrdší křemennou peckou apod.

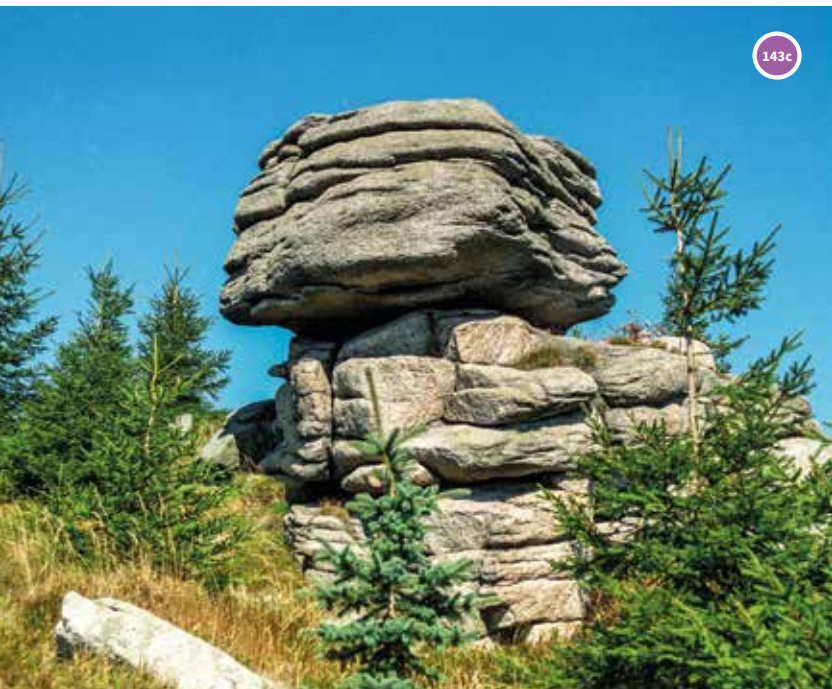
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Skalní hřiby prvního typu vznikají v největším počtu v některých pískovcových územích (u nás například v Broumovských stěnách) a časté jsou hlavně v některých aridních oblastech. Žulové skalní hřiby najdeme i na našem území a několik – patrně vůbec nejvíce – je jich známých ze sousedních Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také na území KRNAP připadá v úvahu pouze druhý případ, tj. žulové skalní hřiby. Nejdokonalejší je ve svahu pod železniční tratí poblíž jižního otvoru tunelu v Jizerském údolí u Kořenova, skrytý v lese (143a). Na polské straně je jeden součástí skal Przesiecké Góry (143b) a další, méně dokonalý, je ve svazích hradního vrchu Chojniku (Skalny Grzyb – 142). Grzybek u Szklarské Poręby, který je podle tvaru přímo pojmenovaný, je již orograficky v Jizerských horách. Taktéž méně dokonalý hřibovitý tvar má i skalní útvar Hlava na Pudlavském hrbetu (143c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

143a

143b


143c

SKALNÍ MÍSY

CHARAKTERISTIKA: Oválné prohlubně na skalním povrchu, nejčastěji na vodorovných nebo mírně ukloněných plochách. Mohou mít jak poměrně ostré, tak ale i zaoblené horní hrany a většinou přibližně rovné dno. Stěny jsou nejčastěji svislé, ale mohou být i převislé. Jejich průměr bývá nejčastěji v řádu decimetrů, výjimečně i přes 1 m; v takovém případě však mají spíše podobu skalních van, někdy i s laločnatými okraji. V závislosti na počasí a rozměrech bývají někdy vyplněné dočasně, spíše výjimečně i trvale vodou. Mohou vznikat v různých horninách (ve vápencích se ale označují jako kamenice), v našich klimatických podmínkách jsou však výrazně nejhojnější v žulách, méně i v jiných krystalických horninách či pískovcích. Jejich geneze není dosud spolehlivě objasněná, ale je téměř jisté, že jsou polygenetického původu. Na jejich vzniku se podílejí jak mechanické (oddělování minerálních zrn gelivací nebo mikroexfoliací), tak chemické (nestejnoměrný rozklad minerálů, např. biotitu) a biochemické vlivy (působení řas, často i mikroskopických). Jako zajímavost lze uvést, že v minulosti byly vzhledem k existenci odtokových žlábků, které je někdy provázejí, považované za pohanské obětní mísy, od čehož je např. odvozený i německý odborný termín Opferkessel. Někdy je můžeme pozorovat také ve strmých až svislých stěnách volných bloků, v nichž však nevznikly. Jedná se o bloky, u nichž došlo ke zřícení nebo sesunutí z původní polohy teprve poté, co se vytvořily v jejich horní ploše.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou rozšířené po celém světě bez ohledu na podnebí, ale na druhé straně vázané jen na určité horniny, mezi nimiž významně převládají žuly. V naší republice jsou nejpočetnější v sousedních českých i polských Jizerských horách, kde je jejich výskyt často i skupinový (např. Białe Skały u Szklarské Poręby); vůbec největší lokalita Orla Skala byla bohužel zničená zástavbou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také v Krkonoších se nacházejí na větším počtu lokalit, a to také výhradně v žulách. Nesrovnatelně více je jich však v polské části pohoří, kde je i podstatně větší počet skal v této hornině v podobě torů i skalních hradeb. Solitérní polohu má jedna skalní mísa v Obřím sedle těsně za naší hranicí (144). Velmi dobře jsou vyvinuté na skalní hradbě Pielgrzymy (145a), ale největší seskupení skalních mís vznikla na skalním výchozu Kotliska (145b) v Jagniątkowě a Kociołki u Michałowic, které jsou po nich dokonce pojmenované, a také na Drewniaku u Michałowic. Na české straně Krkonoš se vyskytují spíše výjimečně, což je dané omezeným počtem zdejších žulových skal. Jen několik a vesměs malých rozměrů se jich nachází na Dívčích a jedna na Ptačích kamenech. Zcela ojediněle jsou vyvinuté malé skalní mísy i ve volných blocích na Vysokém kole, které ale nejsou v původní poloze.

V ojedinělých případech navazují na skalní mísy v žulách odtokové žlábky. Jsou to miniaturní skalní rýhy, kterými odtéká voda ze skalních mís. Jsou charakteristické pro stará stádia vývoje mís a indikují tak jejich postupný zánik. Z mís vycházejí v místech jejich nejnižšího okraje a sledují sklon skalního podloží. V našich klimatických poměrech je jejich šířka i hloubka obvykle v řádu centimetrů, délka však může dosáhnout až několika metrů. Známé jsou ze sousedních Jizerských hor, ale z Krkonoš nejsou v typické podobě zatím uváděné.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

145a

145b

SKALNÍ SEDÁTKA (ČERTOVA SEDÁTKA)

CHARAKTERISTIKA: Poměrně málo známý termín označuje drobné skalní deprese, které se geneticky zcela shodují se skalními mísami, ale liší se svou polohou, která ovlivňuje i jejich tvar. Jsou to skalní mísy, které vznikly na hranách skal, a proto jsou zahloubené jen jednostranně, zatímco ve směru svažitého povrchu nebo okraje skalní stěny pod nimi jsou otevřené. Stejná geneze předurčuje často i společný výskyt se skalními mísami, jako celek však bývají skalní sedátka méně početná. Nejpočetnější jsou na hranách a okrajích torů a skalních hradeb nebo jejich jednotlivých stupňů a terásek.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nejčastěji se vyskytují na stejných lokalitách jako skalní mísy, ale vzhledem k jejich méně dokonalým tvarům jim bývá věnovaná menší pozornost. U nás se s nimi můžeme setkat na skalních výchozech v žulové části Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Stejně jako u skalních mís jsou známé hlavně z polské strany pohoří. Velmi dokonale jsou vyvinuté na Drewniaku (147a), ale jejich větším množstvím se vyznačují i skalní výchozy Kotliska a Kociołki (147b). Některé z nich vznikly na dílčích blocích skal, které se později zřítily, a proto se sedátka nenacházejí v původní poloze ani se dále nevyvíjejí. Na české straně se nacházejí tři nepříliš dokonalá skalní sedátka na koncové části Pilského kamene u Harrachova a jedno sice tvarově poměrně dokonalé, ale rozměry pouze drobné je na vrcholu Ptačího kamene.

Ve skalních stěnách Pielgrzymů se nachází několik svisle orientovaných žlábků, u kterých nelze s jistotou rozhodnout, zda představují extrémní podobu skalních sedátek, nebo již představují tzv. pseudoškrapy, které jsou známé z granitoidních hornin ve vlhkých tropech a z Krkonoš nebyly nikdy uváděné. Je však pravděpodobné, že jejich geneze je obdobná jako u skalních mís a sedátek a zde vznikly hlavně díky rozsáhlejším plochám hladkých svislých nebo alespoň velmi strmých skalních povrchů, které na jiných torech chybí.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

ŽULOVÉ SKALNÍ FASETY (SKALNÍ POLYGONY)

CHARAKTERISTIKA: Drobné, většinou nepravidelné sítě polygonálních políček na skalním povrchu. Jednotlivá políčka mají průměr od několika centimetrů do několika decimetrů, bývají nevýrazně až mírně konvexní a vzájemně oddělená mělkými rýžkami. Tvarem připomínají síť bahenních prasklin anebo také želví krunýř (od toho je odvozený polský název pokryvy szyldkretowe). Mohou pokrývat plochy celých metrů čtverečních. Známé jsou zvláště z pískovců, kde se na jejich vzniku podílejí sloučeniny železa, impregnující nestejnoměrně skalní povrch. Příležitostně se však vyskytují i v žulách, kde nebyla jejich geneze detailně studovaná, a je proto neznámá.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nejčastěji se vyskytují v pískovcových skalních městech, včetně českých, ale lze se s nimi setkat i na žulových skalách, kde jsou známé hlavně v Jizerských horách (například na balvanu Mozek u Pytlácých skal) a na Białych Skałach ve Szklarské Porębě, těsně za orografickou hranicí Krkonoš.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Z českých Krkonoš jsou zatím známé jen na jediné lokalitě, a to v poměrně skryté pozici na úpatí Tvarožníku (147c). Na polské straně se nacházejí například na Przesieckiej Górze, ale nelze vyloučit, že se nacházejí i jinde.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

147a

147b

147c

ŽULOVÉ VIKLANY A PSEUDOVIKLANY

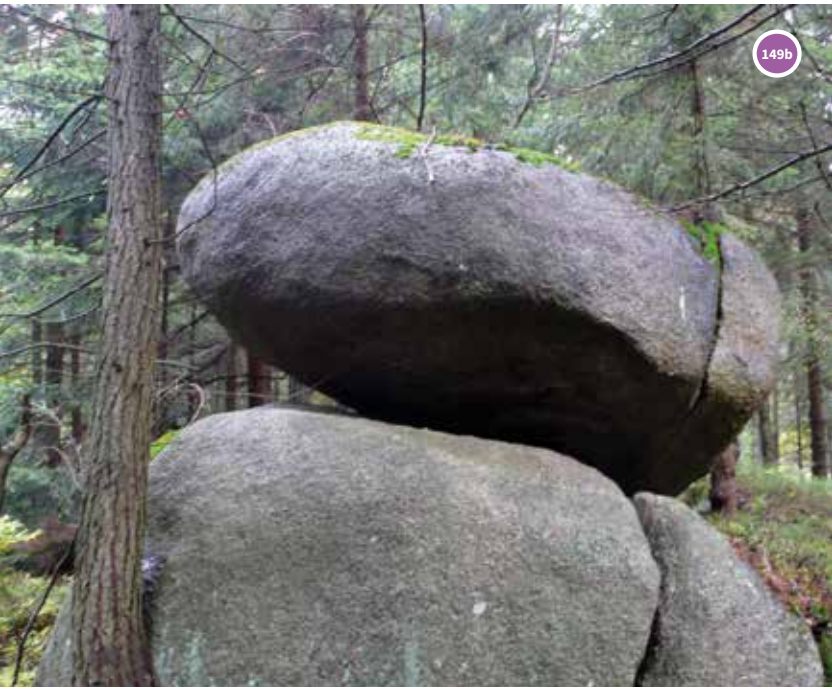
CHARAKTERISTIKA: Jako viklany označujeme balvany a bloky spočívající na podloží jen nepatrnou ploškou ve vyvážené pozici, a proto je možné je rozkývat i lidskou silou. Jejich výskyt je závislý na litologických podmínkách. Nejpříznivější pro vznik viklanů a pseudoviklanů jsou žuly s kvádrovitou odlučností, které inklinují jak vývojově (dvoufázově podobně jako tory), tak i v současnosti ke zvětrávání do zaoblených deskovitých, bochníkovitých až kulovitých tvarů. Představují atraktivní a turisticky vyhledávané objekty. Představují dosti vzácné tvary, ale vedle nich stejné horniny vytvářejí také pseudoviklany, tj. balvany a bloky podobného tvaru, spočívající sice také jen na malé plošce (nebo několika maličkých těsně seskupených), ale přesto je nelze rozkývat. Vzhledem k podobnosti jsou však často, zvláště v turistické literatuře za viklany mylně vydávané. V případě žulových viklanů jsou známé případy, kdy byly vandaly příliš rozkývané a vychýlené a následným posunem zničené.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Viklany a pseudoviklany se vyskytují roztroušeně zvláště v žulových územích celého světa. Podobně je tomu i u nás, kde se vzácně nacházejí v různých žulových území Českého masivu, ale nejvíce je jich známých ze sousedních Jizerských hor, kde se nachází mj. populární viklan Chybotek ve Szklarské Porębě v těsné blízkosti hranic Krkonoš.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V samotných Krkonoších není žádný skutečný žulový viklan známý, ale vzhledem k velkému počtu žulových skal na polské straně pohoří nelze vyloučit, že může být nějaký při detailním průzkumu nalezený. Velmi pěkný pseudoviklan představuje vrcholový blok Tvarožníku (149a), byť je také často mylně označovaný za viklan. Na polské straně se pseudoviklany nalézají i jinde, jako v okolí Szklarské Poręby (149b) a jsou také součástí skalního výchozu Waloński Kamień (149c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

149a


149b

149c

PSEUDOKRASOVÉ JESKYNĚ

CHARAKTERISTIKA: Jako pseudokrasové označujeme jeskyně vzniklé v nerozpustných horninách nejčastěji mechanickými procesy, ale někdy i za přispění mrazového, solného a selektivního zvětrávání a také gravitačních procesů. Nejvíce je jich v sedimentárních horninách (zvláště pískovcích a slepencích), případně i vulkanických horninách, ale některé typy, jako puklinové, rozsedlinové a suťové, nechybí ani v granitoidech. Puklinové vznikají zvětráváním a tím i rozšiřováním puklin, rozsedlinové jsou podmíněné gravitačním odsedáním, posouváním až sjížděním bloků po svahu a suťové vznikají v blokových sutích, nejčastěji na dně údolí, kde tvoří mohutné a někdy i dlouhé výplně. V podmínkách naší republiky a také v Krkonoších jsou nejčastější rozsedlinové a suťové jeskyně. Rozměry (délkou i velikostí prostor) naprostá většina z nich daleko zaostává za velkými krasovými jeskyněmi, nemluvě o absenci krápníkové výzdoby.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Pseudokrasové jeskyně jsou v některých územích poměrně početné, ale vesměs v úzké vazbě na litologické poměry a jinde naopak zcela chybí. V naší republice jsou nejpočetnější v křídových kvádrových pískovcích na Broumovsku, v žulách jsou početnější například v sousedních Jizerských horách, kde nejdelší suťové jeskyně (např. tzv. Valhala) dosahují délek okolo 150 m.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nachází pouze nevelký počet takových jeskyní, vesměs v žulách. Celkem čtrnáct je jich popsaných z polské strany, ale dosahují jen malých délek (největší je 19,5 m dlouhá). Patří ke všem třem uvedeným typům a některé jsou i tunelovité, tzn. oboustranně průchozí, jiné bychom však mohli označit jen jako hlubší převis. Na naší straně pohoří jsou s ohledem na menší zastoupení žul sice jen dvě, Krakonošova klenotnice (150, 151a, b) a Lomená jeskyně v Labských jamách, ale první z nich je délkou prostor 102 m výrazně nejdelší pseudokrasovou jeskyní Krkonoš. Vyznačuje se ale i dalším primátem, neboť je nejvýše položenou jeskyní v republice. Obě jsou rozsedlinového typu a Krakonošova pokladnice z menší části i suťového, ale je výjimečná tím, že primární příčinou jejího vzniku je rotační sesuv.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

151a

151b

KVARCITOVÉ STRUKTURNÍ SKALNÍ ÚTVARY

CHARAKTERISTIKA: Kvarcity (křemence), případně i další výjimečně tvrdé horniny vytvářejí velmi často konvexní reliéfové elevace v podobě skalních výchozů, neboť jsou erozně denudačními procesy vypreparovány z okolních méně odolných hornin. Podle charakteru a rozsahu kvarcitového tělesa mohou mít podobu menších skalních suků, bloků, i celých hřebenů. Příznačná je pro ně specifická povrchová modelace skalních povrchů. Kvarcity jsou odolné i vůči plošnému povrchovému zvětrávání, a proto v nich destrukce probíhá téměř výlučně mrazovým trháním podél puklinových systémů. Rozpad kvarcitových skalních masivů probíhá v podobě nápadně ostrohranných balvanů a bloků, často s přímočarými a hladkými stěnami a většinou navršenými do podoby chaotických sutí. Nejčastěji lemují různě rozsáhlé části svahů podél úpatí skal.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Můžeme se s nimi setkat kdekoliv na zemském povrchu, nejčastěji v prostoru krystalinických masivů, kde je výskyt kvarcitů nejčastější.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nacházejí roztroušeně na více místech, a to jak v sericitických (nejčastěji), tak grafitických a muskovitických kvarcitech. Nejvíce rozšířené jsou na Rokytnicku. Z konkrétních lokalit lze uvést Bílou skálu, Kubovy a Borovské skály na západě, ve střední části Krkonoš Hnědé skály a Hranostají skálu a na východě Harfu (153a) a Modré kameny.

Skalní tvary krystalických břidlic

SUKY KRYSTALICKÝCH VÁPENCŮ (MONADNOKY, TVRDOŠE)

CHARAKTERISTIKA: Jako suky označujeme elevace, velmi často i skalnaté, vystupující výrazně nad své okolí. Jsou vesměs tvořené tvrdšími horninami (od toho je odvozený méně frekventovaný český název *tvrdoš*), které byly erozními a denudačními procesy vypreparované z okolních méně odolných hornin. Jedná se o negenetický název, vztahující se pouze jejich morfologické podobě. Proto mají velmi rozmanitou geologickou stavbu, neboť se mohou vyskytovat jak v krystalických, tak vulkanických i sedimentárních horninách. Mohou je vytvářet i krystalické vápence, které se vyznačují větší tvrdostí než nepřeměněné vápence. Velmi rozmanité jsou i jejich tvary, od kupovitých a kuželovitých forem s mírnějšími svahy až po samostatné skalní útvary se strmými stěnami, ale někdy mohou mít i tvar protáhlých hřebínků anebo také zcela nepravidelný. Velké rozdíly existují i v jejich rozměrech a výšce, která může dosahovat jen několika metrů, ale také až celých stovek metrů. Mohou mít význam i při rekonstrukci vývoje reliéfu daného území, neboť někdy představují erozně denudační pozůstatek starší vývojové etapy povrchu, často v závislosti na proměnách paleoklimatických poměrů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Suky se vyskytují v nejrůznějších horninách poměrně běžně po celém světa, bez ohledu na klimatické podmínky, ale přímo vápencové nejsou příliš časté.. U nás jsou známé zejména bulžníkové suky (tzv. kamýky) ve středních a západních Čechách a také řada sopečných elevací vystupujících z České tabule.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské suky jsou však poměrně netypické, neboť je tvoří ostrůvky krystalických vápenců až dolomitů uprostřed fylitů. To je zdánlivě paradoxní, protože karbonátové horniny jsou obecně považované za poměrně méně odolné horniny. V Krkonoších však došlo k neobvyklé situaci, kdy fylity vlivem silné břidličnatosti i kvůli tektonickému podrcení podléhají paradoxně rychleji rozpadu a erozi než často slabě prokřemenělé, kompaktnější a plastičtěji se chovající vápence. Vápencové suky provázejí jižní a východní okraj pohoří. Nejvýraznější z nich, převážně v asymetrické svahové poloze, se nacházejí na Maršovsku (tzv. Maršovské suky, 153b, c), v Lysečinách a také Velké Úpě, ale i na Vrchlabsku a Lánovsku, kde však spíše inklinují k protáhlému hřebínkovitému tvaru jako na Bíneru. Vápencové suky vystupující nad okolní povrch však nabízely výhodnou možnost těžby bez nutnosti rozsáhlých skrývek, proto byly některé suky v minulosti poškozené, nebo dokonce zcela odtěžené lomy, zvláště na Maršovsku a v Albeřicích.

153a

153b

153c

STRUKTURNÍ SKALNÍ ZDI

CHARAKTERISTIKA: Skalní zdi jsou úzké a dlouhé skalní útvary, vymezené po stranách subvertikálními nebo až svislými stěnami. Při délce řádově desítek, ale i stovek metrů až kilometrů dosahují šířky pouhých metrů nebo nízkých desítek metrů a výšky též desítek metrů. Označení se vztahuje pouze na reliéfový tvar, ale horniny, které je vytvářejí, i jejich geneze mohou být velmi různorodé. Základní příčiny jsou dvě: Strukturní vznikají selektivním, erozně denudačním vypreparováním úzkého protáhlého tělesa odolné horniny (například kvarcitu nebo přímo křemene, žil vulkanických hornin mezi sedimentárními horninami aj.). Existují však i skalní zdi s tektonickou genezí, kdy se jedná o vrstvy vztyčené do výšky tektonickými nebo horotvornými tlaky. V podmínkách krystalických masivů se jedná nejčastěji o žíly hydrotermálního křemene na dislokačních pásmech, vypreparované erozními procesy, případně za spoluúčasti kryogenních procesů, do podoby valu nebo přímo zdi.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat roztroušeně kdekoliv na světě, v Českém masivu jsou nejznámější skalní zdi, které jsou součástí bavorského křemenného valu, Čertova zeď u Českého Dubou, která je sopečného původu, anebo Suché skály a Vranovský hřeben v Českém ráji, které jsou ale tektonického původu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nacházejí pouze dvě poměrně krátké a nízké, ale v koncové části velmi výrazné skalní zdi, obě vystupující ze svahů ve spádnicovém směru. Obě patří k prvnímu typu se strukturní genezí. První, tzv. Končinská skalní zeď, je součástí hřbetu Stráže mezi Rokytnicí n. Jizerou a Jabloncem n. Jizerou a typologicky i geneticky patří mezi křemenné valy (155). Druhá, velmi krátká, vystupuje v pravém svahu průlomového údolí Albeřického potoka mezi Dolními Albeřicemi a Dolními Lysečinami (154). Tvoří ji velmi úzký, vertikálně vyzdvižený pruh tvrdých porfyroidů, erozně vypreparovaný z okolních fylitů.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

MRAZOVÉ SRUBY VRCHOLOVÉ

CHARAKTERISTIKA: Mrazové sruby jsou skalní útvary a stupně vzniklé v podmínkách kryogenního klimatu mrazovým trháním a nestejnoměrným rozpadem skalního podloží. V omezené míře pokračuje jejich vývoj v podmínkách mírného klimatu i v současnosti. V komplexech krystalických břidlic jsou velmi významně podmíněné strukturními poměry, ale jejich modelaci a výslednou podobu ovlivňují i tektonické poměry v podobě hustoty zlomů, zlomových zón i puklin a také charakter a směr břidličnatosti. Mrazové sruby můžeme podle polohy rozdělit na více typů. Reliéfově nejvýraznější jsou vrcholové, které jsou situované jak na jednotlivých izolovaných vrcholech, tak nejčastěji v různých rozestupech na temenech hřbetů. Nejčastěji mají podobu rozlehlejších členitých skalisek, vystupujících solitérně nebo v celých skupinách, ale mohou mít také podobu jediného skalního bloku. Jejich úpatí nebo i svahy pod nimi jsou velmi často lemované balvanitými ostrohrannými sutěmi až kamennými poli, vznikajícími jejich mrazovým rozpadem. Pokud dosahují sutě většího plošného rozsahu, mohou být následně modelované do podoby kryoplanačních teras, což je nápadné zvláště tam, kde obklopují některé vrcholy z více stran.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V našich i severských klimatických podmínkách jsou mrazové sruby zcela běžnou součástí hornatin i některých vrchovin, obecně jsou však vrcholové sruby méně časté než svahové.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nachází řada vrcholových mrazových srubů, i když častější jsou v západní části pohoří. Některé z nich některé mají i samostatné pojmenování a případně jsou i ztotožňované s pojmenováním celého příslušného horského vrcholu jako například Janova skála u Harrachova (157a) nebo Černá skála a Šeřín v Žalské rozsoše. Typické vrcholové mrazové sruby představují Vídeňská skála u Míseček nebo Jindrova skála na Benecku, ale také některé blokovité skály na Stráži a Sachrově hřebeni u Rokytnice n J., na Spálenisku u Bratrouchova aj.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Skalní tvary krystalických břidlic

MRAZOVÉ SRUBY SVAHOVÉ

CHARAKTERISTIKA: Co do počtu jsou nejrozšířenější svahové mrazové sruby, tvořené v Krkonoších téměř výlučně krystalickými břidlicemi. Jejich geneze je stejná jako u vrcholových, ale tím, že vystupují ve svazích, je pro ně charakteristická svahová asymetrie, tj. výrazně větších výšek dosahují skalní stěny směrem po svahu, a velmi často jsou dokonce pouze jednostranné. Některé mají podobu přibližně vrstevnicově orientovaných skalních stěn, které mohou být poměrně souvislé, jinde ale naopak silně členité nebo přerušované. Méně obvyklé jsou mezi svahovými mrazovými sruby případy spádnicově protažených skalních výchozů, které jsou nejčastěji podmíněné strukturně, tj. vznikají v místech, kde se střídají ve svazích úzké pruhy různě odolných hornin. Vůbec nejčastější je však případ, kdy jsou mrazové sruby vlivem lokálních geologických podmínek rozčleněné do většího počtu dílčích nebo celých skupin jednostranných, vzájemně izolovaných, blokovitých nebo sukovitých výchozů nebo i krátkých skalních žeber roztroušených v různé výšce svahů. Jejich stěny mohou být sice svislé, ale častěji jsou vlivem puklinových systémů a břidličnatosti horniny členěné ve vertikálním smyslu na početné stupně, terásky a římsy. Spíše výjimečně mohou být jejich součástí i skalní útvary v podobě nižších skalních bloků až věží, které vznikají vlivem kombinace místních faktorů (např. vhodným charakterem rozpukání horniny). Jejich úpatí je často lemované sutěmi nebo balvanovými moři, v nižších polohách a za spolupůsobení vegetace, zvláště pionýrských dřevin, však někdy druhotně v různé míře zahliněnými. Strukturní mrazové sruby se mohou prostorově kombinovat se strukturními svahovými stupni, které vznikly v partiích, kde nebyly rozdíly v odolnosti hornin příliš velké, nebo v místě destruovaných mrazových srubů. Od tektonických svahových stupňů se mohou odlišovat méně přímočarým průběhem.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jejich výskyt se shoduje s územími, kde se nacházejí i další typy mrazových srubů, ale právě svahové mrazové sruby jsou mezi nimi obvykle nejpočetněji zastoupené.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také v Krkonoších představují nejpočetněji zastoupený typ mrazových srubů i skal jako celek. Hojné jsou zvláště v údolí Jizery (např. v Jizerském dole – velmi pěkná ukázka je přímo nad silnicí u ústí Prudkého ručeje, 157b) a Jizerky a také jejich postranních přítoků jako například Vejpálického potoka (157c).

157a

157b

157c

MRAZOVÉ SRUBY HŘEBENOVITÉ

CHARAKTERISTIKA: S ohledem na skutečnost, že jsou mrazové sruby velmi výrazně vázané na pasivně strukturní podmínky, tj. výchozy tvrdších hornin, vytvářejí na nich zvláště v podmínkách krystalických hornin často i samostatné, lineárně protažené hřebenovité útvary. V některých případech je zřejmá jejich genetická kombinace se skalními hřebeny. V jiných případech však vznikají v důsledku eroze bez přispění strukturních vlivů, zvláště v místech ostrohů na soutokovém klínu vodních toků. Zejména na ostrozích mohou vytvářet téměř horizontální hřebenovitou formu, členité skalní pásmo, nebo se skládat z linie jednotlivých za sebou řazených sukovitých až blokovitých skal. Pokud však vystupují v údolních svazích, mají výrazně sestupný charakter a na dně údolí mohu vytvářet i zakleslý meandr.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Také hřebenovité mrazové sruby jsou celkem běžnou formou reliéfu, příznačnou pro krystalické břidlice.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Na území krkonošského krystalinika vytvářejí početné skalní útvary, z nichž některé jsou reliéfově natolik výrazné, že mají i samostatný pomístní název. Svahovou polohu mají například Malý Jeřábník nebo Kubovy skály, které patří k nejdelším v Krkonoších, a navíc jsou zakončené zakleslým meandrem Jizery. Početné jsou ve svazích údolí Jizery (159a) po celé délce jejího toku v krystalických břidlicích. Ostrohovitou podobu má Buřanská skála na soutoku Františkovského potoka s Jizerou. V Klínovém dole má ostrohovitou podobu hřebenovitý mrazový srub na soutoku Jehněčího a Klínového potoka a svahovou naopak Hnědé skály. Ve východních Krkonoších sem patří Latovy skály a zčásti také Modré kameny, které jsou ale situované na svahovém žebru.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Skalní tvary krystalických břidlic

SKALNÍ KYJE

CHARAKTERISTIKA: Izolované skalní útvary mohou za určitých podmínek vytvářet formy, které mají úzkou bazální část a směrem nahoru se rozšiřují. Z genetického hlediska představují jen určitou hříčku přírody, ale jsou atraktivní svým tvarem, který je určitou obdobou tzv. skalních hřibů. Jejich geneze není jednotná a mohou vznikat různými procesy a za různých podmínek. Výrazně nejčastěji se vytvářejí v sedimentárních horninách (vápence, pískovce, slepence). Nejpříhodnější pro jejich vznik je aridní klima polopouští a pouští, kde se na něm podílí větrná eroze unášením pískových částic větrem v přízemní vrstvě. V mírném klimatu vznikají nerovnoměrným zvětráváním horniny za přispění rozdílů v jejím rozpukání nebo břidličnatosti nebo podobně jako u skalních hřibů méně odolnou, popřípadě více zvlhčenou vrstvou u báze skalního útvaru, která je proto méně odolná vůči zvětrávání, případně i kongelifrakci.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V podmínkách mírného humidního klimatu představují poměrně vzácné skalní útvary, vyskytující se nejvíce v sedimentárních horninách. U nás jsou nejčastější v křídových pískovcích, kde skály tohoto tvaru představují i vyhledávané turistické cíle. V krystalických břidlicích vznikají zcela výjimečně hlavně za přispění rozdílů v břidličnatosti horniny.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nachází jediný útvar tohoto typu, a to Bratrouchovský skalní kyj nad stejnojmennou obcí, který je součástí fylitového mrazového srubu na Spálenisku (159b).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

159a

159b

SKALNÍ JEHLY

CHARAKTERISTIKA: Vysoké a úzké skalní útvary, nápadně vystupující ze všech stran nad své okolí. Od často velmi podobných *skalních věží* se odlišují štíhlejším celkovým tvarem, zašpičatělým vrcholem a častěji i solitérní polohou, neboť skalní věže zvláště ve skalních městech se vyznačují obvykle skupinovým výskytem; na druhé straně však bývá posuzování příslušnosti k oběma tvarům dosti subjektivní a odráží se i na jejich pomístním pojmenování. Příčiny jejich vzniku mohou být rozličné, často představují erozní nebo i korozní zbytky původního povrchu, nebo selektivně vypreparované partie v místech silně proměnlivé odolnosti hornin (například ve vulkanitech), ale mohou se zde uplatňovat i tektonické vlivy, puklinové systémy nebo i další specifické faktory. Jsou příznačné hlavně pro sedimentární a vulkanické horniny, v krystalických břidlicích jsou spíše výjimkou. Z měřítka geologického věku vzhledem k malému objemu poměrně rychle vznikají, ale i zanikají.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Představují málo obvyklou formu, vyskytující se s ohledem na litologické poměry kdekoliv na světě. Pro svůj nezvyklý tvar i izolovanou polohu představují někdy turistickou atrakci a bývají i předmětem speciální ochrany.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nacházejí dvě skalní jehly, čímž přestavují výjimku mezi hercynskými pohořími budovanými krystalickými horninami. Obě však vznikly v krystalických vápencích, které vytvářejí podobné útvary podstatně častěji než jiné horniny krystalinika s výraznou foliací (svory, fylity, ortoruly aj.). Tvarově nejdokonalejší je Lysečinská jehla, která je přibližně stejně vysoká za všech stran (6 až 7,5 m) a na jejím vzniku se vedle selektivního zvětrávání podílely i tektonické příčiny (161a). Další je Maršovská skalní jehla ve Vodovodním údolí (161b), která je ale vzhledem ke svahové poloze výrazně asymetrická co do výšky.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

SKALNÍ VĚŽE

CHARAKTERISTIKA: Skalní věže jsou izolované skalní útvary sloupovitého tvaru, u kterých je však poměr výšky a průměru méně výrazný než u skalních jehel, jinak řečeno, jedná se o poněkud masivnější formy. Ve skalních městech (u nás téměř výlučně pískovcových) nebo na okrajích tabulových plošin mohou tvořit celé skupiny, ale v ostatních horninách, jako jsou například krkonošské žuly nebo krystalické horniny, jsou převážně izolované a samostatně stojící. Zvláště v případech, kdy postrádají úpatní zvětralinové haldy, je jejich vznik často obtížně vysvětlitelný, mohou být i strukturního původu, kdy představují miniaturní vložku tvrdší nebo kompaktnější horniny. Svou výškou mohou v některých případech ukazovat na výškovou úroveň reliéfu před jeho degradací erozně denudačními procesy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jak již bylo uvedeno, v sedimentárních horninách, zvláště pískovcových skalních městech, jsou poměrně častým útvarem a současně zde vytvářejí tvarově nejdokonalejší formy. V jiných horninách se vyskytují sporadicky, což platí i pro krkonošské žuly a krystalické břidlice.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nachází pouze velmi omezený počet skalních věží. Nejdokonalejší příklad je Bártlova skála v Přední Labské, dosahující nestejné výšky 11 až 14 m, na jejíž podobě se významně podílejí i tektonické vlivy (puklinové plochy) a břidličnatost. Méně dokonalé příklady představují i nedaleká nižší Emina skála anebo skála Jednička na Sachrově hřebeni nad Rokytnicí nad Jizerou. Nižší, ale na druhé straně i štíhlejší je Skalka u Pece pod Sněžkou. Všechny jsou tvořené fylity a svory. Výjimku tvoří svahově asymetrická Lasocká skalní věž (Lasocka Wieża Skalna, 161c) na polské straně severně od Albeřic, která je tvořená krystalickými vápenci. Je však třeba vědět, že i žuly dokáží vytvořit úzké a štíhlé izolované skalní věže, ale jelikož jsou v Krkonoších téměř vždy součástí větší skupiny torů nebo rozsáhlejší skalní hradby, nebývají tak označované a jen výjimečně mají i samostatné pojmenovaní (například skála Słup, česky Sloup u Borowic).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

161a

161b

161c

VIKLANY A PSEUDOVIKLANY V KRYSTALICKÝCH BŘIDLICÍCH

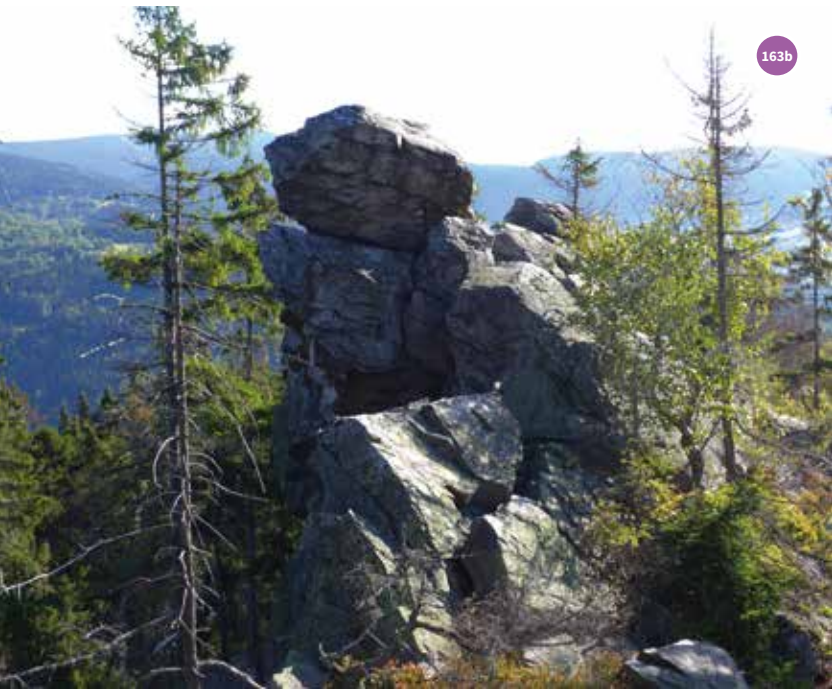
CHARAKTERISTIKA: Izolované bloky a balvany, které vlivem nerovnoměrného zvětrávání spočívají na skalním podloží jen malou ploškou ve vyvážené pozici, a proto je lze uměle rozkývat. Jejich vznik je silně vázaný na litologické podmínky. Výrazně nejvíce jich sice vzniká v kvádrovitě odlučných žulách, ale příležitostně vznikají i v krystalických břidlicích. Pseudoviklany jsou svou malou bazální ploškou viklanům velmi podobné, ale z různých důvodů je nelze rozkývat. Jejich tvary v krystalických břidlicích nebývají tak atraktivní jako v žulách a většinou proto unikají pozornosti a nebývají turisticky vyhledávané.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krystalických břidlicích mohou vzniknout kdekoliv, ale dochází k tomu jen velmi zřídka.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jako viklan bývá označovaný jeden z vrcholových bloků Borovských skal u Havírny (163a, b), ale vzhledem k jeho exponované poloze to nelze z bezpečnostních ani ochranářských důvodů ověřovat. Typický pseudoviklan je izolovaný balvan v pásmu Čertových skal v západním svahu Čertovy hory (poblíž ohybu Červené sjezdovky II, 163c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

163a


163b

163c

SKALNÍ BRÁNY PRAVÉ (SKALNÍ PERFORACE)

CHARAKTERISTIKA: Skalní brány jsou jedním z případu perforací (otvorů) prostupujících obvykle úzkou skalní hmotou. Hlavní kritérium pro jejich odlišení je, že otvor se nachází alespoň na jedné straně v úrovni okolního terénu a má větší průměr (proto bývají obvykle průchozí pro člověka), i když reálné podmínky pro jejich zařazení jsou často komplikované a nejednoznačné. Také na jejich odlišení od skalních mostů existují nestejná kritéria: Podle některých názorů je tenký strop některých bran současně i skalním mostem, podstatně logičtější je však pojetí americké geomorfologické školy, že skalní mosty jsou jen takové perforace, které se klenou nad vodním tokem (byť často jen periodickým či efemerním) a vznikly (alespoň částečně) jeho erozí. Další rozlišovací znak skalních bran je, zda jsou pravé (tj. celé v rostlé hornině), nebo nepravé, představující otvor mezi rostlou skálou a volnými balvany či bloky, nejčastěji zaklíněné v soutěskách či skalních průrvách. Stejně tak mohou vzniknout jen mezi zcela volnými bloky. Skalní brány vznikají výrazně nejčastěji v sedimentárních horninách (pískovce, slepence, vápence) za spolupůsobení puklinových systémů, vrstevnatosti a vrstevních spár. Méně časté jsou i ve vulkanických horninách a spíše jen výjimečné v krystalických, kde jsou vesměs i malých rozměrů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V rozsáhlých územích s aridním klimatem budovaných sedimentárními horninami přestavují poměrně hojné, velmi rozměrné a atraktivní skalní formy, vyhledávané i turisticky. Proslulý je v tomto smyslu americký jihozápad nebo některé části Sahary, kde vytvářejí často až kuriózní nebo filigránské tvary. V Evropě jsou nejčastější ve vápencích a u nás v pískovcích České tabule.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V krystalických horninách vznikají jen minimálně a jsou malých rozměrů. Ve fylitech je jediná a velmi malých rozměrů na úpatí jedné ze skal Malého Jeřábníku (164, 165). Podle výše uvedených kritérií je nejednoznačné zařazení skalní perforace v pravých svazích údolí Vejpálického potoka, kterou lze považovat jak za malou skalní bránu (od západu je v úrovni terénu), tak za skalní okno (od východu výše ve skále). Několik skalních bran je známých také v těsném sousedství Krkonoš, které ale již vznikly v sedimentární hornině (permském slepenci) Zámeckého vrchu u Trutnova.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

SKALNÍ BRÁNY A MOSTY NEPRAVÉ

CHARAKTERISTIKA: Nepravé skalní perforace vznikají kombinací skalních útvarů a volných bloků a balvanů, nebo přímo jen mezi volnými bloky a balvany. Nejčastější případ je, kdy se volný zřícený blok zaklíní v průrvách mezi skalami nebo v prostředí destruovaných skalních výchozů, kde se na sebe nahromadí nebo k sobě vzájemně přikloní volné bloky. Dělení na skalní mosty a brány je stejné jako u pravých skalních perforací: Mosty vznikají v případě, kdy otvorem protéká vodní tok (byť jen periodický), a brány naopak ve vyvýšených polohách. Vznikají proto hlavně v horninách, které se rozpadají v podobě velkých bloků, jako jsou pískovce, žuly a některé krystalické břidlice, například kvarcity. Malých otvorů tohoto typu je poměrně dost, ale označení skalní brána se používá pouze pro větší, obvykle průchozí i pro člověka.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krystalických břidlicích vznikají vzácně, a navíc obvykle zůstávají mimo pozornost, pokud nejsou v nápadných polohách, například vystouplých nad terén, ve snadno dostupných místech nebo u komunikací.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Ze zdejších hornin jsou pro ně příhodné zvláště tvrdé kvarcity, které zvětrávají ve velkých blocích. Tři nepravé skalní brány se nacházejí v mrazově destruovaných kvarcitových výchozech Bílé skály nad Rejdicemi (166b, 167a, b) a jediný nepravý skalní most v korytě Černohorského potoka v Těsném dole u Janských Lázní (166a).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

167a

167b

SKALNÍ OKNA

CHARAKTERISTIKA: Skalní okna představují skalní perforace menších rozměrů, které jsou nejčastěji situované někdy i vysoko nad úrovní okolního terénu nebo nad úpatím skal. U těch se berou vzhledem k malým rozměrům v potaz pouze pravé, tj. vzniklé v rostlé hornině. Pro jejich výskyt platí totéž, co pro skalní brány, tj. nejčastěji vznikají nerovnoměrným zvětráváním úzkých exponovaných partií skalních útvarů v sedimentárních horninách, poté ve vulkanických a nejméně v krystalických. Bezprostřední příčiny jejich vzniku jsou stejné jako u skalních bran, tj. podoba puklinových systémů, vrstevnatost, vrstevní spáry, břidličnatost a obecně rozdíly v homogenitě, a tím i odolnosti horniny, vedoucí k jejímu selektivnímu zvětrávání. V aridních podmínkách se na jejich vzniku často podílí i větrná eroze. Časté je i proděravení úzkých skalních útvarů rozšiřováním skalních výklenků a dutinek zvětráváním, někdy postupujícím z obou stran.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V územích budovaných sedimentárními horninami jsou poměrně časté, zvláště v aridních a semiaridních oblastech.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské krystalické horniny nejsou příznivé pro jejich vznik, proto jsou zde vzácné a s otvory vesměs jen malých rozměrů jen jednotek decimetrů. Na jejich vzniku se podílí zvláště zvětrávání podél puklin a případně i břidličnatost horniny. Jsou známé například ve fylitové části Borovských skal u Havírny (169a) nebo zcela malé ve skále nad silnicí u ústí Dlouhého potoka v Jizerském dole (168). Větších rozměrů je skalní perforace ve střední části údolí Vejpálického potoka, která vykazuje znaky skalního okna i malé brány (169b). Poněkud větší skalní okno se nachází také v nejvýše položeném skalním útvaru Modrých kamenů u Janských Lázní, ale u něj nelze vyloučit s ohledem na zrudnění horniny, že bylo uměle vylámané.

STUPEŇ OCHRANY: **B**

169a

169b

GLACIÁLNÍ
tvary

KARLING

CHARAKTERISTIKA: Více či méně zašpičatělý a převážně silně skalnatý horský vrchol, vzniklý zpětnou ledovcovou erozí, postupující z více stran. Karlingy jsou charakteristické pro silně zaledněná (v současnosti i minulosti) pohoří, která prošla intenzivní ledovcovou modelací, o čemž svědčí i jejich druhý název matterhorn, odvozený od stejnojmenné alpské hory, která je jejich typickým příkladem. Ve vrcholových polohách velehor s rozsáhlým zaledněním je častý i jejich skupinový výskyt nebo lineární řazení na horském hřebenu, jinde, zvláště v pohořích méně intenzivně zaledněných, však mohou mít více či méně solitérní pozici. I v tomto případě se mohou při jejich vzniku uplatňovat strukturní vlivy v podobě tvrdších hornin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ve velehorách představují poměrně běžný reliéfový tvar. Z nám nejbližších jsou to Vysoké Tatry a Alpy, ve vysokých zeměpisných šířkách jsou však i v silně zaledněných středohorách. Některé jsou pro svou výraznou reliéfovou dominanci a velmi strmé až svislé skalní stěny velmi populární mezi horolezeckou i širokou veřejností (tatranský Kriváň, alpský Matterhorn, kavkazská Ušba aj.).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jediným krkonošským karlingem je nejvyšší hora Sněžka, která je současně i jedinou horou tohoto typu nejen v naší republice, ale i v hercynských pohořích celé střední Evropy, čímž představuje významný unikát. Ve srovnání s velehorskými karlingy je však méně dokonalého tvaru a také podstatně méně skalnatá (137a). Tak nepatrné zastoupení karlingů je dané velkým stářím těchto pohoří a tomu odpovídajícími reliéfovými poměry s výrazným zastoupením zarovnaných povrchů i jejich poměrně malou výškou. Dříve uváděný počet tří ledovců, které podmínily vznik karlingu Sněžky v podobě trojbokého jehlanu, je však nutné podle nových poznatků korigovat pouze na dva würmské ledovce (Obřího dolu a Łomniczky); nelze však vyloučit ani variantu, že v rozsáhlejších starších zaledněních se mohly na vzniku tak velkého makroreliéfového tvaru uplatňovat skutečně tři ledovce, tj. i ze strany Jeleního dolu.

Glaciální tvary

ÚDOLNÍ KARY

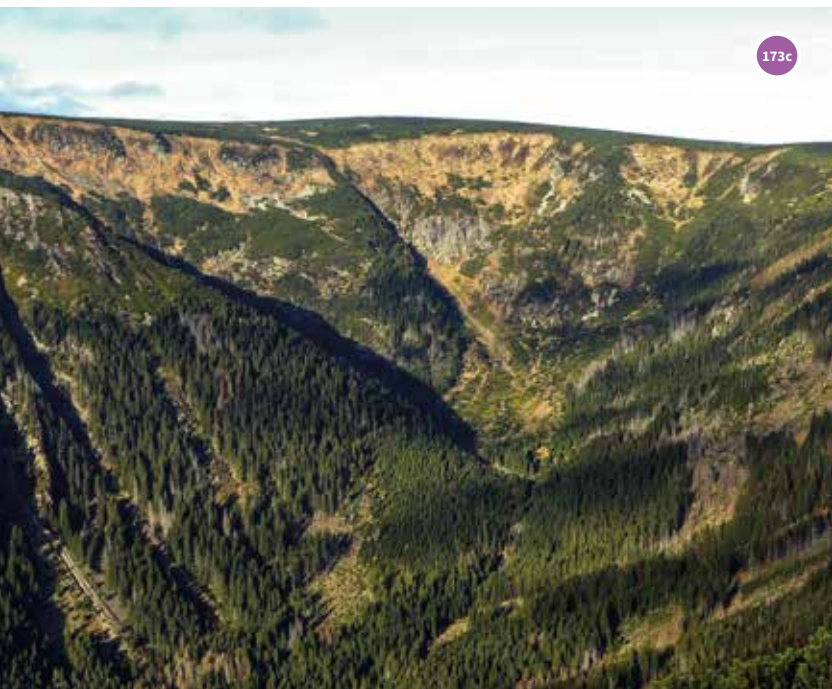
CHARAKTERISTIKA: Kary jsou amfiteátrovité až jednostranně kotlovité deprese otevřené po svahu, vzniklé ledovcovou erozí za různě velkého podílu mrazového zvětrávání. Často se vyznačují více či méně ostrou horní hranou, strmými svahy až svislými skalními stěnami, někdy i stupňovitě členěnými. Jejich dno má nejčastěji jen malý sklon nebo je téměř rovné a poměrně často i přehloubené. V takovém případě bývá zatopené jedním a v případě velkých karů i několika převážně nevelkými jezery. Největší a reliéfově nejvýraznější jsou údolní kary, nacházející se v závěrech horských údolí. U pohoří s fosilním zaledněním se na jejich dně nebo spodním konci nachází často ústupové morény z nesoudržného materiálu transportovaného ledovcem. V závislosti na zeměpisné šířce se nacházejí od velmi vysokých poloh v tropech až zcela nízkých v subpolárních a polárních územích. Jejich tvar i modelace stěn jsou ovlivněny jak litologickými, tak tektonickými poměry a také celkovým typem reliéfu daného pohoří. V nižších pohořích je jejich poloha úzce spjatá se směry převažujících větrů a rozsahem deflačních ploch, odkud je do nich svívaný sníh. V Krkonoších se jedná o větry tzv. anemo-orografického systému, velmi úzce vázané na reliéfové podmínky. Podle polohy můžeme rozlišit několik typů karů. Nejrozšířenější a pro celkovou modelaci pohoří jsou nejvýznamnější údolní kary v údolních závěrech. V pohořích s intenzivnějším zaledněním vytvářejí často celé skupiny, které mohou mít jak radiální, tak u pohoří s výrazným centrálním hřebenem lineární rozmístění.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Údolní kary jsou běžnou součástí všech pohoří s rozsáhlejším současným nebo minulým zaledněním a patří k reliéfovým tvarům, které nejvýrazněji ovlivňují jejich celkovou podobu. V našich pohořích jsou početnější na Šumavě, kde je v nich i několik karových jezer, a jeden v Hrubém Jeseníku (Velká kotlina).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše mají nejpočetnější a nejdokonaleji vyvinuté údolní kary ze všech pohoří Českého masivu, a to jak na české, tak polské straně. Největší vznikly v závětrné poloze od vrcholových zarovnaných povrchů, které poskytovaly největší deflační plochu. Největších rozměrů dosahuje Úpská jáma, kterou vytvořil ledovec Obřího dolu (137b, c). Další reliéfově velmi výrazné kary jsou Kotelní jámy a na polské straně také Kocioł Małého Stawu a Kocioł Łomniczki. Labské jámy jsou méně typické, neboť jsou s ohledem na odlišné geologické podmínky (omezení kontaktním dvorem) výrazně asymetrické, tj. pouze jednostranně vyvinuté. V nižších polohách montánního stupně představuje nejdokonalejší kar Vlčí jáma u Pece p. Sněžkou.

173a

173b


173c

SVAHOVÉ KARY

CHARAKTERISTIKA: Reliéfové podmínky některých pohoří nebo jejich určitých částí umožňují, že zde v kombinací s klimatickými poměry vznikají kary nejen v údolních uzávěrech, ale také v mělčích depresích různě vysoko na svazích. Vzhledem k omezenějšímu vyživování sněhem bývají obvykle mělčí a méně dokonaleji formované, ale při výhodné kombinaci podmínek potřebných ke vzniku ledovce existují i výjimky, kdy jsou tyto kary tvarově také velmi dokonale vyvinuté.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V zaledněných pohořích se nacházejí poměrně běžně, nebo i skupinově, ale významnou podmínkou jejich vzniku jsou místní makroreliéfové poměry a u nižších pohoří také mezoklimatické v podobě kombinace větrných poměrů a deflačních ploch.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Severní strana Krkonoš, tvořená strmými a erozně málo členěnými tektonickými svahy, skýtá velmi výhodné podmínky pro vznik svahových ledovců. Patří sem v první řadě Sněžné jámy (Śnieżne Kotły), u kterých kombinace vysoko položené deflační plochy a žulové tektoniky způsobila, že naopak představují tvarově nejdokonalejší krkonošské kary (174, 175a). Velká Sněžná jáma má dokonce jako jediný krkonošský kar z velké části svislé skalní stěny, což je znak hlavně velehorských karů. Méně dokonalé svahové kary jsou na polské straně ještě Czarny Kocioł Jagniątkowski (175b) a kar Wielkého Stawu. Česká strana pohoří nemá pro vznik svahových karů výhodné podmínky. Nejvíce se jim blíží Vasova jáma v Jelením dole (175c). Při absenci údolního ledovce v tomto údolí ho vytvořil malý svahový ledovec, který vznikl díky kombinaci místních reliéfových podmínek, zvláště pak existenci deflační plochy na Růžové hoře.

175a

175b

175c

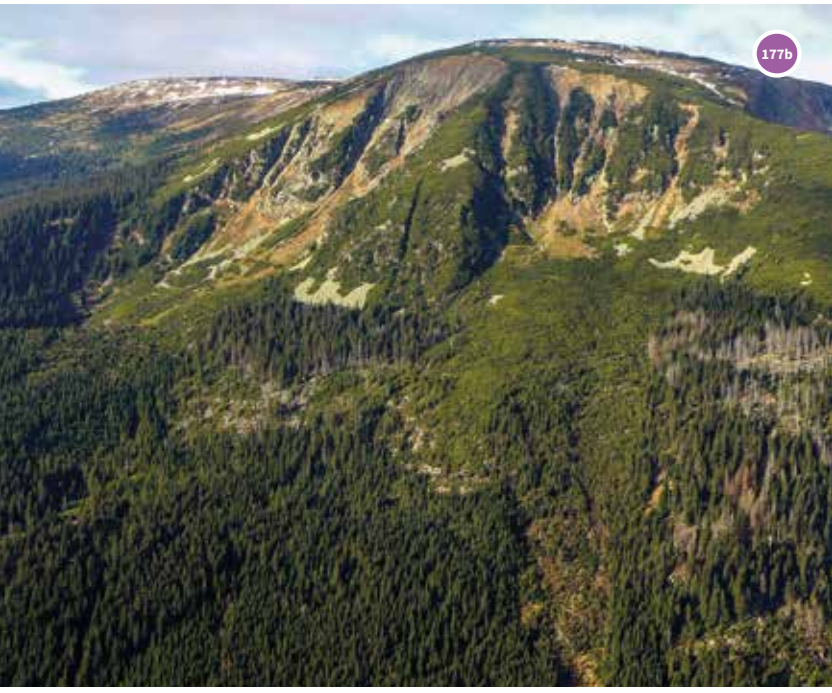
VISUTÉ KARY

CHARAKTERISTIKA: Visuté kary jsou určitou obdobou svahových karů, od nichž se však liší tím, že vzhledem k menšímu objemu ledové hmoty a tím i s omezenou erozní schopností se nachází jejich dno poměrně vysoko (často i stovky metrů) nade dnem hlavního údolí. Určitá odlišnost je také v tom, že svahové ledovce, a tedy i jejich kary mohou být zcela samostatným georeliéfovým prvkem, zatímco visuté ledovce s jejich kary mají velmi často vazbu na hlavní údolní ledovec. V době zalednění stékaly ledovce visutých karů na hlavní ledovec a jejich masy proto obvykle splývaly, přičemž výškový rozdíl mezi nimi překonával ledopád. Pokud se v těchto karech nachází vodní tok nebo i více toků, vytvářejí v místě stupně někdejšího ledopádu často vodopády, které lze označit také jako vodopády na visutých ústích. Dno visutých karů bývá velmi často svažité, nebo dokonce silně svažité a také jejich postranní okraje nemusí být příliš výrazné. Ve velehorách jsou tyto kary někdy i vícestupňové.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V silněji zaledněných pohořích a velehorách celého světa jsou velmi hojně zastoupené.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou jediným pohořím naší republiky, kde se visuté kary nacházejí. V západních Krkonoších je to Harrachova jáma (176, 177a), jejíž ledovec spadal visutě na ledovec Labského dolu. Díky dokonalé žulové tektonice má velmi dobře vyvinuté skalní stěny. Zčásti obnažené skalní podloží vystupuje i na svazích pod ním, na němž se nacházejí drobné sezónní vodopádové stupně. Ve východních Krkonoších je to dvojice Velké a Malé Studniční jámy, jejichž ledovce se spojovaly ledopádem s hlavním údolním ledovcem Obřího dolu (177b, c). Nacházejí se na podloží krystalických hornin a v důsledku odlišného charakteru jejich zvětrávání a v případě Velké jámy i rozsáhlého holocénního skalního zřícení jsou dnes vyplněné poměrně mocnými suťovými, popř. i blokovými akumulacemi.

177a


177b

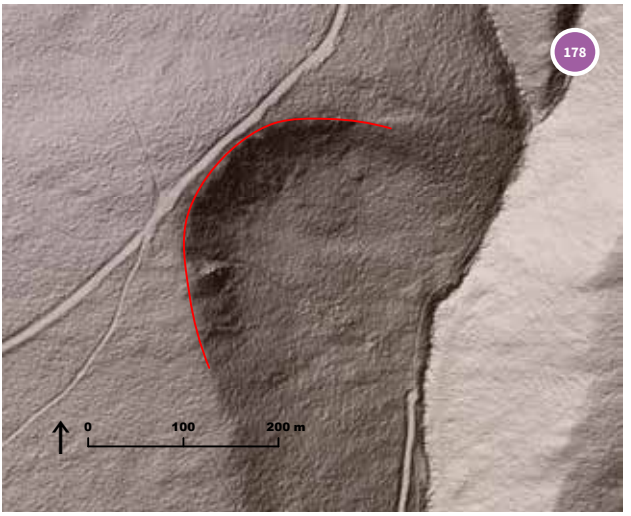
177c

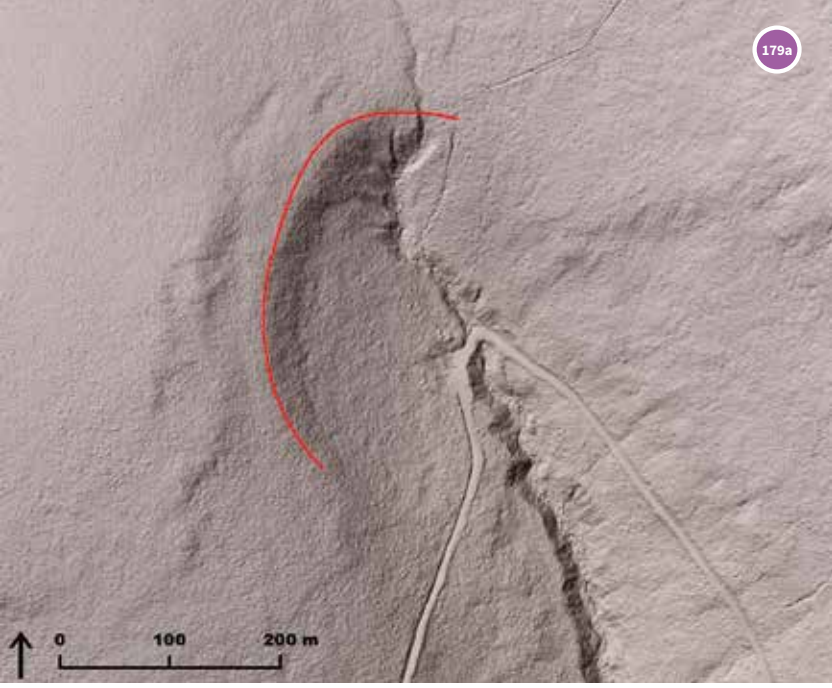
PROTOKARY

CHARAKTERISTIKA: Představují méně dokonalé glaciální formy, označované dříve také jako karoidy, případně jen jako nivační deprese; nový vhodnější název navrhl geomorfolog David Krause podle v anglicky psané literatuře běžně používaného termínu „protocirque“. Jedná se o zahloubené formy s výrazně až poměrně dokonale vyvinutou okrajovou hranou, která je ale vytvořená jen na jedné, závětrné straně ve smyslu převažujících větrů anemo-orografických systémů. Nejčastěji má obloukovitý půdorys. Od skutečných karů se však liší převážně strmě ukloněným dnem a absencí akumulačních forem. Vznikly v místech s omezenou akumulací sněhových mas a často i v nižších horských polohách, odpovídajících montánnímu stupni. Ve středohorách se jejich deflační plochy nemusejí nacházet ve vrcholových polohách ani v prostoru vrcholových zarovnaných povrchů, ale jejich roli mohou zastávat i souvislé rozsáhlé plochy erozně málo členěných svahů, které umožňovaly „boční“ transport a akumulaci sněhu. Dříve se paušálně umísťovaly do všech údolních uzávěrů v polohách nad sněžnou čárou, ale v případě absence dostatečně rozsáhlé deflační plochy se tento předpoklad ukázal jako mylný.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se ve všech pohořích s bývalým i současným zaledněním, ale ve srovnání s jinými glaciálními tvary byla jejich výzkumu zatím věnovaná malá pozornost.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše patří k pohořím, kde byly prokázané v poměrně větším počtu. Z velké části se nacházejí v montánním stupni, a proto jsou zarostlé lesním porostem, který skrývá jejich méně výrazný tvar; dobře jsou ale patrné na lidarových mapách. K tvarově nejdokonalejším patří například Lubošská jáma (179a, b) a protokar v údolí Kotelského potoka pod Zadními Rennerovkami (178). na polské straně jsou to Szrenicki Kociol a Kociol pod Malym Szyszakem (179c).




179a
0
100
200 m

179b

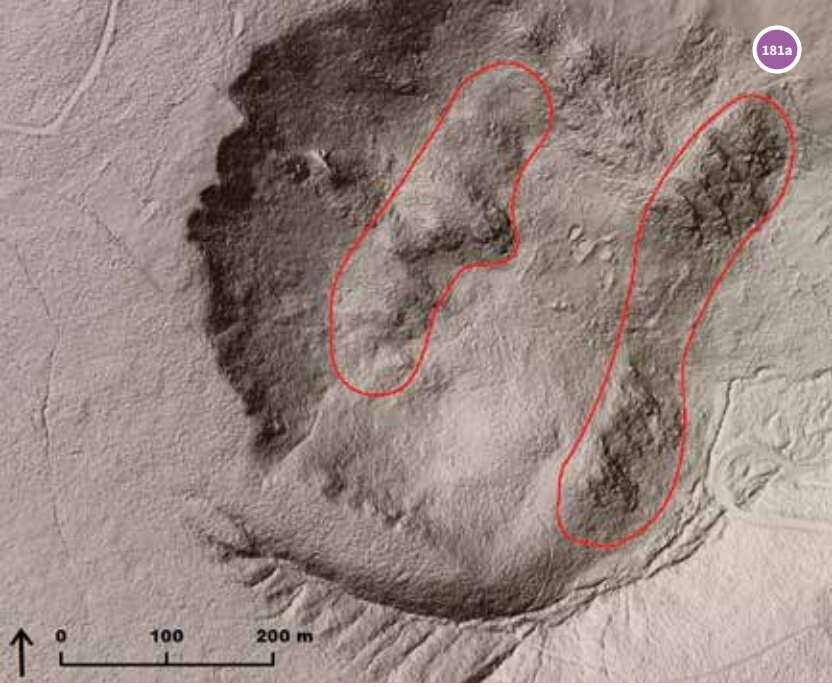
179c

KAROVÉ STUPNĚ

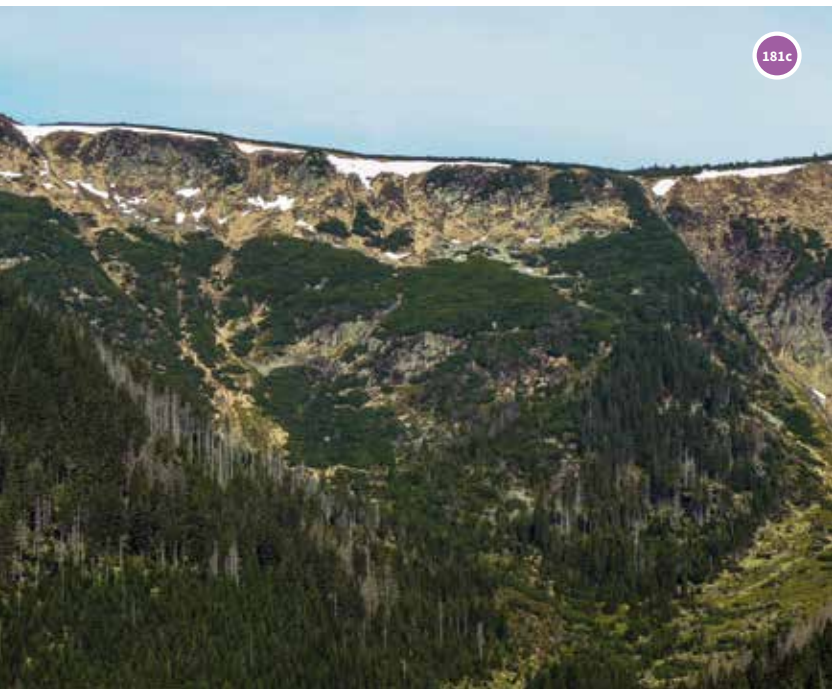
CHARAKTERISTIKA: Dna některých, zvláště rozsáhlejších karů jsou často výškově členěná více či méně výraznými stupni, projevujícími se výraznou změnou sklonu svahů. Často jsou v různé míře i skalnaté, někdy souvisle, jinde zvláště v závislosti na litologických poměrech jen úsekovitě. Jejich horní plocha je mírněji ukloněná nebo lokálně téměř rovná, spíše výjimečně i zahloubená, zatímco čelní svah je velmi strmý, v případě skalních stěn místy až svislý. Mohou vznikat lokálně v důsledku rozdílně silné ledovcové eroze, ale často se na jejich vzniku podílejí také strukturní poměry v podobě zastoupení různě odolných hornin a u sedimentárních hornin i jejich vrstevnatost. Na jejich podobě se však mohou podílet i tektonické poměry (výrazné pukliny a puklinové zóny a jejich alterované polohy). Na karových stupních se zvláště ve velehorách vyskytují poměrně často vodopády.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: U velehorských karů s vysokými stěnami se vyskytují v hojné míře a může jich být i více nad sebou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Poměrně malé a nepříliš hluboké krkonošské kary nemají příliš příznivé podmínky pro vznik stupňů. Nacházejí se pouze ve dvou z nich. Nejdokonaleji jsou poněkud paradoxně vyvinuté v malém a nepříliš dokonalém karu Vlčí jámy, kde jsou dokonce dva stupně nad sebou (180, 181a, b). Příčina jejich vzniku je strukturního původu, neboť kar se nachází jako jeden z mála zdejších karů na podloží dvou odlišných svorů. Stupně vznikly na pruzích odolnějších muskoviticko-albitických svorů, které protínají ve vrstevnicovém směru svahy karu. Pouze úsekovitě je vyvinutý karový stupeň i v Úpské jámě, která je naopak největším a nejhlubším zdejším karem, ale poměrně dobře ho vyznačuje horní, mírně sešikmený okraj souvislého klečového porostu (181c).


181a
0
100
200 m

181b


181c

SKALNÍ ÚTVARY KARŮ A TROGŮ

CHARAKTERISTIKA: Karové stěny mohou být v závislosti na lokálních tektonických i litologických poměrech jak plynule svažité a málo členité, tak naopak více, nebo dokonce silně rozčleněné, včetně skalních útvarů. Někdy k tomu dochází až v důsledku postglaciálních procesů. Významně se na tom mohou podílet i puklinové systémy a lokální zlomy nebo celé puklinové zóny a jejich směrování vůči celkové poloze určitého karu anebo převládajícím směrům skalních stěn (které může být paralelní, diagonální i kolmé). Pokud jsou paralelní nebo alespoň diagonální ke stěně karu, mohou v ní vznikat díky gravitačnímu rozevírání skalního svahu a případného rotačního pohybu až posuvu krátké skalní zářezy, průrvy až rozsedliny, pseudokrasové jeskyně a vodopádové stupně. Horní hrana karu se za spolupůsobení zvětrávání a erozních procesů může členit do skalních výstupků až výběžků nebo naopak svažitých depresí. Na horní hraně nebo těsně nad ní dochází v důsledku gravitačního rozevírání k odsedání bloků, projevujícímu se vznikem trhlinovitých rýh.

V opačném případě, kdy jsou tektonické linie přibližně kolmé na okraje karů, dochází často k jejich výraznému rozčlenění do podoby úzkých protáhlých skalních hřebínků, oddělených někdy i dosti hlubokými spádnicovými průrvami a roklemi. Hřebínky jsou vystavené intenzivnímu oboustrannému mrazovému zvětrávání, proto na nich dochází k častému padání uvolněných balvanů až vzniku malých skalních zřícení a v průrvách mezi nimi k vyplavování kamenitého materiálu za přívalových dešťů, případně až v podobě drobných mur.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Uvedené formy můžeme pozorovat v nezaledněných (nebo jen málo zaledněných) karech celého světa, ale jejich výskyt a kvantitativní zastoupení jsou velmi silně ovlivněné litologickými poměry, tj. vlastnostmi různých hornin; mimořádně výhodné jsou například žuly s výraznou kvádrovitou odlučností.

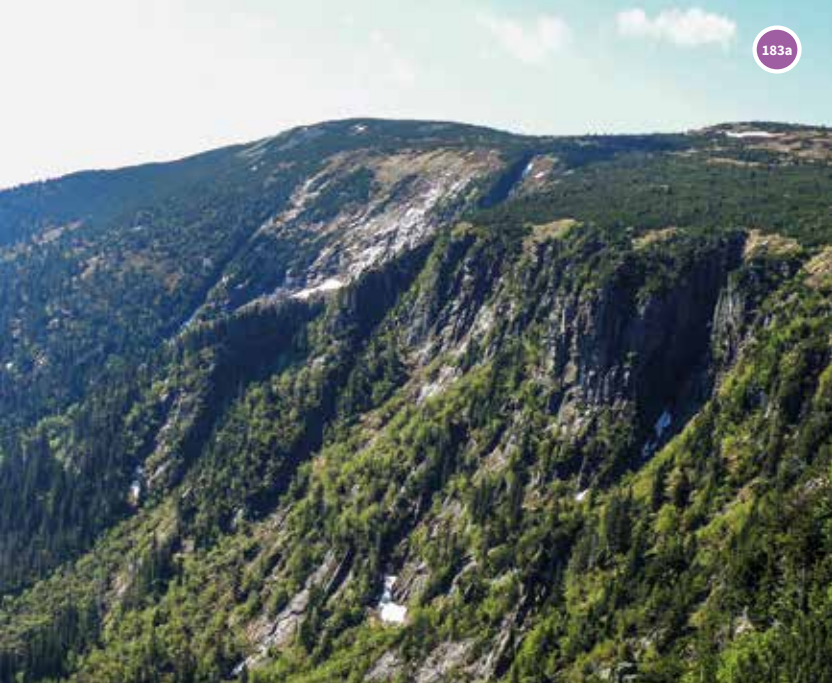
VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Většina krkonošských karů vznikla na žulovém podloží, proto jsou příznivé pro vznik výše uvedených forem, i když ne ve stejně dokonalých podobách. Výhodnější podmínky pro ně mají kary v západních Krkonoších, kde je kvádrovitá odlučnost žuly dokonaleji vyvinutá. Tvary podmíněné diagonálním až paralelním průběhem tektonických linií s karovou stěnou jsou nejdokonaleji vyvinuté u Labských jam (183a) v podobě úzkých skalních zářezů, pseudokrasových jeskyní a trhlinovitých rýh. U Sněžných jam, kde mají tektonické linie naopak kolmý směr (183b), jsou to skalní hřebínky a jejich mezilehlé průrvy.

LEDOVCOVÁ ÚDOLÍ (TROGY)

CHARAKTERISTIKA: Horská údolí, která byla přemodelovaná ledovcovou erozí, mají typickou podobu s příčným profilem písmene U, tedy širokým dnem a někdy i strmými skalnatými svahy, lokálně až skalními stěnami. Určitou roli při jejich tvarování hrají litologické poměry i vlastnosti různých hornin (odolnost, vrstevnatost, charakter rozpukání a břidličnatosti, hustota puklin aj.). Vytvářejí je splazy větších a delších údolních ledovců, ale vznikají i na okrajích rozsáhlých náhorních (fjeldových) ledovců, které na svazích přecházejí do podoby úzkých splazů. V ledovcových údolích se nachází celá škála dílčích ledovcových tvarů, a to jak erozních (skalní stupně, oblíky, skalní ohlazy, exaračí rýhy), které vytváří sám ledovec, nebo za pomoci kamenitého materiálu, jejž v sobě unáší, tak akumulačních v podobě morén různých typů. Ty vznikají naopak z materiálu usazeného nebo navršeného během postupu, nebo naopak ústupu ledovce. Jejich součástí jsou často i mimořádně velké ledovcové balvany a bloky, někdy zaujímající nápadněji solitérní polohy. Morény ledovcových údolí jsou podle polohy spodní, boční, koncové a ústupové. V prohlubních za morénami nebo i uvnitř morén vznikají dosti často jezera; na vzniku některých z nich se ale podílí i hloubková erozní činnost. Pro jezera ledovcových údolí je příznačný dlouhý a úzký tvar a obvykle i větší rozloha než u karových jezer.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ledovcová údolí jsou běžným a velmi nápadným reliéfovým tvarem v pohořích s rozsáhlejším současným i pleistocénním zaledněním. Z nám nejbližších pohoří jsou to například Západní a Vysoké Tatry, Alpy a Skandinávské pohoří. V našich pohořích s malým rozsahem zalednění jsou trogy naprostou výjimkou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou jediným naším pohořím, kde vznikl omezený počet natolik rozsáhlých údolních ledovců, které umožnily jejich vznik. Jedná se o Labský a Obří důl (183c) a na polské straně v méně dokonalé podobě ještě údolí Łomniczky. Krkonoše představují v tomto směru výjimku mezi pohořími mimoalpské a mimokarpatské střední Evropy.


183a

183b

183c

ČELNÍ MORÉNY

CHARAKTERISTIKA: Ledovce unášejí velké objemy kamenitých hmot, které vznikly jak erozí samotného ledovce, tak pocházejících ze zvětralin, jež na ně byly transportovány ze svahů gravitačně a lavinami. Ten unášejí řádově celé kilometry (u velkých náhorních a kontinentálních ledovců i celé desítky až stovky kilometrů) ve směru svého pohybu a podle reliéfové situace ho usazují v podobě morén různého typu. Tvarově nevýraznější bývají nejčastěji čelní morény, které vznikly v místě maximálního dosahu ledovce, tj. na jeho čele. U údolních ledovců mají obvykle valovitý tvar a nejčastěji oblo-ukovitý až rohlíkovitý půdorys, i když ten je často narušený již souběžně probíhající, a ještě více mladou, holocénní erozí údolního toku. Jejich výška je obvykle závislá na velikosti, a tedy i mocnosti ledovce; u velkých ledovců může dosahovat až desítek metrů, obvykle ale méně. Často se vyznačují i ostrou vnější úpatní linií a také výraznou hřbetnicí a někdy i strmými svahy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou zcela běžnou součástí glaciálních tvarů v zaledněných pohořích, i když jsou velmi často následně narušené a jejich tvary pozměněné pozdějšími erozními procesy zvláště hlavního údolního toku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se téměř u všech zdejších ledovců, které vytvářely splazy, ale právě v Krkonoších byly z velké části narušené, nebo dokonce z větší části zlikvidované erozí údolního toku. Nejdokonaleji zachovaný příklad představuje pravostranná část čelní morény ve Vlčím dole (u objektu Javor, 185a, b) a v Labském dole přímo nad cestou údolím; čelní morény dalších dvou největších ledovců Obřího a Kotelského dolu byly erozí natolik narušené, že ztratily svůj původní tvar. Na polské straně se nejlépe dochovaly u svahových ledovců Sněžných jam díky absenci vodního toku a také na pravé straně údolí Łomnice, kde plynule přechází do boční morény.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

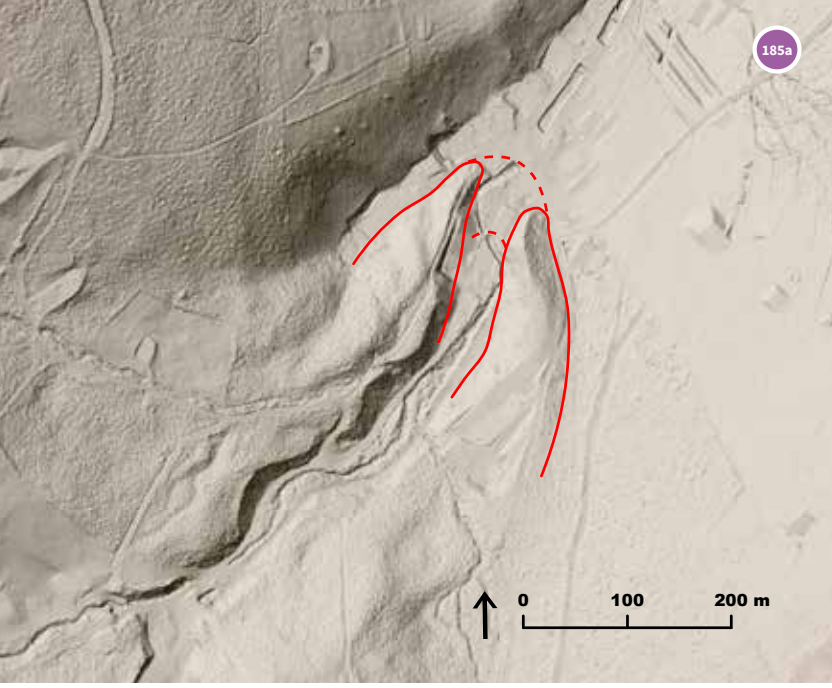
BOČNÍ MORÉNY

CHARAKTERISTIKA: Vedle čelních morén bývají nejvýraznější a nejrozsáhlejší boční morény, které vznikly z navršeného materiálu na okrajích ledovcového splazu. Velký podíl jejich materiálu proto často tvoří zvětraliny transportované sem gravitačně nebo lavinami ze svahů ledovcového údolí. V závislosti na podložním terénu a celkové šířce údolí mohou mít valovitý tvar, ale nejčastěji mají podobu úzkých svahových teras, někdy i se zvlněným povrchem. U velkých ledovců mohou dosahovat až kilometrových délek, jindy bývají vyvinuté v kratších úsecích nebo jen útržkovitě. V případě ohybů ledovcových údolí je patrné, že mají tendenci vznikat na vnější, „odstředivé“ straně údolí, vystavené většímu tlaku při pohybu ledovce, zatímco na opačné mohou téměř chybět. Na rozdíl od čelních morén nebývají narušené erozí hlavního údolního toku, ale spíše průrvami postranních přítoků, které mohou na ledovcových balvanech a blocích vytvářet i nepravé kaskády a nízké vodopády, popřípadě jejich soustavy.

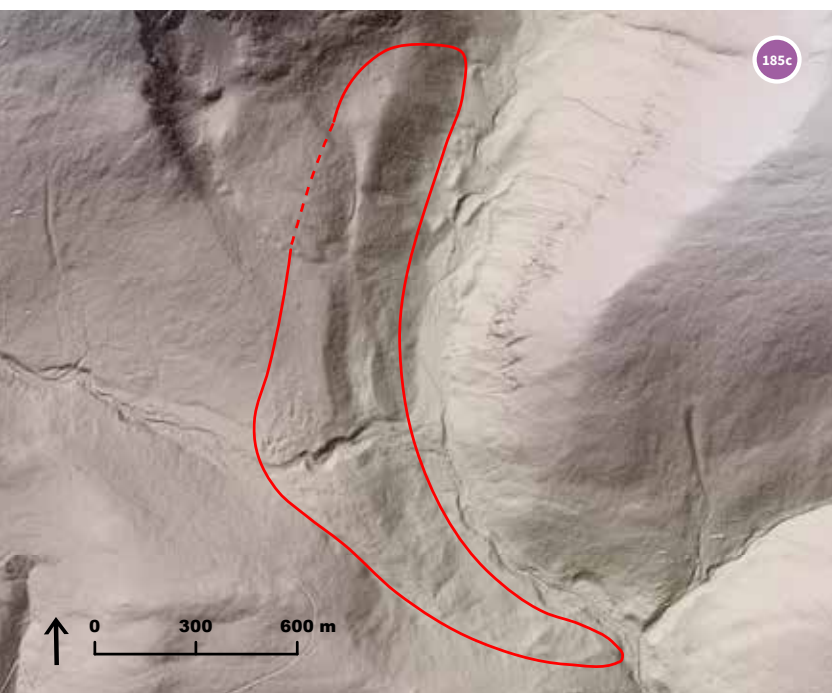
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Boční morény jsou velmi běžným georeliéfovým tvarem v pohořích s výskytem současných i pleistocénních údolních a svahových ledovců.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V různé míře dokonalosti a rozsahu jsou zachované ve většině zaledněných krkonošských údolích, někdy však v relativně málo výrazné podobě, tím spíš, když se nacházejí v zalesněném terénu. Plochou i objemem největší souvislá boční moréna se nachází na vnějším ohybu Obřího dolu, která se táhne od Velké Studniční jámy až po dolní stanici lanovky v Peci pod Sněžkou (185c). V některých údolích (Kotelní jámy, Vlčí důl) se nacházejí i dvě nad sebou, pocházející z různě rozsáhlých fází zalednění (vesměs posledního, würmského). Dobře patrné jsou i u obou největších svahových ledovců na polské straně pohoří (pod Sněžnými jámami a v povodí Łomnice pod kary Stawů).

STUPEŇ OCHRANY: **A**


185a
0
100
200 m

185b


185c
0
300
600 m

ÚSTUPOVÉ MORÉNY

CHARAKTERISTIKA: Průvodním jevem konce zalednění byl i ústup ledovců, projevující se jejich zkracováním; v našich pohořích se jedná výlučně o poslední, würmskou ledovou dobu. V místech, kam maximálně dosáhly zkracující se splazy určitých etap ústupu ledovců, vznikaly na jejich čele také morény, které však byly úměrně menších, nebo dokonce jen přímo malých rozměrů. Polohou na dně trogu nebo na bázi údolních svahů odpovídají čelním a bočním morénám rozsáhlejších fází zalednění, ale představují jen jakousi jejich miniaturu. Totéž platí i pro jejich tvary, které jsou v místě čela krátkého ledovce buď obloukovité a valovité, popř. jen terasovité po stranách. Pokud jsou v dosahu hlavního údolního toku i jeho přítoků, jsou většinou v různé míře také narušené jejich erozí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ústupové morény jsou běžným jevem v prostoru dosahu pleistocenního zalednění, i když vzhledem k menším rozměrům a nižší poloze v montánním stupni jsou často dosti kryté vegetací (lesem). Nejnápadnější jsou na dnech horských údolí.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vyskytují se ve většině zdejších zaledněných údolí, i když v různě dokonalé podobě a v některých mohou prostorově navazovat na starší morény rozsáhlejšího zalednění, čímž se jsou i méně nápadné. Na české straně jsou dobře patrné po obou stranách údolní cesty v Obřím dole mezi Boudou pod Sněžkou a Boudou v Obřím dole (187a). Nejdokonalejší příklad však poskytuje obloukovitá ústupová moréna pouze malého karového ledovce na dně Velké Sněžné jámy, která se nalézá mimo dosah eroze vodních toků, a proto zůstala celá zachovaná v původní podobě (187b). Její geneze je ale spornější , neboť může být považovaná i za čelní morénu posledního, nejmenšího karového ledovce. Dobře patrné jsou i v karu Malého Rybníku (Mały Staw), kde se přímo podílejí na vzniku jezera. Malá ústupová moréna se nacházela také ve Vlčím dole, ale byla kompletně zničená při výstavbě lyžařského areálu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

EROZNÍ PRŮRVY V MORÉNÁCH

CHARAKTERISTIKA: Morény, které se nacházejí v dosahu vodních toků, jsou velmi často v různé míře narušené jejich erozí, neboť nesoudržný morénový materiál, obsahující často výrazný podíl jemnějších frakcí podléhá erozi velmi rychle. Eroze mohla probíhat již souběžně se zaledněním vodami samotného ledovcového toku a také následně po zániku ledovce. Nejvýraznější narušení bývá v případě čelních morén, v nichž eroze hlavního údolního toku vytváří různě širokou průrvu dosahující vesměs až k bázi morény. Původně obloukovitý, popřípadě až téměř půlkruhový tvar se tak mění na dvě samostatná ramena, která jsou již jen mírně obloukovitá nebo v případě široké průrvy téměř přímočará. Pokud se nacházelo za čelní morénou hrazené jezero, dochází tak velmi rychle k jeho zániku. Erozní zářezy vznikaly i ve spodních morénách, zvláště takových, které dosahovaly větší mocnosti. Spodní morény mohly být navýšeny i materiálem rozplavovaným po zániku ledovce ze střední morény. Podobně probíhá eroze i v ústupových morénách, které jsou takto ohroženy vzhledem k malým rozměrům ještě více. Pokud hlavní tok přijímá v rozsahu původního ledovce nějaké přítoky, vytvářejí v bočních morénách také průrvy. Vzhledem k jejich podstatně většímu sklonu však mohou mít až podobu strží se strmými, někdy i nestabilními svahy a na spodním zakončení přecházejí do náplavových kuželů.

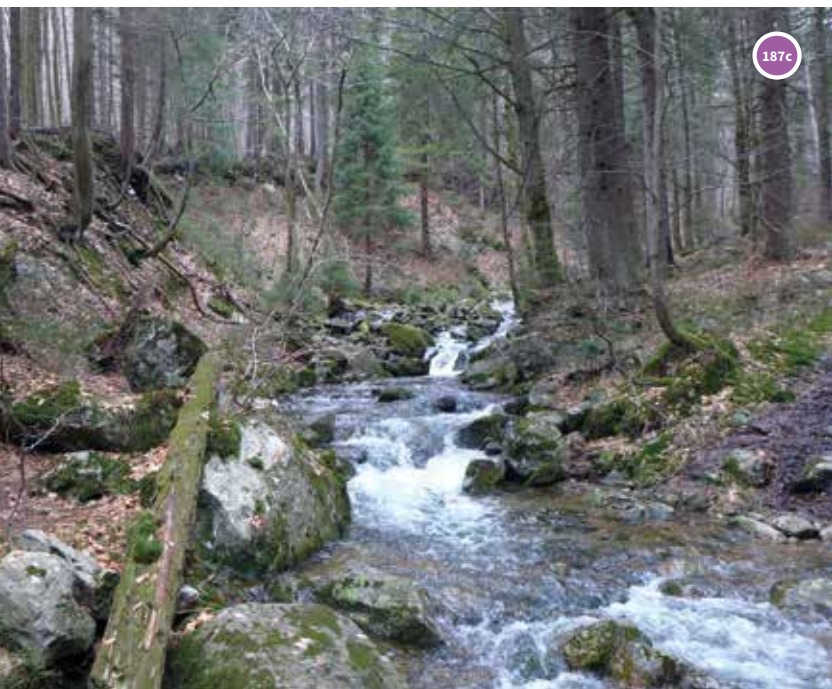
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Eroze ledovcových akumulací je v místech někdejšího zalednění zcela běžně rozšířený proces stejně jako jeho výsledné tvary, nejnápadnější jsou však u horských ledovců.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Erozní průrvy, byť v různě dokonalé a nápadné formě se nacházejí v podstatě u všech čelních morén bývalých krkonošských ledovců, a v některých případech i u bočních morén. Dnes jsou však vesměs skryté v lese, nebo přímo v hustě zapojeném náletovém porostu. Nejdokonalejší příklad na české straně je erozní průrva u morény Vlčího dolu navzdory tomu, že je narušená antropogenní činností. U bočních morén poskytuje nejlepší příklad Obří důl, kde v největší z nich vytvořil Modrý potok rozsáhlý stržovitý zářez s náplavovým kuželem ve spodní části. Eroze nedalekého Jeřábčího ručeje vytvořila erozní průrvu v boční ústupové moréně, a způsobila tak s velkou pravděpodobností zánik malého morénou hrazeného jezírka. V případě akumulací ledovce Kotelních jam mají erozní průrvy podobu dlouhých podélných zářezů se strmými, zčásti nestabilními svahy (187c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

187a

187b


187c

MORÉNOVÉ BALVANY A BLOKY

CHARAKTERISTIKA: Morénový materiál vznikající erozí samotného ledovce a mrazovými procesy (trhání skal kongelifrakcí a rozpad na jemnější frakce gelivací) obsahuje všechny frakce od písčité složky až po rozměrné balvany a bloky o rozměrech řádově celých metrů. Ty někdy vystupují solitérně na povrchu morén a představují nápadné tvary, které se mohou v některých případech dokonce promítnout i do pomístního názvosloví. V něm bývají obvykle označované jako balvany, které jsou ale podle vědecké terminologie menších rozměrů, a správné označení je proto bloky. U morén kontinentálního ledovce (u nás například na Opavsku) se vedle vědeckého označení eratické balvany označují jako bludné balvany, jelikož byly přinesené až ze Skandinávie.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžnou součástí morén (včetně spodních) ledovců všech typů, ale jejich výskyt je ovlivněný i litologickými poměry daného území. Nejpříznivější pro jejich vznik jsou tvrdé horniny s kvádrovitou a blokovitou odlučností, jako žuly a ruly.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Morénové bloky jsou běžnou součástí morén všech krkonošských ledovců, ale vzhledem k tomu, že se vesměs nacházejí mimo turistické cesty, unikají nezaslouženě pozornosti veřejnosti. Mimořádně velký počet a snadno dostupných morénových bloků se nachází na morénách Vlčího dolu, patrně díky rozpadu zdejších skalnatých karových stupňů. Velký počet je i v morénách Obřího dolu; jeden z největších a dobře viditelných je přímo pod mostem přes Úpu k objektu Máma (189a) a výjimečný je žulový blok na boční moréně na spodním konci Modrého dolu, zanesený ledovcem na podloží krystalických břidlic na vzdálenost více než 2 km od místa svého původu (189b).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Glaciální tvary

LEDOVCOVÁ JEZERA KAROVÁ

CHARAKTERISTIKA: V důsledku erozní i akumulační činnosti ledovců, včetně horských, vznikají i velmi početná jezera. Nejčastěji se s nimi setkáme v karech, kde vznikají jezera jak erozním přehloubením skalního podloží, kdy voda (často jen srážková) následně vyplní vzniklou depresi, tak v důsledku akumulační činnosti naopak také jezera hrazená morénami. Častý je však případ, kdy se na vzniku jezerní deprese podílejí kombinovaně jak hloubková eroze ledovce, tak navršené morény. Převažují u nich přibližně okrouhlé nebo elipsovité půdorysy, ale mohou být i zcela nepravidelné. Jejich plocha není s ohledem na omezené rozměry karů ve srovnání s jinými typy jezer příliš velká (většinou řádově v měřítku hektarů), ale ve srovnání s tím mohou dosahovat překvapivě velké hloubky až desítek metrů. Velmi početná jsou však mezi nimi i jezera velmi malá a také mělká (jen jednotky metrů). Roli zde hrají i litologické poměry; méně je jich například ve vápencových pohořích, kde se voda vlivem zkrasovění ztrácí do podzemí. Podobnými procesy vznikají i jezera trogová v níže položených ledovcových údolích, která bývají větších rozměrů a příznačný je pro ně jednostranně protáhlý tvar. Ledovcová jezera představují významný krajinotvorný prvek hor.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ledovcová jezera jsou běžnou součástí všech horských masivů, zaledněných v pleistocénu i v současnosti, a co do počtu mezi nimi převažují právě karová jezera. V evropských pohořích jsou například velmi početná ve Vysokých Tatrách a také v Alpách a Skandinávském pohoří, kde jsou vzhledem k velkému rozsahu ledovců častěji zastoupená i trogová jezera.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vzhledem k omezenému rozsahu zalednění Krkonoš je zde malý počet ledovcových, a tedy i karových jezer. Větších rozměrů dosahují pouze karová jezera Wielki a Mały Staw (Velký a Malý rybník, 189c) na polské straně pohoří, na jejichž vzniku se podílela jak erozní, tak akumulační složka pleistocenního ledovce.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

189a

189b

189c

LEDOVCOVÁ JEZERA MORÉNOVÁ

CHARAKTERISTIKA: Vedle karových a trogových jezer se vyskytují v pohoří současného i pleistocénního zalednění také morénová jezera, hrazená výhradně morénami, tedy často i dosti vzdálená od samotných karů. Jejich poloha i geneze však není jednotná. Mohou se nalézat ve sníženinách i drobných depresích uvnitř zvlněného povrchu rozsáhlejších a reliéfově členitějších morén, které vznikly nerovnoměrným pohybem ledovcové masy, tak často i v důsledku sesednutí morénového materiálu po roztátí tzv. mrtvého ledu. To jsou velké bloky ledu, které se z různých důvodů oddělily od hlavní masy ledovce a v důsledku překrytí kamenitým materiálem teprve později pomalu tají. Důležitým faktorem pro vznik těchto jezer je akumulace jemnozrnné frakce na dně těchto depresí, která zabraňuje odtoku vody, protože nehomogenní materiál morén je jinak obvykle silně propustný pro vodu. Tato jezera jsou živena často jen srážkovými (popř. tavnými) vodami, ale někde i prameny uvnitř morén. Odlišnou genezi mají jezera, která vznikají ve sníženině na úpatí zvýšeného a laločnatého vnějšího okraje morény a hlavním údolním svahem. Proto jsou někdy úzkého, silně protáhlého půdorysu, kopírujícího vnější úpatí morény. Ta mohou být živena jak prameny z morén, tak svahovými vodotečemi stékajícími z údolních svahů. Obecně platí, že horská morénová jezera mají i ve srovnání s ostatními typy ledovcových jezer téměř vždy poměrně malou plochu i hloubku, takže si zaslouží spíše označení jezírka, a někdy se jedná jen o větší tůně. To je i důvod, proč jejich hladina bývá kolísavá a často v období letního sucha i zcela vysychají, takže jsou jen občasná, popřípadě zanikají například zarůstáním od okrajů mechovou i bylinnou vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vznikají poměrně často v pohořích celého světa se současným i pleistocenním zaledněním.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde dokonce ve větším počtu než karová jezera. Naprostá většina z nich je v plošně rozsáhlých morénách pod Sněžnými jámami. Největší z nich se nazývají Śnieżne Stawki (191a, b) a Mlaka (191a, vyschlé pod obloukovitou čelní morénou). Nacházejí se v mělkých depresích uvnitř morén. Jediná dvě česká ledovcová jezírka najdeme rovněž na morénách. Větší z nich je Mechové jezírko v Kotelském dole (191c, v pozadí zvlněný povrch morény) a stejné geneze jsou i větší tůně na odtoku Mechového jezírka (190). Druhé, bezejmenné, s podobou také spíše jen rozsáhlejší členité tůně bylo teprve nedávno nalezené v linii Pudlavského hřbetu nad Labským dolem. Pro většinu krkonošských jezírek tohoto typu platí, že mohou v období sucha snižovat hladinu nebo i vysychat.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

191a

191b

191c

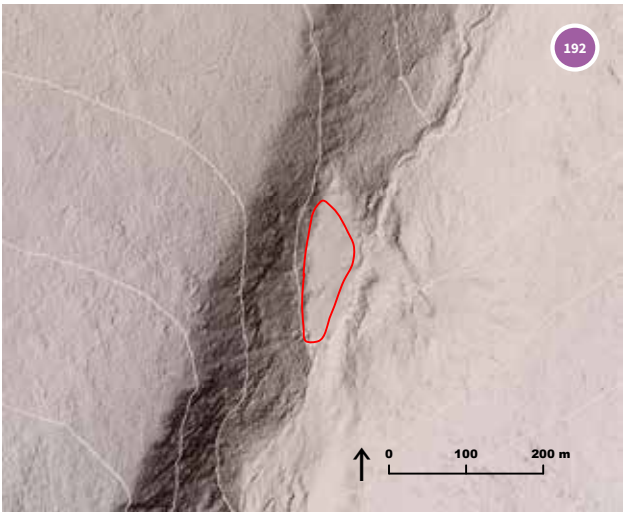
LEDOVCOVÁ JEZERA ZANIKLÁ

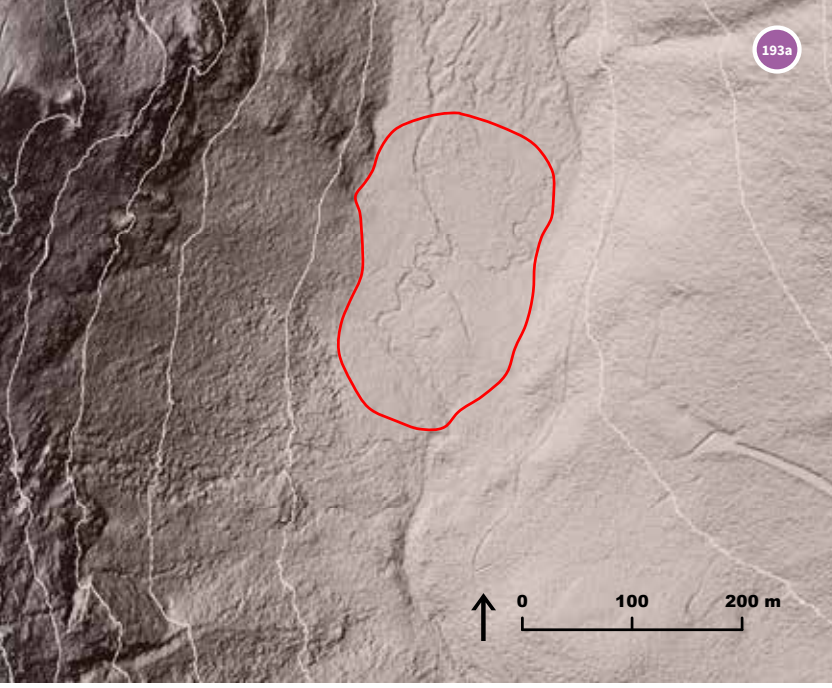
CHARAKTERISTIKA: Horský, a zvláště velehorský reliéf patří k těm místům zemského povrchu, kde probíhají s ohledem velkou reliéfovou energii nejrychleji geomorfologické procesy, a to v některých případech dokonce i v měřítku sledovatelném lidským věkem. To platí i pro vývoj některých ledovcových jezer, zvláště pak ve smyslu jejich zániku. Jejich relativně malé rozměry a hloubka na jedné straně a intenzita zdejších geomorfologických procesů na druhé způsobuje, že mohou zanikat v geologicky velmi malém horizontu pouhých staletí až jednotek tisíciletí. Mnohá proto v holocénu zanikla nebo se významně zmenšila. Mezi hlavní faktory jejich zániku patří vedle akumulační činnosti údolních i svahových potoků (spojenou případně s jejich divočením) také intenzivní svahové procesy (skalní řícení, mury, rozšiřování osypů a sutí gravitačním opadem zvětralin), ale i transport pevných hmot sněhovými lavinami. Zvláště u mělkých jezer dochází k zániku také kombinovaným zarůstáním a postupným zahlazením prostřednictvím rozrůstání břehových porostů rašeliníků i vlhkomilných vyšších rostlin, které může postupovat od břehů, ale i od plovoucích ostrovů (tzv. třasovisk). Přechodným stádiem zániku jsou v takovém případě bažiny nebo rašeliniště.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zaniklá nebo zanikající ledovcová (karová) jezera jsou běžným jevem u pohoří s pleistocénním zaledněním a zvláště těch s menší nadmořskou výškou, jako je Šumava, Schwarzwald nebo Vogézy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V českých Krkonoších bylo poměrně nedávno jednoznačně prokázáno zaniklé jezero v Labském dole (v prostoru Labských meandrů v Labských jámách, 193a, b, c), ale reliéfové poměry ukazují, že jich zde mohlo být podstatně více. Nelze vyloučit, že byly dokonce ve většině zaledněných údolí na české i polské straně pohoří. Nejzajímavější je v tomto směru Obří důl, kde vedle malých jezírek za ústupovými moréna-mi mohlo existovat mezi Dolním Úpským vodopádem a Kapličkou i jediné (a současně největší v celých Krkonoších) trogové jezero, jehož existence je předmětem dalšího výzkumu. Na polské straně je zaniklé ledovcové jezero prokázané v údolí Lomnice pod Malým rybníkem a pod prameny Wrzosówki (192).

STUPEŇ OCHRANY: **A**




193a
0
100
200 m

193b

193c

KRYOGENNÍ (PERIGLACIÁLNÍ) tvary

KONGELIFRAKCÍ PUKLÉ BALVANY

CHARAKTERISTIKA: Na počátku vzniku a tvorby kryogenních tvarů je schopnost mrazu trhat pevné skalní hmoty. Dochází k tomu při tzv. regelaci, tj. střídavém zamrzání a tání povrchové vrstvy litosféry. Zásadní roli přitom hraje přítomnost permafrostu (trvale zmrzlé půdy) nebo přesněji řečeno litosféry obecně, konkrétně v podobě puklinového ledu v kompaktní hornině. Větší objem vody ve zmrzlém stádiu (o 1/11) způsobuje v kombinaci s puklinovými systémy a stratigrafickými poměry intenzivní trhání a rozpad hornin. Vzniklé, často velmi mocné vrstvy zvětralin jsou pak dále mrazem tříděné a v součinnosti s gravitací různě formované. Trhání skalního podloží probíhá prostřednictvím kongelifrakce (tj. hrubého rozpadu na větší úlomky) a gelivace (jemného povrchového rozpadu); pojetí těchto termínů však není jednotné a jako gelivace se často označují obě složky. Mrazový rozpad hornin můžeme pozorovat jak přímo na obnažených skalních výchozech, kde se však může kombinovat i s jinými procesy, tak hlavně na balvanových (kamenných) mořích a sutích obecně. Konkrétní podoba rozpadu i výsledných horninových úlomků je silně závislá na vlastnostech jednotlivých hornin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Projevy kongelifrakce jsou zcela běžné v horách celého světa v přímé závislosti na klimatických poměrech. Nejintenzivněji probíhá v poměrech subarktického (tundrového) klimatu. V našich poměrech byly nejintenzivnější během ledových dob, kdy probíhala nejintenzivnější regelace.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí také pro Krkonoše, ale méně intenzivně probíhají tyto procesy také v současnosti, i když jejich konkrétní případy jsou spíše přehlížené, a to zvláště u krystalických břidlic (197a, b, c), které častěji zvětrávají v drobnějších, spíše deskovitých úlomcích. Subrecentně i recentně puklé balvany můžeme často pozorovat spíše na rozsáhlejších žulových balvanových mořích například na Vysokém kole a Malém Šišáku (196). Někdy, zvláště ve stěnách karů, je mrazově rozpukaný a narušený skalní povrch příčinou drobných skalních zřícení, ke kterým proto dochází v době tání sněhu a puklinového ledu.

197a

197b

197c

BALVANOVÁ MOŘE

CHARAKTERISTIKA: Termín označuje rozsáhlejší akumulace horninových úlomků, které se nacházejí hlavně na horských svazích, v řadě případů však i na samotných temenech. Nejčastěji vznikla úplným nebo i částečným mrazovým rozpadem skalních výchozů nebo kompaktního skalního podloží, na našem území převážně během ledových dob. Na jejich vzniku se však mohou podílet i jiné procesy, například skalní řícení, které může být i seismického původu, a také dlouhodobý gravitační opad. Jejich podoba je velmi závislá na odlišném způsobu rozpadu různých hornin, což se projevuje i terminologicky: U hornin vytvářejících drobné úlomky se používá spíše termín kamenná moře (který se častěji používá také v pomístním názvosloví), zatímco jako balvanová moře se označují kamenité akumulace, kde jsou úlomky rozměrnější jako v případě žul; u největších se adekvátně může použít i označení bloková moře. Horninové podloží ovlivňuje jejich povrchovou podobu, neboť čím jsou rozměry úlomků větší, tím je členitější i povrch. Jejich mocnost bývá obvykle několik metrů, ale může dosahovat až desítek metrů. Často bývají zaměňována i s termínem suťová pole nebo zkráceně sutě.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Balvanová pole jsou běžnou součástí horských masivů celého světa, i když nejrozšířenější jsou v pohořích se subpolárním klimatem a takových, která měla v pleistocénu sušší, ale mrazivé podnebí, méně příznivé pro zalednění. V našich klimatických podmínkách se nacházejí v horninách inklinujících k rozpadu v podobě větších úlomků (například vulkanických), ale i v nižších, vrchovinných podmínkách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Balvanová moře, patřící k nejrozsáhlejším v republice, se zde vyskytují poměrně často, a to hlavně ve vrcholových partiích, kde jsou vzhledem k poloze nad lesní hranicí i nejnápadnější. Vznikla hlavně na žulovém podloží. Největší plochu zaujímají na Vysokém kole (199a, b), včetně Martinovy jámy (198), ale rozsáhlá jsou i na Malém Šišáku, v Čertově dole a v horní části Dolu Bílého Labe (199c). Horninové podloží ovlivňuje i jejich podobu, neboť čím jsou rozměry úlomků větší, tím je i členitější povrch balvanového moře.

S balvanovými moři souvisí i existence tzv. kamenných ledovců, které byly svého času popsané i z Krkonoš (např. na severním svahu Vysokého kola, na polské straně pod Violíkem, nebo na Luční hoře). Tyto útvary vznikaly v ledových dobách v polohách, kde nebyly dostatečné výškové a klimatické podmínky pro vznik skutečných ledovců. Tvořila je masa s vyrovnaným podílem ledu a kamenitých úlomků, ale pohybovaly se podobně jako ledovce. Jejich existence se však v Krkonoších nepotvrdila a jedná se pouze o výrazněji konvexní partie balvanových nebo kamenných moří se silně zvlněným povrchem nebo o soliflukční jazyky.

STUPEŇ OCHRANY: **B**

199a

199b

199c

SUŤOVÁ POLE (KAMENNÁ MOŘE)

CHARAKTERISTIKA: Z genetického hlediska jsou suťová pole, zkráceně běžně označovaná jako sutě, obdobou balvanových moří, neboť vznikají rozpadem (zvláště mrazovým) skalních masivů, ale na menší úlomky. Rozdíl mezi oběma formacemi je proto pouze litologický, z čehož ale mohou vyplynout i určité rozdíly ve sklonu svahu a členitosti povrchu kamenného pole nebo balvanového moře. V praxi se obvykle jako balvanová pole označují formace s většími horninovými úlomky, běžně s průměrem i přes 1 m, jako je tomu například nejčastěji u žuly nebo některých kvarcitů. To je také příčinou, proč bývá povrch balvanových moří členitější (s výškovými rozdíly do 1 až 2 m). Suťová pole vznikají v horninách, které zvětrávají v menších úlomcích, s průměrem nebo delšími osami jen v řádu decimetrů, proto je jejich povrch méně členitý, s menšími výškovými rozdíly. Jedná-li se o krystalické břidlice s výraznou břidličnatostí rozpadající se v deskovitých úlomcích, mohou se úlomky orientovat vlivem gravitace po svahu naplocho nebo až taškovitě, a pak je povrch suťového pole ještě méně členitý. V praxi, a někdy i v pomístním názvosloví, jsou však termíny balvanové moře a suťové pole (sutě) běžně zaměňovány, resp. nerozlišovány.

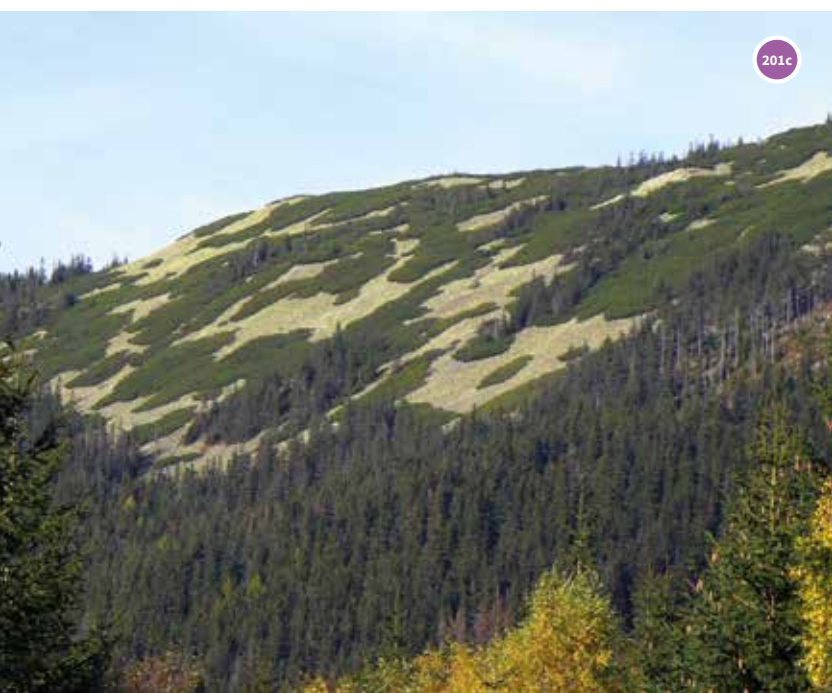
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Suťová pole jsou zcela běžnou součástí horských svahů po celém světě a za příznivých litologických podmínek (zvláště v případě vulkanických hornin) i v nižších polohách vrchovin a pahorkatin.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nalézají se na více místech v části pohoří, budované krystalickými břidlicemi. Největší plochu zaujímají na polském svahu Sněžky a Obřího hřebene (201a), na jižních svazích Kozích hřbetů (201b, c), ale rozsáhlá jsou také na Železné hoře a Krkonoši (Zlatém návrší). Příležitostně se s nimi setkáme i v montánním stupni (západní svahy Dlouhého hřebene, Červeného vrchu, pod Tetřevími boudami – 200, a na Špičáku nad Temným Dolem), menší suťová pole ale můžeme nalézt i pod některými mrazovými sruby. V současném klimatu jsou některé sutě v montánním stupni ve stádiu zarůstání, ať již pionýrskými dřevinami nebo přímo lesem.

STUPEŇ OCHRANY: **B**

201a

201b


201c

BALVANOVÉ PROUDY

CHARAKTERISTIKA: Svahové, spádnicově protažené balvanové akumulace formované do jazykovitého až úzce proudového tvaru se označují jako balvanové proudy.. Prostorově se často kombinují s balvanovými moři, poměrně často i pod mrazovými sruby. Vznikají v místech, kde je podloží mělce spádnicově prohloubené. Na jejich formování se vedle samotné gravitace podílí zásadním způsobem plasticita meziprostorového (intersticiálního) ledu. Pohyb u nich probíhá velmi pomalu (řádově pouze milimetry až centimetry za rok), a to hlavně v období nejintenzivnější regelace. V závislosti na místních podmínkách (klimatu, sklonu svahu, vlastnosti úlomků) však mohou existovat i v rychlosti pohybu určité rozdíly. Vznikají v podmínkách periglaciálního klimatu, v našich podmínkách jsou proto fosilním tvarem. Pro jejich vznik jsou vhodné zvláště pevné horniny a též takové, které rozpadem produkují úlomky přibližně stejné velikosti, tj. žuly, krystalické břidlice a některé vulkanické horniny. Pokud jsou tvořené velmi rozměrnými úlomky (převážně s průměrem přes 1 m), bývají označované též jako blokové proudy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat všude, kde v současnosti nebo v ledových dobách panovalo periglaciální klima, mimo horské oblasti tedy i ve vrchovinách. Velkých rozměrů dosahují například v syenitech v bulharském pohoří Vitoša.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Poměrně malé a krátké balvanové proudy (většinou v délce několika desítek metrů) se zde vyskytují hlavně ve vrcholové žulové části pohoří. Nejdokonalejší jsou na jižních svazích Vysokého kola a Krakonošovy kazatelny (203a, b) a Stříbrné stráni nad údolím Bílého Labe (203c), ale jsou i na krystalickém podloží (jižní svah Luční hory do Pramenného dolu, jižní svah Studniční hory). Poněkud odlišnou podobu mají na velmi mírně ukloněném povrchu vrcholové plošiny Vysokého kola (202).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

203a

203b

203c

OSYPY

CHARAKTERISTIKA: Mocné, svažité akumulace suťového materiálu na úpatí skalních stěn a skalnatých svahů zvláště v horách, tvořící někdy i velmi dlouhé formace protažené ve vrstevnicovém směru. Vznikají z kamenitých zvětralin přemísťovaných gravitačně (volným pádem, koulením, valením a saltací úlomků), za případné spoluúčasti menších skalních zřícení a drobných mur, suchých mur a kamenných lavin ze skalních zářezů. Přirůstáním směrem vzhůru překrývají stále vyšší části stěn a svahů. Jejich povrch dosahuje většinou sklonu přes 30° a v důsledku výše uvedených procesů zde dochází k částečnému gravitačnímu třídění úlomků, kdy největší úlomky (hraháče) s největší kinetickou energií dopadají na spodní část nebo až na úpatí, zatímco výše se ukládají spíše menší úlomky. Významnou roli však přitom hrají i odlišné vlastnosti jednotlivých hornin (charakter rozpukání, velikost produkovaných úlomků aj.). To současně s výškou svahů a klimatem ovlivňuje kvantitativní zastoupení a rozměry osypů v jednotlivých pohořích. Vedle erozních údolí jsou běžnou součástí ledovcových karů a trogů, kde však vznikají až po ústupu zalednění.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou zcela běžnou součástí velehor, kde představují jeden z nejrozšířenějších reliéfových tvarů a kde dosahují velkých rozměrů. V případě vhodné kombinace jednotlivých faktorů se s nimi však setkáváme také i ve středohorách, zvláště vývojově mladých. Stará hercynská pohoří Českého masivu však nejsou kvůli malé výšce i specifickému charakteru reliéfu (mj. malému zastoupení ostrých skalnatých hřebenů a celkově nízkým svahům) pro jejich vznik příznivé, proto jsou zde zastoupené jen minimálně.

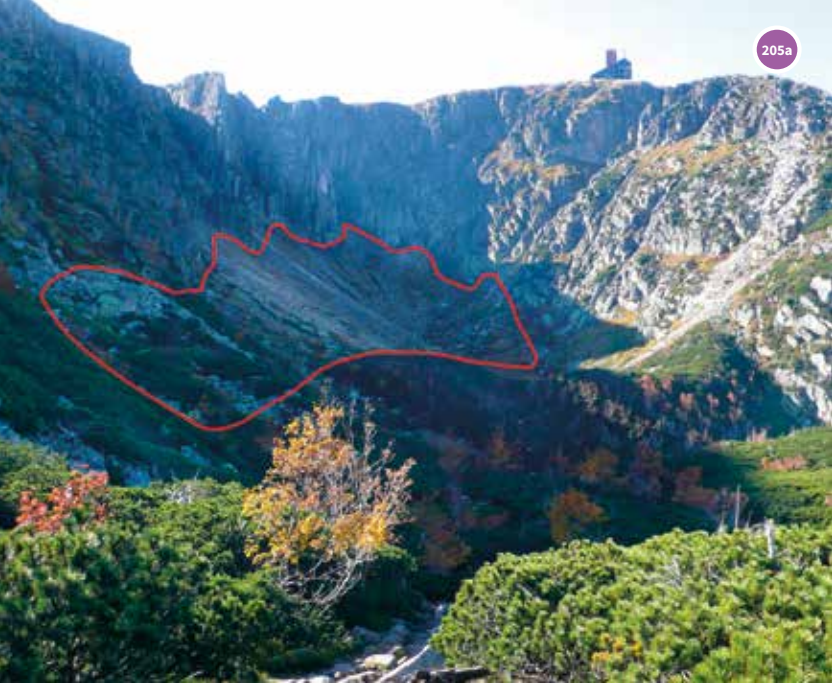
VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou vzhledem k existenci karů a trogů jediným českým pohořím, kde jsou, byť v omezené míře a v malých rozměrech, recentní osypy zastoupené, za současného klimatu však jsou převážně stabilizované a v podstatě zanikají vlivem vegetace (hlavně kleče, popř. i v podobě tzv. křivolesů). Na české straně jsou v nejdokonalejší podobě zachované v Harrachově jámě a Studničních jamách, i když i tam postupně zarůstají klečí. Téměř zcela již ve vegetaci zanikly v Labských jamách a pod skalnatými svahy Obřího dolu. V nejtypičtější podobě se dosud nacházejí na polské straně ve Velké Sněžné jámě (205a).

SUŤOVÉ KUŽELY

CHARAKTERISTIKA: Suťové kužely jsou reliéfovou formou genezí i složením velmi blízkou osypům, se kterými se často i prostorově kombinují. Rozdíl je pouze v tom, že vznikají pod výraznějšími skalnatými nebo přímo skalními svahovými zářezy, kde transport kamenitého materiálu z vyšších částí svahů probíhá koncentrovaně v jedné hlavní linii. Mají proto podobu polovičního kužele s vrcholem vybíhajícím do svahu. Nejčastěji mají základnu na dně údolí (velmi často se jedná o ledovcové trogy), ale mohou se nacházet i na skalních terasách a stupních výše ve svazích. Podobně jako u osypů zde dochází k částečnému gravitačnímu třídění úlomků a velké úlomky se hromadí hlavně ve spodní části nebo na úpatí kužele. Jejich velikosti a výšky odpovídají celkové výšce horských svahů, proto jsou největší ve velehorách, ale uplatňují se přitom významně i litologické vlivy a také rozsah zastoupení skalních ploch ve svazích. Shodně s osypy mohou být na úpatí narušovány boční erozí údolního toku. V řadě případů jsou podobné náplavovým (výplavovým nebo též dejekčním) kuželům, které však mají menší sklon a vznikají převážně v důsledku vodní eroze svahových toků (často jen nestálých) a následnou akumulací unášených zvětralin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podobně jako osypy jsou zcela běžnou součástí horských masivů, zvláště velehor; u nižších pohoří může být jejich vznik a narůstání negativně ovlivňován vedle výše uvedených faktorů i větším zastoupením vegetačního krytu a lesa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Ve vývojově starých a nízkých hercynských pohořích včetně Krkonoš jsou v důsledku nepříznivých reliéfových i vegetačních podmínek zastoupené jen minimálně. Mezi pohořími naší republiky představují sice Krkonoše v tomto směru výjimku, ale i tak jsou zde jen nepočetné a poměrně malých rozměrů. Na naší straně jsou pouze dva v Obřím dole (pod Čertovou roklí a Čertovou zahrádkou, 205b, c), jeden na skalním stupni ve Velké Studniční jámě a méně dokonalé také v Kotelních jamách. Na polské straně jsou na úpatí karových stěn ve Sněžných jamách, kde se kombinují s osypy a dosahují ještě menších rozměrů. Na většině z nich jsou patrné erozní rýhy vzniklé při příležitostných přívalových deštích, případně se na jejich vzniku mohou podílet i drobné mury.


205a

205b

205c

SUŤOVÉ PROUDY

CHARAKTERISTIKA: Suťové proudy mají stejnou genezi jako osypy, ale liší se od nich specifickou, úzkou a protáhlou podobou, neboť jsou vklíněné do žlabů mezi skalními výchozy, které mají obvykle podobu skalních hřebínků a žeber spádnicového průběhu. Proudy vznikají z jejich zvětralinového materiálu v podobě kamenitých úlomků. V závislosti na odlišný charakter rozpadu různých hornin se vyznačují jen velmi malým podílem drobně zrnité složky, nebo dokonce jeho absencí. Nejčastěji mají spádnicový průběh, ale mohou být i diagonální, byť také se strmým sklonem. Obvykle se nacházejí výše ve svazích, v nichž mohou nejen začínat, ale o něco níže i končit (např. ve vegetaci), stejně tak ale často dosahují až na dno svahových zářezů, kde se při skupinovém výskytu v jejich závěrech směrem dolů mohou vějířovitě sbíhat. Jejich materiál vyplňuje zářezy v poměrně velké mocnosti. Až k úpatí svahů však dosahují spíše výjimečně. Na rozdíl od balvanových proudů, které mají jinou genezi, jsou nestabilním útvarem, vyvíjejícím se i v současném klimatu, a pokud jsou tvořeny menšími úlomky, mohou v nich při extrémních dešťových přívalech vznikat i drobné mury.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžnou součástí skalnatých svahů ve velehorách, ve středohorách se vyskytují jen výjimečně a jsou i malých rozměrů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde na jediném místě, a to v Krakonošově rukavici na západním svahu Sněžky, kde se vějířovitě sbíhají do Rudné rokle. Potvrzují tak alpinotypní charakter Sněžky i Rudné rokle (207a, b, c).

207a
0
50
100 m

207b

207c

KRYOPLANAČNÍ TERASY (ALTIPLANAČNÍ TERASY)

CHARAKTERISTIKA: Nápadné terasovitě stupňovité útvary na svazích hor, někdy však ohraničující i samotnou vrcholovou elevaci z více nebo i ze všech stran. Sestávají z horní rovné nebo jen mírně ukloněné (obvykle do 10°, ale většinou méně) a převážně úzké plošiny a strmého (18 až 30°) čelního stupně, označovaného jako mrazový sráz, který dosahuje výšek obvykle několika metrů, ale také až 30 m. Zásadní podmínkou pro jejich vznik je mírnější sklon svahů, proto jsou typické pro vývojově starý reliéf se zaoblenými vrcholy a svahy o menším sklonu a s rozsáhlým zastoupením zarovnaných povrchů. V mladých pohořích se strmými svahy brání jejich vzniku silná gravitační složka. Mohou se vyskytovat solitérně, častěji však skupinově a velmi často i v několika úrovních nad sebou a jejich rozměry jsou jak v měřítku geografického rozšíření, tak i v rámci jediného pohoří velmi rozdílné. V oblastech jejich výskytu jsou jedním z nejrozměrnějších, a tedy i reliéfotvorně nejvýraznějších kryogenních tvarů. Vznikaly na svazích tvořených převážně kamenitým nebo balvanovitým deluviem působením kombinovaného působení mrazových procesů prostřednictvím půdního (intersticiálního) ledu a gravitace, které vedou k velmi pozvolnému posunování mocných kamenitých zvětralin po svahu. Významná je i jejich vazba na odolné horniny, produkující převážně ostrohranné úlomky. Zvětraliny silně rozpadavých hornin produkujících drobnozrnné frakce mají sklon se „roztékat“, a proto brání jejich vzniku. V nižších zeměpisných šířkách vznikaly vesměs v pleistocénu, kdy zde byl přítomen permafrost. V našich podmínkách tedy představují fosilní tvar a dnes jsou proto v montánním stupni velmi často kryté vegetací (klečí i lesem). Na jejich horních plošinách se mohou tvořit další méně rozměrné kryogenní tvary jako mrazové jizvy, tříděné i netříděné polygony. Na strmějších svazích se mohou kryoplanační terasy kombinovat se soliflukčními proudy. V období tání jsou často jejich úpatní linie vyznačené dlouhými pruhy sněhu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vedle arktických a subarktických území se nacházejí dosti často v pohořích i některých vrchovinách mírného pásma, významněji ovlivněných pleistocénním periglaciálním klimatem a příznivými reliéfovými podmínkami (mírnější sklony svahů).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské vrcholové bezlesí patří k územím, kde jsou jejich systémy dobře vyvinuté na třech vrcholech. Nejrozsáhlejší a zároveň nejdokonalejší jsou na Luční hoře (209a, b) a v západních Krkonoších na Vysokém kole (209c), kde ze všech stran kruhovitě obklopují vrcholovou elevaci. Spolu se Severním Uralem patří k nejlepším ukázkám těchto tvarů v rámci celé Evropy. Poměrně dokonale jsou vyvinuté i na Studniční hoře (208), kde jsou však z velké části kryté porosty kleče. Dobře patrné jsou také na mírnějším východním svahu Sněžky nebo severním a západním svahu Kotle. Letecké laserové skenování reliéfu však ukázalo, že se jejich výskyt neomezuje jen na nejvyšší vrcholy, ale jsou v poměrně velkém počtu vyvinuté i v nižších a montánních polohách krkonošských rozsoch. Zde jsou ale méně patrné, protože jsou téměř zcela kryté klečí (Zadní Planina, Liščí hora) nebo ještě častěji lesem (masiv Kapradníku, východní rozsochy Růžové hory aj.). Jako celek jsou však důkazem zdejšího mimořádně silného vlivu periglaciálního klimatu v pleistocénu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

209a

209b

209c

SOLIFLUKČNÍ STUPNĚ, LALOKY A JAZYKY

CHARAKTERISTIKA: V důsledku regelace neboli střídavého zamrzání a tání půdy a zvětralin dochází také ke vzniku soliflukce (půdotoku) a geliflukce (obdoba soliflukce na zmrzlém podloží), plastického pohybu zvětralin nasycených vodou. Mezi poměrně hojně rozšířené tvary vzniklé těmito procesy patří svahové stupně, laloky a jazyky, v různé míře kryté bylinnou vegetací. Rychlost pohybu je však velmi nerovnoměrná v závislosti na nerovnostech skalního podloží, mocnosti zvětralin, sklonu svahu, zastoupení různých frakcí a lokálních rozdílech ve zvlhčení zvětraliny; významnou roli mohou přitom hrát i vývěry podzemních vod. Proto jsou hlavně stupně v půdorysu silně zprohýbané, často přecházejí až do soliflukčních laloků a v místech nejrychlejšího pohybu vytvářejí přímo jazykovité útvary, které mají v případě větších rozměrů a délek podobu soliflukčních proudů. Všechny tyto útvary jsou tvarově nejvýraznější v čelních partiích, kde obvykle dosahují i největší výšky (mocnosti), pohybující se řádově v decimetrech a méně často až jednotkách metrů. U recentních tvarů tohoto typu se pohyb projevuje roztrháním drnů, vyvalováním větších balvanů apod. Prostorově se často kombinují s kryoplanačními terasami, jejichž linie bývají v místech většího zvlhčení přerušené soliflukčními tvary. K nejrychlejšímu pohybu u nich dochází v období tání podzemního ledu, kdy je zvětralina nejvíce nasycená vodou. V našich klimatických podmínkách jsou převážně fosilní, ale nejspíše vznikaly ještě v některých obdobích holocénu a příležitostně se v subalpinském stupni nejvyšších pohoří mohou vyvíjet i v současnosti.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Soliflukční tvary jsou zcela běžnou součástí reliéfu v územích se subpolárním podnebím a ve velehorách, ale můžeme se s nimi setkat i v polohách vrcholového bezlesí v našich nejvyšších středohorách (v tzv. tundře).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Celá skupina dokonale vyvinutých a těsně seskupených soliflukčních jazyků se nachází v závěru Pudlavského dolu (211a, b), ale další jsou roztroušené i výše v jižních svazích Vysokého kola a Krakonošovy kazatelny. Ve východních Krkonoších se nacházejí ve svazích Luční a Studniční hory, zčásti i kryté porosty kleče.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Kryogenní (periglaciální) tvary

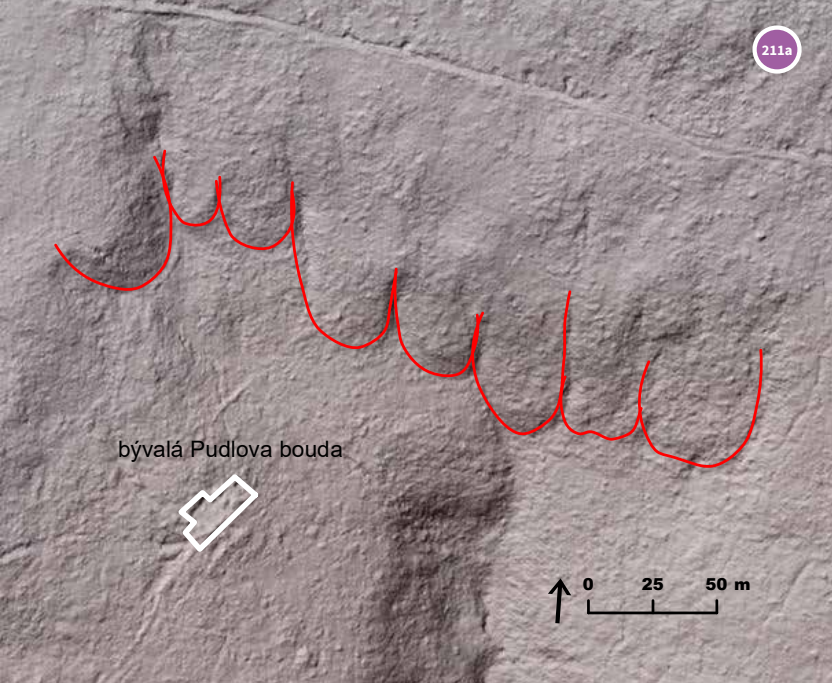
SOLIFLUKČNÍ PROUDY

CHARAKTERISTIKA: Soliflukční proudy jsou z genetického hlediska obdobou soliflukčních jazyků, ale vytvářejí lineárně výrazně protáhlejší svahové formy, dosahující délky desítek, výjimečně i jednotek stovek metrů. Podmínkou jejich vzniku je tedy shodně regelace a soliflukce (popř. geliflukce), která má podobu velmi pozvolného stékání roztálé a rozbředlé nehomogenní zvětraliny. Na rozdíl od soliflukčních laloků a jazyků ale vznikají obvykle v místech poněkud většího sklonu svahu a na podloží hornin, zvětrávajících v drobnějších úlomcích nebo obsahujících ve zvětralině větší podíl zemité složky, se schopností větší jímavosti vodní složky. V případě Krkonoš se jedná o krystalické břidlice. Vzhledem k většímu celkovému objemu stékajících hmot zůstává často v prostoru jejich horního začátku ve svahu mělká terénní deprese, ve které se může následně v důsledku větší kumulace sněhu vytvářet i sněhové pole (sněžník), jehož tání může proces soliflukce ještě více podpořit. Na spodním zakončení, obvykle v místě zmenšujícího se sklonu svahu, vytváří naopak stékající materiál mírně vypuklou elevaci jazykovitého tvaru s mocností obvykle nepřevyšující 1 m, někdy i s půdorysně laločnatým čelem a úpatím. V místech příznivých pro jejich vznik se mohou vyskytovat i skupinově.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vznikají v subarktických, horských a velehorských podmínkách všude, kde jsou pro jejich vznik příznivé klimatické, sklonové, popřípadě i litologické poměry.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jejich počet je velmi omezený. Nacházejí se zde pouze dva solitérní tvary v severních svazích Luční hory (211c), oba s mělkou rýhou recentní vodní eroze v koncové akumulaci, svědčící o jejich fosilní podobě. Představují však jediné formy tohoto typu v celé republice.

STUPEŇ OCHRANY: **A**


211a
bývalá Pudlova bouda
0
25
50 m

211b

211c

TŘÍDĚNÉ POLYGONY (KAMENNÉ POLYGONY) A TŘÍDĚNÉ SÍTĚ

CHARAKTERISTIKA: Jsou jedním z nejnápadnějších tvarů ze skupiny, kterou označujeme souborně jako strukturní půdy. Současná geomorfologie klade důraz na to, zda jsou strukturní půdy na základě primárního genetického hlediska a sekundárně morfologického hlediska mrazem tříděné, nebo netříděné. Pokud dochází k třídění, hraje zde zásadní roli nehomogenní charakter kamenitých zvětralin. Při regelaci jsou hrubozrnnější úlomky vystavené větším tlakům půdního ledu a mnohonásobným opakováním cyklu mrznutí a tání jsou proto horizontálně i vertikálně posunovány a vytlačovány k okrajům výsledného tvaru na povrchu, v tomto případě polygonu. Kamenné polygony patří do skupiny tříděných tvarů. Jsou tvořeny dvorcem jemnozrnnějšího materiálu (často mírně vypuklého a zarostlého vegetací), obklopeného rozměrnějšími úlomky (hranáči); výsledný tvar připomíná polygon, k čemuž přispívá i to, že se zpravidla vyskytují skupinově. Vznikají na rovných místech nebo jen se zcela nepatrným sklonem svahu a jejich rozměry se obvykle pohybují podle klimatických podmínek i litologických poměrů v měřítku větších decimetrů až jednotek metrů.

Tříděné sítě jsou strukturní půdy shodného charakteru jako tříděné polygony, ale méně dokonale vyvinuté. Obvykle totiž nemají pravidelný polygonální tvar, ale vytvářejí na povrchu méně pravidelné obrazce, vesměs vytvářející skupinový výskyt často o ploše v řádu arů až hektarů, v subarktických podmínkách i více. Jejich nejvýraznějším znakem je jemnozrnnější a obvykle i vyklenutý střed (s výškou nízkých jednotek decimetrů) obklopený hrubozrnnějšími úlomky, které tvar ohraničují. Vznikají v místech méně klimaticky exponovaných, a proto jsou jako fosilní formy často i souvisle pokryté půdou a zarostlé bylinným krytem. Vytvářejí drobné kopečkovité útvary, nejčastěji s kruhovým nebo oválným půdorysem o průměru několika decimetrů až menších jednotek metrů a výšce mezi 20 až 70 cm. V našich klimatických podmínkách jsou tříděné polygony i tříděné sítě považované za fosilní.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Celkem běžně jsou rozšířené v oblastech subarktického klimatu a ve velehorách, kde je však jejich výskyt limitovaný sklonovými poměry. V našich pohořích jsou mimo Krkonoše omezené pouze na nevelké plochy ve vrcholových polohách Králického Sněžníku (zde v podobě tříděných sítí) a Hrubého Jeseníku (Břidličná, Petrovy kameny), ale v našich středohorách většinou nedosahují dokonalosti, kterou známe ze subarktických území.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou tříděné polygony nejdokonaleji vyvinuté na vrcholové plošině Luční (213a) a Studniční hory a v západní části v masivu Vysokého kola. Tříděné sítě zaujímají v Krkonoších největší plochy ze všech našich pohoří, rozlehlé plochy, i když zatravněné, jsou například na západokrkonošském vrcholovém zarovnaném povrchu v okolí Sokolníku (213b) a Harrachově louce (213c), a ve východních Krkonoších na Čertově a Stříbrném návrší, Bílé louce, Modrém sedle (212), ale i jinde. Odkryté jsou však pouze na několika menších plochách.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

213a

213b

213c

TŘÍDĚNÉ KRUHY

CHARAKTERISTIKA: Další z typů tříděných půd, s drobnozrnným materiálem uprostřed, ohraničeným po okrajích hrubšími úlomky, ale od předešlých se odlišují pravidelnějším, přibližně okrouhlým tvarem a také podstatně menšími rozměry (s průměrem obvykle do 1,5 m). Na základě klimatických i mikroklimatických a litologických poměrů (přítomnost drobných úlomků horniny s rozměry řádově pouhých centimetrů) a také absence lišejníkové flóry je evidentní, že se na rozdíl od předešlých typů tříděných půd vyvíjejí i v současnosti, i když na druhé straně je jejich vývoj limitován vegetačními poměry v bezprostředním okolí. Pro lokality, kde se nacházejí, je příznačné, že je zde v zimním období vlivem vyfoukávání jen omezená sněhová pokrývka, a proto jsou vystavené intenzivnější regelaci.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V podmínkách subarktického klimatu se mohou vyvíjet poměrně běžně, v našich podmínkách jsou však vzácným jevem, který je popsaný pouze z Vysokých Tater, kde jsou i větších rozměrů, ale jejich vzniku zde příznivě napomáhá pravidelné zaplavování vodou přilehlého plesa a absence vegetace vyšších rostlin.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou známé pouze z vrcholu Luční hory (214, 215a, b) a z Modrého sedla (215c) mezi Luční a Studniční horou, kde dochází v zimě k silnému proudění větru, a tedy i svívání sněhu. V rámci naší republiky se jedná lokality nejlépe vyvinutých tvarů, ale nachází se jich zde pouze omezené množství.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

215a

215b

215c

KAMENNÉ RŮŽICE (RŮŽICOVÉ PŮDY)

CHARAKTERISTIKA: Růžicové půdy jsou specifickou formou tříděných kruhů v místech, kde je zvětralina tvořená téměř výhradně kamenitými úlomky a postrádá jemnozrnnější složky. Zásadní podmínkou je také podloží tvořené krystalickými břidlicemi, jejichž rozpad má jednostranný, deskovitý charakter. Výsledkem jsou proto drobnější úlomky deskovité podoby. Regelace v tomto případě způsobuje, že intersticiální led posouvá úlomky jednostranně, a ty tak postupně získávají vertikální nebo alespoň velmi strmou orientaci. Absence jemnozrnnější složky vede k tomu, že střed zde není vypuklý jako u polygonálních půd, ale naopak spíše zahloubený, podobně jako u tzv. mrazových jizev. Vyskytují se i skupinově. Nápadně radiální orientace úlomků u jednotlivých forem vedla proto i k pojmenování této specifické formy připomínající květ rostlin. Jejich předností je, že jsou díky absenci jemnozrnné složky téměř bez vegetace a jsou tedy dobře patrné.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytnout kdekoliv v kryosféře s vhodnými litologickými poměry, ale vzhledem k tomu, že nejsou většinou samostatně rozlišované od tříděných polygonů, přesnější údaje o jejich rozšíření chybí. Lze však předpokládat, že jejich výskyt je vzácný.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Zatím jsou známé pouze ze dvou míst, a to z vrcholové plošiny Studniční hory (217a) a z temene Obřího hřebene východně od Sněžky (216, 217b, c). Je velmi pravděpodobné, že se jedná o jediné lokality nejen v naší republice, ale přinejmenším ve všech hercynských pohořích střední Evropy, a jedná se tedy o jeden z unikátů Krkonoš. O to varovnější je skutečnost, že v minulých létech zlákalo množství obnažených kamenných úlomků na Obřím hřebeni nezodpovědné turisty k výstavbě kamenných mužíků, přičemž došlo k nenapravitelnému poškození části této skupiny růžicových půd.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

217a

217b

217c

TŘÍDĚNÉ PRUHY (KAMENNÉ PRUHY, DŘÍVE TÉŽ BRÁZDĚNÉ PŮDY)

CHARAKTERISTIKA: Vznikají na stejném principu jako tříděné polygony a sítě, ale na mírných svazích o sklonu 3 až 10°, kde se na jejich vzniku vedle samotného třídění zvětraliny podílí i gravitační složka v podobě soliflukce. Prostorově se proto často všechny tyto tři typy kombinují a vzájemně mohou do sebe přecházet; zatímco tříděné polygony a sítě se mohou nacházet na plochých temenech horských hřebenů a vrcholů, v okrajových částech, kde se začíná zvyšovat sklon, přecházejí do pruhů. V závislosti na geologickém podloží mohou mít odlišnou podobu. Na podloží krystalických břidlic (například kvarcitů) se u nich střídají vypuklé, a naopak zahloubené linie, jinde (například na žulách) mohou být ve stejné výškové úrovni a ještě jinde vytvářejí zahloubené linie v podobě jizev nebo švů. U krystalických břidlic tvoří vypuklou střední část jemnozrnná složka a zahloubené rýhovité deprese naopak rozměrnější úlomky (hranáče). Šířka pruhů je velmi odlišná, mj. i v závislosti na horninovém podloží a tím i průměrné velikosti úlomků a také na sklonu svahu, obvykle se ale pohybuje do 3 metrů. V našich podmínkách jsou vesměs fosilní, o čemž svědčí i to, že bývají zčásti (hlavně jejich středové jemnozrnnější partie), nebo zcela pokryté půdou a zarostlé vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžnou součástí reliéfu v podmínkách subarktického klimatu v místech mírných sklonů svahů; ve velehorách, zvláště mladého vrásového původu, je jejich výskyt limitovaný strmými svahy. Z našich pohoří jsou známé z Králického Sněžníku a Hrubého Jeseníku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se na několika lokalitách na obou vrcholových zarovnaných površích, ale v řadě případů jsou méně zřetelné vlivem souvislé travní vegetace i kleče. Nejlepší ukázky tohoto tvaru jsou na podloží krystalických břidlic (zvláště kvarcitů) na Luční hoře a přilehlé Luční pláni (218, 219a, b, c), které jsou nejdokonalejší nejen v rámci celé republiky, ale minimálně v rámci celé střední Evropy. Na žulovém podloží se nacházejí i na vrcholové plošině Vysokého kola, kde mají v severní polovině vrcholové plošiny (kryoplanační terasy) přibližně radiální směrování.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

219a

219b

219c

PUTUJÍCÍ BALVANY A BLOKY

CHARAKTERISTIKA: Na rozdíl od většiny předešlých kryogenních tvarů patří mezi recentní formy a jsou proto důkazem, že kryogenní procesy probíhají v omezené míře ve vrcholových partiích našich nejvyšších pohoří i v současnosti. Volné bloky a balvany roztroušené v hlinitokamenitých, mírně ukloněných deluviích (obvykle do 10°) v územích s periglaciálním, nebo periglaciálnímu blízkému klimatu jsou vlivem regelace mírně posunované po svahu. K pohybu dochází ve dvou fázích. V první jsou balvany nazvednuté půdním (jehlovitým) ledem. Posun nastává ve druhé fázi při tání půdního ledu, kdy je deluvium silně zvlhčené až kašovité, a voda navíc působí jako mazadlo. Volný blok proto svou vlastní hmotností pomalu sjíždí po svahu. Za blokem zůstává v deluviu různě výrazná rýha nebo deprese a před ním se naopak vrší hlinitý, humusový nebo rašelinný val ze shrnovaného materiálu, nejčastěji i s vegetací. Nejlépe patrné jsou putující bloky v nezalesněném terénu nad hranicí lesa. Rychlost pohybu je sice individuální dokonce i v rámci jedné lokality, ale celkově patří mezi relativně rychlé geomorfologické procesy, které mohou být v některých případech pozorovatelné i v horizontu lidského věku. Na Čertově stráni byl zaznamenán případ, kdy rýha za putujícím blokem proťala umělý zavodňovací kanálek z doby hospodaření na Scharfově boudě. Na existenci putujících bloků mají vliv i litologické poměry – nejčastěji se vytvářejí na podloží odolných hornin, které mají navíc tendenci produkovat zvětráváním velké balvany a bloky, jako například žuly a méně krystalické břidlice.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat všude v územích s výše uvedeným klimatem a příznivými sklonovými a litologickými poměry. V podmínkách střední Evropy jsou však výjimečným jevem, omezeným pouze na vrcholové polohy několika nejvyšších pohoří – u nás jsou známé mimo Krkonoš například z Hrubého Jeseníku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších mají nejpočetnější zastoupení lokalit v rámci celé republiky, a to hlavně na žulových částech obou vrcholových zarovnaných povrchů (etchplénech). Nejznámější lokality ve východních Krkonoších jsou Úpská hrana (221a), Čertovo návrší a Stříbrná stráň (220, 221b), v západních Labská louka a Vysoká pláň (221c). Roztroušeně se nepochybně vyskytují i jinde na území vrcholových zarovnaných povrchů a jejich okrajích.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

221a

221b

221c

NIVAČNÍ
tvary

NIVAČNÍ DEPRESE

CHARAKTERISTIKA: Označování nivačních tvarů bylo v minulosti málo exaktní. Jako nivační deprese byly označované reliéfové formy velmi odlišné jak tvarem, tak velikostí i polohou. Termín zahrnoval jak rozměrné deprese, které je výstižnější označovat jako protokary, tak menší nivační deprese ve smyslu sensu stricto, tak drobné nivační výklenky, avšak z reliéfového i genetického hlediska je žádoucí je podrobněji rozlišovat i terminologicky na tyto tři konkrétní tvary. Rozsáhlejší nivační deprese vznikají erozní činností plazivého pohybu mas firnového sněhu. I když vznikly hlavně v podmínkách periglaciálního klimatu, tj. u nás ledových dobách, v ojedinělých případech může jejich vývoj v omezené podobě pokračovat i v současnosti. Vznikaly hlavně v místech, kde existovaly již preglaciální mělké deprese a kde současně docházelo vlivem větrných poměrů k mimořádně velké akumulaci sněhu; vedle svahových poloh to jsou i některé mělké údolní uzávěry se svažitým dnem, v nichž však vlivem nedostatečné deflační ploše nemohlo vzniknout skutečné ledovcové těleso (ty označujeme také jako nivačně přemodelované údolní uzávěry). Na rozdíl od protokarů však postrádají ostrou okrajovou hranu a přecházejí víceméně plynule do okolních svahů. Z velké části se kryjí s polohou sněžníků (sněhových polí).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nacházejí se ve všech horách se současným nebo pleistocénním periglaciálním klimatem; výrazně se projevují právě v reliéfu vysokých evropských hercynských pohořích s vrcholovými zarovnanými povrchy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejvýrazněji se uplatňují v prostoru vrcholového bezlesí, ale nalézají se i v montánním stupni (Hnědá nebo Koulová jáma). Nejznámější příklad je deprese v prostoru sněžníku Mapa republiky nad Modrým dolem (225a). Zde dochází v současnosti k největší akumulaci sněhu v rámci celého pohoří, která limituje jak rozvoj vegetace, tak vyvolává i recentně slabý posun kamenitých zvětralin na bázi zfirnovatělého sněhu. Navzdory menším rozměrům jsou dobře patrné v prostoru alpinského bezlesí v severních svazích Studniční (225b) a Luční hory (225c). Rozsáhlá, i když méně výrazná je také nivační deprese ve svazích Luční hory nad Modrým dolem (224).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

225a

225b

225c

NIVAČNÍ VÝKLENKY

CHARAKTERISTIKA: Rozměry nejmenší nivační formy, vzniklé v důsledku erozní činnosti při sesedání firnového sněhu. Jejich rozměry se pohybují obvykle v měřítku pouze několika nízkých desítek metrů a hloubky jednotek metrů. Na druhé straně mohou být tvarově poměrně dokonalé, s ostrou horní hranou a obloukovitým, amfiteátrovitým zahloubením, které však může být vlivem nestejné mocnosti ukládaného snahu asymetrické. Vznikají v místech, kde vlivem místních reliéfových podmínek (například existencí mělkých erozních zářezů na zarovnaných površích příznivě orientovaných k převládajícím směrům větru) dochází k plošně omezené, ale výrazně vysoké akumulaci sněhu. Jsou zahloubené pouze ve zvětralinové vrstvě, obvykle málo zpevněné až nesoudržné. Již malé rozměry výklenků ukazují na jejich mladé, holocenní stáří, ale souvislý vegetační kryt jejich svahů a dna ukazuje, že v současných klimatických podmínkách v našich pohořích jejich vývoj nepokračuje, nebo jen ve velmi omezené míře.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v pohořích s nedávným, nebo i současným periglaciálním klimatem; výhodným prostředím pro jejich vznik jsou vrcholové zarovnané povrchy starých hercynských pohoří.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jejich výskyt je zde poměrně malý, omezený jen na vrcholové zarovnané povrchy (bezlesí). Nejdokonaleji vyvinuté, s ostrým horním okrajem, strmým svahem a plochým dnem jsou v jižním svahu erozního zářezu Bílého Labe nedaleko pod Luční boudou (227a, b, c), méně výrazné jsou i v mělkém zářezu Pančavy mezi Pančavským rašeliništěm a vodopádem a na Čertově návrší (226).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

227a

227b

227c

SNĚŽNÍKOVÉ VALY (PROTALUS RAMPART, PRONIVAL RAMPART)

CHARAKTERISTIKA: Uvedený tvar zatím postrádal český termín, patrně i pro jeho nepatrný výskyt u nás; příležitostné vědecké práce proto používají pouze mezinárodní termín. Sněžníkové valy vznikají na úpatí karových a trogových stěn v místech, kde se v turbulentním závětří hromadí větší množství sněhu. Proto zde vznikají protáhlá a úzká sněhová pole (sněžníky) se strmě svažitým povrchem, přičemž skalní svahy a stěny nad nimi podléhají intenzivnímu mrazovému zvětrávání. V období jarní intenzivní regelace dochází k častému trhání skal a řícení uvolněných úlomků na sněžník, po kterém se dále přemísťují skákáním, valením či klouzáním na jeho spodní okraj, kde se zastavují a hromadí, čímž zde vzniká kamenitý val. Pokud mají solitérní polohu, bývají menších rozměrů, ve vrstevnicovém směru jsou krátké a v půdorysu obloukovité. V případě, že lemují stěny ve větší délce, mají nejčastěji nepravidelný, často i zprohýbaný tvar. V některých případech, kdy se k tomuto procesu přidávají i případné další gravitační procesy (nejspíše i za spolupůsobení intersticiálního ledu), mohou sněžníkové valy získávat až valovitě jazykovitý tvar. Sněžníkové valy patří k velmi mladým holocénním, v řadě případů přímo subrecentně-recentním georeliéfovým tvarům.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ve velehorách a pohořích se studeným až subpolárním klimatem poměrně běžný reliéfový tvar. Nízká evropská hercynská pohoří s jejich specifickým reliéfem nejsou příhodná pro jejich vznik, a proto jsou zde velmi vzácné.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou s největší pravděpodobností jediným naším pohořím, kde se vyskytují, byť velmi vzácně. Krátký, ale tvarově velmi dokonalý a nejspíše i recentní sněžníkový val se nachází na úpatí žulové stěny v karu Harrachovy jámy (229a). Druhý, poněkud rozsáhlejší, ale z větší části fosilní se nachází v Krakonošově zahrádce v Úpské jámě (228, 229b, c). Je však tvořený svorovými zvětralinami a má komplikovanější, valovitě jazykovitý tvar.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

229a

229b

229c

LAVINOVÉ
tvary

LAVINAMI STRŽENÉ PŮDNÍ A KAMENNÉ ÚLOMKY

CHARAKTERISTIKA: Sněhové laviny byly v minulosti posuzované téměř výhradně z hlediska škod na stavbách, infrastruktuře, lesním porostu, a hlavně ztrát na lidských životech. Teprve v posledních dekádách začala být doceňovaná jejich kladná role a nezastupitelná role i při vývoji vegetace v karech a ledovcových údolích. Nejnověji však začíná být doceňovaná i jejich geomorfologická role. Podle nových výzkumů je zřejmé, že laviny, zvláště základové, dokáží strhávat i poměrně velké objemy svahových zvětralin až do hloubky celých decimetrů. Nejnápadněji se to projevuje u úlomků rozměru balvanů až bloků skalních hornin, k čemuž ale přistupují také poměrně velké objemy humusových drnů anebo hlinitých bloků, které laviny přemísťují na dno karů, trogů i erozních údolí a na jejich osypy, suťové i náplavové kužely. V rámci jednotlivých lavin se nemusí zdánlivě jevit objemy přemístěných hmot nijak velké, neboť až na výjimky nevytvářejí hlubší a rozsáhlejší deprese v odtrhové ani tranzitní zóně. Podobně nevytvářejí ani samostatné větší akumulace nebo elevace v pásmu nánosu, neboť je snesený materiál obvykle rozvlečený jen v tenké, popř. i nesouvislé vrstvě na vzdálenosti celých stovek metrů, a navíc brzy zanikají v poměrně vysoké vegetaci. Pokud však posuzujeme jejich činnost v rámci celé poledové doby (holocénu), je zřejmé, že se musí v úhrnu jednat o velké objemy zvětralin. Konkrétní údaje, byť jen modelové, v tomto směru však zatím bohužel chybí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Přemísťování pevných hmot lavinami je zcela běžný proces v lavinových terénech celého světa, jehož intenzita je ovlivňovaná litologickými a klimatickými poměry a také sklonem a skalnatostí svahů a samozřejmě i velikostí a frekvencí lavin.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou tyto procesy jednoznačně nejintenzivnější ze všech našich pohoří, což je v souladu i s největším množstvím zdejších, zvláště pak tradičních lavinových drah. Lavinami stržené bloky jsou nejlépe patrné v karech Labských jam a v Úpské jámě, což koresponduje i s litologickými poměry, neboť například žula nejvíce inklinuje k tvorbě rozměrných úlomků. Jejich lavinová geneze je však patrná jen krátce po vzniku laviny, později je nelze odlišit od bloků jiné geneze, a navíc pozvolna zanikají ve vegetaci. Konkrétní kvantitativní údaj máme pouze od dvou lavin ve stejné dráze v Úpské rokli z roku 2002 (233a), který uvádí 144 m^3 přemístěných pevných hmot, ale i tak dává představu, že objem všech takto přemístěných zvětralin v Krkonoších za období celého holocénu není nijak zanedbatelný.

Lavinové tvary

LAVINOVÉ HŘIBY (KAMENNÉ A DRNOVÉ)

CHARAKTERISTIKA: Geomorfologicky málo významné a také zcela krátkodobé, ale přitom atraktivní útvary vytvářejí tzv. ledovcové stoly na povrchu ledovců, tvarově připomínající skalní hřiby. Vytvářejí je velké balvany a bloky, které chrání plošku ledu pod sebou před ablací (odpařování slunečním svitem), takže se blok postupně ocitá ve vyvýšené poloze na tenké ledové „noze“. Málo známou skutečností je, že obdobné, byť malé útvary mohou vznikat na firnovém sněhu lavinových akumulací během jejich jarního odtávání. U lavin však mohou vznikat na rozdíl od ledovců nejen pod rozměrnějšími balvany, ale i pod většími bloky stržených drnových a humusových vrstev. „Životnost“ těchto zajímavých tvarů je však pouze v řádu týdnů, což je i důvod, proč unikají pozornosti. Balvany nebo drny, které tvoří jejich „klobouk“, jsou však také součástí pevných hmot stržených lavinou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou vznikat na povrchu lavin kdekoliv, zvláště v případě základových, které strhávají nejvíce pevných skalních i drnových bloků.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše díky svému zcela výjimečnému lavinovému monitoringu a detailnímu lavinovému katastru patří k územím, kde jsou v posledních dekádách registrované i různé s nimi spojené drobné tvary a jevy, dříve opomíjené. K těm patří i lavinové stoly. Velmi pěkné tvary tohoto typu vznikly v akumulaci laviny ze 17. 3. 2005 pod Navorskou jámou v Labském dole (233b, c), ale je nepochybné, že se vytvářely i na jiných lavinových akumulacích (zvláště v případě základových lavin), kde však unikaly pozornosti absencí monitoringu a také v důsledku obtížné dostupnosti lokalit.

233a

233b

233c

SKÁKAJÍCÍ LAVINOVÉ BALVANY

CHARAKTERISTIKA: Laviny se vyznačují velkou kinetickou energií, která má celou řadu dílčích projevů. Jednou z nich jsou i skákající balvany a bloky, které jsou nejčastěji setrvačností katapultovány před čelo laviny ve směru jejího pohybu patrně v důsledku větší kinetické energie pevné kamenné hmoty, a to na vzdálenosti až desítek metrů. Ty vytvářejí v místě svého dopadu v drnové vrstvě a zvětralinách podle velikosti drobné impaktní kráterky a jamky, kterých může být v případě, že se úlomek pohybuje saltací (skákáním) i dál, dokonce několik za sebou. I když se jedná o velmi neobvyklý jev, který ukazuje na specifické procesy ve vývoji horských oblastí, jeho geomorfologický význam je zanedbatelný, neboť takto vniklé deprese rychle zarůstají vegetací, ale i samotné balvany vzhledem k jejich převážně nevelkým rozměrům v ní záhy vizuálně zanikají.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v lavinových terénech, konkrétně však byly poprvé popsány ve Skandinávii. Vzhledem k výše uvedeným okolnostem však unikají pozornosti a mohou být proto evidované v podstatě pouze tam, kde dochází k pravidelnému monitoringu lavin.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Lavinové skákající balvany a bloky byly zatím konkrétně zaznamenány pouze v případě laviny, která sjela v prostoru Horního Úpského vodopádu a náplavového kuželu pod ním (234) v Úpské jámě v roce 2002. Bloky měly průměr až 1,5 m (235a, c), délka skoků byla až 6 m a hloubka impaktních dopadových depresí do 40 cm (235b). Evidence těchto procesů je velmi obtížná, ale nelze vyloučit, že probíhají i jinde v lavinových terénech.

235a

235b

235c

BŘEČKOTOKY (SNĚHOTOKY)

CHARAKTERISTIKA: Jako břečkotoky označujeme gravitační svahové stékání směsi sněhu a vody, stejně jako výsledné georeliéfové tvary, neboť při nich někdy také dochází k omezenému přemísťování jemnozrnných zvětralin a půdy. Co do rozsahu představují vznik převážně mikroreliéfových forem, nápadnějších zvláště v akumulační části. Vznikají při rychlém nasycení sněhu vodou, kdy se jednotlivá firnová zrna přestanou navzájem dotýkat a dochází poté ke snížení soudržnosti sněhových krystalů. Tím přesáhne hydrostatický tlak kritickou hodnotu a masa se dává do pohybu. Dochází k tomu zejména v období mimořádně rychlého tání nebo nasycením sněhové pokrývky intenzivním (a často i relativně teplejším) deštěm, popřípadě i z jiných povrchových nebo podpovrchových zdrojů. Vzhledem k rychlosti pohybu přitom směs strhává i anorganický materiál v podobě hlíny a drobných úlomků horniny, stejně jako humus a nejrůznější organické částice, které na konci svého pohybu usazuje. Při svém pohybu se mohou jednotlivé proudy přemísťovat a překrývat, takže připomínají miniaturu divočících toků. Ve srovnání se sněhovými lavinami vznikají i na podstatně mírnějších svazích (5 až 20°) a také jejich plošný rozsah, a hlavně délka jsou menší, ale mohou existovat i výjimky.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nejčastěji k nim dochází v subpolárních oblastech, odkud jsou známé již dávno a kde mohou vzhledem k větším rozměrům způsobovat i přímé škody na stavbách, infrastruktuře, a dokonce i na živočtech. Z oblastí nám nejbližších se jedná o Skandinávii a severní Rusko. V našem klimatu představují výjimečný jev.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše hrají v případě břečkotoků na našem území výjimečnou roli, protože právě odtud byly poprvé na našem území popsány včetně tzv. břečkových polí, tj. míst s mimořádným sklonem k jejich vzniku. Zatím také zůstávají, co se týče jejich výskytu, jediným známým územím v rámci naší republiky. Byly zaznamenané na východním svahu Stříbrného hřbetu anebo severních svazích Luční hory a v posledních létech i na několika místech v Úpské jámě, ale mohou vznikat také v nízkých polohách, což potvrzuje případ vzniklý při silném dešti v údolí Labe v Hořejším Vrchlabí (236) a v Herlíkovicích 9. 3. 2000 (237).

EOLICKÉ
tvary

DEFLAČNÍ PLOCHY

CHARAKTERISTIKA: Deflace je proces, kdy silný vítr unáší volné částice hornin a zemin, obyvkle s průměrem do 1 až 3 mm. Unášené částice často obrušují povrch, což je nejnápadnější u skalních hornin. Tento proces označujeme jako korazi nebo abrazi. Celý proces sestává ze tří fází: větrné eroze, větrného transportu a větrné akumulace. Geomorfologické větrné procesy se však mohou významněji uplatnit v územích, kde nechrání zemský povrch vegetace anebo ho chrání jen sporadicky. Jedná se dominantně o aridní oblasti (pouště a polopouště), ale za určitých podmínek k nim dochází i v suchých subarktických územích. Naše současné klimatické podmínky tyto procesy téměř vylučují. Na velmi omezených plochách k nim však může docházet v silně větrných horských, zvláště vrcholových partiích, ale nejspíše k tomu dochází za spoluúčasti mrazového načechrávání půdního povrchu, popřípadě za pomoci sešlapu v blízkosti cest. Sešlap způsobí zánik vegetačního krytu a povrchová vrstvička obnažené zeminy nebo jemnozrnné zvětraliny je regelací následně oddělována od spodních vrstev a navíc vysušována, takže ji silný vítr odnáší. Za těchto podmínek se však uplatňují jen první dvě fáze procesu, tj. větrná eroze a transport. Objemy takto postižených hmot jsou natolik malé, že se rozptýlí na velkých plochách, aniž vytváří jakékoliv akumulační tvary.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Eolické tvary jsou na Zemi velmi rozšířené v aridních oblastech, v horských podmínkách však mají jen omezený a selektivní význam na vyfoukávaných vrcholových polohách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Místa poznamenaná deflací jsou zde jen sporadická. Deflační činnost lze pozorovat ve velmi omezeném měřítku a jen na drobných ploškách odumřelé vegetace (zvláště vřesu) na vrcholové plošině Vysokého kola (240, 241a, b) nebo na Sněžce. Nejvýraznější podobu získala nad horním okrajem Sněžných jam (241c), kde byl primárním činitelem sešlap v důsledku výjimečně velké návštěvnosti. Deflace se zde uplatňovala plošně, ale i bočně, čímž došlo ke vzniku vystupujících a na okrajích převislých drnových bloků. K zabránění dalšího nežádoucího postupu byly tyto plochy uměle stabilizované umělohmotnými sítěmi.

241a

241b

241c

VÝVRATOVÉ JAMKY A KUPY (VÝVRATOVÁ POLE)

CHARAKTERISTIKA: Velké větrné kalamity působí na plochách zalesněných mělkokořenným smrkem vyvracení stromů s celým kořenovým balem o průměru obvykle do 5 m. Ze země je tak vytržená a do přibližně vertikální polohy přemístěná nejen hlinitá zvětralina, ale i její kamenitá složka. Tím vznikají jamkovité deprese s ostrými okraji o hloubce nejčastěji několika decimetrů až 1,5 metru. Po zetlení kořenového systému sesedne pevná složka do kupkovité elevace na okraji této jamky. Kombinace vývratové jamky a sousední kupky se může vyskytovat solitérně, ale mnohem častěji vytváří v důsledku plošného působení větrných kalamit celé skupiny o ploše několika arů nebo ještě častěji i hektarů; v takovém případě se jedná o vývratové pole. V místech starých (řádově až staletí) vývratových polí nacházíme proto na horských svazích chaoticky a nepřirozeně mírně zvlněné plochy, jejichž původ je zdánlivě těžko zdůvodnitelný a může být zaměňovaný za jiné tvary, například antropogenní (zvláště montánní v místech s historickou těžbou).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se kdekoliv v důsledku náhodného, často i lokálního výskytu větrných kalamit, nejčastěji však na horských svazích zalesněných mělkokořenným smrkem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: S vývratovými poli i solitérními vývraty v nejrůznějším stádiu, od zcela nedávných až po pozvolna zanikající se roztroušeně setkáváme běžně v celém montánním i submontánním stupni Krkonoš a nepochybně budou vznikat i další. Jeden z nejnovějších příkladů se nachází nad Vlhkým dolem (243a) nebo na svazích Černé hory mezi Černým Dolem a enklávou Zrcadlových Bud (243b). Izolované vývraty však mohou vznikat téměř kdekoliv, a jsou ukázkou, že mohou narušovat až přímo skalní podloží (242, 243c).

243a

243b

243c

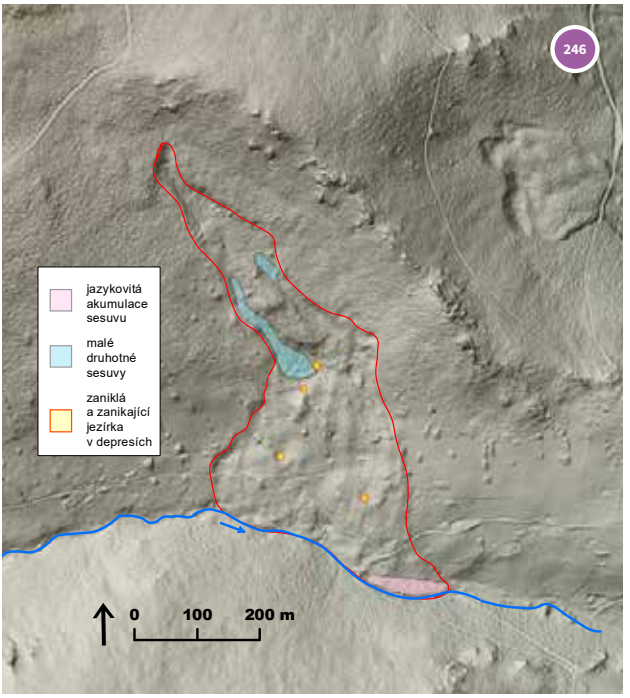
SVAHOVÉ
deformace

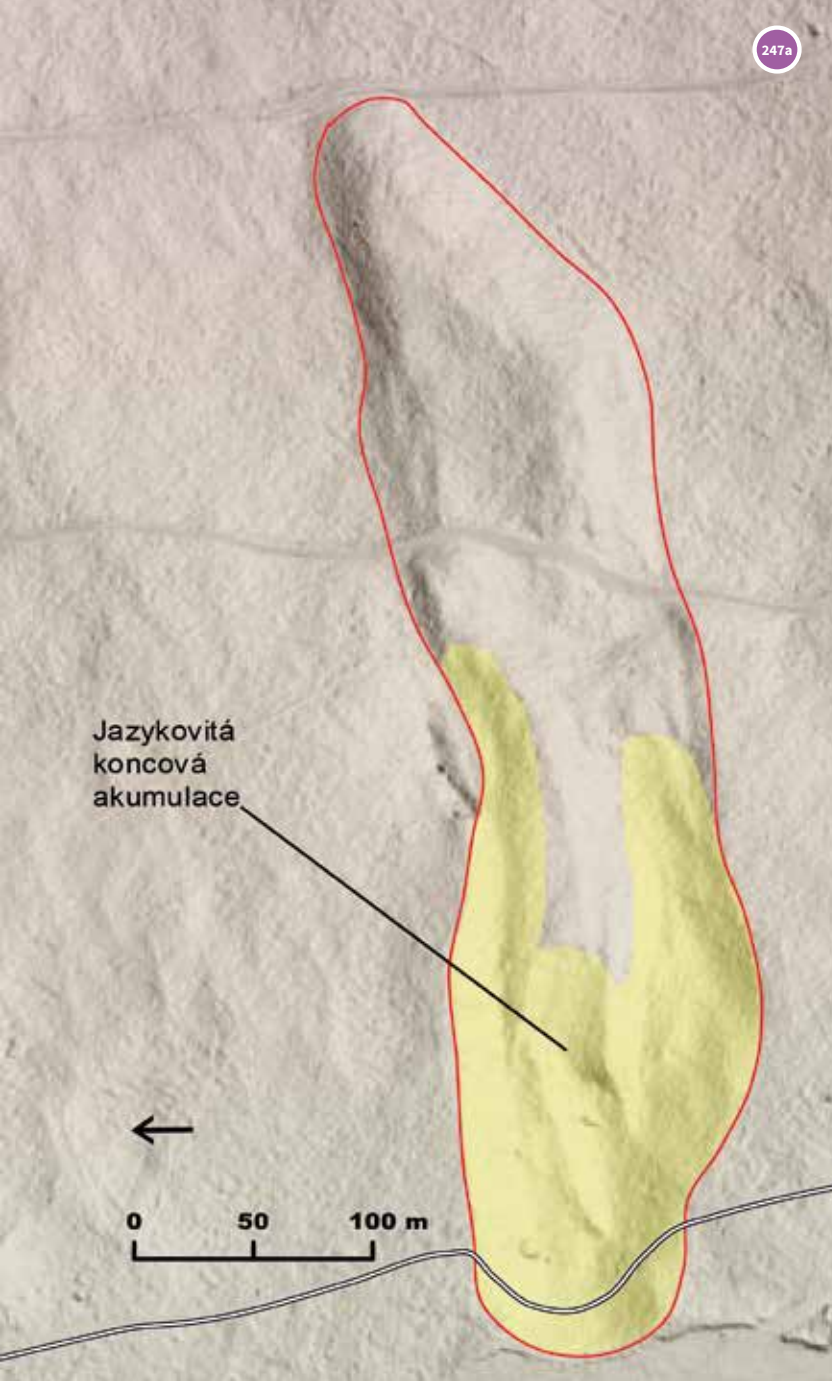
SESUVY NA PODLOŽÍ KRYSTALICKÝCH BŘIDLIC

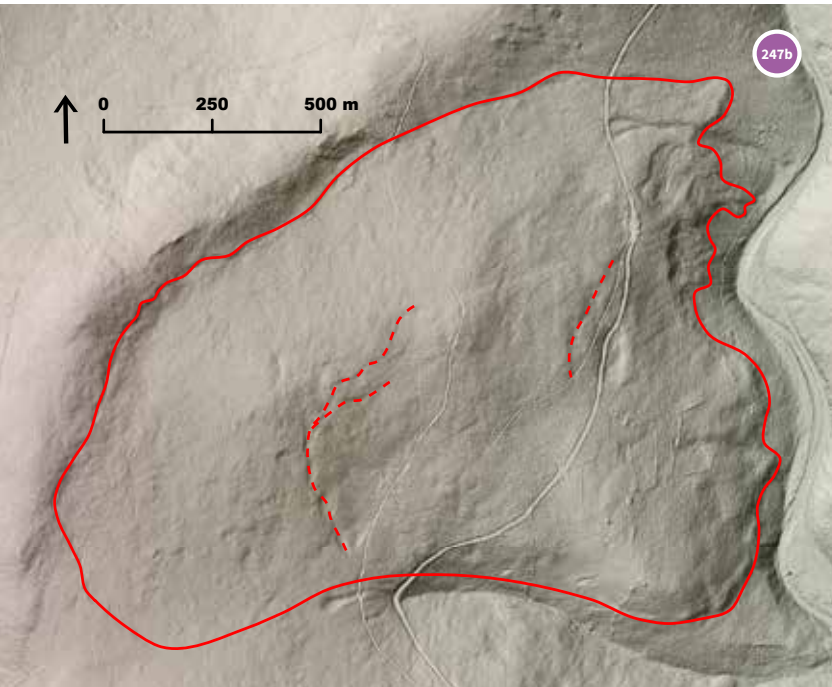
CHARAKTERISTIKA: Svahové pohyby, jak souhrnně označujeme nejrůznější sesuvy, dělíme na celou řadu typů podle příčin jejich vzniku a rychlosti pohybu a podle toho u nich rozlišujeme čtyři hlavní skupiny (ploužení, sesouvání, stékání a řícení). Vedle vlastního pohybu označujeme samostatně také výsledné geomorfologické tvary, které jimi vznikají, jako svahové deformace; v odlučné oblasti a v transportní zóně převládají spíše konkávní tvary, v akumulační zóně naopak konvexní. Jejich výskyt a četnost jsou zásadním způsobem ovlivněné litologickými, reliéfovými, hydrogeologickými i klimatickými poměry. Krystalické horniny nejsou pro vznik sesuvů příliš příznivé, a proto jsou na tomto podloží rozsáhlejší sesuvy ve srovnání s některými jinými horninami méně časté, ale při vhodné kombinaci faktorů vznikají i zde. Pohyby, které mají morfologicky podobu sesuvů, patří do skupiny sesouvání, kdy se zemní hmoty nasouvají na stávající terén v předpolí. Co se týče samotného morfologického typu, patří nejčastěji k proudovým (jednostranně protaženým po svahu) a plošným sesuvům (s vyrovnanou délkou a šířkou).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sesuvy patří k velmi běžným procesům i tvarům zemského povrchu zvláště pak v podmínkách vrchovinného a horského reliéfu, i když jejich výskyt je velmi nerovnoměrný podle výše uvedených podmínek. Některé horniny (např. flyšové) jsou pro jejich vznik mimořádně příznivé, a proto jsou v těchto územích velmi početné.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších je rozsáhlejších sesuvů na podloží krystalinika omezený počet, a navíc jsou v naprosté většině fosilní (řádově stovky až tisíce let staré), neboť vznikaly v příznivějších klimatických podmínkách, než jsou dnešní. Na druhé straně současné výzkumy ukazují, že jsou zde častější, než se u těchto hornin dříve předpokládalo a některé z nich dosahují i poměrně velkých rozměrů (délky i stovek metrů) a také postihují dosti hluboké vrstvy zvětralin. Největší seskupení velkých fosilních sesuvů (celkem 7) se nachází v Jizerském dole a Havírně, kde je i jeden z geomorfologicky nejvýznamnějších krkonošských sesuvů (246). V jejich případě však nelze vyloučit, že je způsobila zcela mimořádná kombinace dlouhého deštivého počasí a řítivého zemětřesení, vyvolaného propadnutím důlních komor historického dolu. V ploše největšího sesuvu v Havírně došlo i následně k menším sesuvům a podle poškozených domů je zřejmé, že zde slabé sesedání pokračuje dodnes. Několik rozsáhlých fosilních sesuvů se nachází také v údolí Labe; jeden z nich ve Špindlerově Mlýně (247a) vytváří i mohutnou akumulaci, která obloukovitě odklonila lesní cestu. Roztrouseně se však nacházejí v montánním stupni i jinde. Unikátem je mimořádně rozsáhlý fosilní sesuv na východních svazích Zadního Žalého nad Herlíkovicemi (247b), u kterého nelze vyloučit, že představuje největší solitérní sesuv v republice (s plochou 1,6 km^2), jenž však vyžaduje ještě další výzkum. Zkušenosti posledních desetiletí však ukázaly, že v okrajových částech Krkonoš mohou vznikat při extrémních srážkových epizodách (například 2. 6. 2013) nebo v důsledku kombinace tání sněhu a deště (9. 3. 2000) velmi početné, i když vesměs jen drobné sesuvy i v současnosti, a to jak na podloží krystalinika, tak permokarbonských hornin.




247a
Jazykovitá
koncová
akumulace
0
50
100 m


247b
0
250
500 m

SESUVOVÉ AKUMULACE

CHARAKTERISTIKA: Rozsáhlé sesuvy vytvářejí často i poměrně velké akumulace. Vlivem nerovnoměrného pohybu i nerovnostem podloží mohou vznikat již v transportní zóně na svazích, kde mají nejčastěji podobu okrajových valů a kup, a při dostatečné šířce dokonce i elevací uvnitř dráhy. V případě, že sesuv dospěje až na dno údolí, záleží i na vnějších okolnostech, jako vodnosti údolního toku a tvaru údolí. Velké toky říčního typu dokáží v poměrně krátkém časovém horizontu akumulaci zčásti nebo zcela rozplavit nebo po ní zůstanou jen velké bloky v řečišti, menší potoky ale může akumulace odtlačit (pak je obloukovitě obtékají), nebo dokonce vytlačit do protějšího svahu. Pokud vyústí sesuv do úzkého údolí s velkým sklonem dna, může jeho masa pokračovat v pohybu různě daleko ještě i po údolním dně a pak obvykle vytvoří jazykovitě protáhlou, podélnou akumulaci, vyplňující údolní dno v celé šířce. Jindy, hlavně v případě velkého objemu rozměrných úlomků typu balvanů a bloků, dokonce zatarasí vodní tok, a vznikne tak údolní hrazené jezero. V případě široké údolní nivy však naopak nedosáhne sesuv dosti často až k vodnímu toku a pak obvykle vytvoří kupovitou až jazykovitou akumulaci na úpatí (někdy protáhlou příčně k ose údolí) a spodní části svahu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Popisované tvary jsou u rozsáhlejších sesuvů běžné, zvláště pak v horských podmínkách. V některých případech se mohou i kombinovat i u jediného sesuvu, který může mít jak postranní, tak vnitřní akumulace, tak zároveň i výraznou koncovou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Všechny popisované tvary mimo hrazených jezer se nacházejí také v Krkonoších u velkých fosilních sesuvů. Markantní příklady postranních valů a kup jsou například u sesuvů v Jizerském dole a výrazný údolní jazyk vytlačující potok do protějšího svahu vznikl u největšího sesuvu v Havírně (kde vytvořená nerovnost umožnila i vznik vodního mlýna a drobného vodopádu, 249a, b). Úpatní jazykovitá akumulace sesuvu u informačního střediska KRNAP ve Špindlerově Mlýně je zvýrazněna cestou, která vede po akumulaci sesuvu obloukovitě po vrstevnici. (249c). Akumulace sesuvu v Dumlichově dole odtlačila potok na dně údolí (248).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

249a

249b

249c

SESUVY NA PERMOKARBONSKÉM PODLOŽÍ

CHARAKTERISTIKA: Permokarbonské horniny (zvláště prachovce, jílovce a aleuropelity), které vystupují v úpatní části Krkonoš a části ochranného pásma KRNAP, jsou podstatně náchylnější ke vzniku sesuvů, podobně jako některé jiné sedimentární horniny (například flyš, nebo slínovce). Proto je jich zde podstatně větší množství, neboť tu vznikají téměř při každé extrémní srážkové epizodě nebo i rychlém tání sněhu. Vzhledem k menší reliéfové energii území jsou však většinou malé (naprostá většina v délce maximálně desítek metrů a šířce několika metrů) a mělké (obvykle do 1 m, maximálně 2 m). Typově patří nejčastěji k proudovým sesuvům, méně často i plošným. Větší dokáží strhnout i lesní porost (zvláště mělkokořenné smrky), jiné (zvláště velmi malé) však naopak hned pod odlučnou depresí „vyjedou" na travní porost a po jeho povrchu dále kloužou po svahu. Zdejší drobné malé a mělké sesuvy však poměrně rychle i zanikají hlavně zarůstáním vegetací, takže již za několik desetiletí od vzniku je někdy problém s jejich identifikací. Pokud jsou větší a nacházejí se v blízkosti intravilánů nebo ohrožují infrastrukturu (hlavně komunikace) nebo i zemědělskou půdu, jsou obvykle následně asanovány.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sesuvy tohoto typu patří mezi zcela běžné svahové procesy, jejichž výskyt je limitovaný vlastnostmi různých hornin a reliéfovou energií daného území. Jejich vznik je dosti často provázený různými škodami na stavebních a hospodářských objektech a také komunikacích, zvláště vznikají-li v intravilánech.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jak je již uvedené výše, jejich vznik je v našem regionu omezený pouze na sedimentární horniny permokarbonské pánve v jižním sousedství Krkonoš a zasahuje i do jejich okrajové části. Často se s nimi setkáme v pruhu od Dolních Štěpanic přes Prostřední Lánov až do Rudníku a Javorníku. Vůbec nejvíce náchylné k sesuvům jsou údolní svahy v povodí Čisté a Lučního potoka v Rudníku, kde vznikly ve velkém počtu například při povodni v srpnu v roce 1981, stejně jako v předjaří roku 2000 a znovu v roce 2013. Vzhledem k hlinitému charakteru zvětralin na permském podloží vytvořila sjíždějící masa největšího sesuvu v Rudníku (251a) v horní části své dráhy vyhlazené okrajové stěny (251b), které známe například z některých rozsáhlých karpatských sesuvů na flyšovém podloží. Malých sesuvů v prostoru Bolkova (250) a Rudníku (251c) však vznikla při různých povodních celá řada.

251a

251b

251c

SESUVOVÁ JEZÍRKA

CHARAKTERISTIKA: Jedním z průvodních fenoménů sesuvů, zvláště plošně rozsáhlých, jsou jezírka nebo jen větší tůně přímo v ploše sesuvu (nikoliv tedy hrazených sesuvem na údolním toku). Pro povrch větších sesuvů je charakteristickým znakem zvlněný povrch, někdy až chaotického charakteru, který vzniká nejen velmi nepravidelným (často pulzačním) pohybem jednotlivých částí sesuvu, ale také vlivem nerovností podloží. Vytvářejí se zde proto i mělké deprese, které se následně zatápějí vodou buď z malých svahových vodotečí, nebo ještě častěji jen srážkovou vodou. V naprosté většině jsou malé a mělké, ale u zvlášť velkých sesuvů mohou mít charakter opravdových jezer. S ohledem na jejich převážně malé rozměry také obvykle relativně rychle zanikají, ať již splavováním půdy a humusu z okolních svahů za přívalových dešťů, nebo zarůstáním vegetací, popřípadě jsou odvodněné uměle. Přechodné stádium představují podmáčené plochy až bažinky.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se u velkých sesuvů celého světa, v našich pahorkatinách, vrchovinách a nižších hornatinách, kde jsou sesuvy omezeného rozsahu, jsou však poměrně vzácné. Z území blízkých Krkonoším se jich několik nalézá na sesuvu na hoře Tábor poblíž pramenů Cidliny; největší z nich bylo uměle zvětšené do podoby malého rybníčku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V současnosti zde žádné takové trvalé jezírko není, v minulosti se však nacházela podle reliéfových poměrů až čtyři na největším sesuvu v Havírně. K jejich zániku přispěly i jejich vesměs malé rozměry (plocha i hloubka). V zemědělsky využívané části sesuvu byla dvě z nich nejspíše uměle odvodněna prokopáním odtokové rýhy. Dvě výše položená v porostu listnatého lesa zanikla dlouhodobým zaplňováním organickou hmotou (spadem listí a větví stromů), a jedno z nich navíc i náplavy svahového potůčku (253a); deprese druhého z nich se však na jaře ještě zaplňuje vodou v podobě velké louže (253b). Zaniklé jezírko v místě dnešní pouze podmáčené plochy nelze vyloučit ani v sesuvu v závěru údolí Modrokamenského potoka.

Svahové deformace

BALVANOVÉ SESUVY

CHARAKTERISTIKA: Velmi specifickým typem jsou balvanové sesuvy, které lze v případě menších kamenitých frakcí označit také jako kamenité sesuvy. Jsou téměř úplně složené jen z hranáčů a mají velmi malý obsah jemnozrnné hlinité složky, která má u běžných sesuvů po nasycení zvětralin roli „mazadla“, umožňující pohyb zemní hmoty. Pro obvykle menší rozměry a vzácný výskyt je těmto sesuvům zatím věnovaná malá pozornost nebo mohou být zaměňovány za jiné svahové pochody. Připomínají tzv. suché sesuvy, kde pohyb probíhá pouze gravitačními vlivy, bez podílu vodní složky; iniciační roli může hrát například drobné skalní zřícení po dopadu na suťová (balvanová, bloková) pole, sněhová lavina nebo narušení úpatní části boční erozí toku aj. Ani zde však nelze vyloučit podíl vodní složky, například v podobě silného plošného ronu za extrémních srážek. V tomto případě dojde převážně jen k relativně krátkému posunutí kamenité masy na strmém svahu (obvykle přes 35°), proto se zastaví ještě ve svahu nebo hned na úpatí a nepokračuje různě daleko po údolním dnu, jako je tomu u řady jiných sesuvů. Jejich koncové akumulace jsou vzhledem k balvanité vnitřní stavbě velmi stabilní a odolné vůči následným erozním procesům.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Tomuto svahovému pochodu je věnovaná poměrně malá pozornost, protože vznikají spíše sporadicky a unikají pozornosti, ale v pohořích s rozsáhlými sutěmi o velkém sklonu je možné předpokládat jejich častější výskyt.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí se zde jen výjimečně a všechny jsou fosilní. Dva jsou známé v horní části Dolu Bílého Labe, nejspíše vzniklé za jedné z největších povodní v roce 1882 nebo 1897 (253c). Dodnes jsou však dobře identifikovatelné podle obnažených skalních ploten, po kterých sjely. Další jsou v pravém svahu Obřího dolu, ve spodní části svahů mezi Čertovou zahrádkou a lavinovou dráhou z Malé Studniční jámy. Nachází se zde vedle sebe celkem pět fosilních sesuvů tohoto typu, s krátkými a dnes již poměrně málo zřetelnými dráhami, ale na úpatí svahu zanechaly nápadné kupovité, několik metrů vysoké akumulace složené pouze z balvanů a bloků. Nejjižnější z nich je zároveň největší, a jelikož překryla původní koncentrovaný vývěr Úpy na zakončení podzemního toku v úseku jeho divočení, vznikl druhotný vývěr na jejím úpatí.

253a

253b

253c

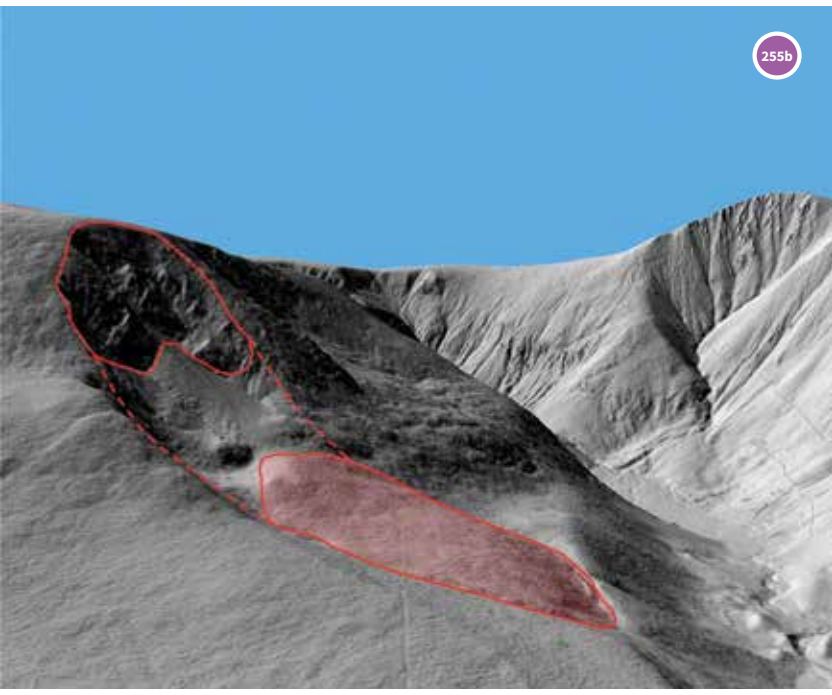
SKALNÍ ZŘÍCENÍ

CHARAKTERISTIKA: Skalní zřícení představují náhlá a velmi rychlá přemístění skalních hmot nejčastěji v horských a velehorských podmínkách v místech skalních stěn. Vlastní proces se označuje jako skalní řícení, výsledné reliéfové tvary skalní zřícení. Pohyb probíhá nejdříve převážně volným pádem, na který obvykle navazují níže ve svahu nebo na sutích a osypech valivé až skákavé pohyby úlomků všech velikostí, včetně mohutných bloků o průměru řádově celých metrů, které se při pohybu případně dále tříští. Velkou roli při jejich vzniku hrají tektonické plochy, ale mohou k němu přispívat i seismické příčiny. Jejich celkové rozměry jsou velmi rozmanité, od zřícení několika jednotlivých balvanů a bloků až po takové, které mají mimořádně velké objemy. Jejich šířka může ve velehorách dosahovat i několik kilometrů a výška stovek metrů, které mohou během desítek sekund zcela změnit rozsáhlé plochy horských svahů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ve velehorských poměrech jsou poměrně častým jevem, některé z nich i s dopadem na osídlení a infrastrukturu. V nízkých hercynských pohořích se zaoblenými hřbety jsou spíše výjimečným svahových pohybem; spíše je ale známe z nižších poloh pískovcových skalních měst a kaňonovitých údolí České tabule, kde jsou někdy i předmětem mediálního zájmu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou díky skalnatým karům a trogům výjimkou mezi našimi pohořími, neboť v nich vznikají drobná skalní zřícení i v současnosti. V posledních létech jsou evidovaná v Labských (254, 255a) a Sněžných jamách a také v Obřím dole. Mezi fosilními (patrně ranně holocenními) skalními zříceními je však naprostou výjimkou to, které vzniklo v karové stěně Velké Studniční jámy a jehož akumulace dosahuje až na horní plošinu velké boční morény Obřího dolu (255b – plošně červeně vyznačena akumulační část). Svými rozměry (délka 1 km, šířka 360 m) a plochou 30 ha nemá obdobu nejen v republice, ale ani v žádném jiném hercynském pohoří Evropy. Podstatně menší, též fosilní skalní zřícení, se nachází v Peci p. Sněžkou nad objektem Modřanka (255c), které vzniklo odtržením části svahového mrazového srubu a v minulosti bylo mylně považované za balvanový proud kryogenního původu. Na polské straně došlo kdysi také ke zřícení obrovských žulových bloků na západních exfoliačních stěnách hradního vrchu Chojniku.

255a


255b

255c

BŘEHOVÉ NÁTRŽE

CHARAKTERISTIKA: Břehové nátrže mají dvojí podobu, i když vznikají shodně laterální (boční) erozí vodního toku. Nejčastěji mají výšku jen několika metrů, a proto jsou často širší než delší, ale v horských podmínkách, kde strmé svahy tvořené zvětralinami zapadají přímo do koryt vodních toků, mohou mít podobu až krátkých sesuvů. Ve velehorských podmínkách, kde se nacházejí rozsáhlé plochy nestabilizovaných svahových zvětralin, však mohou dosahovat výšek i rozměrů podstatně větších. V údolích podhorských toků se širší a plochou údolní nivou mají jinou podobu, a to velmi strmého až svislého břehu vysokého většinou 1 až 3 m, který se trhá a řítí přímo do vodního proudu. Horské břehové nátrže se vyskytují poměrně běžně a za jakékoliv situace, tedy i na rovných úsecích toků tam, kde břehy tvoří mocnější polohy málo stabilních zvětralin, zatímco druhý případ je příznačný zvláště pro výsepní (nárazové) části ohybů a drobných meandrů toků. Břehové nátrže v horských podmínkách jsou pro své převážně menší rozměry často přehlíženy, ale v dlouhodobém časovém horizontu jsou významnou součástí vývoje svahů. V podmínkách našich hor jsou sice převážně jen nízké (obvykle jen několik metrů), ale někdy i dosti široké nátrže (až desítky metrů, výjimečně ještě více). Vznikají v hojném počtu zvláště za povodní, úměrně k jejich velikosti, tj. k výšce vzdutí vodní hladiny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Představují zcela běžnou součást vývoje břehů vodních toků i bazální části svahů údolí, zvláště horských, ale vznikají v důsledku povodní kdekoliv na zemském povrchu, zejména v oblastech humidního klimatu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Totéž platí i pro Krkonoše, kde vznikají v počtu celých desítek po každé velké povodni. Pokud ohrožují údolní komunikace nebo jiné objekty infrastruktury, bývají záhy upraveny regulacemi a před dalším rozšiřováním zabezpečeny, nejčastěji gabiony nebo srubovými konstrukcemi. Z relativně mladých břehových nátrží byla výrazně největší v Latově údolí na Malé Úpě, dnes asanovaná a také zabezpečená gabiony (257a). Několik poměrně mladých se nachází i v Jelením dole (257b) a Těsném dole (256). Na horním okraji některých z nich se vytvářejí drnové převisy nastupující vegetace (zvláště borůvčí) a mechů. U potoků na permském podloží se širšími údolními nivami jako například v okolí Rudníku a Javorníku jsou také časté, ale vesměs nízkých a celkově menších rozměrů (257c). Drobné břehové nátrže se podílejí také na zániku hrází historických klauz, což představuje určité krkonošské specifikum.

257a

257b

257c

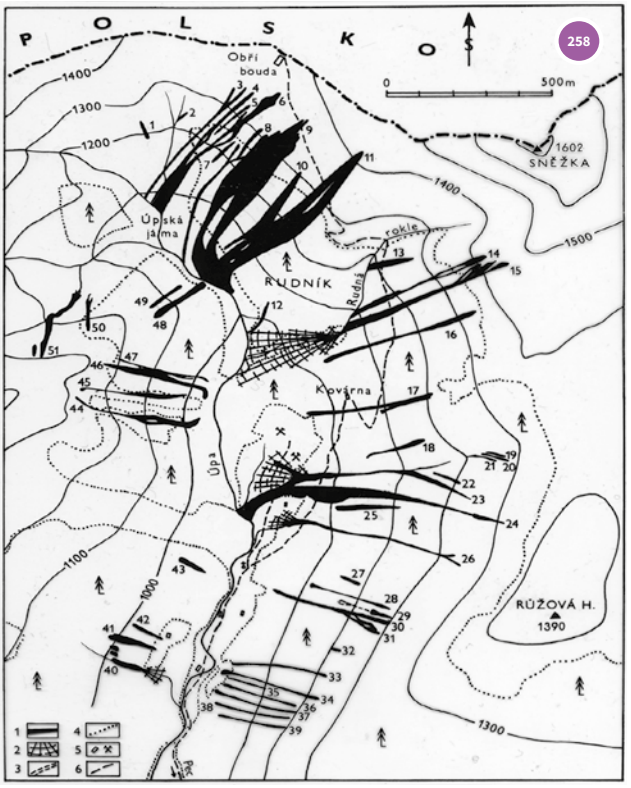
MURY (HLINITOKAMENITÉ PŘÍVALOVÉ PROUDY)

CHARAKTERISTIKA: Mury patří mezi rychlé svahové pohyby, při nichž nezpevněné hlinité až kamenité zvětraliny sjíždějí na příkrých horských svazích v důsledku extrémně intenzivních srážek. Jsou známé zvláště z velehor, kde vzhledem ke svým velkým rozměrům mívají nejčastěji i katastrofální následky, ale menší mury vznikají v nemalém počtu i ve středohorách. Pro jejich vznik je důležitý sklon svahu (nejčastěji přes 35°) a mimořádná intenzita deště, která se pohybuje v řádu celých desítek milimetrů za hodinu. Mohou vznikat jak v důsledku extrémních srážkových epizod, tak krátkodobých výkyvů v intenzitě deště v rámci dlouhodobějších srážek, při nichž dochází k extrémně rychlému přetížení a zvodnění svahových zvětralin za současného narušení vnitřních vazeb (tření). Litologické poměry mají malý význam, ale důležitý je obsah vody, který určuje, zda se ještě jedná o gravitační svahový pohyb, nebo zda přechází v pohyb se znaky vodního transportu. Rychlost pohybu mur se uvádí 3 až 7 m/s (tj. 10 až 25 km/hod.) a právě tato rychlost podmiňuje velkou kinetickou energii mur, která má za následek často katastrofální následky jak na lesní porost, tak komunikace, sídelní a stavební objekty a bohužel i lidské životy. Označení mura se často nepřesně používá jak pro samotný proces, tak výsledný morfologický tvar, pro který je vhodnější používat název murová dráha, sestávající jak z konvexní (murové akumulace), tak konkávní složky (murové žlaby).

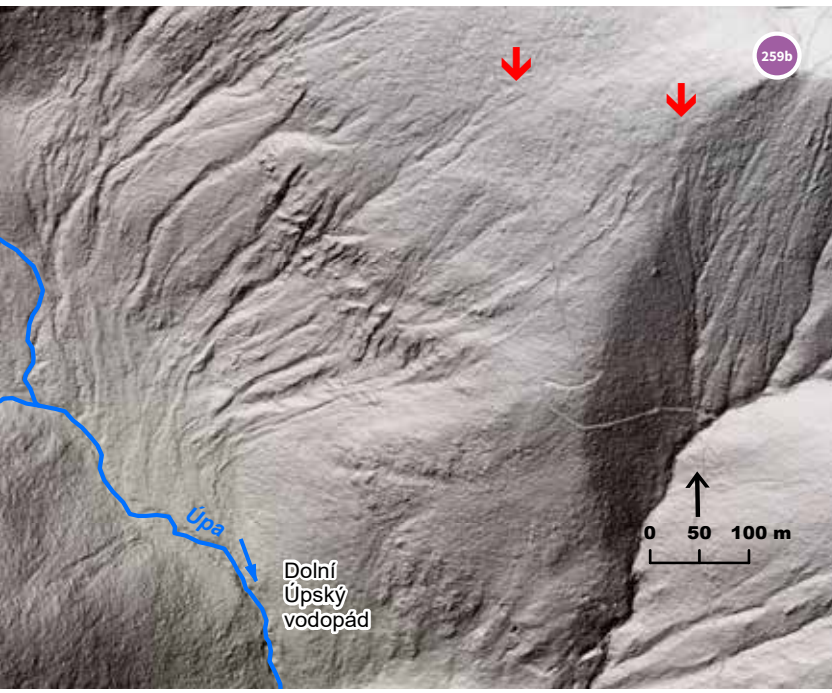
CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mury jsou častým a nebezpečným jevem zvláště ve velehorách, kde mohou ohrozit dokonce celé obce i města; zvláště známá jsou jimi středoasijská pohoří, ale časté jsou i v Alpách. Určitou zajímavostí je, že v rámci evropských hercynských středohor jsou zdaleka nejpočetnější právě v Krkonoších a Hrubém Jeseníku, zatímco například ve Vogézách a Schwarzwaldu se vyskytují jen zcela ojediněle.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Celkovým počtem přes dvě stě mur (společně na české i polské straně) jsou Krkonoše jednoznačně na prvním místě v rámci nejen celé republiky, ale i v měřítku zmíněné hercynské části Evropy. Nejvýznamnější lokality s největším počtem mur jsou na české straně Obří (258) a Dlouhý důl s pobočkami a také Důl Bílého Labe, na polské Kocioł Łomniczki. Jako jediné v republice dvě z nich zničily v Obřím dole v roce 1897 dvě horské chalupy (259a), v nichž zahynulo 7 lidí. Mury zvláště významně přemodelovaly východní svahy i dno Úpské jámy (259b, c). Šipky v mapce označují odlučnou linii dvou největších mur s délkou okolo 900 m a plochou přes 5 ha, představující největší rozměry mur v naší republice. V podmínkách národního parku jsou však mury přirozenou součástí vývoje reliéfu, a proto v souvislosti s nimi nelze zvláště v přírodní a přírodě blízké zóně podnikat žádná protiopatření ani asanace jejich drah s výjimkou minimalizovaných oprav přímých škod na infrastruktuře (např. cest).

STUPEŇ OCHRANY: **A**



259a


259b
Úpa
Dolní
Úpský
vodopád
0 50 100 m

259c

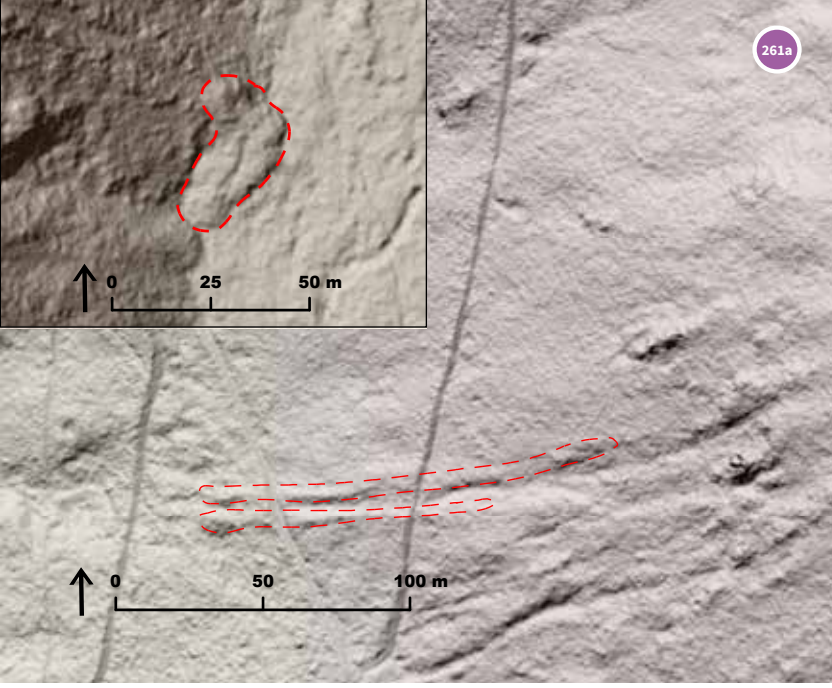
MUROVÉ VALY A AKUMULACE

CHARAKTERISTIKA: Označení mury se běžně, ale nepřesně používá ve dvojím smyslu, a to jak pro označení samotného svahového pohybu, tak pro dráhy a akumulace, tj. reliéfové tvary, které po sobě zanechávají. Některé mury mají plošný charakter v celé délce a jejich akumulační tvary jsou proto nízké a ploché a relativně rychle vizuálně zanikají s nástupem vegetace. Odlučný prostor bývá poměrně mělký ve většině případů (řádově decimetry nebo výjimečně 1 až 2 m) a za předpokladu, že zde nenastoupí následná např. rýhová eroze, proto relativně rychle zarůstá a splývá s okolím. Transportní zóna některých mur se však zužuje a pak vytváří i žlabovité formy. Akumulace v transportní (převážně ještě ve svazích) i akumulační (koncové, tj. převážně na dně údolí) zóně po sobě někdy zanechávají i několik metrů vysoké dlouhodobě nápadné tvary. Transportní mají nejčastěji tvar postranních valů na okraji z materiálu vytlačeného do stran, u širokých mur však mohou být také uvnitř dráhy, zvláště tam, kde se část masy zachytí na nerovnostech podloží, popř. na stromové nebo klečové vegetaci. Koncové akumulace jsou tvarově rozmanitější často v závislosti na míře zvodnění sjíždějící zvětraliny od jazykovitých a kupovitých tvarů až po zcela nepravidelné, ale u zvláště silně zvodnělých se může „rozplavit" v malé mocnosti na údolním dně nebo často na náplavových kuželech do šířky, a pouze s málo výraznými okraji. I když právě zde může mura napáchat velké škody na porostu i objektech lidské činnosti, paradoxně po sobě zanechává malé stopy, neboť jen mírně zvýší stávající terén a poté, co zaroste vegetací, reliéfově splyne se svým okolím. Mury v úzkých erozních údolích však vyúsťují často přímo do koryta vodního toku, kde bývá jejich materiál z velké části či zcela odplavený následnými povodněmi.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Murové akumulace nejrůznějšího typu i tvaru jsou běžnou součástí pohoří, kde se mury vyskytují.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské mury jsou z obecného hlediska malé a až na jedinou výjimku pouze svahové, ale přesto po sobě zanechávají všechny výše uvedené typy akumulací. Nejlépe patrné jsou u některých mur v Obřím dole (261a), a to jak koncových jazykovitého tvaru díky širokému dnu karu i trogu, tak žlabovitých s postranními valy výše ve svazích (261b). Výraznou údolní akumulaci vytvořila i nejmladší krkonošská mura v Těsném dole (260, 261c), u které se ale dá vzhledem k úzkém údolním dnu předpokládat zánik (rozplavení) při budoucích povodních.

STUPEŇ OCHRANY: **A**


261a
0
25
50 m
0
50
100 m

261b

261c

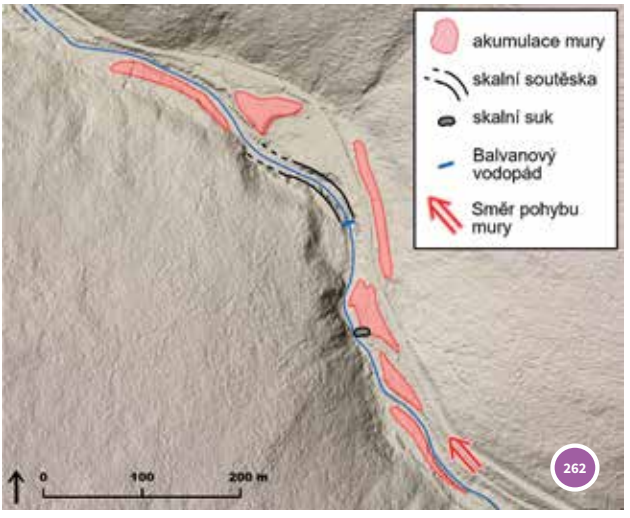
MUROVĚ-FLUVIÁLNÍ AKUMULACE

CHARAKTERISTIKA: U rozsáhlých, zpravidla velehorských mur, které vyústí do současně rozvodněných údolních toků, se jejich masy ještě více zvodní, a proto mohou pokračovat v pohybu spíše již charakteru vodního transportu celé kilometry nebo i desítky kilometrů daleko. Vzhledem k velkému objemu transportované hmoty usazují takové mury (označované také jako turbulentní) po stranách, zvláště ale v místech zakončení pohybu rozsáhlé akumulace, které mohou připomínat štěrkové fluviální formy (lavice a výspy) nebo mít podobu plochých náplavových (dejekčních) kuželů. Jindy může být jejich povrch členěný v důsledku nestejnoměrné rychlosti při zastavování masy i rozdílného seskupování blokových složek a unášené organické hmoty (stromy) podélnými okrajovými i dílčími vnitřními valy a nepravidelnými kupovitými elevacemi. Ty mohou mít dokonce podobu morénových akumulací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zvláště ve velehorských podmínkách se vyskytují kdekoliv na světě (nejvíce ve středoasijských velehorách nebo v Andách), kde mohou mít i velký plošný rozsah.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: O mimořádném postavení Krkonoš v rámci hercynských evropských pohoří svědčí to, že se zde také nachází jeden takový případ typicky velehorského procesu, a to v Dole Bílého Labe. Zdejší mura, jediná údolního typu, dosáhla na středohorské poměry mimořádné délky 2,8 km. Umožnila to kombinace několika faktorů (erozní, nikoliv trogový charakter údolí, a jeho mimořádně velký sklon pod vyústěním svahové mury, relativně velký průtok údolního toku). Podobně i na koncovém zastavení této mury se podílelo několik faktorů: zmenšení sklonu a současně rozšíření údolí, skalní blok rostlé horniny vystupující v korytě a soutěskovité prohloubení koryta pod Balvanovým vodopádem (262). V údolí se dosud dochovaly výrazné akumulace vytvořené touto murou; první v místě, kde vyústila ze svahů na dno údolí (263a), a hlavně celá skupina koncových akumulací v místě jejího zastavení v prostoru U svozu (263b), dosahujících maximální výšky 9 až 11 m nad vodní hladinou. V nich jsou na dvou místech patrné i jednostranně doškovitě natlačené balvany (263c), svědčící o úderném efektu zastavující se masy. Koncové akumulace mury v prostoru U svozu byly dlouho mylně považované za ledovcovou morénu.

STUPEŇ OCHRANY: **A**



263a

263b

263c

RAŠELINNÉ
tvary

VRCHOVIŠTĚ

CHARAKTERISTIKA: U rašelinišť rozlišujeme z genetického hlediska více typů, které však nemusí zároveň vytvářet jednoznačné reliéfové tvary. K nejvýraznějším patří vrchoviště, která se vytvářejí převážně v horách, zvláště v subalpínských polohách, a je pro ně je příznačné mírně kupolovité vyklenutí, od něhož je odvozené i jejich pojmenování. Největší výšky, a tedy i mocnosti dosahují obvykle v přibližném středu, kde je narůstání rašeliníků nejrychlejší. Jejich rozlohy mohou být velmi rozdílné, od několik arů až po celé hektary. Jsou vyživovány v naprosté většině srážkovými vodami. Jejich povrch je obvykle členěný dílčími mikroformami, na jejichž vzniku se podílejí vedle vegetačních poměrů i kryogenní procesy. Jejich množství a hustota bývá závislá na celkové rozloze. Jsou to **strängy**, které mají podobu vyklenutých valů, a **flarky**, které vytvářejí protáhlé terasovité sníženiny s jezírky mezi nimi. Často jsou jejich součástí i větší jezírka obvykle okrouhlého půdorysu, která nesou označení **blänky** nebo též **kolky**. U těch se předpokládá, že vznikla v místě, kde nacházely při počátku vývoje vrchoviště vývěry vody z podloží, která brání růstu rašeliníků. Ty v okolí stále narůstají, ale jezírko si zachovává otevřenou hladinu. Okrajové části vrchovišť (tzv. laggy) mohou mít podobu jak poměrně zřetelného úpatí, tak mohou být reliéfově téměř neznatelné (k čemuž ale často přispívá také zapojená vegetace, a zvláště klečový porost). Podloží vrchovišť v subalpinských polohách mohou tvořit starší mrazem tříděné půdy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vrchoviště jsou běžnou součástí území se subarktickým klimatem. Početná jsou i v hornatinách mírného pásma, zvláště vývojově starých, kde se nacházejí rozlehlé plochy zarovnaných povrchů s nepatrným sklonem a současně v jejich podloží převládají kyselé krystalické břidlice a granitoidy. U nás jsou to hlavně sousední Jizerské hory, stejně jako Šumava a Krušné hory.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V nejtypičtější podobě se nacházejí v prostoru alpinského bezlesí (tzv. tundře) obou vrcholových zarovnaných povrchů, kde vynikají zvláště Pančavské a Úpské rašeliniště (267a).

Rašelinné tvary

SVAHOVÁ RAŠELINIŠTĚ (SVAHOVÁ VRCHOVIŠTĚ)

CHARAKTERISTIKA: Od předešlého typu se liší polohou v mírném svahu, kde jsou obvykle zásobovaná nejen srážkovou vodou, ale i prameny nebo prameništi ve svahu nad nimi. Jejich společný znak s vrchovišti je však i to, že bývají mírně vyklenutá nad rovinu okolního svahu, byť někdy jen málo znatelně. Výskyt mikroforem uvedených u typických vrchovišť je na nich podstatně omezenější, nebo chybí úplně. Příležitostně mohou vznikat pod prameny i v nižších polohách montánního stupně.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat za stejných klimatických podmínek jako vrchoviště všude na světě, zvláště v subarktickém a mírném pásmu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I v tomto případě jsou nejvíce rozšířená na obou vrcholových alpinských bezlesích, ale na menších plochách a v méně typické podobě než hlavní vrchoviště. Nejrozsáhlejší jsou na Čertově louce v jižních svazích Stříbrného hřbetu a několik je jich také podél cesty mezi Petrovkou a Ptačím kamenem, kde lze v odkopech cesty dobře pozorovat jejich slabě vyklenutý profil (267b). Drobná, ale někdy i podobně vyklenutá jsou však i v montánním stupni (například na svazích Černé hory spadajících do nejvyšší části Těsného dolu). Nacházejí se také v mírně ukloněných partiích dna některých karů (například Vlčí jámy, 267c) a také trogů (Obří důl), kde se na jejich vzniku mohou podílet i morény, umožňující lokální koncentraci vody.

267a

267b

267c

STRUKTUROVANÁ RAŠELINIŠTĚ (KONCENTRICKÁ RAŠELINIŠTĚ)

CHARAKTERISTIKA: Jedním z geomorfologicky nejnápadnějších typů rašelinišť jsou strukturovaná rašeliniště, zvláště v podobě koncentrických vrchovišť, která mají nejlepší podmínky ke svému vzniku v subalpinských polohách, neboť jejich vývoj neovlivňují kořenové systémy lesních dřevin. Vzhledem k jejich větší mocnosti a mírně vypuklému celkovému tvaru podléhají v těchto polohách gravitačně-kryogennímu rozsedání a rozjíždění rašelinného tělesa. Rozjíždění postupuje od nejvyššího místa, které může současně mít podobu největšího jezírka (tj. centrálního blánku), směrem k okrajům. Podle tvaru a sklonu minerálního podloží může mít takové rašeliniště více či méně kruhový půdorys, ale s ohledem na sklonové podmínky podloží i jen různě široké kruhové výseče. Na procesu se podílí jak plasticita rašelinného tělesa, tak permanentní zamokření, které usnadňuje kryogenní procesy a zmenšuje i třecí vazby mezi částicemi. Vzhledem k probíhajícím procesům získává strukturované rašeliniště výrazně členitý povrch na dlouhé vyvýšené valy (strängy) a vodou zatopené sníženiny (flarky), pro které je příznačný obloukovitý půdorys. Jejich součástí mohou být i plochy obnažené rašeliny (mud), které během intenzivního tání sněhu nebo přívalových dešťů podléhají plošnému ronu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nejrozšířenější jsou rašeliniště tohoto typu v s oblastech severského až subarktického klimatu. V našich klimatických podmínkách jsou výjimkou, mj. i proto, že plochy příznivé pro jejich vznik jsou velmi omezené.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonalejší příklad rašeliniště tohoto typu v Krkonoších je Úpské rašeliniště (269a), které má však jako celek podobu pouze široké kruhové výseče, a méně výraznou podobu má i rašeliniště Mlaki, obě z větší části na polské straně hranice.

RAŠELINNÁ JEZÍRKA (KOLKY, BLÄNKY)

CHARAKTERISTIKA: Představují největší vodní plochy na rašeliništích (vrchovištích), nejčastěji ve středové, u vrchovišť ve vrcholové poloze. Obvykle mají zaoblené, někdy až okrouhlé tvary a jejich plocha se pohybuje od několika metrů čtverečních až po jednotky arů. Příčiny jejich vzniku však mohou být různé, mohou být v místech výstupu vývěrů vody z minerálního podloží nebo v místech zvýšení hladiny při dlouhodobém nárůstu srážek, kdy se menší vodní plochy (šlenky) spojí v důsledku trvalého zatopení vodou. Určitou roli přitom mohou hrát i mrazové procesy. Jejich hloubka může být také velmi rozdílná, od několika decimetrů po jednotky metrů. Pokud okrajové bulty začnou vlivem vegetace narůstat, zvyšuje se i hladina kolku, a jezírko se tak prohlubuje. V obdobích stagnace rašelinišť, spojených obvykle s poklesem srážkových úhrnů, začínají naopak rašelinná jezírka od okrajů zarůstat (nejčastěji ostřicí a rašeliníky). Zánik však mohou urychlit i tzv. třasoviska, tj. ostrůvky rostlin plovoucích na hladině (ponejvíce též rašeliníků).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vznikají zcela běžně na rašeliništích a vrchovištích, zvláště plošně rozsáhlejších, kde jich může být i větší počet.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí na většině zdejších rozsáhlejších vrchovišť. Největší počet plošně nejrozsáhlejších a nejdokonalejších rašelinných jezírek vznikl na Pančavském a Úpském rašeliništi (269b, c). Největší z nich je v celých Krkonoších na polské straně Úpského rašeliniště (16 arů), druhé na naší straně dosahuje plochy 12,5 arů. Navzdory neprůhledné vodě jsou však mělká, jejich hloubka je omezená žulovým podložím a málokdy přesahuje výrazněji 1 m.

269a

269b

269c

BULTY A ŠLENKY

CHARAKTERISTIKA: Obě tyto mikroformy patří k nejtypičtějším tvarům rašelinišť v pokročilejším stádiu vývoje. Narůstáním rašeliniště se jeho povrch rozčleňuje a na vyvýšených místech nastupují druhy rašeliníků s odstředivým růstem, jako jsou rašeliník červený (*Sphagnum rubellum*), rašeliník tuhý (*S. phagnum compactum*) a rašeliník hnědý (*Sphagnum fuscum*), které snášejí dočasné vysoušení. Vznikají tak kopečkovité vyvýšeniny zvané bulty, na kterých poté přistupuji další mechy jako ploník tuhý (*Polytrichum strictum*) a cévnaté rostliny jako suchopýr a suchopýrek. Jejich výška je nejčastěji 10 až 30 cm nad vodní hladinou a v době vysokých srážek nebo tání sněhu tak představují hrázky zadržující vodu. Prohloubená místa mezi nimi jsou označovaná jako šlenky. Obvykle jsou zatopené vodou, i když také mohou dočasně vysychat. Porůstají je jiné druhy rostlin než bulty, a to jak samotných rašeliníků, tak mechů i cévnatých rostlin.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Obě mikroformy jsou běžnou součástí horských rašelinišť.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Totéž platí i pro Krkonoše, v nejtypičtější podobě jsou však vyvinuté zvláště u rašelinišť subalpinského stupně na vrcholových zarovnaných površích, zvláště na Úpském rašeliništi (271a, b).

Rašelinné tvary

RAŠELINNÉ KOPEČKY (BLÍZKÉ SEVERSKÝM POUNUS/POUNIKOS)

CHARAKTERISTIKA: Rašelinné kopečky jsou jednou z méně nápadných forem vyskytujících se rašeliništích a vrchovištích, na kterou nejsou mezi vědeckou veřejností jednotné názory, a to dokonce ani co se týče jejich přesného terminologického označení. Poměrně často byly zvláště v minulosti nesprávně přirovnávány severským palsám (mj. i terminologicky – palsoidní útvary apod.), které však vznikají za zcela jiných podmínek (hlavně nutné přítomnosti permafrostu), mají jiný následný vývoj, jsou větších rozměrů a odlišná je i jejich povrchová morfologie. Rašelinné kopečky mají podobu plochých elevací s kruhovým nebo oválným půdorysem o průměru řádově jednotek metrů. Jejich výška dosahuje sice jen několik decimetrů, ale díky odlišné vegetaci a jejímu nestejnému zbarvení se zřetelně odlišují od okolního povrchu rašeliniště. Toto optické rozlišení se však může v průběhu let měnit i u jednoho a téhož kopečku. Nelze vyloučit, že je tomu v souvislosti s klimatickými změnami, ale zatím to nelze pro malý časový úsek jednoznačně prokázat. Na jejich vzniku se podílí úzce lokální hydrologické poměry, mozaikovitě diferencované sezónní promrzání, a hlavně cyklický vývoj vegetace, včetně (nejspíše i hlavně) mechů, případně i nerovnoměrné ukládání sněhu. Vzhledem k jejich malé výšce a souvislému vegetačnímu porostu na nich však chybí jakékoliv druhotné mikroformy známé u pals, jako je gravitační trhání okrajů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Rašelinné kopečky a jim velmi podobné útvary zvané pounus nebo pounikos jsou běžnou součástí severských rašelinišť. I když jsou popsané ze Skandinávie a severních části Ruska, nepochybně jsou i jinde kdekoliv v subpolárním pásmu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jejich existence byla zaznamenaná a následně diskutovaná až v posledních dvou desetiletích. Potvrzené jsou pouze na třech vrchovištích vyššího, východního vrcholového zarovnaného povrchu (Úpském rašeliništi v blízkosti povalového chodníku, 271c), rašeliništi u Slezské /Jantarové/ cesty a poblíž pramenů Stříbrné bystřiny na česko-polské hranici v prostoru rašelinných jezírek zvaných Mlaki). Představují tak unikát v rámci celé republiky a nejspíše i celé střední Evropy, ale některé – snad v důsledku zmíněných klimatických změn posledních let – pozvolna zanikají a splývají s okolím. To by svědčilo o významné roli kryogenních procesů (půdního ledu) pro jejich vznik.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

271a

271b

271c

RŮŽENCOVÉ TOKY

CHARAKTERISTIKA: Na malých horských tocích vrcholového bezlesí vznikají tzv. růžencové toky, které mají podobu sérií drobných tůní spojených úzkými kanálky, nebo úseky podpovrchového toku. Počet tůněk na jednotlivých tocích může být velmi rozdílný od pouhých několika až po celé desítky. Jsou vázané na kryo-vegetační zónu v prostoru rašelinišť a zrašelinělých půd a jsou typické pro toky s malým sklonem (5 až 15°). Vyznačují se poměrně komplikovanou dynamikou a polygenetickým původem, neboť na jejich vzniku se podílí celý komplex kryogenních, hydrologických a biotických procesů. Počátek jejich vývoje se klade do subatlantiku, což omezuje jejich stáří na zhruba 2 000 let. Rozměr tůní (průměr i hloubka) je nejčastěji v řádu decimetrů, příležitostně může jejich délka dosahovat až 2 m. Mohou být jak v rovině svého okolí, tak někdy i slabě zahloubené, ale existují i případy, kdy jsou naopak v důsledku narůstání břehové vegetace mírně vyvýšené. Jejich srovnávání se subarktickými toky, kde tůně nebo již spíše jezírka dosahují průměrů násobně větších, je z genetického hlediska zcela problematické, tím spíš, že o genezi tamějších jezírek nejsou žádné relevantní údaje.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: O rozšíření této formy chybí dostatek srovnatelných údajů. Chybí ale v ostatních pohořích Českého masivu a také ve srovnatelných pohořích jako Vogézy a Schwarzwald. Uvádějí se pouze z horských masivů ve Skandinávii a Velké Británii.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonaleji vyvinutá série tůní tohoto typu se nachází na Růžencovém potoce (273a) u Luční boudy na východokrkonošském vrcholovém zarovnaném povrchu. Podle této lokality byl na našem území tento fenomén poprvé popsán a současně vedl i k pojmenování celého potoka. Zde se nacházejí některé vany i ve vyvýšené podobě (273b) v důsledku nárůstu vegetační složky. Méně dokonalé podoby růžencových toků se nacházejí u pramenů Bílého Labe a na zdrojnicích Stříbrné bystřiny.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

RAŠELINNÉ MEANDRY

CHARAKTERISTIKA: Ledovci přehloubená dna karů a trogů jsou často vyplněná jezery, která vlivem intenzivních geomorfologických procesů (zvláště erozních, gravitačních, lavinových a biogenních) podléhají relativně rychlému zániku. Na místě zaniklých (zanesených) jezer vznikají nápadně rovné plochy s nepatrným sklonem, tvořené obvykle ve spodních vrstvách kamenitými až písčitými nánosy, na nichž ještě často spočívá tenčí vrstva rašeliny (popř. je zde i recentní rašeliniště). Pokud se jedná o rozsáhlejší kary, nebo přímo trogy, kterými protéká stálý vodní tok, dochází k situaci, kdy malá soudržnost, a tudíž i nízká odolnost rašeliny vůči erozi a současně malý sklon toku vedou ke vzniku zahloubeného koryta v podobě drobných meandrů, které představují specifický typ, odlišný od velkých zakleslých i nížinných meandrů větších řek. Jedním z jejich znaků jsou svislé, místy i převislé rašelinné břehy, kde vývoj probíhá občasným řícením podélných bloků rašeliny zvláště na výsepním (nárazovém) břehu a sedimentací unášeného písku i zcela drobných kamenitých úlomků na protilehlém jesepním břehu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat v karech a dnech trogů protékaných vodními toky kdekoliv na světě, zvláště v severských oblastech a horách v blízkosti alpinské hranice lesa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jsou zde známé ze dvou lokalit, které mají přechodný znak karů a trogu a představují unikát v rámci Českého masivu. První jsou meandry v horní části Labského dolu (273c) v místě zaniklého jezera pod Pančavskou jámou, jejichž označení Labské meandry lze již dnes považovat i za pomístní název. Druhá lokalita je ve stejných podmínkách zaniklého jezera na polské straně, na spodním zakončení karu Malého rybníku (Mały Staw).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

273a

273b

273c

RAŠELINNÉ EROZNÍ RÝHY (JÁRKY)

CHARAKTERISTIKA: Odumřelá, případně stagnující rašeliniště a vrchoviště, ale hlavně jejich části nalézající se v mírně svažité pozici začínají podléhat erozi drobných vodotečí. Výrazněji je tomu v případech plošně rozsáhlejších rašelinišť, u kterých vlivem nestejné výškové úrovně minerálního podloží a nerovností ve sklonu povrchu dochází v některých liniích ke koncentraci většího množství vody a vzniku struže k. Ty začnou hloubit vzhledem k malé soudržnosti rašeliny povrchové erozní rýhy neboli járky. U zcela drobných vodotečí převládá hloubková složka, proto mají jejich rýhy převážně svislé stěny a získávají podobu úzkých kanálků (obvykle širokých jen do 0,5 m), které velmi často zčásti překrývají převislé drny travin na okrajích. U vodnějších toků je již situace odlišná, neboť se u nich více uplatňuje laterální eroze, případně i trhání a sjíždění rašeliny (nepochybně i za spolupůsobení gelivace) nebo celých rašelinných bloků. Jejich erozní rýhy jsou proto rozměrnější, širší a mají příčný profil písmene V, i když se mohou výrazně lišit ve sklonu postranních svahů. Ke vzniku erozních rýh naopak dochází nejčastěji v okrajových částech rozsáhlejších rašelinišť a vrchovišť, kde dochází k větší koncentraci tekoucí vody a vzniku vodotečí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Erozní rýhy jsou běžnou součástí rozsáhlejších rašelinišť a vrchovišť celého světa, které splňují podmínku mírných sklonů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V různé podobě se vyskytují u řady zdejších rašelinišť, i když v nejdokonalejší podobě je můžeme vidět u vrchovišť vrcholových bezlesí, jako na Pančavském rašeliništi, Labské louce, Čertově louce, Bílé louce u pramenů Bílého Labe a Úpském rašeliništi (275a). U rašelinišť montánního stupně mohou být narušeny (napříme ny a prohloubeny) umělými melioračními zásahy za účelem urychlení odtoku vody z podmáčených poloh lesa.

PODTOKY

CHARAKTERISTIKA: Vedle povrchové eroze probíhá na odumřelých a stagnujících rašeliništích za stejných podmínek jako povrchová eroze i eroze podzemní, kterou vznikají v liniích drobných vodotečí různě dlouhé (obvykle řádově do stovek metrů, ale spíše méně) lineární, tunelovité podzemní dutiny, nazývané podtoky. U mocnějších rašelinišť mohou být vytvořené uvnitř rašelinné masy, u mělčích obvykle hloubkově kopírují minerální podloží. V příčném profilu dosahují jen malých rozměrů, s průměrem řádově desítek centimetrů, pro člověka jsou proto neprůlezné. Tím, že se nacházejí obvykle jen několik decimetrů nebo výjimečně do 1 až 3 m pod povrchem, dochází u nich vzhledem k malé soudržnosti rašeliny velmi často k propadnutím jejich stropů. Z tohoto důvodu jsou provázené častými jámovými propady, obvykle řazenými sériově do klikatých řad. U podtoků položených mělce pod povrchem a také u těch, které dosahují až na minerální podloží, mají nejčastěji svislé, nebo i převislé stěny, u hlubších se následným řícením a sesedáním rašeliny mění v nálevkovité deprese podobné drobným závrtům. Drobné jsou obvykle okrouhlého půdorysu, větší eliptického tvaru a tam, kde se popadl delší úsek, se již jedná o krátkou erozní rýhu. Kombinace s erozními rýhami i úseky otevřeného toku, ve které podtoky přecházejí hlavně na spodním zakončení celé série, jsou zcela běžné. Místa, kde vodoteč vtéká do podzemí, můžeme označit shodně s krasovou terminologií jako **rašelinné ponory** a místa, kde vytéká na povrch, jako **rašelinné vývěry**, velmi krátké úseky mezi dvěma propady jako **rašelinné mosty**. Ponory mají často vertikální podobu a podobně i nad vývěry může být svislá stěna z rašeliny, někdy ale řítivá. Ke vzniku podtoků přispívá velmi významně vegetační pokryv vyšších rostlin, které svou hustou kořenovou sítí vytvářejí poměrně tenkou drnovou vrstvu (řádově s mocností jen menších desítek decimetrů) odolnou proti erozi. Ta se proto přesouvá až do nižších poloh pod ní, kam již kořeny nedosahují. Ve vegetačním období tato vegetace také do značné míry zakrývá průvodní povrchové tvary podtoků.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podtoky jsou poměrně běžnou součástí rašelinišť a zvláště vrchovišť, pokud splňují výše uvedené podmínky. Na našem území jim není zatím věnovaná systematická pozornost, ale relativně nejvíce jsou známé z Jizerských hor, kde jsou ale vzhledem k větší mocnosti některých rašelinišť více skryté v porostech kleče.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejvíce jsou rozšířené na vrchovištích vrcholového bezlesí. Nejdokonalejší podtoky se nacházejí na Pančavském rašeliništi (275b, c), u pramenů Bílého Labe a na Úpském rašeliništi.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

275a

275b

275c

KRASOVÉ
tvary

ZÁVRTY

CHARAKTERISTIKA: Krasové terénní deprese na povrchu horniny nebo ve zvětralinovém či sedimentárním plášti. Vznikají rozpouštěním obnaženého i překrytého skalního povrchu meteorickou vodou podél puklin, puklinových zón, ale i vrstevních spár a průlin, které jsou v kontaktu s podzemními dutinami (jeskyněmi), nebo přímo sesedáním či řícením horniny do podzemních prostor. Jejich tvary mohou být velmi rozmanité, i když převládají okrouhlé či oválné. Velkých rozdílů dosahují jejich rozměry, které se pohybují od průměru několika metrů do desítek, anebo dokonce nízkých stovek metrů a hloubky od jednotek metrů do desítek metrů. Velké rozdíly jsou i ve sklonu jejich svahů a mohou být jak skalnaté, tak tvořené zvětralinami či sedimenty. Dno může být otevřené do trhlin nebo přímo podzemních dutin, nebo zavřené, vyplněné zvětralinami či sedimenty. Podle morfologických znaků, geneze, stupně vývoje i funkce rozlišujeme celou řadu jejich typů. V rozsáhlých krasových územích jsou velmi početné a velmi často vytvářejí celé skupiny, nebo i celá pole velkého plošného rozsahu. Nepropustné jemnozrnné sedimenty příležitostně ucpávají odtokové cesty na jejich dně a pak se zatápějí srážkovou vodou v podobě stálých nebo občasných jezírek.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krasových územích celého světa jsou v závislosti na rozloze, čistotě vápenců a vývojovém stadiu příslušného krasu jednou z nejběžnějších reliéfových forem, u nás zvláště v Moravském krasu, na Slovensku jsou velmi rozšířené například ve Slovenském krasu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Zcela opačná situace je v Krkonoších, kde nejsou pro malý plošný rozsah krasu a prostoupení nebo znečištění zdejších vápenců vložkami krystalických břidlic vhodné podmínky pro jejich vznik. Za krasový závrt je považovaná pouze jedna mělká, ale až 70 m široká deprese na plošině nad Ponikelskou jeskyní (279a). Nověji byly nalezeny dvě drobné deprese i ve vápencích východních Krkonoš, které představují nejspíše závrty.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

Krasové tvary
Krasové tvary povrchové

PONORY

CHARAKTERISTIKA: Horizontální nebo vertikální otvory nebo místa (nebo úseky toků), kde mizí povrchová voda do krasového podzemí (jeskyní). Mohou mít více podob, poloh i funkcí, které jsou i terminologicky odlišované. Podle způsobu, jakým se voda ztrácí, rozlišujeme infiltrační ponory, kde se voda ztrácí nezřetelně, popřípadě i postupně pozvolným prosakováním, a otevřené ponory, kde voda vstupuje do podzemí v podobě zřetelných otvorů různé velikosti. Ty mohou být jak v sedimentech na dně závrtů nebo slepých údolí, ale také přímo ve skalním podloží, a to v podobě pouhých rozšířených puklin až po mohutné jeskynní portály anebo propasti. Nejčastěji vznikají v místech, kde povrchové toky (včetně periodických vodotečí) přecházejí z podloží nepropustných hornin na krasové území.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Ponory jsou běžnou součástí všech krasových území, nejpočetnější bývají tam, kde se často střídají krasové a nekrasové horniny. Portálovité a propasťovité ponory jsou často velmi atraktivními přírodními výtvory.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Plošně omezený rozsah krkonošského krasu, tvořící z velké části jen malé ostrůvky vápenců, není příhodný pro vznik povrchových krasových forem. To platí i pro ponory, kterých je zde proto jen malý počet. Převažují mezi nimi infiltrační ponory, které se nacházejí na Ponikelském potoce přímo v intravilánu Poniklé a na Albeřickém potoce v Horních Albeřicích. Jediný zatím registrovaný otevřený ponor je (nebo spíše byl) v zahloubeném korytě Dolského potoka pod Starohorskem v Poniklé (279b), dnes je však zcela pozměněný následným speleologickým průzkumem a uzavřený do skruží. Nelze vyloučit ani možnost, že vznikl teprve nedávno (okolo roku 2010) a náhle při nějaké povodni. Infiltrační ponor Ponikelského potoka má zcela odlišnou podobu, neboť se nachází na dně přehloubeného erozního zářezu přímo v obci (obr. 279c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

279a

279b

279c

SUCHÁ KRASOVÁ ÚDOLÍ (KORYTA)

CHARAKTERISTIKA: Suchá údolí velmi úzce souvisí s ponory, neboť se jedná o údolí nebo jejich části, které se nacházejí směrem po toku pod nimi. Nejčastěji se nacházejí směrem po toku od kontaktu nekrasového a krasového podloží, pokud jsou však celá na území krasu, voda v nich může mizet průběžně, bez zřetelných ponorů. Pokud je kapacita ponorů dostatečná na pohlcení i vysokých povodňových průtoků, jsou suchá trvale a pak v nich nemusí být vyvinuté ani žádné koryto. Častější je však případ, kdy za povodní nebo tání sněhu jimi přetéká voda i po povrchu a pak je zde vymodelované koryto, byť převážnou část roku suché. Jejich reliéfová podoba je velmi různorodá; mohou mít vzhled téměř úvalovitých nebo neckovitých údolí, stejně jako kaňonovitých, nebo přímo kaňonů. Reliéfově však nejsou totožná s poloslepými údolími, kde pod ponorem obvykle vystupuje zvýšená část dna, která přerušuje souvislou sklonovou křivku údolí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Suchá údolí jsou běžnou součástí krasových území, zvláště rozsáhlých.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vzhledem k výše uvedenému malému rozsahu zdejšího krasu je zde výskyt suchých údolí omezený a představují jen poměrně krátké úseky v řádu stovek metrů. Jsou zde pouze dvě, ale v obou je vyvinuté zřetelné koryto, které ukazuje, že jsou bez vody pouze sezónně. Ve výrazně deštivých obdobích, a zvláště v období tání sněhu, v nich voda teče. První je ve spodní části údolí Dolského potoka pod samotou Dolní Dola v Poniklé (281a). Druhé je naopak v horní části údolí Albeřického potoka nad objektem Vápenky (281b), kde bývá bezvodé období ještě delší. Nepříliš jasná je situace ve spodní, průlomové části údolí Vodovodního potoka v Horním Maršově, které bývá také dlouhodoběji suché, ale není zřejmé, zda se jedná primárně o ponorný tok, nebo zda je to důsledek (nebo součást) jímání vody pro vodovod.

KRASOVÉ VÝVĚRY (KRASOVÉ VYVĚRAČKY)

CHARAKTERISTIKA: Opakem ponorů jsou krasové prameny neboli vývěry, kdy podzemní tok, nejčastěji na okraji vápencových masivů a plošin, buď na erozní bázi, nebo na kontaktu s nekrasovou horninou, vytéká znovu na povrch. Ve srovnání s běžnými prameny, které mají často poměrně rozptýlenou podobu, jsou většinou koncentrované a mohou být velmi vydatné, a proto mají někdy i samostatné místopisné označení. V rozsáhlých krasových územích s velkými podzemními toky mají velmi rozmanité podoby a v mnoha případech představují i velmi atraktivní přírodní výtvory, protože mohou vyvěrat přímo z jeskynních otvorů, nebo dokonce z rozměrných portálů. Poměrně často usazují i pěnovcová ložiska, a pokud mají například v krasových kaňonech visutou polohu, vytvářejí vodopády. Dnes jsou v hustěji obydlených oblastech velmi mnohé vyvěračky podchycené pro vodovod.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krasových oblastech jsou prameny tohoto typu běžné, v plošně rozsáhlých krasech převažují dokonce téměř výlučně vyvěračky. U nás jsou známé zvláště z Moravského krasu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Plošně omezený rozsah krkonošského krasu i zdejší reliéfové a hydrografické poměry nejsou příliš příznivé pro vznik ponorných toků, a tudíž ani pro vyvěračky. Je jich zde známých pouze pět. Dvě se nacházejí v intravilánu Poniklé, a to je i důvod, proč jsou uměle upravené a neznáme jejich původní podobu. Jedna je v nejspodnější části zářezu Ponikelského potoka, druhá, vydatnější, pod silnicí na břehu Jizery (281c). Třetí vyvěrá na dně koryta Jizery v Rokytnici nad Jizerou, a je proto skrytá pod její hladinou. Její vody jsou propojené s jezírkem v blízké jeskyni Netopýří mlýn. Další dvě se nacházejí ve východních Krkonoších. Na zdejší poměry vydatné jsou vývěry krasových vod v Dolních Albeřicích (30 až 40 litrů za sekundu) v okolí penzionu Vinoř, neboť odvodňují celý vápencový pruh v Horních Albeřicích (včetně největší Albeřické jeskyně). Směrování podzemních vod koresponduje se sklonovými reliéfovými poměry Albeřického údolí. V místě, kde se údolí stáčí, dosahuje přímočarý vápencový pruh lokální erozní báze, a jelikož začíná znovu stoupat do svahů směrem k jihu, je zde voda nucena vyvěrat na povrch. Bohužel nevytéká soustředěným proudem, ale několika málo zřetelnými vývěry v korytě potoka a v nejspodnější části levých údolních svahů. Poslední, ale velmi slabý, nebo spíše jen občasný vývěr krasových vod je spojený s jeskyní Vývěrka na břehu Úpy v Horním Maršově; přesto však dal jeskyni pojmenování.

281a

281b

281c

KRASOVÉ PROPASTI

CHARAKTERISTIKA: Krasové propasti mohou mít povrchové ústí, anebo jsou podzemní, často propojující jednotlivá jeskynní patra a úrovně; pro širší veřejnost jsou přístupnější a atraktivnější povrchové. Představují svislé, šikmé, často i stupňovité dutiny se skalními stěnami. Jejich dno může být slepé, zavalené odlomenými a zřícenými bloky a balvany, nebo přechází do jeskynních prostor. Jejich vertikální rozměr většinou převyšuje horizontální, ale existují i výjimky. Podle geneze, tvaru i funkce rozlišujeme více typů, nejběžnější jsou propasti vznikající korozním rozšiřováním puklin, které jsou úzké (tzv. typ aven) a řícené, jež vznikly propadnutím jeskynních stropů (dómů), a mají proto velký průměr, někdy až stovek metrů (typ light hole).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Propasti jsou poměrně častou součástí krasových území, ale jejich četnost je daná typem krasu, čistotou vápenců, tektonickými poměry i dalšími faktory. U nás jsou známé hlavně z Moravského krasu (včetně nejpopulárnější Macochy), velmi početné jsou ve Slovenském krasu, ale i ve vápencových územích Alp, Balkánu, Kavkazu aj.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Malé rozšíření vápenců, jejich reliéfová pozice a malá čistota krkonošských vápenců nejsou příznivé pro vznik povrchových propastí. Dutin tohoto typu je zde jen malý počet a svými rozměry navíc připomínají spíše jen větší komíny: Jejich hloubka je převážně jen v řádech jednotek metrů. Patří sem například Propast v Horních Štěpanicích nebo Kraví propast v Albeřicích (283a) na okraji stejnojmenného lomu. Častější jsou zde podzemní propasti a propasťovité komíny spojující jednotlivá patra a úrovně v některých jeskyních v Horních Albeřicích.

Krasové tvary
Krasové tvary povrchové

KRASOVÉ PROPADLINY

CHARAKTERISTIKA: Terénní propadliny vznikají ve zvětralinových nebo půdních vrstvách v krasových oblastech, avšak navazují na dutiny v horninovém podloží. Obvykle souvisí se zřícením části stropů podzemních dutin nebo mají návaznost na skupinové ponory na dně závrtů, případně na členitější (vícenásobné) ústí některých propastí. K jejich vzniku přispívají obvykle přívalové deště, popřípadě seismické příčiny. V krátké době po svém vzniku mají často svislé nebo alespoň velmi strmé stěny, v závislosti na jejich obvykle menší hloubce a průměru ale mohou zase relativně rychle zanikat řícením nesoudržného materiálu stěn. Na druhé straně se v nich může propad periodicky opakovat. Pokud jsou malých rozměrů, mohou naopak po čase zcela zanikat, v hospodářsky využívaných plochách bývají i uměle zaváženy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krasových oblastech celého světa nejsou ničím výjimečným, ale záleží i na typu krasu; někde jsou častější, jinde k nim dochází jen ojediněle.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V krkonošském krasu jsou s ohledem na typ zdejšího krasu i na jeho malé plošné rozměry vzácné. Jedna vznikla kdysi při průtrži mračen na plošině nad Vodovodním údolím v Horním Maršově, ale než mohla být odborně zdokumentovaná, byla uměle zavezená. V současné době je známá jen jedna velmi malá propadlina (s průměrem i hloubkou okolo 1 m), ale se svislými až převislými stěnami při horním okraji Kravího lomu v horních Albeřicích (283b, c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

283a

283b

283c

POVRCHOVÉ KOROZNÍ LIŠTY (KOROZNÍ LAMELY)

CHARAKTERISTIKA: Jako korozní lišty lze označit mikroformu, která vzniká v místech skalního povrchu, kde se v hustém sledu vzájemně střídají mělké tenké, korozně zahloubené plošky rozpustných hornin, a mezi nimi naopak lištovitě vystupující proužky z nekrasové horniny. Jelikož jsou obvykle odlišné i zbarvením, vznikají tak někdy nápadné dekorativní obrazce, které mohou mít podobu jak přímých paralelních linií, tak v případě zvrásnění i velmi složitě zaoblených až zakroucených forem.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: S ohledem na specifickou kombinaci podmínek vzniku, vyžadující jak husté střídání rozpustných a nerozpustných hornin a také obnažené (většinou erozně) skalní podloží se jedná o poměrně vzácnou mikroformu. Vzhledem k vesměs malému rozsahu těchto ploch a výskytu v reliéfově komplikovaných a obtížně dostupných místech unikají podobné výskyty pozornosti, a patří proto k málo známému jevu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde je známá pouze jediná významnější lokalita, a to skalní zářez spodního vodopádu Rudného potoka v Obřím dole (285a, b), který je známý mimořádně složitými geologickými a tektonickými poměry v blízkosti kontaktu žulového plutonu a krystalických břidlic. Nacházejí se zde jak plochy zhruba přímočarých paralelních lišt, tak složitě zvrásněných a zkroucených. Ve velmi malém plošném rozsahu se mohou vyskytovat ve vápencích i jinde, jako například v Ponikelském krasu (284, 285c) nebo na puklinových plochách obnažených v některých opuštěných vápencových lomech (např. v Dolním Maršově).

285a

285b

285c

ŠKRAPY

CHARAKTERISTIKA: Převážně drobné tvary rozčleňující skalní povrch krasových hornin, rámcově s rozměry decimetrů až jednotek metrů. Sestávají z nepravidelně hustých sítí konkávních prohlubní, rýh a dutinek, oddělených konvexními výstupky, výběžky, hroty a laločnatými lištami velmi rozmanitých tvarů a někdy i s velmi ostrými hranami. Vznikají chemickým rozpouštěním krasových hornin (někdy i za menšího spolupůsobení fyzikálních procesů), proto je jejich výskyt významně ovlivněný humiditou klimatu, čistotou vápenců a charakterem a hustotou jejich rozpukání. Podle tvarů představují jednu z nejrozmanitějších krasových forem a rozlišujeme velmi mnoho typů, odlišených i terminologicky. Velmi často se nacházejí na obnaženém skalním povrchu, ale existují i v podobě zakryté zvětralinami i sedimenty a existují také škrapy jeskynní.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podle lokálních podmínek mohou vystupovat na malých plochách všude v krasu, ale ve velkých krasových územích, kde vystupuje obnažená hornina na povrch na rozsáhlých plochách, mohou pokrývat i celé kilometry čtvereční (např. v Dinárském krasu).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské vápence nejsou příznivé pro vznik škrapů jak vzhledem k omezenému plošnému výskytu, tak kvůli svému často dolomitickému, méně rozpustnému charakteru a hojnému prostoupení nerozpustnými vložkami a posléze i poměrně souvislé vrstvě zvětralin. Přesto zde vznikly minimálně na jedné lokalitě, na mramorovém ložisku u Hříběcích Bud, kde byly též zakryté mladšími svahovými zvětralinami a hlínami. Odkryla je však skrývka nad horní hranou zdejšího opuštěného lomu (287a, b), kde byly ještě v 70. létech minulého století viditelné, dnes je však až na nepatrnou plošku na samé hraně lomu již opět skrývá půdní vrstva, vzniklá za přispění nástupu náletové vegetace. Ukázka nejdokonalejších škrapů se nacházela ve vytěženém balvanu následně použitém ve zdi regulace Klínového potoka u vyústění zdejší lomové štoly (287c); i ten však byl zlikvidovaný při pozdější opravě zdi. Lokalita však ukazuje, že zvětralinami nebo půdní vrstvou překryté škrapy mohou existovat v místech výskytu relativně čistých vápenců i jinde v Krkonoších. Podezdívka pomníku padlým v l. světové válce v Rudníku – Bolkově je také z vápencových kamenů se škrapy, u kterého lze vyloučit transport na velkou vzdálenost; nejspíše mohou být také původem z lomu u Hříběcích Bud. Žlábkovité kanálky jsou patrné i na některých volných úlomcích u Lysečinského závrtu, které lze ale spíš než skutečné škrapy označit jako tzv. anastomózy; o těch lze uvažovat i v některých partiích mramorů u Hříběcích Bud.

STUPEŇ OCHRANY: A

287a

287b

287c

KRASOVÉ JESKYNĚ

CHARAKTERISTIKA: Podzemní dutiny vytvořené převážně v rostlé krasové hornině korozními procesy, tj. chemickým rozpouštěním mateční horniny srážkovou vodou. V praxi tak označujeme pouze rozměrnější prostory, umožňující dostupnost pro člověka (např. i tzv. plazivkami). Mohou mít jak horizontální, tak šikmou a úsekovitě i vertikální polohu, a zvláště u rozsáhlejších systémů jsou horizontální chodby často propojené vertikálními prostorami (propastmi). Mohou být jak suché, tak protékané podzemními toky, zaplavené zčásti (tj. s podzemními jezery) nebo zcela vodou. Podle geneze, polohy, stáří, hydrologické situace i tvaru dutin rozlišujeme velkou řadu typů jeskyní. Na jeskyně jsou vázané i další krasové formy a jevy jako ponory, vývěry, propasti, závrty aj. Veřejností nejvíce oceňovaná je krápníková výzdoba jeskyní, která má velmi rozmanité a pestré tvary i zbarvení.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jeskyně jsou zcela běžnou součástí krasových území celého světa, ale jejich počet a rozměry (zvláště délky a hloubky) jsou velmi závislé na typu krasu, jeho celkové rozloze, morfometrických poměrech, čistotě vápenců, klimatických poměrech a dalších faktorech. V naší republice jsou nejvíce rozšířené v Českém, a zvláště Moravském krasu, kde jsou i naše nejdelší jeskynní systémy. Velmi početné jsou na Slovensku, v alpských zemích a na Balkáně.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jak již bylo uvedené u jiných krasových jevů, také počet i délky krkonošských jeskyní jsou limitované malými rozměry vápencových těles, jejich reliéfovou situací a také malou čistotou zdejších vápenců. Nejdelší jeskyně vznikly v rozsáhlejších ostrůvcích vápenců. Největší délky dosahuje Albeřická jeskyně (289a), jejíž chodby včetně nejnovějších objevů měří 725 m při denivelaci 38 m, ale z velké části jsou zatopené vodou. Atraktivní prostory se nacházejí v jeskyni Netopýří mlýn v Dolní Rokytnici (289b). Významnějších délek dosahují také Ponikelská jeskyně (430 m) a Celní a Krakonošova jeskyně v Horních Albeřicích (obě okolo 130 – 150 m). Specifikem krkonošských jeskyní je skutečnost, že naprostá většina z nich neměla přirozené vchody z povrchu, ale byly odkryté při lomových pracích. Tím byly ale většinou také jejich různě velké délky zcela vylámané a zničené. Jednu z výjimek s přirozeným vchodem představuje Rokytnická jeskyně (288). Z ochranářských i bezpečnostních důvodů jsou dnes vchody do krkonošských jeskyní uzavřené.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

289a

289b

KOROZNÍ DUTINY

CHARAKTERISTIKA: V případě, kdy je zkrasovění horniny méně nebo přímo málo intenzivní a pokročilé, nedochází ke vzniku jeskyní, ale vytvářejí se v nich pouze úzké korozní dutiny, neprůlezné pro člověka. Jsou téměř výhradně vázané na pukliny, proto navzdory malému rozměru dutin mohou vytvářet poměrně rozsáhlé systémy a mohou se také prostorově kombinovat s jeskyněmi. Většinou v nich chybí krápníková výzdoba, anebo je velmi chudá, případně se omezuje pouze na tenké sintrové povlaky.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv v krasu, zvláště v místech málo pokročilého stádia vývoje krasu, nebo tam, kde se nacházejí silně znečištěné a málo kvalitní, popřípadě dolomitické vápence.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Právě to platí pro i krkonošské vápence, které místy přecházejí až do dolomitů, a navíc jsou prostoupené hojnými vložkami nekrasových hornin. Proto se zde vyskytují korozní dutiny nebo jejich systémy v poměrně hojné míře a často navazují na jeskyně nebo se s nimi kombinují. Podobně jako zdejší jeskyně byly v naprosté většině uměle odkryté při lomových pracích, proto jsou nejčastěji viditelné ve stěnách opuštěných lomů. Známé jsou například z Albeřických lomů (291a, b) a malých historických lomů v Černém Dole (291c). Specifickou podobou se vyznačují korozní povrchy ve Vodovodní jeskyni ve stejnojmenném údolí, které však mají odlišnou genezi (290).

STUPEŇ OCHRANY: **B**

291a

291b

291c

KRÁPNÍKOVÁ JESKYNNÍ VÝZDOBA (STALAGTITY, STALAGMITY, STALAGNÁTY, ZÁCLONKY, POVLAKY)

CHARAKTERISTIKA: Jeskynní výzdoba vzniká srážením sintru z odkapávající vody s vysokým obsahem uhličitanu vápenatého ($CaCO_3$), prosakující puklinami do volného prostoru krasových dutin a jeskyní. Vyznačuje se mimořádnou tvarovou rozmanitostí a v důsledku různých příměsí (nejčastěji železitých nebo manganových sloučenin) i velkou barevnou variabilitou od bílé přes béžové, žluté či okrové odstíny až do téměř oranžové a hnědé barvy, ve druhém případě šedé až černé. Základní dělení krápníků je na stalaktity (vyrůstající ze stropu nebo strmých stěn směrem dolů ve směru stékání vody nebo visících kapek), stalagmity vyrůstající ze dna (počvy) jeskyní nejčastěji v místě dopadu kapek, případně ale i vzlínající z propustného dna, a stalagnáty, sloupovité tvary, vznikající srůstem stalaktitů a stalagmitů, případně poté, co stalaktit doroste až ke dnu dutiny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jeskynní výzdoba je naprosto běžnou součástí jeskyní na celém světě, zvláště krasových, tj. vzniklých ve vápencích, popř. i dolomitech, ale vlivem lokálních podmínek i v jiných horninách (například sádrovcích nebo kamenné soli). Míra jejich zastoupení je závislá na čistotě vápenců, klimatických podmínkách daného území, ale i dalších podružných faktorech.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské krasové jeskyně mají spíše chudou výzdobu. Příčinou je jak menší čistota, a tím i malá rozpustnost zdejších krystalických vápenců, přecházejících často až do podoby dolomitických vápenců a dolomitů, tak zvláště jejich znečištění nerozpustnými křemitými složkami nebo přímo jejich početné vložky. V některých zdejších jeskyních sice nacházíme v omezeném množství všechny výše uvedené typy výzdob, ale také co do rozměrů jednotlivých forem patří k malým. Poněkud většího rozsahu dosahuje krápníková výzdoba například v Rokytnické jeskyni v Rokytnici nad Jizerou (293a, b) a Stalagnátové jeskyni v Horním Lánově, kde se nachází i nejdelší krkonošský stalagnát (134 cm). Albeřické jeskyně mají výzdobu spíše skromnější (292). Podobně je tomu i v Ponikelské jeskyni, ale v její původně volně přístupné části byla výzdoba v poválečném období zničená vandaly. I to byl jeden z podnětů, proč mají dnes krkonošské jeskyně v rámci činnosti místních základních organizací České speleologické společnosti uzavřené vstupy. Vedle poničení vlastní výzdoby v nich totiž hrozí i poškození dílčích partií (například jeskynních sedimentů), významných pro vědecký výzkum.

STUPEŇ OCHRANY: **A**

293a

293b

LIŠTY, LAMELY A MŘÍŽKY KŘEMENNÝCH ŽILEK

CHARAKTERISTIKA: Křemenné mřížky a lišty jsou jednou z nejdokonalejších ukázek selektivní koroze. V některých, nejčastěji v málo rozsáhlých krasových oblastech, zvláště budovaných krystalickými vápenci, prostupují vápence vložky nerozpustných hornin, nebo velmi tenké křemenné žilky, široké jen několik milimetrů až centimetrů. Jelikož nepodléhají korozi, vystupují ve stěnách a stropech podzemních dutin a jeskyní v podobě úzkých a až několik centimetrů vysokých destičkovitých lišt a lamel. V případě jejich větší koncentrace na vzájemně se křížících liniích různých směrů vytvářejí mřížkovité struktury. Jejich nepravidelné, členitě zvlněné a hrbolaté tvary mohou mít i estetickou hodnotu a v některých jeskyních s chudou krápníkovou výzdobou jsou do určité míry její součástí, nebo ji dokonce nahrazují.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V krasových oblastech s výše uvedenými poměry se mohou příležitostně vyskytovat v jeskyních kdekoliv na světě. V některých jeskyních, které jsou součástí krystalinika Českého masivu, zvláště pak těch, které jsou na území Krkonošsko-jizerského krystalinika, jsou velmi časté.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházejí v některých jeskyních v Krkonoších, a zvláště přilehlé Železnobrodské vrchoviny, které mají stejné geologické podmínky a genezi. Nejvíce jsou zastoupené například v Ponikelském propadání (295a) a hlavně v Ponikelské jeskyni (294, 295b, c), stejně jako v nedalekých, turisticky zpřístupněných Bozkovských jeskyních.

295a

295b

295c

JESKYNNÍ JEZERA

CHARAKTERISTIKA: Významným fenoménem spojeným s jeskyněmi jsou podzemní jezera. Vznikají v místech stagnující vody a mohou vzniknout jak akumulací skapové vody (většinou jezírka menších rozměrů), tak nadržením a vzdutím jeskynních toků vznikem sintrových hrázek, zřícením části stropu jeskyně apod. Často ale představují dílčí izolované části piezometrického povrchu podzemní krasové vody a jejich hladina může proto kolísat. Mohou tvořit jak pouze určité dílčí části jeskyní, tak je mohou vyplňovat v celém profilu. Plocha dílčích jezer je velmi rozmanitá, nejčastěji se však pohybuje v rozmezí od několika metrů čtverečních do několika arů. Vzhledem k vysokému obsahu rozpuštěného vápence a tím odlišnému lomu světla vytváří někdy voda hlubších jezer efektní vizuální efekty.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jeskynní jezera jsou zcela běžnou součástí podzemních krasových prostor, zvláště těch, které se vyskytují v oblastech humidního klimatu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jeskynní jezera se vyskytují i v Krkonoších, i když jejich menší rozměry odpovídají omezeným rozměrům zdejších jeskyní. Nejznámější jezera tohoto typu se nacházejí v Ponikelské (297a) a Albeřické jeskyni (297b). Výška jejich hladin je obvykle velmi kolísavá s ohledem na srážkovou situaci, resp. roční dobu. Jezírko v jeskyni Netopýří mlýn je propojené s korytem Jizery a jeho hladina kolísá v souhlase s výškou její hladiny.

JESKYNNÍ PERLY

Krasové tvary podzemní

CHARAKTERISTIKA: Zcela drobné, nejčastěji kulovité sintrové útvary o průměru nejčastěji 1 až 3 cm, nacházející se v mělkých nádržích a v egutačních jamkách v jeskyních, do kterých do kterých intenzivně skapává voda, způsobující vlnění a slabé pohyby vody. Vznikají soustředným srážením kalcitu kolem pevného jádra (úlomek sintru, písek). Rozlišujeme erozní jeskynní perly, které mají hladký lesklý povrch, a sedimentární, u kterých bývá častěji drsný až hrbolatý povrch. Téměř vždy se vyskytují skupinově.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Můžeme se s nimi setkat v mělkých tůních a nádržkách v jeskyních celého světa, kde se nacházejí příznivé podmínky pro jejich vznik, zvláště v podobě silného skapu vody ze stropů. Hojně se vyskytují například v Demänovských jeskyních na Slovensku, v naší republice jsou známé hlavně z nejrozsáhlejšího Moravského krasu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: S ohledem na malý rozsah jeskyní v krkonošském krasu se zde vyskytují jen vzácně; popsané byly pouze z jeskyně Trucovny v Horním Maršově a představují místní unikát (297c).

STUPEŇ OCHRANY: **A**

297a

297b

297c

BIOGENNÍ
(ZOOGENNÍ)
tvary

PRTĚ

CHARAKTERISTIKA: Prtě jsou jedním z tzv. zoogenních tvarů reliéfu. Jedná se o stupňovitě nebo teráskovitě uspořádané chodníčky na svazích a horských pastvinách, vzniklé pravidelným lineárním pohybem stád kopytníků, a to jak krav, tak i ovcí nebo koz, méně často i divokých zvířat. Jejich výrazným znakem je vrstevnicový nebo jen mírně svažitý průběh a téměř vždy i skupinový výskyt, kdy jich mohou být ve svahu i celé desítky nad sebou. Pravidelný pohyb zvířat je u nich iniciačním prvkem, ale je velmi pravděpodobné, že se na jejich dalším vývoji podílí jak gravitační faktor (mj. i působením jejich tělesné hmotnosti) v podobě sesedání, tak soliflukce, zvláště v obdobích silné nasycenosti půdy vodou (na jaře a za dlouhodobých srážek). Vlastní chodníček, široký většinou do 50 cm, je tvořený pravidelným sešlapáváním převážně obnaženou půdou, ale okraj, někdy i mírně vyvýšený, naopak drnem. To dodává svahům s prtěmi určitou podobu s girlandovými půdami, které jsou však kryogenním tvarem a podobnost je čistě náhodná. Vzhledem k podmínkám jejich vzniku a malým rozměrům po skončení pastvy poměrně rychle zanikají, v závislosti na sklonu svahu a litologických poměrech se však mohou dochovat po celá desetiletí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Prtě jsou zcela běžným tvarem v horských oblastích s rozšířenou pastvou, jako například na Balkáně, v Alpách, Předním východě, Kavkazu aj. V případě rozsáhlého výskytu, a zvláště na strmých svazích jsou negativním jevem, který přispívá, nebo přímo přechází do rýhové či plošné eroze.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších s málo rozšířenou pastvou jsou dnes jen výjimečným jevem. Největšího plošného rozsahu dosahují na pravých svazích údolí v Dolních Lysečinách (301a, b), fosilní můžeme vidět i ve Velké Úpě poblíž objektu Barrandov. Lze však předpokládat, že v době největšího rozvoje zemědělského hospodaření, a tedy i pastvy (18. až 19. století) zde byly docela běžné, časem však již působením eroze a mrazového načechrávání za spolupůsobení gravitace zanikly.

Biogenní (zoogenní) tvary

MRAVENIŠTĚ

CHARAKTERISTIKA: Mezi drobné biogenní tvary patří i mraveniště vytvořená zástupci blanokřídlého hmyzu (*Hymenoptera*). Jedná se drobné kupkovité tvary o průměru většinou několik decimetrů až 1,5 metru, existují však i výjimky větších rozměrů. Největších rozměrů dosahují mraveniště budovaná mravencem lesním (*Formica rufa*), která jsou již podle jména vázaná na lesní prostředí. Jsou budovaná převážně z jehličí a drobných větviček, ale bývají spíše solitérní, skupiny tvoří spíše výjimečně. Luční, budovaná více druhy mravenců, jsou složená z hlíny, jsou menší, ale často i skupinová a častěji prorůstají nebo zarůstají trávou. Po opuštění nebo zániku kolonie podléhají mraveniště relativně rychle zkáze.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mraveniště jsou běžnou součástí člověkem méně narušené přírody po celém světě. Celými skupinami je známá přírodní rezervace Pod Jelení Studánkou v Hrubém Jeseníku anebo lokalita u Cyrilova na Českomoravské vrchovině. Uvádí se, že mimořádný výskyt mravenišť mohl ovlivnit, například v Hrubém Jeseníku, i pomístní názvosloví.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: S oběma typy mravenišť se setkáváme poměrně často i v Krkonoších, patrně nejčastěji při okrajích lesního porostu, například na úpatí Rýchor (301c). Novodobý název Mravenečník v rozsoše Rýchor je skutečně odvozený od původního německého, avšak místním nářečím zkomoleného názvu pro mravence, resp. mraveniště, která zde bývala hojná.

301a

301b

301c

ANTROPOGENNÍ
tvary

STĚNOVÉ LOMY (KAMENOLOMY)

CHARAKTERISTIKA: Představují destrukční, konkávní těžební tvary, které slouží k získání kamene, nejčastěji pro stavební a komunikační, méně i průmyslové a jiné účely. Stěnové lomy jsou zakládané ve svahové poloze, která umožňuje snadný transport vytěženého kameniva, ale i odpadového a skrývkového materiálu směrem po svahu. Kámen se v nich se těží v silně šikmé stěně, která bývá ukloněná k základně sloužící jako manipulační prostor, ale běžné jsou i případy, kdy je stěna svislá (zvláště u menších lomů). Lomy, zvláště stěnové, jsou v krajině téměř vždy negativním estetickým prvkem (k vlastnímu lomu je třeba přičíst i plochy skrývek na horním okraji a po stranách, a také často i rozsáhlé výsypky), nemluvě o dalších dopadech akustických, výskytu prašnosti, dopravní obslužnosti apod. Proto představují zvláště v chráněných územích zásadní problém. Na druhé straně dlouhodobě opuštěné lomy zarůstající v různé míře stromovou vegetací představují pozitivní prvek jako ostrůvky rozptýlené zeleně, sloužící pro uchycení vzácných a chráněných rostlin (zvláště v případě karbonátových hornin) a následně i jako refugium nejrůznějších živočišných druhů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Stěnové lomy jsou nejčastějším typem lomů a jsou hojně rozšířené po celém světě s výjimkou území s absencí výskytu pevných hornin (tj. zvláště nížin), velehorských a neobydlených území. Zásadním kritériem jejich rozšíření (hustoty výskytu) jsou vlastnosti příslušných hornin a komunikační dostupnost od míst využití.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou hojně rozšířeným antropogenním tvarem (řádově ve vyšších desítkách lokalit), dnes však jsou již až na dvě výjimky opuštěné. Nejvyšší počet využívá drobných výskytů vápenců a dolomitů soustředěných hlavně na jižním a východním okraji krkonošského krystalinika, v pruhu od Poniklé přes Vrchlabí, Horní Lánov až po Maršov a lomy v Horních Albeřicích (304, 305a), ale i na Rokytnicku a ve Velké Úpě. Určitou krkonošskou specialitou jsou stěnové lomy v malých čočkách vápenců vystupujících ve svazích, které jsou zpřístupněné horizontálním průkopem směrem po svahu, a mají proto jako celek kapkovitý půdorys, jako například v Dolním Maršově (305b). Menší počet stěnových lomů se nachází v krystalických břidlicích, které mají omezenou možnost využití (svory, ruly, např. v okolí Vrchlabí a v Dolním Dvoře, 305c, ale i výjimečně například i porfyroidy u Černého Dolu), a ještě menší v žulách (Harrachovsko, Červená bystřina). Na polské straně Krkonoš žulové lomy naopak převládají.

305a

305b

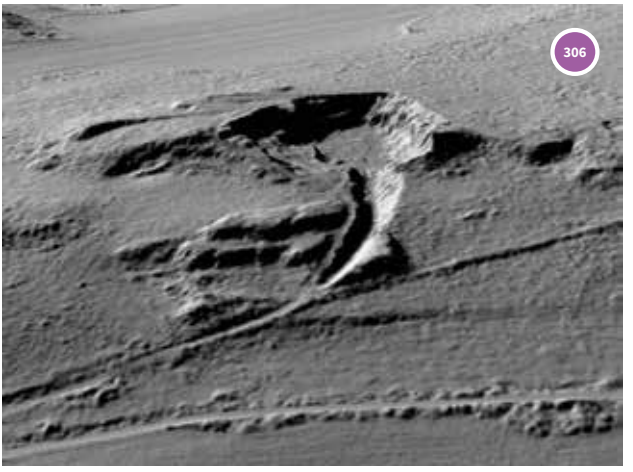
305c

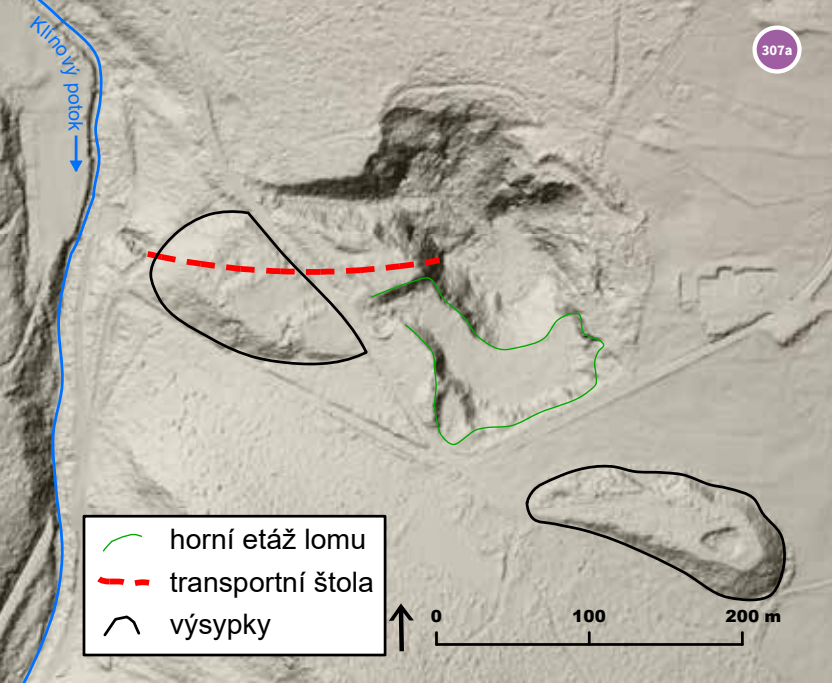
JÁMOVÉ LOMY (KAMENOLOMY)

CHARAKTERISTIKA: Jámové lomy se naopak zakládají v plochých terénech, jako jsou zarovnané povrchy, rozsáhlá plochá temena elevací, ale existují i případy, kdy byly založené přímo na vrcholech výraznějších elevací (např. u vulkanických hornin, kdy využívají pevného materiálu sopouchů). Jinde se nacházejí i v mírně svažitých polohách v případě, že je těžené ložisko plošně omezené a má vertikální charakter. Představují velmi výraznou konkávní formu, ohraničenou ze všech stran obvykle ostrým okrajem. Ve srovnání se stěnovými lomy je u nich podstatně složitější a náročnější doprava vytěženého materiálu. Velký problém u nich představuje akumulování vody na jejich dně, která se musí soustavně odčerpávat. V polohách, jež to umožňovaly (ve svazích a na vrcholu elevací), proto jámové lomy někdy využívaly horizontálních štol ražených k jejich dnu, které měly obdobnou roli odvodňovacích dědičných štol a také usnadňovaly transport materiálu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jámové lomy se nacházejí po celém světě, ale vzhledem k uvedeným problémům je jejich provoz nákladnější. Proto jsou podstatně méně početné než stěnové, neboť se využívaly hlavně pro těžbu hodnotnějších nebo lokálně nedostatkových surovin (např. mramorů, vápenců apod.).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Mezi početnými krkonošskými lomy představují výjimky. Nejtypičtějším představitelem je mramorový lom u Hříběcích Bud ve Strážném (307a, b), jehož součástí byla i odvodňovací a komunikační štola (dnes již uvnitř zavalená a neprůchodná). Těžba ceněného „vrchlabského mramoru“ zde skončila za komunistické éry, kdy ložisko znehodnotily necitlivé zásahy (odstřely). K tomuto typu patří také některé další drobné, staré vápencové lomy v Albeřicích (307c). Jámový charakter mají však dnes i spodní etáže v současnosti provozovaného lomu v Černém Dole i Horním Lánově. Mělčí, ale rozsáhlý byl i jámový lom na vrcholu Bíneru u Prostředního Lánova. Původně jámový lom se však stal vyhloubením vstupního koridoru kombinovaným typem (306).




307a
Klínový potok
horní etáž lomu
transportní štola
výsypky
0
100
200 m

307b

307c

KORIDOROVÉ LOMY

CHARAKTERISTIKA: Specifický typ lomů, dosud věcně ani terminologicky v antropogenní geomorfologií nerozlišovaný, ale příznačný právě pro ložiska krkonošských vápenců. Ty vytvářejí zvláště v prostoru Albeřic a Suchého dolu úzké, vertikálně orientované pruhy mezi polohami fylitů, dlouhé i stovky metrů, ale široké obvykle jen řádově nízké desítky metrů. Při jejich těžbě proto vznikaly dlouhé a úzké lomy, kde bylo potřeba zachovat tenké postranní vápencové (nebo dolomitové) stěny. Tyto horniny nemají výraznou břidličnatost, a měly proto funkci opěrných stěn v podobě svislých a „hladkých" stěn. Tam, kde nebyl dodržen tento bezpečnostní prvek a těžba dosáhla až k sousedním tence břidličnatým a silně drceným fylitům, podléhajícím velmi rychle zvětrávání, došlo velmi záhy ke zřícení rozsáhlých partií, nebo i celých stěn těchto lomů. Vápencové stěny se sice řítí také – zvláště tam, kde byly ponechány příliš tenké – ale podstatně pomaleji a mají i odlišnou podobu různě rozsáhlých desek. Koridorové lomy mohou mít bázi v úrovni vstupu, a proto způsob těžby v nich odpovídá stěnovým lomům. V některých případech však pokračovala těžba i do hloubky, čímž získaly i znaky jámových lomů (někdy včetně zatápění vodou). Vstupy do těchto lomů byly podle reliéfové situace (hlavně podle místa výstupu ložiska na povrch) jak v linii dlouhé osy lomu, tak příčné a pak měly podobu úzkých hlubokých průkopů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Koridorové lomy jsou úzce vázané na specifické geologické poměry, a proto jsou poměrně vzácné a lze u nich pozorovat výrazné územní vymezení. Několik se jich nachází také ve vulkanických tělesech České tabule mezi Mladou Boleslaví, Českým Dubem a Jičínskem. Vznikly vytěžením úzkých čedičových žil (např. Velká a Malá Čertova zeď) nebo v důsledku selektivní těžby kompaktní horniny (čediče) v okolních sopečných tufech. Vzácně vznikly koridorové lomy vytěžením křemenných žil (zvláště pro potřeby sklářství).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejpočetnější lomy tohoto typu se nacházejí v Albeřicích a Suchém dole. Nejdokonalejší příklad je tzv. Bischofův lom dlouhý 170 m a široký 20 m se svislými stěnami a dvěma etážemi na severní straně (309a). Směrem dozadu se navíc prohlubuje, a proto ho lze označit za kombinovaný koridorově-jámový lom, i když s dominantními koridorovými znaky. K tomu přistupují ještě dvě etáže na severní straně. Připočteme-li k tomu i vylámanou komorou v čelní stěně, která se periodicky zatápí vodou (trvalému zatopení brání odvodňování krasovým systémem), představuje Bischofův lom co do kombinované typologie naprostý unikát mezi lomy v rámci celé republiky. Krkonošské lomy tohoto typu jsou však vzhledem ke geologické situaci ohrožené řícením stěn. To se projevilo mimořádně silně i u donedávna provozovaného vápencového lomu v Suchém dole, který je taktéž kombinovaného, koridorově, jámově etážového lomu (309b). Na jeho východní straně však nebyla zachována ochranná vápencová stěna, a proto se celá zřítila. Spodní etáž tohoto lomu se po ukončení čerpání zatopila vodou a představuje v současnosti jediné větší a trvalé lomové „jezírko" v Krkonoších. Malý a dávno opuštěný a pozvolna zanikající lom tohoto typu je i na vytěžené křemenné žíle v kaňonu Jizerky u Křížlic.

Antropogenní tvary
Montánní tvary

ETÁŽOVÉ LOMY

CHARAKTERISTIKA: Velké lomy s vysokými stěnami se z praktických důvodů rozčleňují na několik výškových stupňů nebo úrovní (etáží), které se mohou kombinovat s oběma výše uvedenými typy. Nejčastěji se jedná o stěnové lomy, někdy ale i jámové. Zakládání etáží je nutné z komunikačních a manipulačních důvodů, ale kvůli i snazšímu provádění trhacích prací. Jednotlivé etáže jsou napojené na hlavní dopravní komunikaci stoupající nebo sestupující od okraje lomu. Těžba neprobíhá obvykle na všech úrovních současně, ale řídí se zachováním potřebných sklonových poměrů celé lomové stěny.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Nalézají se na celém světě v lokalitách, kde je předpoklad velkých zásob kamene, ale současně i v přímé souvislosti s vysokými svahy okolního reliéfu a také velké poptávce po určitém kamenivu, popřípadě i dobré dopravní infrastruktuře v daném území (např. těsná blízkost železniční tratě).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošská ložiska vyhledávaných hornin (zvláště karbonátů) jsou převážně malá a neskýtají proto vhodné podmínky pro vznik velkých lomů, což je z ochranářských důvodů vítané. Nacházejí se zde pouze dva velké víceetážové lomy (oba s 5 etážemi), které jsou také jediné v současnosti v provozu. První je v Pekelském údolí v Horním Lánově a druhý na západním okraji Černého Dolu (309c). Dnes v obou postoupila těžba i do hloubky a proto se změnily v jámově-etážové lomy. Oba využívají zásob vápence a dolomitu z největšího ostrůvku karbonátů v krkonošském krystaliniku v masivu Bíneru, první na jeho západním, druhý na východním zakončení. Dvě etáže najdeme i v opuštěných vápencových lomech na Hříbecích Boudách a na Bíneru (oba jámového typu).

309a

309b

309c

LOMOVÉ KOMORY

CHARAKTERISTIKA: Poměrně málo rozšířeným způsobem lámání kamene mohou být lomové komory, které jsou buď zcela samostatné, nebo součástí lomů jiného typu. Někdy představují poměrně rozsáhlé podzemní dutiny dómovitého charakteru s rovným, někdy i svažitým dnem. Důvody tohoto nákladnějšího i obtížnějšího způsobu těžby, který v případě většího rozsahu vyžaduje i nutnost zachovávání opěrných pilířů, jsou v podstatě dva. První je selektivní těžba v partiích, kde se nepravidelně prostupují různé horniny, nebo v případě, kde je stejná hornina, ale nestejné kvality. Druhý případ je tam, kde se nachází nad polohou těžené suroviny mocné nadloží, které by vyžadovalo příliš nákladné skrývky; často je to z důvodů, kdy se ložisko uklání do hloubky. Zahloubené části komor se mohou po opuštění lomu zatápět i vodou podobně jako jámové lomy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se s nimi můžeme setkat u různých hornin kdekoliv ve světě. V Podkrkonoší je mimořádně dokonalý lom tohoto typu v Hřídelecké hůrce u Nové Paky, v Českém ráji například na Mužském.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejdokonalejší příklad lomové komory ve vápencích se nachází v koridorově jámovém Bischofově lomu v Horních Albeřicích (311a). S prohlubováním lomu bylo nutné provádět stále rozsáhlejší skrývku, a proto se přistoupilo k tomuto způsobu těžby. Na zadní stěně komory se nachází vchod do Albeřické jeskyně, jejíž část byla komorou nepochybně odlámaná. Komora představuje nejnižší část lomu, a proto se na jaře nebo za silných dešťů příležitostně zčásti nebo i zcela zatápí vodou.

Antropogenní tvary
Montánní tvary

ANTROPOGENNÍ PŘEVISY

CHARAKTERISTIKA: Převisy nejrůznější geneze jsou běžnou součástí skalních stěn téměř ve všech horninách, i když největších rozměrů dosahují hlavně v sedimentárních horninách, zatímco v krystalických bývají spíše malé. Vedle převisů přírodního původu existují i převisy uměle vytvořené, popřípadě rozšířené člověkem za účely sídelními i infrastrukturními (chlévy, skladiště apod.), které jsou však typické pro měkké horniny (např. pískovce nebo sopečné tufy, méně i vápence).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se kdekoliv na světě, hlavně v územích budovaných výše uvedenými horninami. U nás se jedná hlavně o pískovce České tabule.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše se vyznačují jedním zajímavým specifikem, a to drobnými převisy na úpatí skal z krystalických břidlic (zvláště svorů) s hojným výskytem sekrečních křemenů. S ohledem na sklářský průmysl byla v našem regionu v minulých stoletích velká poptávka po křemenu jako základní surovině, který byl s ohledem na limitované dopravní možnosti získáván všemi dostupnými způsoby (údajně i rozebíráním starých důlních odvalů). Některé převisy, kde masivně vystupují sekreční křemeny i hojné úlomky křemene v jejich přístupových komunikacích, naznačují, že zde mohla probíhat jejich těžba, a převisy tak mohly vzniknout uměle. Zatím se jedná pouze o hypotézu, kterou by mohl ověřit pouze archeologický výzkum. Převisy tohoto typu se nacházejí na mrazovém srubu na temeni Sachrova hřebene (311b) na Vilémovských skalách (311c) nebo u Malé Rokytnice, ve všech případech v blízkosti historické sklárny v Rokytnici n. Jizerou.

311a

311b

311c

LOMOVÉ VÝSYPKY

CHARAKTERISTIKA: U lomů a podobných povrchových dobývek označujeme odvalům podobné akumulace jako výsypky. Podoba výsypek je určená nejen polohou v terénu, ale i povrchovým způsobem těžby, který vyžaduje objemově i plošně velmi rozdílný rozsah skrývek. Výsypky proto mohou vznikat nejen z odpadního materiálu jako u hlubinných hornických děl, ale mohou vznikat i navršením skrývkového materiálu, popřípadě se mohou obě příčiny kombinovat. Určitým specifikem skrývkových výsypek je i to, že jsou v případě rozsáhlých lomů, u kterých se předpokládá velké rozšiřování těžby, situované solitérně celé desítky metrů od jejich okrajů. U stěnových lomů jsou výsypky nejčastěji v úrovni báze lomu. Mohou být vytvořené i cíleně za účelem využití jejich horní části jako manipulační plošiny, někdy též s drtičkami kamene nebo nákladovými rampami na jejich okraji; v takovém případě mají nejčastěji tabulový tvar. V případě výběrové těžby nebo velkého množství odpadního materiálu (nevhodně tektonicky drceného, znečištěného, zahlíněného apod.) mají ale funkci pouhé skládky. U lomů, kde bylo nutné provést rozsáhlé skrývkové práce, mohou být rozmístěné také po stranách, nebo dokonce i ve svahu nad čelní stěnou lomu. Ty mají často podobu valů, ale mohou mít nejrůznější jiné tvary (tabulový, hřebenový, kupovitý, terasový aj.).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Výsypky jsou běžnou součástí lomů na celém světě, ale velmi záleží na místních podmínkách, těžené surovině a účelu jejího využívání – tam, kde hornina vychází přímo na povrch a je využívaná beze zbytku, jsou odvalové tvary velmi omezené. Jejich rozměry jsou obvykle přímo úměrné rozměrům celého lomu, ale záleží i na kvalitě horniny, jejím rozpukání a způsobu těžby (například řezáním bloků, např. u mramorů).

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonošské lomy jsou až na dvě výjimky již opuštěné, ale výsypky různých typů (tabulové, manipulační nebo skrývkové) mají samozřejmě téměř všechny staré, opuštěné lomy, zvláště ty větších rozměrů. Jedná se hlavně o vápencové lomy v Albeřicích (například u Celního lomu, 313a), na Rýchorách, v Maršově (313b) a na Vrchlabsku. Velké, prostorově od lomu dosti vzdálené výsypky má například jámový lom u Hříběcích Bud (307a), stejně jako ještě stále provozovaný velkolom v Černém dole. U koridorově etážovitého lomu v závěru Suchého dolu na Rýchorách, který má díky spádnicovému průběhu velký vertikální rozsah, jsou výsypky po stranách v několika výškových úrovních.

LOMOVÉ ŠTOLY

Antropogenní tvary
Montánní tvary

CHARAKTERISTIKA: Lomové štoly jsou příznačné pro jámové lomy ve vrcholových nebo svahových polohách, kdy je ze dna lomu vyražena horizontální štola, sloužící pro dopravu materiálu směrem do údolí a současně i odvodnění. Pokračuje-li však těžba ještě hlouběji, ocitá se výše ve stěně, takže obvykle ztrácí své poslání. Předpokladem k jejich ražení byly svahové poměry, které umožnily jejich omezenou délku, anebo skutečnost, že měly z různých důvodů omezenou kapacitu těžby (například pro menší velikost ložiska nebo výběrový způsob těžby). Někdy v nich byla provozovaná doprava po kolejnicích.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Byly výhodné jen za specifických podmínek, proto se s nimi setkáváme poměrně výjimečně. U opuštěných lomů bývají zčásti nebo zcela zavalené. V Českém ráji byla například štola (dnes zavalená) tohoto typu u jámového lomu v sopečném (čedičovém) pni poblíž Kosti.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nacházela se zde jediná štola tohoto typu u jámového lomu na mramor, později na běžné kamenivo na Hříběcích Boudách (313c). Její vchody jsou ještě zachovalé, ve střední části je ale zavalená a neprůchodná.

313a

313b

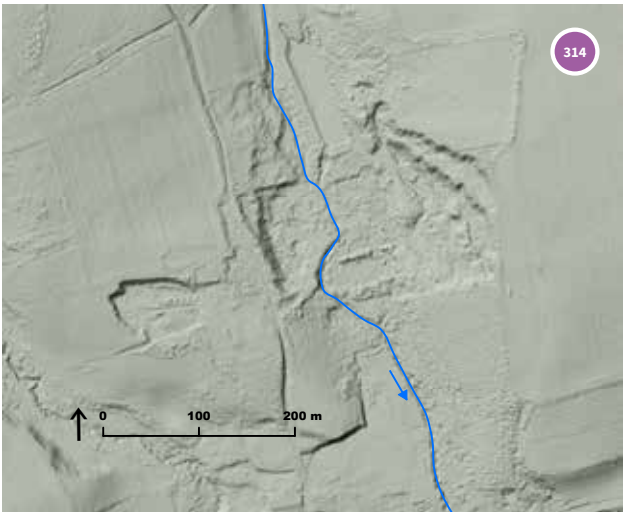
313c

ZEMNÍKY (HLINIŠTĚ)

CHARAKTERISTIKA: Zemníky jsou povrchové jámy, sloužící těžbě jemnozrnnějších klastických zvětralin a sedimentů. Podle charakteru bývají rozlišované na hliniště (zvláště pro potřeby cihelen) a pískovny (písků jak plavených, tak vátých, ale také vzniklých zvětráváním horniny na místě). Obojí mohou být jak stěnového, tak jámového typu, v druhém případě ve ale srovnání s lomy jen poměrně mělce zahloubené. Plošně však mohou být i dosti rozsáhlé, což je dané jak omezenou mocností pokryvných útvarů, tak vzrůstajícími technickými problémy při postupu do hloubky (zatápění, sesuvy a řícení stěn, doprava vytěženého materiálu).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Představují zcela běžné a hojně rozšířené tvary zvláště v souvislosti s hustotou zalidnění a hospodářskou vyspělostí daného území. V horských oblastech jsou rozšířené podstatně méně a menších rozměrů jak s ohledem na omezený výskyt příslušných zvětralin, tak na řídké osídlení.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Menší pískovny se v malé míře nacházejí na žulovém podloží v nepočetných místech jejich přirozeného rozvětrání na hrubozrnný písek na polské straně pohoří. Na naší straně byly žulové zvětraliny těžené jednorázově v pískovně kombinované u báze s lomem v blízkosti povalu Schustlerovy cesty při výstavbě Luční boudy (315a). Deprese měla mělce jámový charakter s drobnými elevacemi skrývkového materiálu na okrajích a představuje nejvýše položený objekt tohoto typu v republice. Větší množství novodobých a převážně drobných zemníků se nachází u lesních svážnic, kde byl těžen materiál na jejich stavbu (například u Janouškovy cesty neboli Terexu). Ty byly sice následně asanované (315b, c), ale jejich základní reliéfový tvar (terénní deprese) je i nadále patrný. Nejrozsáhlejší, ale též již dávno opuštěné hliniště se nachází v permských zvětralinách v ochranném pásmu v Rudníku – Leopoldově, sloužící kdysi pro potřeby dnes již téměř beze stopy zaniklé cihelny (314).



315a

315b

315c

ŠTOLOVÉ ZÁŘEZY (ZÁŘEZY ZAVALENÝCH ŠTOL)

CHARAKTERISTIKA: Vstupní partie štol jsou někdy ražené přímo do rostlé skály, ale mnohem častější je případ, kdy se musí nejdříve prorazit vrstva nesoudržných svahových zvětralin a teprve na jejich bázi začíná vlastní štola ražená ve skalní hornině. Vstupní části ve zvětralinách se zpevňují v mělčí části opěrnými zdmi (často jen stavěnými nasucho) a v mocnějších výdřevou, jejichž délka je úměrná mocnosti zvětralinové vrstvy a sklonu svahu; nejdelší bývají v úpatních částech svahů. Po opuštění díla se zdi časem rozvalí, výdřeva shnije a strop se zřítí, jindy jsou ale štoly z bezpečnostních důvodů zaveleny uměle. V místě ústí štoly pak zůstávají jen různě dlouhé zářezy, na které mohou ještě navazovat výše ve svahu i drobné pinky. Zářezy mohou být slepé, někdy se však na jejich zakončení zachovají drobné otvory a průduchy do štoly a v případě delších štol z nich často vytéká i voda. V horách s příznivými podmínkami pro výskyt rud a nerostů jsou častým, byť poměrně drobným reliéfovým tvarem, navazujícím na odvaly, a jsou i významným pomocníkem při montanistických výzkumech.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Zářezy zavalených štol jsou zcela běžným tvarem v pohořích s hornickou minulostí, kam patří i většina evropských hercynských pohoří.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí také pro Krkonoše, kde se s nimi ve větším počtu setkáváme na většině lokalit s historickou těžbou. Mezi nejdelší patří zářez štoly Jindřich v Obřím dole a donedávna i štoly Prokop, v současnosti však znovu vyzmáhané. Některé se vyznačují i výtokem podzemních vod, jako například štola Josef v Malé Úpě – Smrčí (317a) nebo v údolí Lázeňského potoka u Rudníku (317b). Jiné se mohou nalézat i v dosti exponovaných polohách, jako například v Havírně (obr. 317c). Pokud je štola mělko pod povrchem, mohou být i poměrně dlouhé, jako u štoly Jindřich u Rudníku-Leopoldova (316a) nebo v Tetřevím dole (316b).

316a

316b

317a

317b

317c

ZEJÍCÍ ŠTOLY (OTEVŘENÉ)

CHARAKTERISTIKA: Vzhledem k horskému terénu byla naprostá většina krkonošských důlních děl zpřístupněná štolami. Po skončení těžby byly většinou nechány otevřené. Mnohé z nich byly na svém ústí ražené do zvětralinové vrstvy a musely být zpevněné výdřevou. Po jejím zetlení došlo k zařícení a zavalení vstupu. U těch, které byly ražené přímo do rostlé skály, se však otvory dochovaly naopak dlouho, dokonce i v řádu celých desetiletí, nebo dokonce jednotek století. V rámci bezpečnostních opatření však byly v druhé polovině minulého století až na malé výjimky uměle zazděny anebo ještě častěji zastřeleny a zavaleny. Do dnešní doby se zachovaly jen v ojedinělých případech a vesměs jen u krátkých, nejčastěji průzkumných štol, kde nehrozí akutní bezpečnostní riziko, případně u historických štol v místech nepřístupných veřejnosti.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Takové štoly se mohou vyskytovat všude v místech historické těžby a opuštěných dolů, ale ve vyspělých zemích jsou většinou uzavřeny mřížemi nebo uměle zavalené, podobně jako u nás. V odlehlých a neobydlených horských oblastech nebo v méně vyvinutých zemích jsou však případy starých otevřených štol časté.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH. V Krkonoších byly do 70. až 80. let minulého století početnější, dnes je můžeme vidět jen v ojedinělých případech, vesměs na odlehlých místech mimo zájem turistické veřejnosti. Nacházejí se například v Jelením dole, na Rudníku, v Obřím dole a Úpské jámě (319a) a také u některých průzkumných štol v místech projektovaných přehrad, jako například v Jizerském dole (319b).

Antropogenní tvary
Montánní tvary

PINKY

CHARAKTERISTIKA: Drobné (nejčastěji jen v měřítku jednotek metrů) terénní prohlubně nejčastěji nálevkovitého tvaru, vzniklé v místech povrchového dobývání (v případě zavalených šachtic) nebo propadnutím starých, většinou důlních děl mělko pod povrchem (obvykle v místech, kde je kříží poruchy a drcená pásma, nad křižovatkou důlních chodeb nebo v místech dovrchních dobývek a komínů). V horských poměrech jsou časté nad vstupními částmi štol mělko pod povrchem, ražených na začátku do zvětralinového pláště, a opatřenými proto výdřevou. Po jejím ztrouchnivění vznikají pinky propadnutím stropu štoly. Vznikají buď pozvolným sesedáním, nebo naopak náhlým propadnutím. Vedle nejčastějšího okrouhlého půdorysu mohou být i eliptické (při spojení sousedních pinek, nebo propadnutím delšího úseku důlní chodby, popř. i nepravidelné, propadnutím větší podzemní prostory). V místech, kde probíhala těžba mělkými šachticemi (často se skupinovým výskytem), bývají obklopené kruhovým valem vytěžené rubaniny (obvalem). V případě velkých rozměrů se označují jako poklesová propadlina (nebo též poklesová sníženina). Významnou roli hraje jejich stáří. V nejmladším stádiu mohou mít až propasťovitý charakter se svislými nebo velmi strmými stěnami, ale postupně se jejich sklon zmírňuje v důsledku dalšího řícení stěn nebo jsou v případě blízkosti osídlení z bezpečnostních důvodů i uměle zčásti nebo zcela zavážené. Název pochází podobně jako jiné hornické termíny z němčiny (die Pinge).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Pinky jsou běžným montánním tvarem v oblastech hornické činnosti na celém světě. Jejich rozšíření je ovlivněné jak vlastnostmi hornin, mocností zvětralinového pláště, tak hloubkou těžby.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V krkonošských poměrech jsou příznačné hlavně pro stará důlní díla, která jsou docela mělko pod povrchem. S jednotlivými pinkami se setkáme na řadě lokalit staré těžby, mimořádně velká je například nad uhelným dolem v Habánce u Dolních Štěpanic (v místě původně propasťovitě propadlého větracího komínu) nebo u Harrachova (v prostoru U dolů, 319c). Drobné pinky často zanikají v bujnější vegetaci nebo přímo náletem křovin, tím spíš, že jejich deprese disponuje větší vlhkostí než okolí.

319a

319b

319c

PINKOVÉ TAHY

CHARAKTERISTIKA: Pinkové tahy vznikají v případě seskupení většího množství pinek, nejčastěji v lineárním smyslu, kdy v nepravidelném rozestupu kopírují propadání stropu mělko položené štoly, často v místech dutin dovrchních dobývek nebo komínů, nebo ve vstupní části, kde štola proráží pomocí výdřevy zvětralinový plášť. Jednotlivé pinky stejného tahu se mohou výrazně lišit rozměry i hloubkou, popřípadě i charakterem (nálevkovité i provalené). Na rozdíl od pinkových polí, pro které je příznačné nerovnoměrné rozmístění pinek na větší ploše, se mohou vyskytovat i u menších důlních děl, nebo i jednotlivých štol.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Stejně jako pinky se mohou vyskytovat kdekoliv v místech podzemní těžby, ale jsou méně časté. Jejich výskyt ovlivňují stejné faktory jako v případě samotných pinek.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nejznámější je pinkový tah (dnes s pěti pinkami z původních sedmi) dosti velkých pinek nad štolou Oldřich (Lapaloma), ve svazích nad bývalým dolem v Harrachově (321a), dobře přístupný žlutě značenou cestou z Rýžoviště k Mumlavskému vodopádu. Pinky zde vznikly v místě dovrchních dobývek. Kratší pinkový tah je také nad zavaleným vchodem štoly Jindřich na Rudníku v Obřím dole (4 pinky) a nad štolou Barytka ve Svatém Petru (též 4 pinky), který je ale skrytý v husté vegetaci.

Antropogenní tvary
Montánní tvary

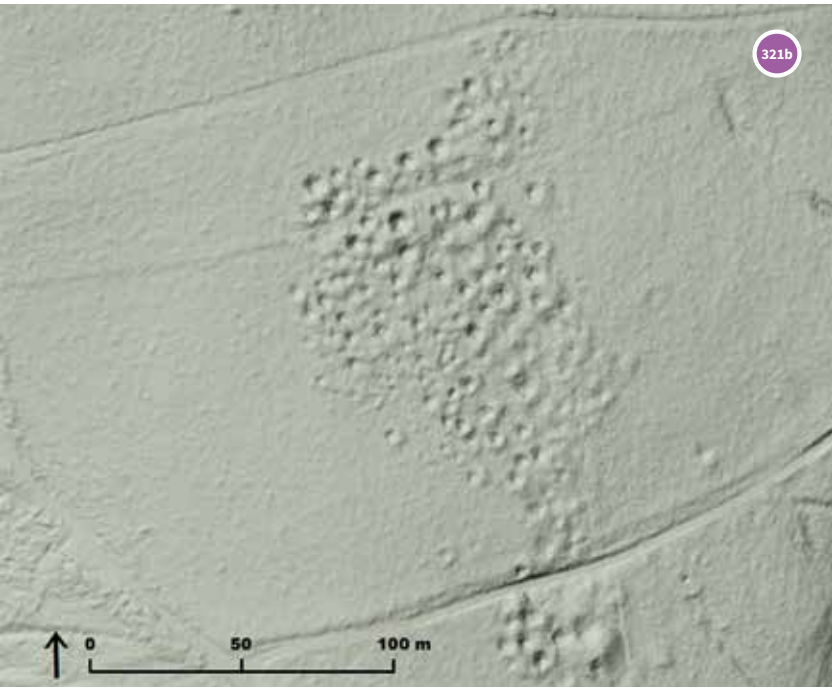
PINKOVÁ POLE

CHARAKTERISTIKA: V případech plošné těžby určité suroviny nebo nerostu vznikají pinková pole, v nichž jsou rozptýlené jednotlivé pinky nepravidelně na větší ploše. Pokud hlubinná těžba probíhá ve velkých hloubkách, nejsou zde příznivé podmínky pro vznik většího množství pinek, proto nebývá provázená ani pinkovými poli. Naopak jsou typická pro území, kde se těžilo prostřednictvím většího množství jednotlivých hustě seskupených mělkých šachtic. Ty byly po vytěžení suroviny v těsné blízkosti šachtice, nebo dokonce po jejím zatopení vodou opuštěny a v blízkém sousedství byla založena nová; roli v tom však mohly hrát i majetkové poměry daného území. Jednotlivé pinky bývají v tomto případě lemované valem z vytěžené rubaniny (obvalem), takže celý terén pinkového pole je chaoticky zvlněný. Některé deprese mohou být také zaplavené drobnými tůněmi.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Za výše uvedených podmínek se mohou nalézat kdekoliv po celém světě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Ve zdejších poměrech se větší pinková pole po zaniklých šachticích nacházejí na několika místech v okolí Rudníku a Javorníku, kde se v minulosti těžila měď organického původu z mělce uložených ložisek v permských horninách. Největší se nachází v lese východně od Janovic na plochém hřbetu mezi Janovickým a Lázeňským potokem (321b, c). V pinkovém poli o délce 600 m a proměnlivé šířce řádově desítek metrů se nachází přes 200 jednoznačnějších pinek, nemluvě o dalších méně výrazných. Menší pinková pole po zaniklých šachticích, avšak spojená s těžbou zlata se nacházejí také na jižním okraji Jiřského příkopu u Javorníka a na jižním okraji velké příkopové dobývky v Bartově lese u Sklenářovic.

321a
0
50
100 m


321b
0
50
100 m

321c

DŮLNÍ PROPADLINY

CHARAKTERISTIKA: Důlní propadliny jsou hlubší a často i plošně rozsáhlejší deprese vzniklé propadnutím stropu podzemních důlních prostor (komor, ale i chodeb, zvláště těch s větším profilem), popřípadě řícením stěn komínů a šachet za jejich současného rozšiřování. Od pinek se liší větší hloubkou a přinejmenším zčásti svislými stěnami jak v rostlé hornině, tak i ve zvětralinách, někdy i opakovaně řítivými. V dlouhodobějším horizontu se však mohou v důsledku závalů a rozrušování stěn postupně měnit a přecházet do podoby pinek. Z bezpečnostních důvodů bývají uměle zavážené, zakrývané rošty nebo alespoň oplocované.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se vyskytují v poddolovaných oblastech, zvláště tam, kde se důlní prostory nacházejí mělko pod povrchem. Mezi nejznámější u nás patří propadlina Žebračka u Zlatých hor, která dosahuje mimořádně velkých rozměrů, nebo Velká propadlina na Kaňku v Kutné hoře.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Největší rozměry má propadlina nad vstupní částí štoly Oldřich (Lapaloma) v Harrachově, označovaná místními obyvateli někdy jako „Macocha“ (323a). Podobu propadlin mají i zařícené komíny štoly Barytka ve Sv. Petru, zařícené ústí šachty u Berghausu v Černém dole, nebo propadlý strop štoly ve Slunečném údolí (322). Historicky největší propadlina však vznikla zřícením stropu komor měděného dolu svatého Antonína v Havírně, provázeným řítivým zemětřesením. Došlo k tomu nejspíše v 17. století a událost měla tragické následky, neboť při tom zahynul i větší počet horníků. V důsledku blízkosti intravilánu byla později uměle zavážená a dnes je na jejím místě jen mělká prohlubeň. K drobným propadlinám historických dolů na železnou rudu dochází občas i v současnosti v okolí Poniklé, jako například naposledy v roce 2017 na tzv. Starohorsku (323b). V tomto místě s početnými historickými doly vznikaly propadliny častěji, ale vzhledem k jeho zemědělskému využívání jsou vždy rychle zavezeny. Někdy však místa bývalých propadlin vyznačuje ornice odlišné barvy (323c).

323a

323b

323c

ODVALY HŘEBENOVITÉ (HALDY HŘEBENOVITÉ)

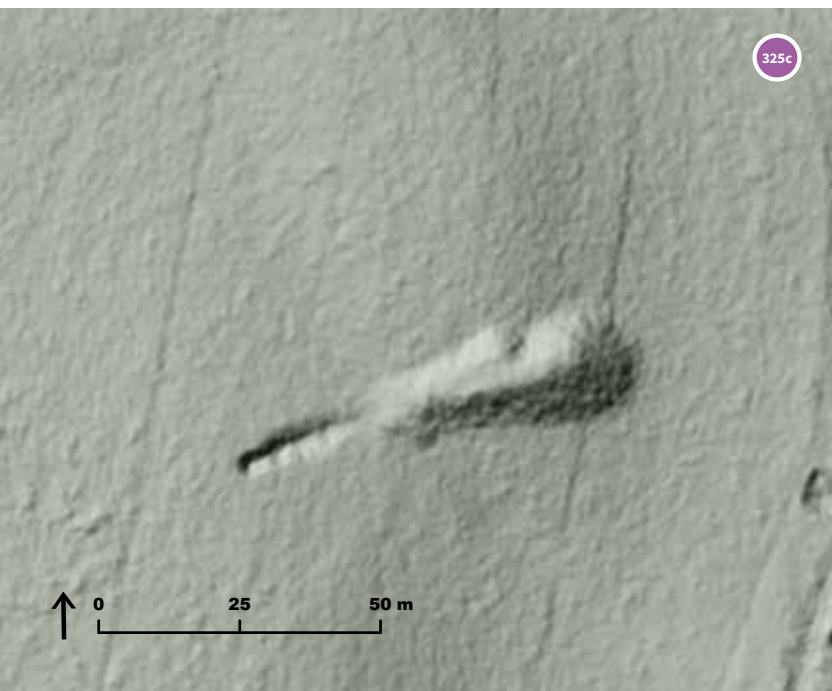
CHARAKTERISTIKA: Odvaly jsou konvexní formy, které vznikají jako povrchový produkt podzemní hornické činnosti akumulací odpadního materiálu (hlušiny, rubaniny). Jejich velikost obvykle přibližně odpovídá délce pozemních prostor (štol, komínů a šachet), ale může se i dosti lišit podle toho, zda je část hlušiny ponechána v podzemí jako tzv. zakládka v dříve vytěžených prostorách. Haldy mají různé tvary, které jsou mj. závislé i na poloze v terénu (rovinné, svahové, popř. vyrovnávací). Jedním z nejběžnějších tvarů jsou tzv. hřebenovité odvaly, které se vyznačují výrazněji lineárně ukládaným materiálem, a proto mají protáhlý tvar, kdy jejich délka převyšuje šířku, a to někdy i podstatně. Mají většinou úzké temeno. Pokud je širší a plošší, popřípadě zaoblené, je možné je označit také jako hřbetovité haldy. V horských poměrech na svazích bývá u malých odvalů jejich delší osa nejčastěji spádnicového směru, popřípadě podle místních podmínek mohou být i diagonální. Ve strmějších svazích nebo v blízkosti vodního toku jsou však vršené vrstevnicovým směrem, a vytvářejí tak specifickou variantu, která má znaky hřebenovitého i jednostranně tabulového odvalu. Můžeme je proto označovat jak jednostranně hřebenovité, tak úzce tabulové. Častěji se nacházejí u štol, ale mohou být i u šachet. Mohou vytvářet i postranní větve nebo se mohou vějířovitě rozbíhat od vyústění štoly.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří k nejběžnějším tvarům odvalů (hald) a také reliéfově nejvýraznějším, mj. právě u důlních děl v horských podmínkách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Odvaly tohoto typu byly v Krkonoších zakládané poměrně často, ale vzhledem k místním reliéfovým podmínkám převládal u větších z nich dosti často zmíněný vrstevnicový směr, takže získaly podobou úzkých tabulových hald, nebo jsou součástí rozsáhlejších kombinovaných odvalů. Jedním z nejtypičtějších je odval tohoto typu u štoly Jindřich v Obřím dole a u štoly Helena tamtéž, který byl tvořený třemi vějířovitě se rozbíhajícími větvemi; v obou případech jsou v současnosti narušené laterální erozí Rudného potoka. Vzhledem k tomu, že hlubinná těžba v Krkonoších již patří dosti vzdálené minulosti, počet odvalů se stále zmenšuje cílenou likvidací, popř. jsou různými způsoby narušované, zarovnávané a aplanované anebo zmenšované. Jiné jsou narušené laterální erozí vodních toků. Tvarově nejlépe dochované jsou ty, které se nacházejí v komunikačně obtížně dostupných polohách, ale ty jsou již obvykle v různé míře zarostlé až skryté v porostu náletových dřevin. Poměrně dobře jsou zachované u uhelného dolu v Habánce u Dolních Štěpanic (325a) nebo u dolů na měděné rudy v okolí Rudníku-Janovic (324, 325b, c). Uvedené procesy zániku platí i pro všechny ostatní typy odvalů.

325a

325b

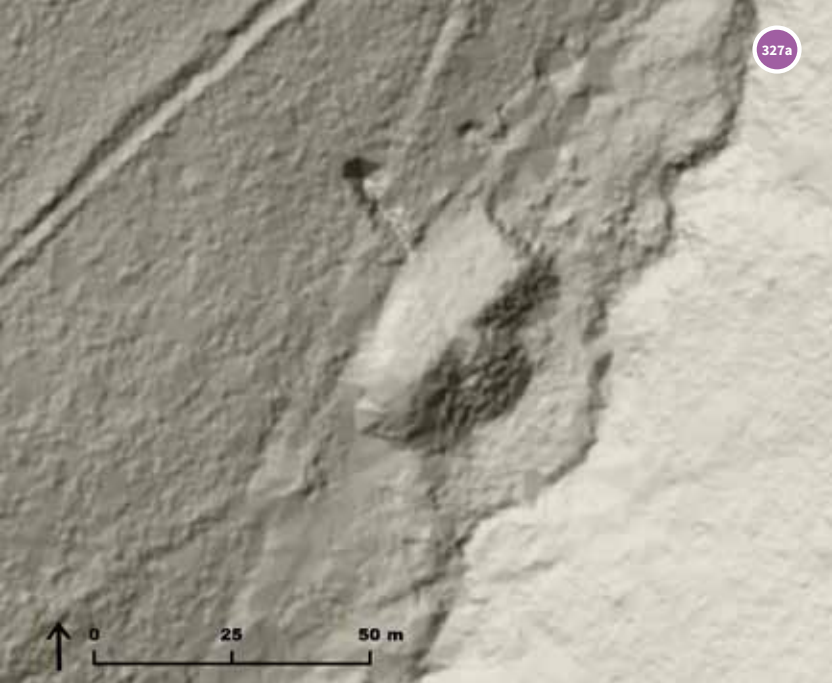

325c
0
25
50 m

ODVALY TABULOVÉ (HALDY TABULOVÉ)

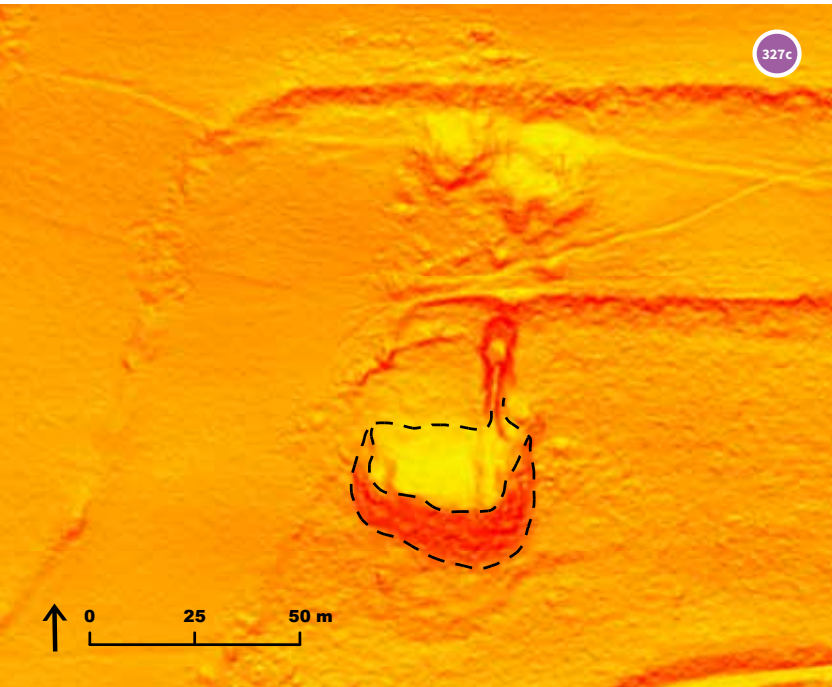
CHARAKTERISTIKA: Tabulové odvaly jsou jedním z několika dalších typů odvalů, kdy byla hlušina ukládaná plošně, proto se vyznačující rozsáhlejší plošinou na svém vrcholu. Ta může mít přibližně čtvercový, obdélníkový, kruhový, kapkovitý nebo i nepravidelný půdorys. To je však v horských podmínkách problematické hledisko, protože vrcholová plošina má odlišnou podobu v rovinné poloze nebo na mírném svahu, kdy je plošina ohraničená svahem na všechny strany, anebo ve strmém svahu, kdy má jednostrannou podobu. Ve spádnicovém směru má vysoký svah a na opačné straně žádný, neboť zde plynule přechází do výše položeného svahu. U takových případů je proto problematické, zda vrstevnicově vršené a někdy i velmi dlouhé a úzké odvaly s rovným temenem patří k jednostranně hřbetovitému, nebo úzce tabulovému tvaru. Rozměry vrcholové plošiny jsou velmi rozdílné podle délky podzemních chodeb.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Patří k nejběžnějším typům odvalů, a to i v horských podmínkách, kde je ale rozměr vrcholové plošiny často poměrně malý.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také zde patří k nejčastějším typům odvalů, i když jsou často jen malých rozměrů (řádově jednotek arů) a na strmějších svazích většina z nich představuje vrstevnicový případ, kdy má odval znaky hřbetovitého i tabulového typu. K rozměrnějším tabulovým haldám patří například dva z odvalů na severním svahu Medvědína, v údolí Honzovy strouhy, Lázeňského potoka u Rudníku (327a) a v Tetřevím dole u Rudolfova nebo odval na jižních svazích Strážné hůry u Vrchlabí (327b, c). Stejného typu je i historický odval u štoly Prokop v Obřím dole (326), druhý, novodobý a podstatně větší, zde byl zcela rozvezený. K úzkému vrstevnicovému případu patří odvaly v Labské soutěsce (výškově prostřední na Staré hoře), Dlouhém dole u Borůvkového žlabu nebo u štoly Alžběta u Berghausu.


327a
0
25
50 m

327b


327c
0
25
50 m

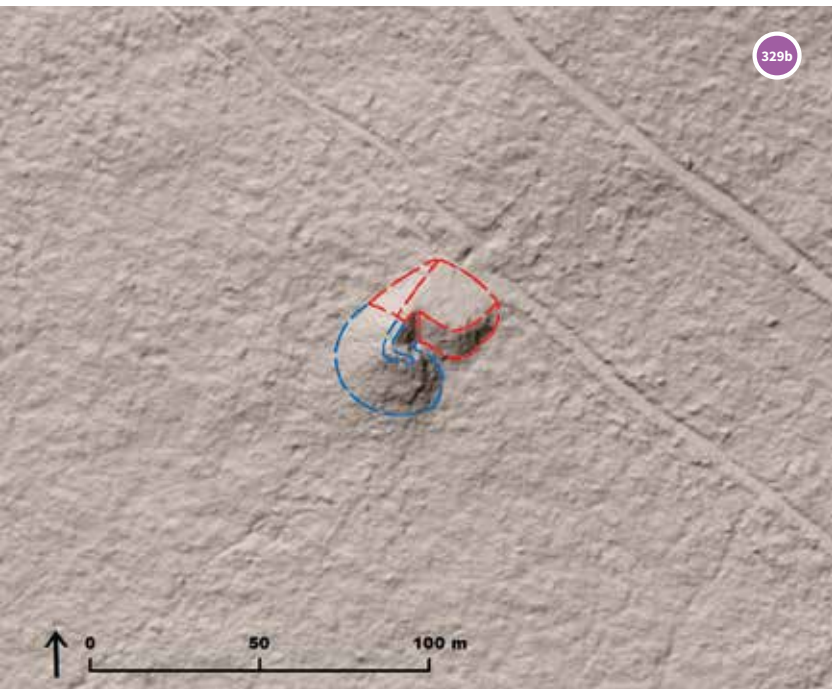
ODVALY KOMBINOVANÉ (HALDY KOMBINOVANÉ)

CHARAKTERISTIKA: Podle tvaru se rozlišuje nejméně osm typů odvalů, ale reálné poměry ovlivněné místní situací a charakterem podložního reliéfu, zvláště pak sklonem svahů a polohou vůči vodním tokům, jsou příčinou, že některé odvaly nebo jejich jednotlivé části mají znaky různých typů, a nelze je proto jednoznačně zařadit. Obzvlášť častá je kombinace hřebenovitých a hřbetovitých hald, tabulových a terasových a v horských poměrech pak svahových (jednostranných) téměř se všemi dalšími typy. Časté jsou i případy hald hřebenovitých a hřbetovitých, které se směrem ke konci rozšiřují, a mají proto jako celek kapkovitý nebo kyjovitý půdorys, stejně jako jejich samotná vrcholová plošina, který navzdory tomu postrádá jednoznačné typologické označení. Kombinované odvaly vznikají také v případě, kdy došlo k opakovanému vyzmáhání staršího díla a nová halda byla vršená jiným směrem a v jiném tvaru než dřívější.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Kombinované odvaly jsou poměrně běžné, a to hlavně v horských polohách, vyznačujících se členitými reliéfovými podmínkami, a také u dolů, kde docházelo k opakované těžbě v různých časových obdobích.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Ke kombinovanému typu patří nebo patřila před likvidací řada krkonošských důlních odvalů, zvláště těch rozsáhlejších, jako například u dolu v Harrachově, spodní odval na severní straně Medvědína nebo odvaly dolu Prokop v Obřím dole. Z dodnes zachovalých sem patří odval dědičné štoly pod Bartovým lesem v Bystřici (329a) nebo dolu ve svazích Plešivce nad Rýžovištěm (329b; červeně označená tabulová část, modře hřebenovitá). Rozsáhlejší kombinovaný odval je také u historických dolů v Horní Rokytnici (328, 329c). Některé ze starých krkonošských odvalů je však problematické zařadit k jakémukoliv jednoznačnému typu hald.

329a



329b

329c

EROZNĚ NARUŠENÉ ODVALY

CHARAKTERISTIKA: Důlní díla založená na úpatí svahů v erozních a úzkých horských údolích měla velký problém s ukládáním hlušiny. Téměř výhradně se jednalo o štoly a jejich odvaly byly proto situovány vesměs v blízkosti nebo přímo na březích údolního toku, a měly proto nejčastěji úzkou a dlouhou podobu. Byly vršené převážně ve směru toku v délce desítek metrů nebo i přes 100 m. Jejich úpatí spadalo až ke korytu a vzhledem k nesoudržnosti volně sypaného materiálu bylo proto při vysokých povodňových stavech snadno erozně narušované laterální erozí, která vedla k dalšímu sesouvání hlušiny. Nejčastěji jsou erozí narušené podélně, ale existují i případy příčného (čelního) narušení. V extrémních případech zbylo z takových hald již jen úzké torzo, a připočteme-li k tomu zarůstání odvalu vegetací, jsou v terénu identifikovatelné již jen obtížně. Erozní narušení odvalu obnažuje jeho vnitřek a v řadě případů tak ukazuje jak jeho horninové složení, tak na drobných úlomcích i nerost, kvůli kterému byla těžba prováděna.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Erozně narušené odvaly jsou příznačné hlavně pro úzká erozní horská údolí (nikoliv tedy pro široká ledovcová údolí), kde z důvodů nedostatku místa byly odvaly vršené přímo v blízkosti nebo podél vodního toku a mohou se tak v těchto podmínkách vyskytovat kdekoliv na světě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To se týká i Krkonoš, kde jsou podélně erozně narušené haldy v údolí Bílého Labe poblíž můstku pod Plotnovým vodopádem nebo ve spodní části Doubravova dolu v Malé Úpě (331a). Odvaly štoly Helena (330, 331b) a Jindřich (331c) na Rudníku v Obřím dole jsou naopak narušené příčně.

331a

331b

331c

OBVALY

CHARAKTERISTIKA: Představují speciální typ odvalů (hald), který obklopuje ústí jámy (šachty, šachtice) po celém obvodu nebo téměř celém obvodu. Vytěžený materiál byl deponován na všechny strany jámy a tvořil součást jámové ohlubně, tj. upravené plochy kolem ústí, na které stál například vrátek. Nejčastěji vznikají na přibližně rovném terénu (což ale může být i ploché temeno hřbetu). Pokud jsou na mírném svahu, jsou nejčastěji asymetrické – vyšší po svahu než proti svahu. Jejich výklad nebývá jednotný. Přestože se jedná o konvexní tvar, bývají někdy nelogicky zaměňované s pinkami, které jsou konkávním tvarem. Důvod spočívá v tom, že početná zavalená historická díla, po kterých zůstaly pinky, lemují právě obvaly. Podobně jako pinky však vytvářejí někdy celé skupiny, které označujeme termínem obvalová pole.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Setkáváme se s nimi běžně v místech rozsáhlé těžby, zvláště u historických důlních děl, vůbec nejčastěji u mělkých šachtic.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I zde se s nimi setkáváme celkem běžně v místech staré těžby, ale téměř výlučně v okrajových částech KRNAP, kde převažuje reliéf s plochými temeny meziúdolních hřbetů s mírnými svahy. Konkrétně se jedná o pinková pole (ale i solitérní pinky) spojená s místy těžby zlata (Bartův les, okraj Jiřského příkopu – 332) a mědi (Rudník, Janovice, Javorník). Velmi dokonalé a početné příklady se nacházejí zvláště ve společném pinkovém a obvalovém poli u Janovic (333a, b). Dokonalá je také solitérní pinka s obvalem u Dolních sejfů (333c).

333a

333b

333c

PŘÍKOPOVÉ DOBÝVKY (POVRCHOVÉ DOBÝVKY, DOBÝVKOVÉ PŘÍKOPY)

CHARAKTERISTIKA: Těžba zlata probíhala v Krkonoších převážně povrchovým způsobem, a proto se vyznačovala některými specifiky a odlišnostmi od jiných našich zlatonosných revírů, kde se těžilo převážně hlubinným způsobem. Reliéfově nejvýraznější jsou povrchové dobývky, které jsou největšími konkávními tvary spojenými s těžbou zdejšího zlata, a to jak co do plochy, tak hloubky a vesměs zasahují až do podložní horniny. V Krkonoších jsou však nejčastěji lineárně protáhlé, a proto je zde aktuálnější označení příkopové dobývky, které vystihuje tuto skutečnost. Povrchové dobývky v podobě lomů, byť s ohledem na stáří již převážně se zařícenými stěnami a pouze drobnými výchozy horniny, jsou zde jen výjimečné. Ve většině případů prostorově navazují na další montánní tvary, zvláště těžní rýhy a odvaly, šachtice s obvaly a také vodní příkopy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat i na dalších zlatonosných revírech s povrchovou těžbou, ale chybí dostatek srovnávacích údajů. U nás se pravděpodobně těžilo tímto způsobem také na Manětínsku a v údolí Úterského potoka v západních Čechách.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Mezi největší tvary tohoto typu patří příkopové dobývky na Bartově lese na Rýchorách (334), dále Jiřský příkop u Javorníku (335a, b) a Bolkovský příkop. Souvisle plošně nejrozsáhlejší byla povrchová dobývka Skřivan u Svobody nad Úpou (335c), která však byla poměrně mělká, a není jisté, zda zasahovala až do podložní horniny, anebo zda se zde jednalo pouze o rozsypovou těžbu. Menší se nacházejí v okolí Černého Dolu, na Janském hřbetu u Hertvíkovic a Svobody n. Úpou.

335a

335b

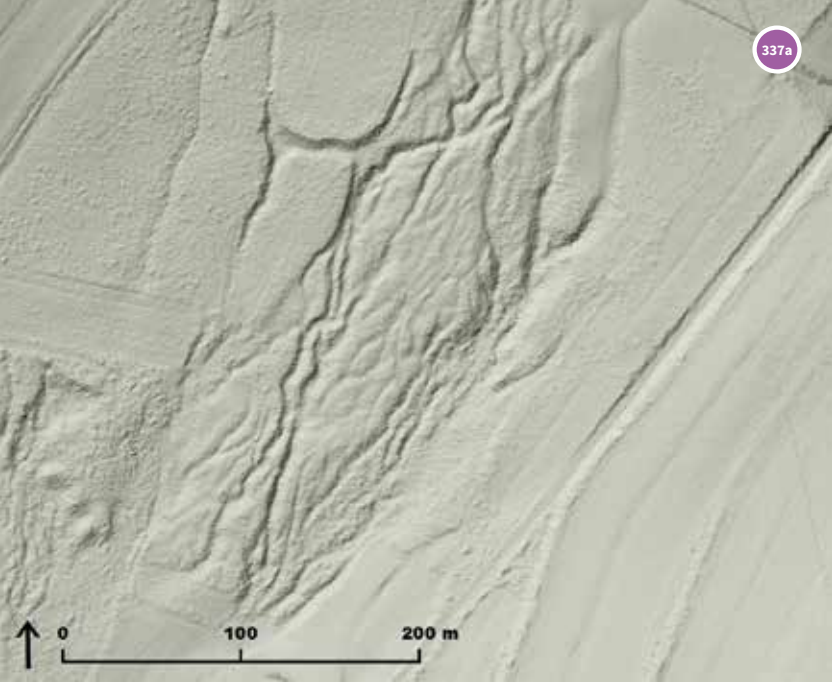
335c

TĚŽNÍ RÝHY

CHARAKTERISTIKA: Zlato se nacházelo rozptýleně také ve zvětralinách situovaných ve svazích pod primárními ložisky, kam bylo rozvlečeno dávnými erozními a gravitačními procesy. Taková ložiska tvořená klastickými sedimenty označujeme jako rozsypová, zkráceně též rozsypy. Obsahují jak kamenitou, tak hlinitou složku. Zlato se v nich dobývalo rýžováním, proto byla místa těžby přednostně soustředěna tam, kde byl přírodní zdroj vody (nebo byl alespoň poblíž), nebo tam, kam mohla být uměle přivedena kanály. Podle toho jsou dvojího typu. V prvním případě využívaly přírodní erozní zářezy potoků (byť často jen sezónních nebo periodických), které pak v různé míře přemodelovaly a prohloubily. V tomto případě je dnes většinou obtížné rozhodnout, jaký byl podíl erozních procesů, a naopak montánní činnosti na objemu přemístěných hmot a tím i současných rozměrů rýh. V druhém případě jsou rýhy v celém profilu umělé, a někdy i skupinové, kdy byly vyhloubené dvě nebo i několik přibližně paralelních rýh vedle sebe. Jejich délky jsou velmi rozmanité, od několika metrů až po stovky metrů, podobně jako hloubka a šířka (od několika decimetrů po několik metrů), a to proměnlivě i v rámci jedné delší rýhy; v některých případech jsou na vyšších svazích i přerušované. Existují také případy, kdy navazují směrem po svahu na plošně rozsáhlejší povrchové (příkopové) dobývky. Někdy bývají provázené postranními elevacemi (kupovitými i valovitými) z prorýžovaného, popřípadě hlušinového (nebo skrývkového) materiálu. V některých případech (Bartův les) mohly sloužit vedle samotné těžby i jako koridory pro dopravu materiálu od hlavní dobývky k vodnímu toku. Poblíž obcí byly po skončení těžby příležitostně využity jako úvozy polních a lesních cest, případně i jako hranice pozemků.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mohou se vyskytovat kdekoliv na lokalitách s povrchovou těžbou zlata, nebo se také kombinovat s hlubinnou těžbou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Specifické geologické i geomorfologické poměry v místech povrchové těžby zlata v Krkonoších jsou příčinou, že tyto montánní tvary jsou v prostoru historické těžby zlata nejvíce rozšířenou montánní formou, a to jak v okolí Víchové (337c) a Štěpanic na západě, tak na Janském hřbetu na východě (336). Velmi početné jsou zvláště na jižních svazích Bartova lesa na Rýchorách (337a, b) a v okolí Černého Dolu.


337a
0
100
200 m

337b

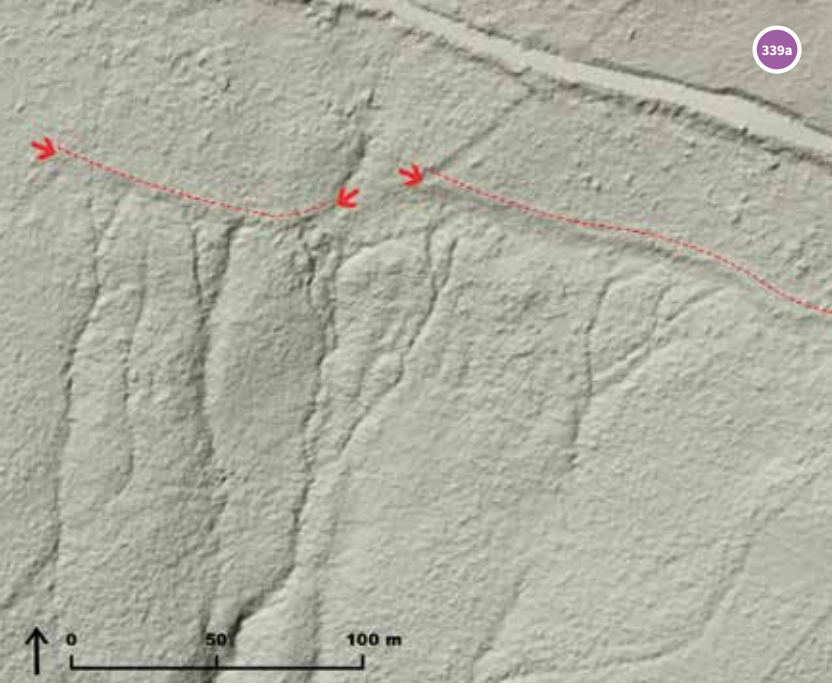
337c

SVAHOVACÍ ODKOPY (PLOŠNÉ ODKOPY, PLOŠNÉ DOBÝVKY)

CHARAKTERISTIKA: Jako metoda těžby zlata z rozsypů se dosud běžně uvádí tzv. jílování. To se provádělo v blízkém dosahu vody (ať vodního toku nebo umělého kanálu), a někdy i pomocí výkonnější metody rýžovacích splavů a žlabů. Jílování se proto týkalo v krkonošských poměrech hlavně těžních rýh. Zdejší těžba z rozsypů se však prováděla ještě jiným, podobným způsobem, který popsal a pojmenoval Radko Tásler jako svahování. To probíhalo na rozsáhlejších plochách odkopáváním zvětralin nasucho, a vesměs jen v tenké vrstvě (decimetrů nebo nízkých jednotek metrů) i poměrně daleko od vodního zdroje. Na některých plochách se však při něm využívalo i linií slabých (a nejspíše jen sezónních) vrstevních pramenů situovaných výše ve svazích. Materiál byl na místě tříděný, kamenitá složka byla ponechána na místě a pouze jemnější materiál byl dopravovaný i poměrně daleko (desítky až stovky metrů) k prorýžování u vody. Odkopávání probíhalo ve svahu v liniích, někdy přímočarých, jindy laločnatých, které jsou patrné dodnes. Nevyužitý, zvláště kamenitý materiál byl odkládaný „za záda", čímž se vzniklá deprese odkopů opět zčásti zarovnávala, ale nerovnoměrně, a výsledkem byl proto drobně chaoticky zvlněný terén. Plochy svahování byly někdy prostorově kombinované s těžními rýhami nebo na ně mělké těžní rýhy navazovaly na spodním zakončení. Dnes lze tyto plochy identifikovat podle nepřirozeně zvlněného povrchu a okrajových odkopů, které mají podobu někdy klikatých a z hlediska následné agrární činnosti nelogicky směrovaných mezí a úvozů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: S ohledem na to, že svahování bylo popsané právě z Krkonoš, nemáme srovnatelné údaje odjinud. V Českém masivu však výrazně převládal hlubinný způsob těžby zlata, a tak nelze vyloučit, že se jedná o krkonošské specifikum.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Jednoznačně největšího rozsahu zaujímalo svahování v prostoru svahů údolí Zlatého potoka okolo Sklenářovic (zde hlavně v pravých údolních svazích) a níže ležící Bystřici (zde naopak v levých, 339a, b, c). Místy se však nacházejí i v údolích na jižních svazích Janského hřbetu (338).


339a
0
50
100 m

339b

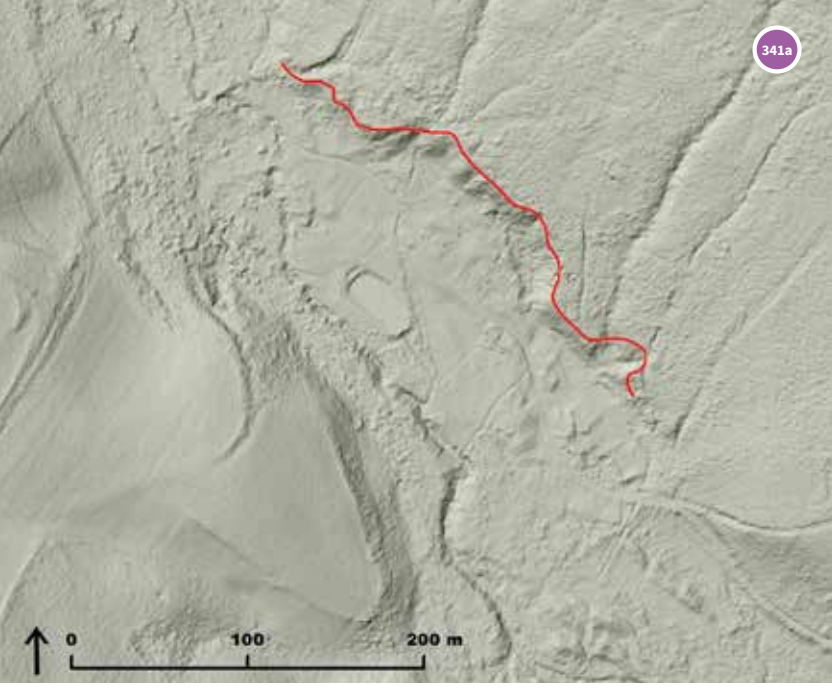
339c

SVAHOVÉ A ÚPATNÍ ODKOPY

CHARAKTERISTIKA: Vedle těžních rýh se zlato těžilo na některých místech i v jednostranných odkopech velmi proměnlivé výšky i délky. Podle jejich rozmístění v terénu nelze vyloučit, že v mnoha případech, ne-li většině, měly roli pouze průzkumnou a měly ověřit rozsah a perspektivnost jednotlivých partií rozsypů. To platí zvláště u dlouhých (až stovky metrů) odkopů na temenech a svazích meziúdolních hřbetů, které velmi často prostorově navazují nebo se kombinují se skutečnými těžními rýhami a příkopovými dobývkami. V některých údolích v prostoru výskytu zlata však docházelo často k odkopávání zlatonosných zvětralin v úpatních partiích svahů, které mělo podobu jak mělkých amfiteátrovitých depresí, tak delších protáhlých linií, jak laločnatých, tak téměř přímočarých. Ty měly výhodu blízkosti stálého vodního toku, proto měly roli převážně těžní než průzkumnou. Někdy na ně navazují ploché elevace až sejpy navršené z vytěženého materiálu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: I v tomto případě chybí srovnatelné údaje a u důlních revírů pouze s hlubinnou těžbou zlata ani neexistují, protože by zde postrádaly smysl.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Svahové, často lineárně protáhlé odkopy se nacházejí rozptýleně ve všech místech s povrchovou těžbou zlata v Krkonoších, zvláště v prostoru Rudníku, Javorníku a Hertvíkovic (340b). Úpatní jsou nejvýraznější u levého svahu údolí Zlatého potoka v Bystřici (340a, 341a, b, c).


341a
0
100
200 m

341b

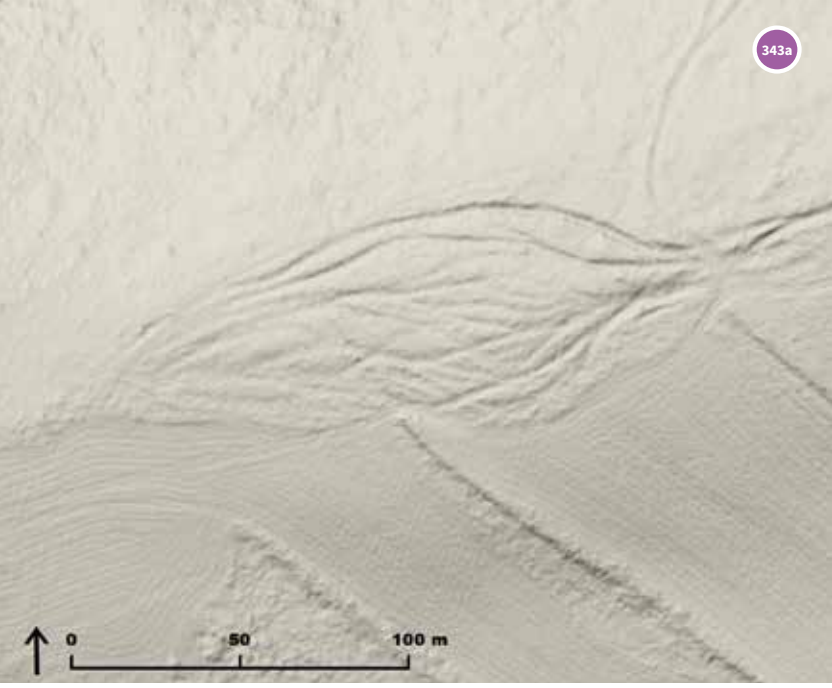
341c

VŘETENOVITÉ SOUSTAVY PRŮZKUMNÝCH RÝH

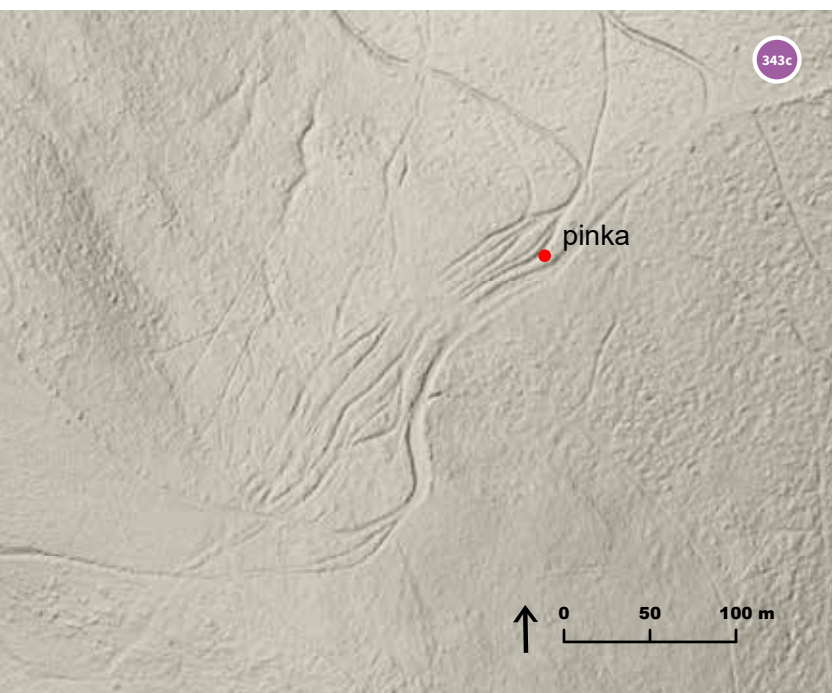
CHARAKTERISTIKA: S povrchovou těžbou zlata v Krkonoších souvisí zcela specifický reliéfový tvar, sloužící s největší pravděpodobností k průzkumu na tento kov. Jedná se o soustavy mělkých, přibližně paralelních svahových rýh, které jsou na obou koncích sbíhavé, a proto mají jako celek v půdorysu vřetenovitý tvar, někdy i mírně zprohýbaný. Jednotlivé rýhy mají odlišné rozměry: Hloubka a šířka se pohybují od několika decimetrů do nízkých jednotek metrů a délky od několika metrů přes desítky až do stovek metrů. Některé z nich mají slepé ukončení, některé na spodním, jiné naopak na horním konci. Většina vřetenovitých soustav navazuje na linii cesty, která obvykle protíná vřetenovitý útvar podélně, avšak jak uvedené malé rozměry a slepá ukončení jednotlivých rýh, tak prostorová návaznost na jiné montánní tvary (např. pinky) spojené s těžbou zlata vylučují, že by se jednalo o systém starých úvozů. Ten vylučují i stibologické faktory, protože vznik tak početných úvozů v málo osídlené krajině, stejně jako jejich nelogické směřování při absenci cílových objektů nedává smysl. Vzhledem k malým rozměrům většiny rýh jsou zřetelnější v porostu vysokého lesa s limitovaným podrostem, zatímco ve vysokém podrostu nebo čerstvě odlesněných polohách s vysokým bylinným podrostem zanikají.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Přestavují nově popsaný reliéfový tvar, který není dosud jinde uváděný.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nelze vyloučit, že se jedná o formu vyskytující se pouze v Krkonoších, kde vznikla v souvislosti s rozsáhlou povrchovou těžbou zlata. Je však vázána výlučně na temeno a jižní svahy Janského (Zlatého) hřbetu mezi Černým Dolem a Svobodou n. Úpou, kde se vyskytuje v různě dokonalých podobách nejméně na 10 místech (342, 343a, b, c).


343a
0
50
100 m

343b


343c
pinka
0
50
100 m

SEJPY KUPOVITÉ

CHARAKTERISTIKA: Sejpy neboli sejpové či rýžovnické pahorky jsou drobné elevace navršené z prorýžovaného (odpadního) klastického materiálu rozsypových ložisek, zvláště zlata. Mohou být tvořené štěrkovitým (nejčastěji v nivách horských a podhorských řek), ale i více či méně hlinitým materiálem. Jejich rozměry i tvary jsou poměrně rozmanité v závislosti na způsobu rýžování (ruční nebo žlabové); u nás je nejčastější tvar drobných kupek až pahorků o výšce pouze decimetrů, nebo ponejvíce nízkých jednotek metrů (jen velmi zřídka větší než 10 m) a průměru několika metrů až nízkých desítek metrů. V případě jejich skupinového výskytu se označují jako sejpová pole neboli sejpoviště a v takových případech se často v úpatní části vzájemně dotýkají a případně i na sebe navazují. I když nejčastěji vznikly v souvislosti s těžbou zlata, existují i na rozsypových ložiscích jiných ryzích kovů a také drahokamů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sejpy jsou jedním z nejrozšířenějších montánních tvarů v místech rozsypových ložisek zlata a v náplavech řek na ně navazujících. Setkáváme se s nimi v nejrůznějších částech světa, poměrně velkého rozšíření dosahují například na Aljašce nebo Sibiři. U nás jsou známé zvláště z povodí Otavy a Volyňky, kde se uvádí přes 50 lokalit, v okolí Zlatých Hor, na Jihlavsku aj. Na našem území jsou spojené s historickým rýžováním, které začalo v mladší době bronzové (9. století př. n. l.), velkého rozmachu však dosáhlo za Keltů a pokračovalo přes středověk až do 16. století, kdy začalo upadat, mj. pro vyčerpání většiny ložisek.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: I když v Krkonoších výrazně převažovala povrchová těžba zlata, zřetelné sejpy se zde vyskytují v menší míře; kupovité sejpy se v nejlepší podobě nacházejí v údolí Zlatého potoka v prostoru zaniklé obce Bystřice pod Rýchorami (345a), ale menší skupiny nebo i solitérní sejpy jsou také v údolních nivách potoků na jižních svazích Janského hřbetu v okolí Rudníku, Javorníku a Hertvíkovic.

SEJPY VALOVITÉ

CHARAKTERISTIKA: V místech koncentrované a intenzivní těžby zlata se rýžovalo pomocí rýžovacích žlabů, vystlaných ovčími kůžemi nebo jedlovými větvičkami. Žlaby se podle potřeby posouvaly směrem po toku a v souvislosti s tím se akumulace odpadního prorýžovaného materiálu posouvala tímto směrem, čímž získal sejp valovitě protáhlou podobu s poměrně přímočarou osou. Rozměry těchto valů jsou větší, zvláště jejich délka může dosáhnout desítek, nebo dokonce i jednotek stovek metrů, poměrně velká bývá i jejich výška (až několik metrů). Obvykle se vyskytují skupinově a jejich delší osy jsou orientované s ohledem na zdroj vody – nejčastěji jsou paralelní s vodním tokem, ale pokud měl zdroj charakter společné nádrže, mohou být i vějířovitě seskupené. Tento vyspělejší způsob těžby je příznačný pro mladší časová období (konec středověku a začátek novověku). S ohledem na efektivnější způsob rýžování bývají valovité sejpy provázené i dalšími antropogenními tvary reliéfu, jako jsou vodní příkopy a nádrže, případně i úvozy starých cest vzniklé v souvislosti s dopravou materiálu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jako celek jsou nesrovnatelně méně rozšířené než kupovité i nepravidelné sejpy, neboť vznikaly jen v místech mimořádně intenzivní nebo více cílevědomě organizované těžby.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nacházejí poslední čtyři rozměrné sejpy tohoto typu v okolní bývalé vodní tvrze v Javorníku (345b), která byla významným střediskem rýžování. Původně jich zde bylo pravděpodobně více, ale byly aplanované pozdějšími sídelními a komunikačními úpravami terénu.

SEJPY NEPRAVIDELNÉ

CHARAKTERISTIKA: Dalším případem jsou nepravidelné sejpy, které jsou velmi proměnlivé jak co do plošných rozměrů, tak výšky, a mají proto často podobu chaoticky zvlněného terénu a jejich elevace mají silně laločnatá úpatí. Mohou se vyskytovat společně se sejpy jiných tvarů, zvláště kupovitých, popřípadě vznikají jejich spojováním v důsledku pokračující těžby. V jiných případech má jejich výsledný tvar přibližně valovitou podobu, ale od pravých valovitých sejpů se liší klikatým průběhem a velmi proměnlivou výškou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se vyskytují kdekoliv v místech bývalé těžby rozsypů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Poměrně malé rozšíření sejpů v Krkonoších je příčinou, že i nepravidelných sejpů je zde málo. Největší skupina se nachází na spodním konci bývalé osady Bystřice, v údolní nivě Zlatého potoka (345c).

345a

345b

345c

HORNICKÉ VODNÍ NÁDRŽE

CHARAKTERISTIKA: Těžba kovů, zvláště pak zlata, vyžadovala dostatek vody, které se však na mnoha lokalitách nedostávalo, zejména v pramenných oblastech potoků. Proto byly zřizované vodní nádrže, buď přímo na malých tocích, které nejspíše sloužily k noční akumulaci vody pro denní práci, nebo byly napájené umělými vodními příkopy (kanály), kam byla přiváděná voda vrstevnicovými liniemi, často i z jiného povodí disponujícího vodnějším tokem, nebo dokonce přes rozvodí. Velikost nádrží obvykle korespondovala s velikostí ložisek a intenzitou dolování, ale byla také limitovaná místními hydrologickými, popř. i reliéfovými poměry. Jedná se vesměs historické objekty vzniklé hlavně v obdobích velkého rozvoje těžby rud počínajíc koncem středověku až do 18. století. Po skončení těžby a nástupu moderních metod zpracování měly nádrže rozdílný osud – některé se zachovaly dodnes, a pokud jsou větší, stávají se vyhledávanými turistickými objekty, jiné byly cíleně zrušeny nebo zanikly přirozenými erozními procesy, ale jejich hráze i deprese se přesto zachovaly v různém stavu dodnes a ještě jiné, zvláště malé, zanikly téměř beze stopy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V oblastech historické těžby kovů byly zřizované poměrně často; početné a dosud zachovalé jsou například v německém Harzu nebo Štiavnických vrších na Slovensku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nacházelo několik těchto nádrží, vesměs vzniklých ve spojitosti s těžbou zlata, a ve všech případech velmi malých rozměrů (s plochou řádově arů). Jejich vodní plocha je dnes vesměs zaniklá, ale u většiny se jejich hráze a suché deprese v různé míře alespoň zčásti zachovaly. Známá je na Bartově lese ve Sklenařovicích (která byla sice zřízená, popř. obnovená, ale již nebyla uvedená do provozu, 347a), na Stránském potoce pod Jiřským příkopem u Javorníku nebo v Habánce u Dolních Štěpanic, která byla rozlohou největší.

Antropogenní tvary
Montánní tvary

HORNICKÉ VODNÍ PŘÍKOPY (HORNICKÉ KANÁLY)

CHARAKTERISTIKA: Hornické vodní příkopy, často označované i jako hornické kanály, jsou poměrně běžným infrastrukturním prvkem velkých historických hornických revírů s těžbou kovů. Důlní čerpadla a nejrůznější doprovodná zpracovatelská zařízení (např. stoupy a hamry) potřebovaly ke svému pohonu vodu, stejně jako prádelny rudy. Těžba některých kovů, zvláště zlata, se neobešla bez vody pro rýžování, někdy i za vzniku větších rýžovacích zařízení, jako byly žlaby. Místa těžby v horách a vysočinách však byla často v polohách mimo vodní toky, a proto bylo třeba k nim přivádět vodu od toků ve vyšších polohách pomocí vodních příkopů. Ty dosahovaly délek často celých kilometrů, nebo i desítek kilometrů. Od jímacích objektů, popřípadě přehrad na tocích ve vyšších polohách byly vedené v přibližně vrstevnicovém směru a měly tedy malý spád. Vlastní kanál dosahoval obvykle šířky a hloubky do 1 m, výjimečně i do 2 m, představoval proto jen poměrně malou reliéfovou formu, ale velmi často byly provázené směrem po svahu i navršeným valem, který zároveň sloužil jako komunikace pro údržbu kanálu. V některých úsecích měly kanály boky tvořené vyzdívkou v podobě suchých zídek. Dnes již jsou až na výjimky nefunkční a suché, ale existují i případy, kdy byly některé v kratších úsecích i uměle obnovené a slouží jako turistická atrakce.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: U velkých historických rudních revírů jich existovala celá řada, u nás například u Horního Slavkova, březohorských dolů na Příbramsku, ve Zlatých horách ve Slezsku (dodnes zčásti funkční) a několik jich bylo i v Krušných horách, z nichž Blatenský je také dodnes funkční. Ze zahraničních jsou známé například v Banské Štiavnici nebo německém Harzu, kde patřil jejich systém k nejdelším na světě.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších je dodnes identifikovaných 12 hornických vodních kanálů, z nichž 9 sloužilo těžbě zlata a jeden podle dobových údajů pro pohon podzemních čerpadel (Černý Důl). Jeden z nejlépe dochovaných je mezi oborou Digrín a Černým Dolem (347b). Co se týče délky, patřily většinou ke krátkým, s délkou řádově stovek metrů. Nejdelší byl Bolkovský příkop (347c) s prokázanou délkou 2,1 km (s pravděpodobnými dalšími, avšak již zaniklými, větvemi nad Bolkovem byl nejspíše podstatně delší), který byl jako jediný funkční (byť již pro jiné účely) až do 2. světové války. Jeho významným znakem je, že převáděl vodu přes rozvodí do povodí jiného potoka.

347a

347b

347c

AGRÁRNÍ HALDY

CHARAKTERISTIKA: Agrární haldy představují konvexní, kupovitě navršené formy, které vznikly snosem kamenných úlomků z polí a luk za účelem efektivnějšího využití a snadnějšího obdělávání okolních ploch. Velmi často mají okrouhlý půdorys, ale existují i nejrůznější jiné tvary, včetně nepravidelných, a liší se také v závislosti na litologických poměrech. Jejich výška dosahuje obvykle nižších jednotek metrů a průměr do 20 m. Z historického hlediska je můžeme v mnoha případech označit jako „dědičné" objekty (jako paralely k dědičným štolám), neboť na jejich vzniku se s největší pravděpodobností podílely celé generace. Jejich výskyt je také výrazně ovlivněný také geologickými poměry, neboť jsou omezené hlavně na území budované tvrdými horninami produkující velké množství kamenitých úlomků odolávajících zvětrávání, ale uplatňují se zde i další faktory jako sklon svahů, bonita půd nebo hustota osídlení. U větších hald se mohou kombinovat z důvodů šetření místem s okrajovými suchými zdmi z větších balvanů, které mohou být jak pouze úsekovité (např. jen z jedné strany), tak ze všech stran.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se všude na světě v osídlených oblastech, zejména ale v horách a vysočinách, byť se mohou dosti lišit co do velikosti a tvaru úlomků, hustoty rozmístění a dalších znaků.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše patří k územím, kde agrární tvary reliéfu a tím i agrární haldy dosáhly mimořádně velkého rozšíření, a to do té míry, že se staly jedním z hlavních reliéfových tvarů ovlivňujících i celkový ráz krajiny zvláště u montánního stupně. Díky zdejšímu specifickému charakteru osídlení (luční enklávy) je jich v rámci pohoří Českého masivu v Krkonoších jednoznačně nejvíce jak co do počtu, tak celkové plochy, kterou zaujímají, přičemž haldy spolu s valy v tomto směru dominují. Setkáme se s nimi v hojné míře na všech enklávách, kde jsou rozmístěné jak na jejich okrajích, tak v případě rozsáhlejších enkláv nebo mimořádně velkého výskytu kamenných úlomků i uvnitř, a to jak nepravidelně, tak umístěné v řadách, často spádnicových. V současnosti s ohledem na návaznou stromovou (nejčastěji pionýrských dřevin) a křovinnou vegetaci představují významné ostrovy rozptýlené zeleně, zásadní i pro výskyt živočichů. Jejich dnešní častý výskyt v lesích je indikátorem původního, podstatně rozsáhlejšího zemědělského využívání horských svahů. Současné geomorfologické mapování pohoří ukazuje názorně jejich extrémní počet i plošný rozsah, ale podrobnější kvantitativní vyhodnocení v rámci celého pohoří zatím chybí. Pro ilustraci však lze uvést, že zatím největší zjištěná agrární halda na Zákoutí u Janovy Hory (349a) má plochu 1 048 m^2, výšku až 5 m a objem 1 596 m^3.

AGRÁRNÍ HALDY KOMBINOVANÉ SE SKALNÍM VÝCHOZEM

CHARAKTERISTIKA: V podmínkách horského hospodaření se velmi šetřilo půdou, kterou bylo možné zemědělsky využívat. Pokud se proto v blízkosti nacházely jakékoliv hospodářsky nevyužitelné plochy, byly zakládané agrární haldy a kupy právě na nich. Nejčastěji se jednalo o ploché skalní výchozy, případně velké balvany a bloky a jejich přírodní skupiny (drobné sutě). V jiných případech se zakládaly agrární akumulace na úpatí skalních stěn a byly k nim navršené do výšky 1 až 3 metrů, popřípadě vyplňovaly jejich zářezy a proluky.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Pro tento specifický typ agrárních tvarů chybí srovnatelné údaje, ale mohou se pravděpodobně vyskytovat všude v horských územích, kde jsou více rozšířené agrární tvary reliéfu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou územím, kde byly tyto tvary ve větší míře evidované a nejspíše i poprvé publikované, a to jak ty, kde skalní výchozy tvoří jejich podloží (například na enklávě ve Vlčí jámě nebo v Malé Rokytnici, 349b), tak takové, kde jsou navršené k úpatí nebo stěnám vyšších skalních výchozů (Havírna, 349c, Vlašské Boudy aj.).

349a

349b

349c

AGRÁRNÍ KUPY (HROMADY)

CHARAKTERISTIKA: Dosavadní literatura označuje izolované kupovité elevace navršené snosem kamenitých úlomků jednotně jako agrární haldy. Mezi nimi se však nachází velké množství zcela drobných a plochých tvarů, které mají průměr často jen 1 až 3 m a výšku obvykle jen několik decimetrů. Pro tak malé akumulace je poněkud nelogické používat označení haldy, které spojujeme s rozměrnějšími akumulacemi. Proto je vhodné pro ně používat rozlišovací termín agrární kupy. Způsob vzniku je zcela shodný, ale je celkem logické, že rozměry malé agrární kupy jsou úměrně k tomu také tvořeny hlavně malými úlomky horniny. Výskyt agrárních hald a kup, popřípadě i valů a zdí, se běžně kombinuje i v rámci jedné lokality (enklávy), ale kupy jsou méně nápadné a v důsledku gravitačních procesů (v případě svahových poloh) rychleji zanikají a také snáze zarůstají vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Vyskytují se zcela běžně v místech většího rozšíření agrárních forem a na některých lokalitách početně převyšují agrární haldy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Právě zde jsou nejrůznější drobné agrární tvary charakteru pouhých kup rozšířené na většině enkláv i v lesích v místech zaniklého osídlení, přičemž na některých jsou početnější než samotné agrární haldy, jako například na nezalesněných svazích okolo Horních Albeřic (351a).

Antropogenní tvary
Agrární tvary

AGRÁRNÍ BLOKOVÉ HALDY

CHARAKTERISTIKA: Nepříliš častým případem agrárních akumulací jsou formy, které lze označit jako agrární blokové haldy nebo agrární bloky. Jsou podobné agrárním haldám, ale mají pravoúhlý, čtvercový nebo obdélníkový půdorys a většinou také rovnou vrcholovou plošinu. Jsou proto ohraničené suchými zdmi, a to buď ze všech stran, nebo, u některých výrazně svahových, jen ze tří, neboť čtvrtá strana vyznívá do svahu. Suché zdi obvykle dosahují celé výšky jejich akumulace, proto mívají plochou nebo jen mírně ukloněnou vrcholovou plošinu. Byly nejspíše budované z důvodů šetření plochou, neboť suché zdi zamezovaly jejich gravitačnímu rozjíždění.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou podstatně méně časté než běžné agrární haldy a kupy, ale na druhé straně není dostatek podkladů pro celkové vyhodnocení jejich výskytu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Setkáváme se s nimi v omezeném počtu, často v kombinaci s ostatními agrárními tvary. V největším počtu a v nejdokonalejší podobě se nacházejí na enklávě Hlušiny ve Velké Úpě (351b), ale příležitostně byly budované i v Havírně (351c), u Skelných hutí aj.

351a

351b

351c

AGRÁRNÍ VALY

CHARAKTERISTIKA: Představují konvexní, lineárně protáhlé formy reliéfu, vzniklé stejně jako haldy a kupy snášením kamenných úlomků sesbíraných z polí a luk zvláště na horských svazích, za účelem snazšího obdělávání a zvýšení úrodnosti. Dosahují délek desítek až stovek metrů a výšky a šířky několika metrů. Častěji bývají orientované spádnicově (někdy, například na svahových žebrech i ve hřbetnicové poloze), ale mohou mít i vrstevnicový průběh. U starších obcí plužinového charakteru mohou sledovat hranice pozemků a v takovém případě mohou protínat svahy též diagonálně. Zvláště u vrstevnicových se mohou v podélném smyslu střídat i s agrárními zdmi nebo se s nimi výškově kombinovat, často v závislosti na potřebě šetření místem a komunikačních poměrech. Jejich vzhled je do určité míry vázaný také na vlastnosti místní horniny, zvláště co se týče charakteru rozpukání a odlučnosti, převládající tvar a rozměry jednotlivých úlomků; to se projevuje nejnápadněji zvláště u žulových balvanů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Agrární valy jsou běžně, byť lokálně rozšířené v horských územích celé Evropy, a nejspíše i dalších oblastech světa.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše patří díky někdejšímu široce rozšířenému budnímu hospodaření a množství lučních enkláv v montánním stupni k pohořím, kde jsou agrární tvary reliéfu, včetně valů masivně rozšířené. Tím se spolu s náletovou vegetací, která je na ně vázaná, stávají jedním z nejvýznamnějších krajinotvorných prvků montánního stupně. Vůbec nejčastěji lemují nebo přímo vymezují okraje enkláv, i když již v řadě případů zaniklých, takže jsou dnes v lese jako v Suchém dole (353a, b), ale i jinde ve svazích Rýchor (353c) nebo na Jeleních loukách ve Vlhkém dole (352a, b). Na území českých Krkonoš jsou tvořené téměř výlučně z úlomků krystalických břidlic. Specifickým případem agrárního valu je nejspíše i známá Růženčina zahrádka ve svahu Kotle.

353a

353b

353c

AGRÁRNÍ VALY KOMBINOVANÉ SE SUCHÝMI ZDMI

CHARAKTERISTIKA: Zvláště v případě, kdy byly valy vysoké, se přistupovalo z důvodu šetření zemědělsky využitelné plochy ke kombinaci valu a suché zdi. Spodní část byla do výšky obvykle 1 až 2 m tvořená suchou zdí z větších úlomků, na níž navazovala volně vršená, obloukovitě vyklenutá, valovitá horní část z menších úlomků. Suchá zeď ohraničovala útvar někdy z obou stran, v některých případech ale jen ze strany k využívanému pozemku. Výška zdi nemusí být v závislosti na celkovém směrování útvaru z obou stran stejná; přibližně stejná bývá tam, kde jsou vršené spádnicově, odlišná bývá naopak u vrstevnicových, kde je na straně proti svahu nižší. Vedle přímého šetření místem v době vzniku zabraňovala úpatní suchá zeď také následnému gravitačnímu (nebo ještě spíše gravitačně mrazovému) rozvlečení útvaru na úkor využívané půdy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Pro jiné regiony s výskytem agrární forem reliéfu chybí dostatečně detailní informace, a proto není známo, zda se tyto tvary nacházejí i jinde, ale vyloučit to nelze.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se s nimi setkáváme hlavně v případě vyšších valů, tj. tam kde jsou půdy mimořádně kamenité. Nejsou zde příliš časté, ale na druhé straně nepředstavují ani žádnou výjimku. Jejich vyšší počet v Krkonoších může souviset také s tím, že právě zde je největší počet i hustota agrárních tvarů ze všech pohoří v republice. Velmi pěkné příklady agrárních valů kombinovaných se suchými zdmi se nacházejí například na enklávě Nad Křižovatkou, Šímových Chalup (355a) anebo ve Smrčí v Malé Úpě (355b).

AGRÁRNÍ VALY ZE ŽULOVÝCH BALVANŮ

CHARAKTERISTIKA: Odlišný způsob odlučnosti a rozpadu žuly se projevuje i na přítomnosti velkých balvanů až bloků ve zvětralinovém plášti. To má vliv na podobu agrárních tvarů, které z nich byly vršeny. Jejich budování vyžadovalo již náročnou a více sofistikovanou činnost za pomoci nástrojů a povozů, na rozdíl od podobných forem z krystalických břidlic, tvořených menšími úlomky, kde stačil často pouhý sběr. Málo jsou zde zastoupené agrární kupy, ale převažují valy, které současně tvoří hranice pozemků. S ohledem na velikost žulových úlomků a z nich vyplývající velikost intersticiálních prostor podléhají méně zahlinění a zarůstání vegetací než ty na krystalických břidlicích.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Z jiných území chybí dostatek srovnatelných údajů, ale charakter odlučnosti a rozpadu žuly předurčuje, že pokud se tyto agrární valy vyskytují i jinde, mají podobný ráz jako v Krkonoších.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Na české straně se zemědělské hospodaření na žulovém podloží omezovalo v podstatě pouze na několik enkláv v Sedmidolí a budování agrárních forem reliéfu, snad i pro jeho náročnost, zde navíc probíhalo jen ve velmi omezené míře (například u Davidových Bud a na Pevnosti). Podstatně většího rozsahu dosáhlo jejich rozšíření na polské straně, kde jsou žuly zastoupené nesrovnatelně více. Vyskytují se téměř výhradně v obcích na území Karkonoského Padólu Śródgórského, ale i zde je jejich počet velmi rozdílný na území jednotlivých obcí. Největšího počtu i rozsahu dosáhly v prostoru obce Borowice (355c), kde zároveň slouží k vymezení hranic pozemků a lemují i vodní toky. Spíše výjimečně jsou zde zastoupené také agrární haldy z velkých žulových balvanů.

355a

355b

355c

AGRÁRNÍ ZDI

CHARAKTERISTIKA: Agrární zdi jsou pouze jinou variantou agrárních valů. K jejich budování se přistupovalo zvláště tam, kde byla potřeba šetřit místem, protože bývají užší než valy, které měly časem tendenci se gravitačně „rozsedat" a tím zabírat hospodářsky využitelnou plochu. Nejčastěji byly budované tam, kde bezprostředně lemují paralelní komunikaci, neboť bránily jejímu zavalování. Byly stavěné vesměs na sucho, a proto bylo nutné používat při jejich budování sofistikovanější přístupy, aby se předešlo jejich následnému řícení. Ty spočívaly v třídění úlomků – na vnější strany se používaly větší a hranatější kameny a na zásyp mezi nimi zbylé, menších rozměrů. Co do rozměrů, jak výšky, tak zvláště šířky, jsou vesměs menší než valy. V některých oblastech (například krasových jižní Evropy) mají obvykle podobu zcela úzké suché zdi, u nás jsou ale téměř vždy širší (nejčastěji 1 až 2 m). Poměrně běžně se kombinují s valy, jak co se týče lineární návaznosti jednotlivých úseků, tak ve výškovém smyslu, kdy může být temeno zdi také mírně konvexní, tj. valovitě vyklenuté nad horním okrajem vlastní zdi.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V územích s rozsáhlejšími agrárními tvary jsou poměrně běžné kdekoliv na světě; v oblastech, kde horniny vytvářejí velké deskovité úlomky, v nich mohou být stavěné i na výšku.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se s nimi můžeme setkat méně často než s valy, protože jejich stavba vyžadovala více času a pečlivější, sofistikovanější metody. Většinou se vyznačují i menšími rozměry, šířkou, výškou i délkou, jak je vidět na agrární zdi u enklávy Vlčí Hrany v Peci pod Sněžkou (357a). Naopak zde převládají tvary podobné nebo kombinované s valy, s obloukovitě vyklenutým temenem.

AGRÁRNÍ ZDI A HALDY KOMBINOVANÉ S REGULACEMI TOKŮ

CHARAKTERISTIKA: V některých případech byly budované agrární tvary i bezprostředně na březích potoků. U některých údolních enkláv nebo i intravilánů obcí měly lineární podobu většinou širokých a masivních agrárních suchých zdí lemujících koryto. Plnily tak roli regulací, chránily obydlí, ale i pole a louky před povodněmi, a tím i před zanášením kamenitými náplavy. V jiných případech měly nepravidelně blokovitou podobu, též lemovanou suchými zdmi. Mají sice také protáhlou podobu, ale odkláněly a usměrňovaly vodní toky jen v krátkém úseku.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Podle dosavadních znalostí je zřejmé, že patří ke spíše výjimečným agrárním tvarům.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nelze vyloučit, že jsou specifikem pouze Krkonoš, kde je agrárních forem nejvíce ze všech našich pohoří. Suché zdi regulací jsou známé podél koryta Úpy v Obřím dole, kde dosahují největší výšky u Boudy v Obřím dole (357b) nebo u enklávy Jeleních Luk ve Vlhkém dole (357c). Blokovité agrární formy pouze úsekovitě usměrňující tok jsou na horním toku Havírenského potoka, Krahulčího potoka nebo v Hnědé jámě nad Pecí.

357a

357b

357c

AGRÁRNÍ TERASY

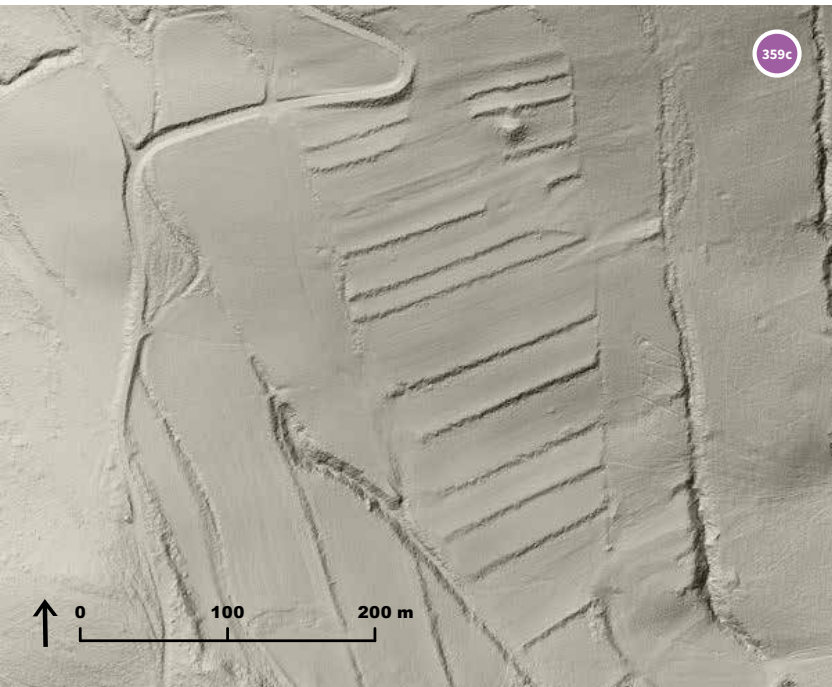
CHARAKTERISTIKA: Pro výhodnější využití mělkých půd a jednodušší způsob obdělávání políček se na strmých horských svazích zakládaly agrární terasy. Jsou tvořené mírně ukloněnou nebo téměř vodorovnou horní plošinou, která je obvykle úzká a dlouhá, a strmým zemním svahem nebo pevným stupněm, který má nejčastěji podobu suché zdi. Vytvoření horní plošiny umožňovalo navážku větší vrstvy využitelné půdy, což bylo velmi významné zvláště pro pěstování hlubokokořenných rostlin anebo stromů. Jejich šířka má úzkou vazbu na sklon svahu; čím je svah strmější, tím jsou terasy užší. Velmi často se kombinují s mezemi a agrárními valy, přičemž do sebe běžně s ohledem na místní situaci i plynule přecházejí. Mohou se vyskytovat jednotlivě, častěji však vytvářejí celé skupiny, nebo dokonce systémy. Podobně se někdy kombinují s kanálky, které na jejich horní plošinu přivádějí vodu. To je běžné například v monzunových oblastech, kde vodní kanálky tvoří celé sofistikované systémy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžně rozšířené po celém světě, kde jsou vedle polí využívané i pro vinohrady, sady a čajové plantáže a v teplých humidních územích, kde mají jejich horní plochy podobu mělkých vodních nádrží, zvláště pro pěstování rýže. V takovém případě vytvářejí často plošně velmi rozsáhlé systémy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také zde jsou poměrně běžným agrárním tvarem, se kterým se setkáme na mnohých enklávách, jako například v Horních Lysečinách (359a) na enklávě Šímových Chalup (359b), nebo v Dolním Dvoře (358). S ohledem na místní poměry a malé rozměry řady enkláv (včetně zaniklých) jsou však často jen solitérní, nebo tvoří jen malé skupiny. Nemusely vždy sloužit výlučně pro zemědělské účely, ale byly budované i pro zabezpečení cest na enklávách situovaných ve strmých svazích nebo vymezovaly hranici enklávy, obvykle ve směru proti svahu. V několika případech se však setkáme s případy, kdy tvoří celý terasový systém vrstevnicového směru. Rozsahem výjimečný je vrstevnicový systém, rozkládající se na svazích západně od sjezdového areálu v Černém Dole, sestávající v dnešní podobě ze 16 teras (359c). Několik dalších, byť méně výrazných systémů se nachází na západních svazích masivu Rýchor. Rozsáhlý je také terasový systém, který se nachází ve svahu západně přímo nad intravilánem Žacléře, avšak odlišný v atypickém diagonálním směrování teras vůči sklonu svahu.

359a

359b


359c
0
100
200 m

PASTEVECKÉ ÚTULKY (PASTEVECKÁ ÚTOČIŠTĚ)

CHARAKTERISTIKA: Pastevecké útulky se budovaly v horských oblastech nad alpinskou hranicí lesa, kde se běžně provozovala pastva. Tyto polohy nebyly často trvale osídleny, anebo i pokud byly, pro rozlehlost a odlehlost pastvin se na vzdálených místech někdy budovaly provizorní přístřešky pro případ špatného počasí, silného větru nebo nouzového přenocování. Jejich rozměry byly vesměs malé. Využívaly místního kamenitého materiálu, ze kterého byla zbudována suchá zeď, ať již čtvercového nebo okrouhlého půdorysu a na jedné straně se nacházela vstupní proluka. Seshora mohly být kryté buď plachtou, provizorní dřevěnou střechou, nebo i místním dřevitým materiálem (větvemi). Prostora mezi zdmi byla často i prohloubená, neboť z ní byl vybraný materiál na stavbu zdi, a navíc bylo potřeba vnitřní plochu zarovnat.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Roztroušeně mohou být v horách s rozšířenou pastvou zvláště v euroasijské oblasti kdekoliv, například na Balkáně nebo v Malé Asii, kde mívají i dřevěné stropy kryté hlínou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších jsou naprostou výjimkou, neboť zde byla rozloha vrcholového bezlesí malá a vzdálenosti od trvale osídlených bud nevelké. Ojediněle byly budované pouze na Luční pláni na východním úpatí vrcholové části Luční hory (361a).

Antropogenní tvary
Agrární tvary

MLÍČNICE

CHARAKTERISTIKA: Mlíčnice jsou umělé stavbičky, proto se nezahrnují mezi antropogenní tvary reliéfu, ale mnohé z nich mají na základní stavbu navršenou izolační zemní vrstvu a tím získávají s výjimkou čelní (vstupní) strany podobu zemní kupy, která takový charakter již má. Jejich vnitřek má podobu drobných sklípků, často s výklenky ve stěnách a jejich dno tvořily mělké vodní nádržky. V minulosti měly funkci „chladniček“, sloužících na skladování mléka a mléčných výrobků, proto byly zakládané v místech vývěru pramenů, nebo k nim byla přiváděná studená voda krátkými a mělkými kanálky z okolí.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Mlíčnice sice byly v minulosti běžnou součástí sídel v zemědělských oblastech, ale tam měly téměř výlučně podobu samostatných staveb anebo byly součástí sklepů. Pouze v horských oblastech měly výše uvedenou podobu, kombinovanou se zemní kupou.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Velká část krkonošských mlíčnic měla uvedenou specifickou podobu, která je opravňuje řadit mezi antropogenní tvary reliéfu. Již samotná vnitřní stavba byla výrazně ovlivněná místními geologickými poměry, proto byly téměř výlučně zděné z plochých úlomků krystalických břidlic a strop tvořily vybrané mimořádně velké desky z těchto hornin (s plochou dosahující 1 až 2 m^2). Vrstva zeminy nahrnutá na tuto vnitřní stavbu mohla dosahovat mocnosti i přes 1 m, proto celá mlíčnice s výjimkou čelní stěny připomíná zemní kupu jako ve Víchovské Lhotě (361b) nebo Javorníku (361c).

361a

361b

361c

HRÁZE KLAUZ

CHARAKTERISTIKA: Klauzy neboli plavební přehrady jsou vesměs historické stavby, které sloužily k nadržování vody v dobách, kdy se plavilo sáhové dřevo i celé kmeny z horských oblastí do měst nebo k místům těžby a zpracování kovů nebo soli. Některé mohly mít zčásti nebo téměř zcela podobu sypané hráze, ale nejčastěji měly mřížovitou dřevěnou konstrukci, která byla uvnitř vyplněná kamenitým a hlinitým materiálem, jenž představoval co do objemu výraznou většinu. Po zetlení dřevěné části po nich zůstaly na březích toků a úpatí svahů různě objemné kupovité nebo valovité elevace, vysoké i několik metrů. Střední část byla erozí toků vesměs odstraněná a drobné tvary laterální eroze (břehové nátrže) můžeme na některých z nich pozorovat dodnes. Vedle konvexních tvarů, které po klauzách zbyly, se však v jejich sousedství nacházejí mělké jámovité i rýhovitě svahové deprese po zvětralinovém materiálu vybraném na jejich stavbu, a někdy také sídelní plošiny pro obydlí obsluhy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Klausy byly v minulosti součástí lesního hospodaření v mnoha pohořích. U nás je známe ze Šumavy, Hrubého Jeseníku, Orlických hor, ale velký počet byl také v Alpách (zde mj. v souvislosti s provozem solivarů) i Karpatech.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše mají v počtu klauz mezi našimi pohořími výjimečné postavení, neboť zde dosáhlo plavení dřeva mimořádně velké intenzity zvláště v povodí Úpy, které sloužilo provozu stříbrných dolů a hutí v Kutné Hoře, a kde je jich bylo proto nejvíce. V menším počtu ale byly budované i v povodí Labe (zde pro potřeby hutí ve Vrchlabí), Malého Labe, na Jizeře a Jizerce. Celkem je v Krkonoších evidováno okolo 45 klauz, ale některé, hlavně velké říční klauzy, zanikly téměř nebo zcela beze stopy. V místě malých potočních klauz se však dochovaly v různé míře konvexní i konkávní tvary. Poměrně dlouhé hráze klauz se dochovaly na Úpě v Obřím dole (u Kapličky), Lučním potoce v Peci pod Sněžkou (363a) nebo na Vavřincově potoce (363b). Část hráze se dochovala i u nejvýše položené krkonošské klauzy v Modrém dole (362a) a u několika klauz se dochovaly v důsledku stálého zvlhčení i základové trámy (Slunečné údolí, 362b). Na některých je patrná i současná eroze v úpatní části v místě bývalé výpusti, jako na Lysečinském (363c) a Vavřincově potoce.

363a

363b

363c

PROTIEROZNÍ PŘEHRÁŽKY, STUPNĚ A DLÁŽDĚNÁ KORYTA

CHARAKTERISTIKA: Horské toky se vyznačují mimořádně velkým sklonem, a proto i velkou erozní silou, která za povodní způsobuje rozsáhlé erozní i akumulační změny na přírodních tvarech, a také hospodářské škody. Proto jsou jejich koryta následně (obvykle poté, co na nich došlo ke katastrofálním povodním) upravována a regulována. Tato opatření mají omezit a zabránit jak přímé erozi, tak snosu a transportu nejnebezpečnější balvanito-kamenité složky vodního proudu zpomalením toku a přerušováním kontinuálního proudu. Mají příčnou i podélnou podobu. Mohou být zděné (u starších, stavěných někdy nasucho), u menších často i srubové (z odkorněné kulatiny) a v zahraničních velehorách i betonové. Na podobu koryt mají z příčných největší dopad retenční přehrážky, vysoké v Krkonoších do 5 m, v zahraničí ve velehorách často i podstatně více. Ty se v horských poměrech brzy vyplňují balvanitými a kamenitými nánosy, které mění podobu koryta v délce obvykle celých desítek metrů. K dalším patří zděné i srubové prahy, skluzy, stupně a nižší přehrážky, jejichž úpatní vývařiště zpomalují proudění vody. Podélné jsou častější u menších toků (převážně na malých bystřinách ve velmi strmých svahových údolích a zářezech), kdy jsou jejich dna, popř. i břehy zpevněné štětováním pomocí kamenů nebo kulatinou. Všechna tato opatření se kombinují s regulacemi břehů v podobě různě vysokých zděných navigací a v novější době i gabionů (drátokošů), které zabraňují vedle podemílání břehů a přemísťování toku i břehovým nátržím a krátkým sesuvům a tím zmenšují celkový objem pevných úlomků strhávaných a unášených proudem.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Všechna tato protierozní opatření jsou běžná po celém světě v osídlených pohořích nebo u toků vyúsťujících z hor do osídlených území.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Se všemi těmito formami se můžeme na krkonošských tocích setkat běžně, hlavně v povodí Labe a Úpy velmi často i v těsné blízkosti turistických cest. Někde se jedná o celé série nízkých přehrážek a stupňů, jako v Obřím dole (365a). U některých drobných svahových vodotečí postižených mimořádně silnou erozí přistoupili stavitelé k souvisle vydlážděným korytům jako v Těsném dole (365b) nebo u části Čertovy strouhy. Nádrže s vyššími zděnými přerážkami se časem vyplnily kamenitými náplavy a změnily tak podobu koryt v délce mnoha desítek metrů (například na naučné stezce Čertovým dolem /364, 365c/ nebo v prostoru U svozu na Bílém Labi, kde byla tímto způsobem zanesená i spodní část mělké skalní soutěsky, čímž zanikla). Nejvíce koryt toků bylo tímto způsobem přebudováno po nejničivější povodni v roce 1897, ale průběžně jsou v menším rozsahu upravované dodnes. Podoba a nutný rozsah úprav by měly být vesměs posuzovány odborníky (geology, geomorfology).

365a

365b

365c

AGRÁRNÍ ÚVOZY

CHARAKTERISTIKA: Úvozy vznikají na frekventovaných úsecích nezpevněných cest. Známé jsou zvláště na historických zemských stezkách, kde probíhala doprava po celá staletí, ale ve svažitých terénech a v málo soudržných zvětralinách vznikají i na frekventovaných polních a lesních cestách. Na jejich prohlubování se významně podílí i eroze, a to tím spíš, že dno bylo stále rozrušované koly povozů. To mohlo vést postupně až k tomu, že úvoz přestal být využitelný pro dopravu a v sousedství se zakládala nová cesta, měnící se postupně také v úvoz. V případě dlouhodobě využívaných, historických zemských stezek tak někdy vznikl v úsecích dlouhých stoupání celý systém několika paralelních úvozů vedle sebe.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Úvozy jsou běžnou součástí jak historických, tak také polních a lesních cest, jejichž množství i hloubka jsou závislé vedle samotné intenzity dopravy také na reliéfových a geologických poměrech konkrétních území.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH. V Krkonoších se vyskytují roztrouseně hlavně v nižších polohách ochranného pásma, případně v nízké části submontánního stupně, problém však je, že je někdy nelze rozlišit od úvozů vzniklých v souvislosti s hornickou činností, tím spíš, že v časovém odstupu mohly sloužit v obojím smyslu. Nacházejí se například v Albeřicích (367a), v Bolkově (367b), Rudníku, ve svazích Rýchor nad Horním Maršovem aj.

MONTÁNNĚ KOMUNIKAČNÍ ÚVOZY

CHARAKTERISTIKA: Rozsáhlá povrchová těžba zlata v úpatní části Krkonoš a přeprava vytěženého materiálu k místům zpracování vedla ke vzniku úvozů s odlišnou, a pouze pro toto území zcela specifickou genezí. Původně se jednalo v některých případech nejspíše o těžní rýhy, které byly po ukončení těžby následně využité jako úvozy pro transport materiálu ze vzdálenějších ložisek a ještě později jako lesní, případně i polní cesty. Některé se vyznačují extrémně strmými bočními svahy (60 až 80°), které u komunikačních úvozů téměř neexistují, a dokonce zasahují až do podložní horniny, což je také jev u komunikačních úvozů téměř neznámý.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Absence údajů znemožňuje posoudit, zda podobné úvozy existují i jinde.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Nelze vyloučit, že se jedná pouze o krkonošské specifikum. Úvozy této geneze se roztrouseně vyskytují v celém prostoru zdejší historické těžby zlata, zvláště na jižních svazích Janského hřbetu v okolí Bolkova, Javorníku, Hertvíkovic a Svobody n. Úpou (367c). Mezi Jirským příkopem a Javorníkem vytvářely dokonce sofistikovaný systém pro dopravu koncentrátu od zlatých dolů, u kterého nelze vyloučit ani organizovanou dvousměrnou dopravu.

367a

367b

367c

DLÁŽDĚNÉ TURISTICKÉ CHODNÍKY

CHARAKTERISTIKA: Horské cesty, vystavené vlivem velkých sklonů silné erozi v důsledku vysokých srážek, bývaly v minulosti, ale jsou i v současnosti v některých úsecích souvisle dlážděné (štětované). K vydláždění se však přistupovalo také v místech, kde byl silně balvanitý terén příčinou extrémní neschůdnosti stezek a bylo potřeba ho zarovnat. Z estetických, krajinářských i ochranářských důvodů je optimální dlažba z místních materiálů. V prvním případě se jedná hlavně o cesty na podloží krystalických břidlic, které zvětrávají častěji v menších deskovitých úlomcích a vytvářejí více hlinité složky. Jiná je situace u žulových balvanitých sutí s malým podílem hlinité složky, případně i hojnými a většími intersticiálními prostorami. Nejoptimálnější způsob dláždění je takový, kdy se kameny vzájemně zakliňují a těleso cesty je pak jako celek nejodolnější vůči erozi. U krystalických břidlic zvětrávajících převážně v deskovitých úlomcích je proto nejvýhodnější jejich orientace na výšku, u rozměrnějších žulových bloků se naopak využívají pro větší schůdnost hladké puklinové plochy.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Dlážděné chodníky se příležitostně využívají ve všech horách s vysokou návštěvností, zvláště ve vyspělých zemích.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Dlážděné chodníky, jak historické ze žulových balvanů na Vysokém kole (369a), tak v současnosti budované z krystalických břidlic, jsou v Krkonoších na více místech, jako například v Obřím dole nad Kovárnou (368b) nebo na Obřím hřebenu aj.

SÍDELNÍ PLOŠINY

CHARAKTERISTIKA: Strmé horské svahy vylučovaly stavbu obydlí i případných průvodních infrastrukturních objektů (stodoly, kůlny aj.), proto bylo potřeba pro ně nejdříve zarovnat terén odkopem (degradací) směrem proti svahu a navážkou (agradací) na opačné straně po svahu. Hloubka odkopu, výška navážky i výsledná velikost plošiny jsou většinou úměrné velkosti sídelního objektu, ale významnou roli hraje i sklon svahu v konkrétním místě. V horských podmínkách je přemístěný materiál vesměs autochtonního původu. U větších bud a chalup provázených samostatnými infrastrukturními objekty mohou být i dvě nebo více plošin vedle sebe, a nemusí být ani ve stejné výškové úrovni. Velmi často se kombinují s komunikačními tvary přístupových cest.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Sídelní plošiny patří k nejrozšířenějším antropogenním tvarům po celém světě, v horských podmínkách se strmými svahy však patří k těm reliéfově velmi výrazným.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také v Krkonoších jsou zcela běžné a v různé míře se uplatňují u většiny zdejších staveb; u obydlí na enklávách i u horských bud jsou zřizovány téměř vždy, ale velmi časté jsou i v samotných intravilánech. Vzhledem k tomu, že se Krkonoše vyznačují mimořádným počtem lučních enkláv, stávají se sídelní plošiny i významným krajinářským prvkem. Vedle nespočetného množství funkčních sídelních plošin se v Krkonoších setkáváme nezřídka také s plošinami po zaniklých boudách (např. po Kotelské, Pudlově, Scharfově nebo Rennerově boudě, 369c) a dalších objektech, které se dnes po zániku enklávy mohou v montánním stupni nacházet zcela skryté v lesním porostu.

369a

369b

369c

VODÁRENSKÉ OBJEKTY

CHARAKTERISTIKA: Jejich podoba není jednotná a zahrnují jak konvexní, tak konkávní tvary. Rozdílná je i jejich velikost podle toho, jak velký počet objektů zásobují. V horských oblastech mohou sloužit jak k zásobování celé obce, tak jen skupiny obydlí (například jedné enklávy), a často pouze jednotlivé boudy nebo chalupy. V případě celé obce se může jednat i o skupinový výskyt objektů. Kvůli využití samospádu se nacházejí výše ve svahu nad cílovými objekty, často ale v diagonálním směru. Co se týče konvexních tvarů, jedná se převážně o jímací objekty a vodojemy, které mohou mít rozličnou podobu. Pokud se jedná o zděné stavbičky, nepředstavují reliéfový tvar. V případě, že se jedná o objekt zahrnutý po výstavbě v různé míře zemním pláštěm, lze ho již považovat za reliéfový tvar. Některé mají jednu zděnou stranu s vchodem otevřenou na povrch (obvykle obrácenou směrem po svahu), ale často jsou zahrnuté zcela, čímž získávají podobu zemní kupy (často asymetrické vzhledem ke svahové poloze) a jsou zpřístupněné pouze poklopem, případně opatřené také větracím zařízením. Konkávní vodárenské tvary jsou obvyklejší u jednotlivých chalup, kdy jsou vlastní pramen nebo skruž umístěné v uměle vyhloubených svahových rýhách; v případě větších rozměrů je jejich součástí i drobný odval. Jsou však i případy, kdy byla vyhloubená podobná rýha nebo deprese určená pro podchycení pramene, ale k výstavbě vlastního jímacího zařízení z různých důvodů již nedošlo. Takové případy mohou být zaměňovány se zavalenými štolami, tím spíš, že i z nich často vytéká voda a někdy byly důlní vody pro tyto účely skutečně podchycované.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V horských oblastech jsou vodárenské objekty tohoto poslání poměrně běžné, ale jejich počet je závislý na hustotě osídlení, a tím množství obydlí.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších, které jsou osídlené poměrně hustě a jednotlivé enklávy i solitérní boudy a chalupy v nich vystupují do vysokých poloh, se nachází poměrně velké množství vodárenských objektů všech výše uvedených typů. Mimořádně rozsáhlý příklad konkávní formy i s odvaly, připomínající zavalenou štolu, kde již ale nedošlo k realizaci výstavby objektu, můžeme vidět například v nejdolejší části Vítkovic poblíž Ambrožova smrku (371a). Menší zářezy tohoto typu jsou například v západních svazích nad Horními Albeřicemi (371b) nebo nad Horními Lysečinami. Konvexní kupovité tvary jsou také dosti časté, jako například nad Herlíkovicemi v prostoru Dumlichova dolu (370, 371c).

371a

371b

371c

PRŮMYSLOVÉ PLOŠINY

CHARAKTERISTIKA: Podobně jako sídelní objekty, vyžadují i industriální objekty terénní úpravy ve smyslu odkopů a náspů, které jsou často ve stísněných horských údolích v těsné vazbě i na regulace vodních toků. V době zakládání objektů na zpracování rud, a zvláště pak nástupu průmyslu byly horské řeky vyhledávané jako vítaný zdroj vodní energie. Proto byly továrny a různé provozovny zakládané i přímo dosti hluboko v horách. I když byly za tím účelem vybírány rozšířené a rovnější partie údolního dna, různé menší úpravy a aplanace terénu byly nezbytné. Týkaly se především říčních teras a úpatních částí svahů, které mohly být účelově formovány v podobě stupňů a stupňovitých teras. V úzkých horských údolích byly často spojené i s regulacemi toků a vyžadovaly také výstavbu různých návazných komunikačních forem, jako jsou přístupové silnice a mosty, a dalších objektů, jako jsou jezy a náhony. V řadě případů jsou součástí intravilánů, proto často splývají nebo zanikají mezi okolními sídelními a komunikačními formami a zástavbou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V horách průmyslově vyspělých zemí se jedná o běžné tvary. U nás v tomto směru vynikají zvláště jižní svahy sousedních Jizerských hor.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Průmyslové plošiny se nalézají v osídlených údolích všech větších toků, zvláště nejvodnější Jizery a jejího přítoku Huťského potoka, v menším počtu je však nalezneme i v údolí Labe, Malého Labe a Úpy. Na řadě z nich stojí dodnes tovární objekt, i když téměř vždy již nefunkční, anebo neslouží původnímu účelu. Jedna z nejstarších industriálních plošin s již zaniklými objekty se nalézá v místě historických hutí v Dolním Dvoře – Rudolfově (373a). Za průmyslové plošiny lze považovat i místa upravená pro potřebu pálení dřevěného uhlí ve větším měřítku s početnými milíři, jako na soutoku Malé Úpy a Sovího potoka (373b).

Antropogenní tvary
Industriální tvary

PRŮMYSLOVÉ HALDY A ELEVACE

CHARAKTERISTIKA: Odpadový, popřípadě vytříděný materiál vznikající činností některých průmyslových podniků byl často vyvážen na stejné místo, čímž vznikaly elevace nejrůznější velikosti i tvaru. V horských oblastech jsou obvykle formované v závislosti na reliéfových a terénních podmínkách. Jejich složení bylo závislé na zaměření výroby, ale v Krkonoších se jednalo převážně o hutnické průmyslové haldy. Vzhledem k tomu, že se jedná vesměs o historické objekty, vzniklé v době, kdy byly limitované dopravní možnosti, nalézaly se vesměs v těsné blízkosti podniků (hutí, pecí, pražíren rudy). Jelikož se však jednalo téměř výhradně o malé podniky, a navíc s omezenou dobou působnosti, jsou haldy tohoto typu také jen malých rozměrů a dnes proto převážně dosti splývají s okolním terénem.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Představují běžnou reliéfovou formu zvláště v průmyslově vyvinutých zemích, kde jsou ale zastoupené i podniky zaměřené na obory výroby, které v Krkonoších nepřipadají v úvahu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se vyskytují jen v omezeném počtu, ale na několika dalších místech (v Hořejším Vrchlabí, Arnoštově nebo u kostela v Dolním Dvoře), kde se s největší pravděpodobností také nacházely, zcela zanikly pozdější aplanací v důsledku výstavby a při zřizování komunikací. Nejlépe dochované jsou v Rudolfově v Dolním Dvoře (373c), v údolí Klínového potoka pod Strážným a poměrně malé v Obřím dole u mostu odbočky do Modrého dolu.

373a

373b

373c

VODNÍ NÁHONY A NÁDRŽE NÁHONŮ

CHARAKTERISTIKA: Neodmyslitelnou součástí pohonu historických (hutě, stoupy, hamry) i novodobějších podniků (pily, mlýny, továrny) byly náhony a někdy i na ně navazující vodní nádrže. Začínaly jezy, jejichž rozměry byly úměrné průtoku vodního toku, a tedy i šířce řečiště, ale také velkosti cílového objektu; pokud však byly dřevěné, zanikly beze stopy a někdy byly i uměle odstraněné, obvykle při výstavbě a rozšiřování údolních komunikací. Délka náhonů byla většinou závislá na spádu toku, i když se mohly uplatňovat i jiné faktory. V případě malého průtoku potoka nebo malého profilu náhonu byly někdy kombinované i s drobnými vodními nádržemi nejčastěji v bezprostřední blízkosti cílového objektu, které umožňovaly větší kumulaci vody. V úzkých horských údolích měly tyto nádrže někdy podobu jen rozšířené části náhonu. V případě náhonů u říčních toků s větším průtokem jsou často dodnes funkční, ale nikoliv pro potřebu původní, dnes již nefunkční továrny, ale využívají je malé vodní elektrárny, které vznikly na jejich místě. U malých objektů, hlavně někdejších mlýnů na menších potocích, jsou dnes již suché, ale často stále ještě poměrně dobře zachovalé a někdy vytvářejí dobře patrné horizontální linie v úpatní části svahů. V případě nejstarších náhonů, které sloužily původně hutím, stoupám a hamrům, byly po jejich zániku často využity pro pohon pil nebo mlýnů.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Náhony jsou zcela běžnou součástí osídlených krajin, nejčastěji ale těch s horským, popřípadě i s pahorkatinným reliéfem.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Také v Krkonoších jsou ve funkční i nefunkční (historické) podobě často zachovalé. V suché podobě je můžeme vystopovat u některých starých vodních mlýnů jako u Zabuchovských Mlýnů ve Stromkovicích (375a), včetně několika, kde jsou jejich součástí vodní nádrže (např. u Kákovského mlýna, 375b). V několika případech se dochovaly i u bývalých hutí a hamrů, jako v Dolním Dvoře (374) nebo na Klínovém potoce a u jiných někdejších drobných provozoven různého poslání (u Čertova mlýna ve Vlčí jámě). Určitou zajímavostí je, že v Krkonoších existují náhony, které jsou s ohledem na zdejší členitý, popř. i skalnatý reliéf zčásti podzemní, buď zděné, nebo i ražené jako tunel (dnes již nefunkční v Rokytnici nad Jizerou u jeskyně Netopýří mlýn (375c) nebo dodnes funkční též na Jizeře v Hradsku).

375a

375b

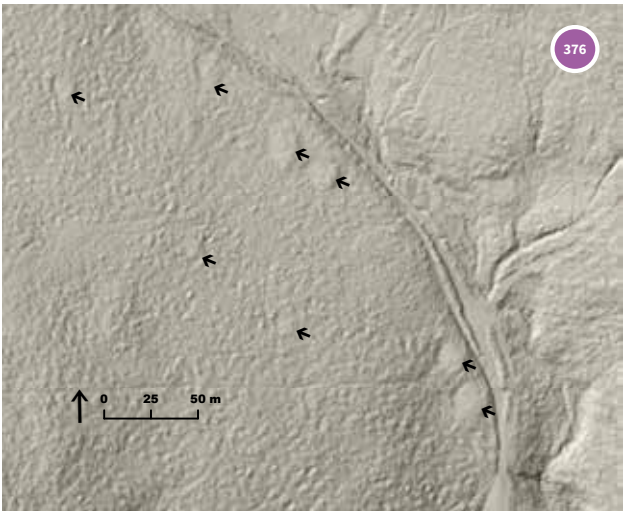
375c

MILÍŘOVÉ PLOŠINY

CHARAKTERISTIKA: S rozvojem těžby a zpracování kovů vzrůstala v našich zemích zvláště od konce středověku spotřeba dřevěného uhlí. To se pálilo v milířích, které se mohly vyskytovat jednotlivě, nebo v celých menších skupinách. V horských oblastech s převážně strmými svahy pro ně bylo nejdříve nutné vybudovat plošinky, jejichž velikost byla úměrná počtu milířů. Sestávaly z degradační i agradační části, tj. drobného, obvykle mělkého odkopu směrem proti svahu a z takto získaného materiálu byl naopak navršený násep směrem po svahu. V případě individuálních milířů měla celá plošina, včetně odkopu i náspu nejčastěji zaoblený až kruhový půdorys. V horských oblastech se ztížených komunikačními možnostmi vznikaly poměrně početné drobnější hutě, které zpracovávaly rudy z blízkých dolů, často jen v určitém jednotlivém údolí. Největší koncentrace milířů a jejich plošin se proto nacházejí v bližším okolí těchto někdejších hutí. Vzhledem k malému výškovému rozpětí milířových plošin (hloubka odkopu i výška náspu se obvykle pohybují jen do 1,5 m) a téměř výhradnímu rozmístění v lesním porostu mnohé z nich dnes již dosti splývají s terénem v důsledku překrývání humusovou vrstvou, a také je skrývá vegetace nebo napadané stromy. Větší milířová centra, vázaná na potřebu vody, a tedy přítomnost vodního toku na dně údolí, zanikla vesměs beze stopy při pozdějších komunikačních a regulačních úpravách. Některé milířové plošiny prozrazují úlomky dřevěného uhlí odkryté erozí, vývraty nebo při náhodných zemních pracích.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou zcela běžné v horských oblastech s bohatší hornickou minulostí, ale pro své malé rozměry a výše uvedené faktory většinou unikají pozornosti veřejnosti.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše patří k pohořím s mimořádně velkým počtem milířových plošin, což koresponduje s poměrně velkým počtem drobných ložisek kovů a na ně navazujících hutnických center lokálního významu. Mohou být velmi rozmanitého stáří z období mezi 16. a 19. stoletím. Poměrně velké množství jich nacházíme například v údolí Luisiny vody pod Hříběcími Boudami (376, 377a) a v okolí Dolního Dvora a Rudolfova (377b). Ve východních Krkonoších se nacházejí zejména v okolí Pece pod Sněžkou (377c).



377a

377b

377c

VOJENSKÉ BUNKRY A JEJICH ZÁSYPY A PŘÍKOPY

CHARAKTERISTIKA: Nejrůznější vojenské a válečné objekty představují významné tvary reliéfu. Samotné stavby (např. bunkry) k nim sice nepatří, ale nejrůznější konvexní i konkávní tvary s nimi spojené a kombinované ano. Velké bunkry byly často chráněné alespoň z některých stran příkopy, ale i malé (tzv. řopíky) vyžadovaly pro své základy vyhloubení deprese různého tvaru (zvláště s ohledem na sklon svahu), a naopak ze strany ohrožení měly navršené mohutné zásypy, jak ze zemního, tak kamenitého (úlomkovitého) materiálu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Tyto tvary byly budovány na řadě míst Evropy, zvláště v souvislosti se 2. světovou válkou, ale naše republika má v tomto směru mimořádné postavení, protože podobné objekty lemují pohraniční oblasti v téměř souvislém pásu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde však měla bohužel právě v nejcennějších partiích vrcholového bezlesí (tzv. tundry) výstavba bunkrů a další zemní práce s ní spojené mimořádně negativní dopad na přírodní prostředí, který trvá v určité míře dodnes. V montánním stupni tyto tvary již většinou skryla vegetace, ale v subalpinském stupni zůstaly deprese i násypy bunkrů v původním stavu dodnes a působí i vizuálně jako velmi negativní prvek, zvláště v kryoplanačních terasách na Luční hoře (379a).

VOJENSKÉ ZÁKOPY

CHARAKTERISTIKA: Zákopy jsou přímočaré nebo různě klikaté lineární konkávní tvary se svislými stěnami a různé hloubky (obvykle do 2,5 m), sloužící vojenským účelům. Vznikají vyhloubením zeminy nebo zvětraliny pod úroveň okolí. Téměř vždy jsou provázené valem navršeným z vykopané zeminy v předpokládaném směru útoku. Mohou být vyhloubené buď ručním nářadím, nebo mechanizovanými prostředky. Sloužily jak přímé obranné činnosti, tak jako komunikační linie mezi jednotkami. Vzhledem k nevelkému profilu a svislým stěnám podléhají poměrně rychle destrukci a řícení stěn, spolu se zarůstáním vegetací.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Běžně a v nejrůznějším rozsahu se vyskytují v místech někdejší novodobé vojenské činnosti nebo v místech předpokládaných bojů.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Největšího rozšíření dosahují na vrcholovém bezlesí, kde byly součástí výstavby linie opevnění budovaného před 2. světovou válkou; nejdelší zákopová linie se táhne svažitou částí Bílé louky pod Modrým sedlem s krátkými přerušeními v délce 1,3 km (379b). Jako všechny ostatní militární tvary v prostoru vrcholového bezlesí jsou obvykle zarostlé odlišnou vegetací a jsou názornou ukázkou velmi pomalého a obtížného návratu k původní podobě vegetačního krytu v těchto klimaticky exponovaných polohách.

DEPRESE MILITÁRNÍCH OBJEKTŮ

CHARAKTERISTIKA: V prostoru opevněných linií byly zřizovány také rozsáhlejší plošiny pro plánované a nerealizované vojenské objekty, jejichž výkopové práce byly teprve započaty. Obvykle jsou zahloubené do terénu a chráněné ve směru nepřítele zemními valy. Obvykle byly propojené se zákopovými liniemi a navazovaly na ně i přístupové cesty. Nejčastěji měly čtvercový nebo obdélníkový půdorys podle toho, o jaký typ objektu se jednalo. Vzhledem k jejich konkávnímu charakteru se však mohly v případě nedostatečné drenáže a odvodnění následně zatápět vodou.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: V rámci opevněných linií byly budované všude, kde hrozilo akutní nebezpečí postupu nepřítele.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Celkem pět depresí tohoto typu se nachází v linii zákopů ve svazích Bílé louky pod Modrým sedlem jižně od Luční boudy. Největší z nich (pro stavbu pěchotního srubu) se nachází na východním zakončení zákopové linie a v jeho případě také dochází k zatápění dna v době tání sněhu anebo při trvalejších srážkách (379c), čímž představuje i nejvýše položenou umělou vodní plochu v republice. Další se nacházejí solitérně v pokračování této linie směrem k západu. Podobné poslání měl i nejspíše i mělký příkop na Harrachově louce v západních Krkonoších.

379a

379b

379c

KULOMETNÁ HNÍZDA

CHARAKTERISTIKA: Součástí pevnostních linií byly i drobné tvary kulometných hnízd o průměru 2 až 3 m a hloubce obvykle do 1,5 m. Mohly být součástí zákopové linie, ale některé byly zcela solitérní. Vedle konkávní části byly kryté valem z vykopaného materiálu ve směru postupu nepřítele. Vzhledem k malým rozměrům v drobnozrnných zvětralinách poměrně rychle zanikají a zarůstají vegetací, ale v kamenitých sutích zůstávají zachované velmi dlouho.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Jsou běžnou součástí obranných linií v prostoru předpokládaného útoku nepřítele.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Větší počet kulometných hnízd je součástí obranné linie jižně od Luční boudy, ale většinou jsou solitérně rozmístěné. Nejlépe dochované jsou v Modrém sedle, a zvláště v sutích severního svahu Luční hory, kde jsou jejich valy z volně naskládaných kamenů (381a). Jsou však také součástí opevněné linie na Zlatém návrší, např. přímo pod mohylou Hanče a Vrbaty.

PROTITANKOVÉ PŘÍKOPY

CHARAKTERISTIKA: Protitankové příkopy se budovaly účelově pouze v místech konkrétní potřeby a byly spojené v naprosté většině s nižšími polohami a obydlenou krajinou, kde dosahovaly i značných délek. V horských krajinách byly hloubeny téměř výhradně v místech přechodů, tj. v sedlech a průsmycích, a proto byla jejich délka podstatně menší, řádově dosahovala jen stovek metrů. Z jejich poslání vyplývá, že se jedná o poměrně významný tvar, jehož šířka je několik metrů (včetně paralelního valu z vybraného materiálu) a hloubka je obvykle v rozmezí 2 až 4 m.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Za 2. světové války byly budovány v místech předpokládaných vojenských akcí a směrování útoků, proto se nacházejí v územích, kde probíhaly bojové akce, ale téměř výhradně v Evropě. V kulturní krajině byly po skončení války obvykle zasypávané a aplanované.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: V Krkonoších se nachází pouze jediný jednoznačný protitankový příkop, a to v sedle Przełęc Szklarska (Novosvětský průsmyk) na polské straně pohoří, asi 1,5 km od našich hranic (381b). Výběr tohoto místa je logický, protože strategicky nejvíce odpovídá poslání protitankových příkopů v celém úseku státní hranice Jizerských hor a Krkonoš. Za protitankový příkop bývá označovaná i poměrně krátká (165 m) lineární deprese protínající cestu jižně od Čtyř pánů na vrcholovém zarovnaném povrchu západních Krkonoš. I když se pravděpodobně jedná skutečně o militární formu, její poloha a malá hloubka v místech pro tanky prakticky nedostupných i možnost jejího snadného obejití prostřednictvím jakékoliv vozové techniky v širokém plochém terénu tento původ dosti zpochybňuje.

HRADNÍ PŘÍKOPY A VALY

CHARAKTERISTIKA: Také budování středověkých hradů a fortifikací bylo spojené s poměrně rozsáhlými zemními pracemi, které po sobě zanechaly antropogenní tvary hlavně v podobě příkopů a valů, popřípadě parkánových teras. Patří sem však i některé drobné konkávní tvary jako studny, cisterny, ve skále tesané zásobárny apod. Příkopy mohly být lámané přímo do skalního podloží a pak měly v původní podobě často i svislé stěny (které však již dnes mohou mít vlivem zvětrávání, rozpadu a řícení stěn zčásti svažitou podobu) anebo hloubené ve zvětralině, kde jsou svažité od začátku. Tvar i rozměry lámaných příkopů ovlivňovaly vlastnosti horniny, zvláště její soudržnost a tvrdost. Jejich polohu a průběh ovlivňovaly přírodní poměry lokality (návaznost na svahové deprese a zářezy, skalní průrvy apod.). Valy představují konvexní lineární elevaci, a jelikož se prostorově nejčastěji kombinují s příkopy, jsou obvykle navršené z materiálu vybraného z příkopu. Ve snadno přístupných partiích fortifikace se mohou střídat i 2 až 3 příkopy a valy za sebou. Přístupové komunikace překonávaly příkopy pomocí mostů (často jen dřevěných). Podle místní situace mohou být příkopy a valy přímé, nebo obloukovité a jsou případy, kdy obklopují jádro hradu ze všech stran, nejčastěji v podobě kruhu nebo elipsy. U dřevěných a hrázděných hradů a tvrzí jsou valy a příkopy obvykle jediným pozůstatkem někdejší fortifikace.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Valy i příkopy jsou zcela běžnou součástí téměř všech hradů a často i tvrzí, i když ve velmi rozdílných délkách a množství.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou chudé na počet středověkých fortifikací, ale u všech se nacházejí i příkopy. Nejrozsáhlejší, kombinované s valy jsou u Štěpanického hradu. U Rychlovského hrádku poblíž Horních Štěpanic (381c) je příkop výrazně obloukovitý, navazující na jedné straně na přírodní skalnatou svahovou depresi, zatímco Purkhybl má příkopy lámané v rostlé skále. Nejhlubší příkop měl Žacléřský hrad (přestavěný na zámek) a naopak poměrně mělké obklopovaly tvrz ve Víchové. Příkopy s valy mají i blízké hrady v sousedství (Nístějka, Rechenburk).

381a

381b

381c

MOHYLY (VRCHOLOVÉ MOHYLY)

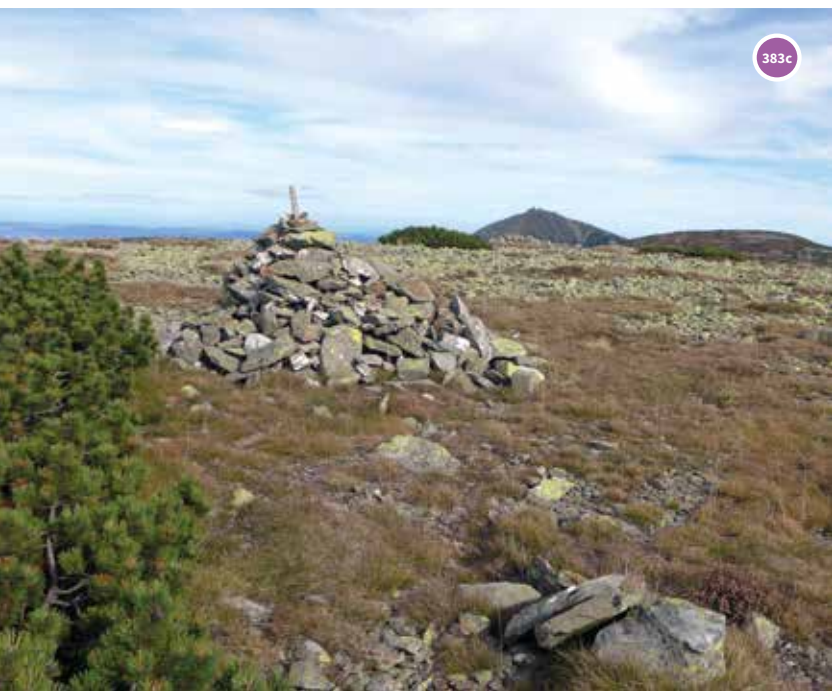
CHARAKTERISTIKA: Pojetí mohyl může být velmi subjektivní, neboť za antropogenní reliéfový tvar se považují nejčastěji rozsáhlejší elevace velikosti menších pahorků, často navršených ze zeminy a s objemy i v řádu tisíců metrů krychlových. U malých, převážně jen kamenných (navršených i zděných) mohylek je situace složitější, protože mohou být považované jak za reliéfový tvar, tak za umělou stavbu. Byly zřizovány jak k vyjádření památky významným, většinou zemřelým osobnostem (pochovaným však jinde), ale mohou být motivovány i politicky. Na vrcholech některých významných hor však nemají žádné konkrétní poslání, ale vznikly postupným spontánním navršením volných kamenných úlomků turisty a návštěvníky. V chráněných územích jsou nežádoucím prvkem, který může vést k lokálnímu poškození až zániku přírodních reliéfových forem (například mrazem tříděných půd).

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně je můžeme nalézt kdekoliv v obydlených krajinách světa, kde mohou být jak historického (počínajíc starověkem), tak novodobého původu.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Mohyla památečního poslání je například mohyla Hanče a Vrbaty na Zlatém návrší (383a), stejně jako mophyla Hanče níže ve svahu nad Labským dolem (382). Dnes již silně chátrající mohyla určená německému císaři Vilému I. měla naopak oslavné zaměření (383b), ale je ukázkou, jak se zděná mohyla mění postupně v balvanovou akumulaci. Patří sem však i malá mohylka z volně naskládaných kamenů na plochém temeni Luční hory (383c), která nemá konkrétní poslání a vyznačuje jen polohu vrcholu. Okolnosti jejího vzniku nejsou známy, snad byla postavená původními obyvateli okolních bud.

383a

383b

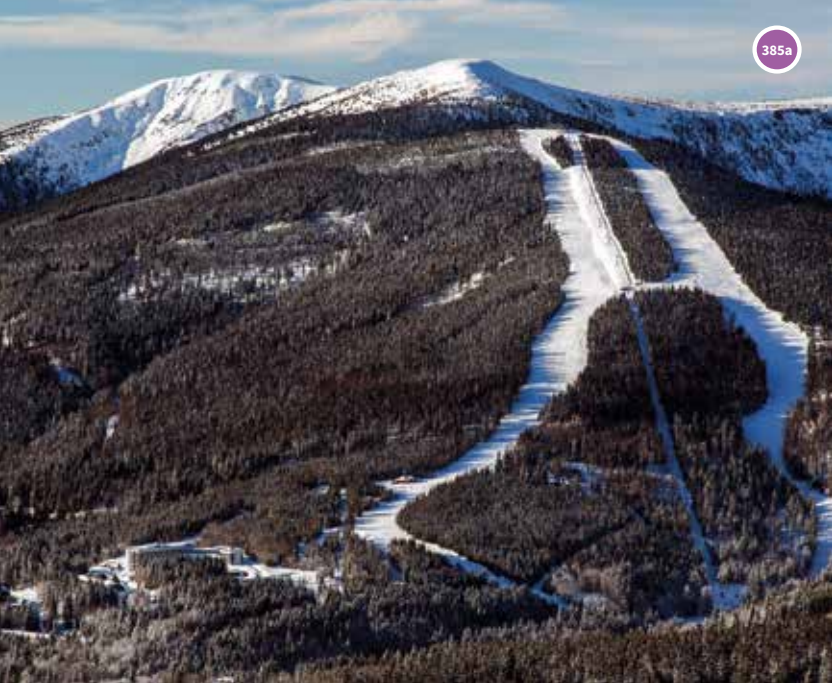

383c

SPORTOVNÍ AREÁLY

CHARAKTERISTIKA: Sportovní, v případě horských masivů konkrétně lyžařské areály, jsou objekty velkého plošného rozsahu a představují závažný problém pro zájmy ochrany přírody, zvláště tam, kde se jedná o chráněná území. Jejich součástí jsou i rozsáhlé terénní úpravy agradačního i degradačního charakteru, které vedou k reliéfovým změnám na ploše řádově celých hektarů. Vedle odlesnění se jedná se o nejrůznější odkopy a průkopy terénních elevací (může se jednat například i o ledovcové morény nebo skalní výchozy) a naopak zavážky a zarovnání terénních depresí, nebo zářezy a elevace bubnů skokanských můstků. Početné jsou v nich také nejrůznější umělé terasy a plošiny, spojené téměř vždy s odkopy, náspy a opěrnými zdmi, a plošky pro pilíře lanovek a vleků. Nejrozsáhlejší jsou manipulační a sídelní plošiny (pro ubytovací a občerstvovací objekty), ale početné jsou též plošiny stanic vleků a lanovek a také nově budované nádrže pro umělé zasněžování. V rámci sportovních areálů dochází někdy také k přemostění, zatrubnění či přesměrování vodních toků a u samotných sjezdovek přistupují ještě odvodňovací rýhy a příkopy. Poměrně rozsáhlé plochy zaujímají také plošiny parkovišť, které jsou součástí areálů a jejich příjezdové komunikace. Plochy lyžařských areálů znamenají úplnou změnu krajinného rázu i georeliéfových poměrů daného území a jsou srovnatelné se změnami spojenými s klasickými intravilány.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Lyžařské sportovní areály jsou dnes příznačné pro horské masivy všech vyspělých zemí, které mají současně i odpovídající klimatické podmínky.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Krkonoše jsou v podmínkách naší republiky pohořím, které je díky své výšce a klimatickým poměrům nejvíce postižené výstavbou sportovních areálů, jež se nacházejí v různém počtu a rozsahu ve všech zdejších horských obcích; nejrozsáhlejší a s největšími negativními dopady na zdejší přírodu a krajinu jsou ve Špindlerově Mlýně (385a) Další areály s významnými terénními úpravami najdeme například v Černém dole (385b) nebo na Hnědém vrchu v Peci pod Sněžkou (384 a 385c).


385a

385b
RENTAL
SCHOOL

385c

SJEZDOVKY (SJEZDOVÉ DRÁHY)

CHARAKTERISTIKA: Rozsáhlejší sjezdové dráhy jsou téměř vždy součástí sportovních areálů a jejich problematika proto úzce souvisí. Sjezdovky představují zásadní velkoplošné zásahy do krajinářské podoby i stávajícího reliéfu. Vedle vykácení lesního porostu vyžadují zarovnávání terénních nerovností, jak agradační, tak degradační podoby, které může v některých členitějších partiích svahů dosahovat výšek i několika metrů, výjimečně i více. Vedle „uhlazení" svahu v místech vývratových, agrárních a jiných drobných nerovností, popřípadě přímo likvidace skalních výchozů se jedná o plošně i objemově rozsáhlejší zavážky svahových zářezů, nebo naopak odstranění různých elevací (například morén). Jejich součástí jsou i různá opatření na usměrnění odtoku vody (rýhy a příkopy). Negativní dopad mají i na historické antropogenní tvary reliéfu, zvláště montánní či agrární. Představují proto v řadě případů závažné zásahy do krajiny i reliéfu a kolidují, někdy velmi významně, se zájmy ochrany přírody.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: S rozvojem masového rozšíření sjezdového lyžování jich byl vybudován velký počet a tlaky na zřizování stále nových neustávají. Postižené jsou logicky zvláště horské masivy, které jsou přitom nejčastěji součástí velkoplošných chráněných území (národních parků i CHKO), v případě naší republiky se jedná hlavně o pohraniční horské masivy.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Právě Krkonoše představují pohoří, kde je konflikt zájmů v tomto směrů mimořádně aktuální. Jedná se o sjezdovky prakticky ve všech významných horských střediscích. Největší reliéfové zásahy, a tím i škody na přírodně cenných objektech vznikly v minulosti u sjezdovek ve Vlčím dole v Peci pod Sněžkou a Černém Dole, kde došlo k rozsáhlým odkopům svahů, a naopak navršením materiálu v terénních depresích (387a).

SKOKANSKÉ MŮSTKY

CHARAKTERISTIKA: Výstavba skokanských můstků je také obvykle spojená se terénními úpravami. U dnešních můstků má horní část nejčastěji podobu samostatné věže, která nepředstavuje antropogenní reliéfový tvar, u starších můstků ale byla často alespoň zčásti uměle zahloubená v podobě různě hlubokého terénního zářezu, zatímco ve spodní byla též uměle navršená elevace bubnu v prostoru doskoku. Existují však i opačné případy, kdy v místě věže je navršený val a prostor bubnu je obloukovitě zahloubený. V období masivního rozvoje lyžařských sportů se stavěly v horských oblastech menší skokanské můstky v poměrně hojném počtu, často v režii jednotlivých obcí. Dnes již jsou mimo velkých středisek zaniklé a dokladem jejich existence jsou pouze uvedené reliéfové tvary.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Příležitostně se s nimi setkáváme v horských oblastech zemí s vyspělou lyžařskou tradicí, zvláště v blízkosti intravilánů horských obcí.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: Vedle současného lyžařského areálu v Harrachově se s reliéfovými pozůstatky zaniklých a vesměs malých skokanských můstků setkáme na několika místech v Krkonoších; namátkou lze uvést Janské Lázně, kde je dobře patrný zářez v místě někdejší věže (387b), Harrachov (u někdejšího dolu), Eliščino údolí v Malé Úpě, ale byly i jinde. Většinou jsou však dnes v lese a v různé míře zarůstají nebo jsou již přímo zarostlé. Tyto pozůstatky můstků ale dnes nepředstavují z hlediska ochrany přírody vzhledem k malému plošnému rozsahu žádný zásadní problém.

HŘIŠTĚ (PLOŠINY HŘIŠŤ)

CHARAKTERISTIKA: Hřiště jsou určená na rozdíl od zimních sportovišť naopak pro převážně letní aktivity. Původně téměř výhradně městská záležitost se postupně stává spolu s rozšiřováním nabídky alternativních činností rekreantů nejen součástí obcí, ale také některých ubytovacích zařízení (hotelů a penzionů) i v horských oblastech. Zde však s ohledem na členitost reliéfu a sklony svahů vyžaduje jejich výstavba podstatně větší terénní úpravy vedoucí k vytvoření rovné plochy, tj. konkávních (odkopů) forem na jedné straně a konvexních (náspů, popřípadě i teras) na opačné straně. Podle účelu, ke kterému byly zřizované, mají nejčastěji obdélníkovitý půdorys, ale někdy může být i oválný (zvláště, jedná-li se o velká hřiště s běžeckými dráhami), popř. u specializovaných sportů ještě jiný. U hřišť v údolních polohách se nemusí jednat o odkopy a náspy, ale drobné úpravy (zarovnání terénu) jsou obvykle nutné i tam. Specifické úpravy vyžaduje také zřizování hřišť minigolfu.

CELKOVÉ ROZŠÍŘENÍ: Hřiště nejrůznějšího poslání se stávají v posledních desetiletích dosti častou součástí horských obcí a jednotlivých ubytovacích zařízení.

VÝSKYT V KRKONOŠÍCH: To platí i pro Krkonoše, kde můžeme vidět hřiště a jejich plošiny u některých hotelů i horských bud (například u Petrovky, 387c), a dokonce i u soukromých chalup, stejně jako u horských osad (např. v polské Borowici), kde však obvykle mají větší plošný rozsah.

387a

387b

387c

ANTECEDENTNÍ ÚDOLÍ	vznikají v územích postižených geologickými (tektonickými) zdvihy, přičemž starší vodní toky zachovávají původní směr toku a zařezávají se proto do podloží se zrychlenou intenzitou. Tím vytvářejí hluboká, často i skalnatá údolí se strmými svahy, označovaná též jako průlomová.
ANTROPOGEOMORFOLOGIE, ANTROPOGENNÍ GEOMORFOLOGIE	dílčí obor geomorfologie, zabývající se tvary a genezí reliéfových tvarů vzniklých činností člověka
APLANACE	v antropogenní geomorfologii termín pro zarovnání terénních nerovností
ASYMETRICKÉ ÚDOLÍ	údolí s výrazně odlišnou výškou a obvykle i nestejným sklonem protilehlých svahů
ČESKÝ MASIV	nejvýchodnější část (jinak řečeno i zbytek) rozsáhlého variského neboli hercynského horstva, které bylo vyvrásněno v prvohorách (od středního devonu do svrchního karbonu, tj. před 380 až 300 miliony let), vzniklé v důsledku srážky desek (Gondwany a Laurussie). Zaujímá většinu území naší republiky s výjimkou karpatské soustavy na východě Moravy, ale naopak s významnými přesahy do Polska, Německa a Rakouska. Jeho nejrozsáhlejší části včetně západosudetské oblasti (tj. i Krkonoš) budují dominantně žuly a krystalické břidlice a na jeho reliéfu se vzhledem k velkému geologickému stáří významně podílejí zarovnané povrchy.
DELUVIUM (TÉŽ **KOLUVIUM**)	polygenetické svahoviny neboli svahové sedimenty, nejčastěji se zastoupením různých zrnitostních frakcí
DENUDACE	soubor pochodů (zvláště erozních) vedoucích k celkovému snižování zemského povrchu
DIVOČÍCÍ TOK	širší vodní tok unášející velké množství kamenitých náplavů, v nichž během povodní přemísťuje svoje ramena, za současného zanikání starých a vytváření nových. Jsou typické hlavně pro řeky mladých vrásových pohoří a jejich podhůří, ale příležitostně mohou vznikat vlivem lokálních podmínek i na menších potocích (obvykle v kratších úsecích).
EGUTAČNÍ JAMKY	drobné a mělké jamky a sníženiny v jeskynních usazeninách, vznikající činností skapávající vody. Obvykle jsou trvale nebo občasně zatopené vodou.
EPIGENETICKÝ	tvar nebo jev vznikající následně v geologicky starším okolí nebo horninovém podloží

EXTRAGLACIÁLNÍ	nezaledněný, ležící mimo dosah zalednění
FOSILNÍ	odumřelý, v současnosti se již nevyvíjející, popřípadě přímo v různém stádiu zanikající reliéfový tvar
ETCHPLÉN (ČTI EČPLÉN) NEBOLI **HOLOROVINA**	jeden z typů zarovnaných povrchů, významně zastoupený v Krkonoších. Etchplény vznikly dávným (převážně třetihorním) zvětráváním a následným odnosem hlubokých zvětralin za odlišného klimatu a vyznačují se zvlněným povrchem daného území. V Krkonoších byl mladými tektonickými pohyby vyzdvižený a mladšími erozními procesy následně rozčleněný na několik drobných útržkovitých zbytků. Pro krkonošskou přírodu jsou nejvýznamnější dva z nich, a to vrcholové „plošiny“ západních a východních Krkonoš.
GELIFLUKCE	obdoba soliflukce, probíhající ale na zmrzlém (dlouhodobě i sezónně) podloží. Proto se uplatňuje hlavně v arktických a subarktických oblastech, ale ve studených klimatických obdobích se mohla uplatňovat i ve vrcholových částech Krkonoš.
GELIVACE	povrchové jemné zvětrávání a rozpad hornin působením mrazu na drobné úlomky a frakce
HORNATINA	vystouplá geomorfologická jednotka se silně členitým reliéfem a často i výrazným úpatím, v níž převládá výšková členitost 300 až 600 m (tj. rozdíl mezi vrcholy a dny údolí) a nadmořská výška v našich poměrech obvykle mezi 900 a 1 500 m (patří sem i Krkonoše).
HŘBET	protáhlý, vypuklý geomorfologický tvar s výraznými okrajovými svahy a plochou (někdy i poměrně širokou), zaoblenou vrcholovou částí. Patří sem naprostá většina krkonošských hřbetů, byť někdy mohou paradoxně nést pomístní označení „hřeben“; za příklad mohou sloužit Vlčí nebo Pomezní hřeben, které jsou z reliéfového hlediska hřbety.
HŘEBEN	protáhlý, vypuklý geomorfologický tvar s výraznými, někdy i velmi strmými okrajovými svahy a úzkou, někdy i skalnatou vrcholovou částí. Podobně jako hřbety jsou v pomístním názvosloví běžně označovány (zaměňovány) za hřbety; typický příklad jsou krkonošské Kozí hřbety, které jsou jedny z mála zdejších hřebenů.
JEHLOVITÝ LED	dlouhé a úzké, jednostranně protáhlé krystaly ledu, vznikající zvláště při holomrazech mrznutím vystupující kapilární vody na zvlhčeném až podmáčeném povrchu. Nejčastěji jsou dlouhé několik centimetrů, ale ani výšky do 20 cm nejsou vzácností. Při několikadenní regelaci bývá i vícepatrový a může být jak přímočarý, tak vlivem gravitace ohnutý a někdy až přímo zakroucený. Jeho geomorfologický význam spočívá v nazdvihování a přemísťování zemních části i kamenných úlomků po svahu, které probíhá lokálně i dlouhodobě.

KONGELIFRAKCE	hrubé mechanické trhání a rozpad pevných hornin mrazem, většinou v podobě větších úlomků
KONTAKTNÍ DVŮR	pásmo hornin lemující vyvřelé těleso (například žulový pluton), ve kterém došlo působením jeho tlaku, vysokých teplot a horkých roztoků k přeměně původních hornin. Nově vzniklé horniny (například kvarcity, plodové a skvrnité břidlice aj.) jsou obvykle výrazně tvrdší, a proto vytvářejí na povrchu významně reliéfové formy, což se velmi výrazně projevuje právě v Krkonoších. Šířka kontaktního dvora bývá do několika kilometrů, v Krkonoších převážně do 1 km.
KOTLINA	vhloubený geomorfologi cký tvar nebo i rozměrnější orografická jednotka, obklopená ze všech stran reliéfovými elevacemi. Nejčastěji jsou tektonického původu (poklesy podél zlomů – případ Harrachovské kotliny), ale mohou vzniknout i erozí a denudací v místě málo odolných hornin.
KRAS	území vyznačující se souborem povrchových i podzemních tvarů a jevů, vzniklých v rozpustných (krasových) horninách chemickým rozpouštěním vodou; vedle nejběžnějších vápenců a dolomitů sem patří např. i sádrovce nebo kamenná sůl.
KRYOGENNÍ	vzniklý činností mrazových procesů
MORFOMETRIE	disciplina zabývající se kvantitativním měřením tvarů zemského povrchu a jejich vyhodnocování na tomto základě
NIVACE	proces působení (například plazení) sněhu (zvláště firnového) na zemský povrch. Zvláště v málo soudržných zvětralinách vytváří různé reliéfové formy, převážně menších rozměrů. Většinou působí souběžně s mrazovými procesy.
PERIGLACIÁLNÍ	vzniklý v podmínkách studeného klimatu (s průměrnou roční teplotou pod 3 °C), a to jak současného, tak minulého, a to převážně mrazovými procesy (za přispění nivace i větrných procesů) v extraglaciálních (nezaledněných) územích
PIEZOMETRICKÝ POVRCH	úroveň volné vodní hladiny u volné zvodně nebo výtlačné hladiny u napjaté zvodně
PRŮLOMOVÁ ÚDOLÍ	hluboce zaříznutá údolí se strmými, často i skalnatými svahy a nerovnostmi na dně, provázenými obvykle peřejemi. Jejich geneze není jednotná – nejčastěji se jedná o antecedentní údolí, ale též o taková, kdy vodní tok protíná partie a vložky tvrdé horniny.
PSEUDOKRAS	souhrnný název pro tvary a jevy podobné skutečnému krasu, ale vzniklé jinými než krasovými (chemickými) procesy. Nejčastěji se vyskytují v pískovcích, kde mohou být povrchové i podzemní včetně pseudokrasových jeskyní, které mohou být různého typu (puklinové, rozsedlinové, blokové, vrstevní aj.), ale i jiných horninách.

REGELACE	proces střídavého zamrzání a tání zemského povrchu a jeho vodní složky (půdy, zvětralin, ale i skalních povrchů), který vede ke vzniku řady reliéfových tvarů zvláště v horských a subpolárních oblastech. Pro jejich vznik a vývoj je důležitá intenzita, a hlavně počet regelačních cyklů. U nás měla podstatně významnější roli v ledové době, zvláště v období jejího vyznívání.
RELIÉFOVÁ ENERGIE	relativní výškové rozpětí určité části zemského povrchu, tj. vertikální členitost reliéfu určitého území
ROZSOCHY	dílčí meziúdolní hřbety (popř. hřebeny) vybíhající z hlavního hřebene (nebo hřbetu) shodně se směrem vodních toků k okrajům pohoří, k nimž se obvykle i snižují. Jejich délku, členitost i výšku ovlivňují jak rozloha pohoří, tak různé místní, například strukturní vlivy. Velmi významně se podílejí na členění rozsáhlejší české strany Krkonoš, zatímco polská strana s málo členěnými zlomovými svahy typické rozsochy postrádá.
SKALNÍ ŘÍCENÍ	svahový proces spojený alespoň částečně s volným pádem skalních úlomků na skalních stěnách nebo skalnatých svazích. Termín označuje proces, zatímco skalní zřícení reliéfovou formu, která tímto procesem vznikla (u rozměrnějších vesměs konvexní akumulace s chaoticky zvlněným povrchem z balvanů a bloků).
SKALNATÝ	termín vyjadřující u reliéfových tvarů (např. svahů, vrcholů, ostrohů aj.) omezenou míru zastoupení skalních povrchů a výchozů, zvláště ve srovnání s termínem *skalní* v případě, kde je zastoupení skal a skalních povrchů téměř nebo zcela úplné.
SKALNÍ	označuje případy, kdy je povrch (např. svahů nebo vrcholů) tvořený z větší části nebo zcela masivní rostlou horninou. Obvykle se vyznačuje velkým sklonem, popřípadě i svislými až převislými partiemi.
SOLIFLUKCE	pomalý pohyb (sjíždění) rozbředlé zemní hmoty (půdy, zvětralin, sedimentů) po svahu. V horských podmínkách k ní dochází velmi často v souvislosti s regelací. V závislosti na sklonu svahu, charakteru a hloubce zvětralin vytváří zvláště v horských podmínkách řadu reliéfových tvarů (soliflukční proudy, jazyky, laloky, stupně), v některých případech i za spolupůsobení vegetace (půdní girlandy aj.).
STRUKTURNÍ TVARY	reliéfové tvary podmíněné odlišnou tvrdostí, a tím odolností hornin vůči zvětrávání, erozi a denudaci**.** Partie odolnějších hornin proto vytvářejí konvexní složky reliéfu (vrcholy, hřebeny a hřbety, svahová žebra, svahové stupně, skalní výchozy apod.), méně odolné naopak konkávní (údolí, zářezy, kotliny aj.). Spolu s tvary podmíněnými tektonickými vlivy představují nejrozšířenější a nejvýznamnější složku budující reliéf zemského povrchu. Rozhodujícím způsobem se uplatňují i v Krkonoších, kde se díky tzv. kontaktnímu dvoru a zastoupení tvrdých ortorul v krkonošském krystaliniku uplatnily nejspíše georeliéfově nejvýznamněji ze všech českých pohoří.

SVAHOVÉ POHYBY	souhrnný název pro všechny typy pomalého i rychlého gravitačního přemísťování horninového materiálu a zvětralin na svazích ve většině případů za pomoci vody, ale i seismických, popř. i mrazových procesů. V obecném pojetí jsou často nepřesně označované souhrnně jen jako sesuvy.
SVAHOVÉ DEFORMACE	reliéfové tvary vzniklé svahovými pohyby; mohou být konvexní i konkávní.
SUK	též tvrdoš nebo monadnok, menší, izolovaný reliéfový tvar nápadně konvexně vystupující nad své okolí, tvořený vložkou nebo ostrůvkem tvrdší horniny, vypreparovaný erozně denudačními procesy. Vyznačují se strmými, často i skalnatými, nebo přímo skalními svahy. V Krkonoších jsou nejčastěji tvořené vápenci a dolomity mezi okolními fylity hlavně na Maršovsku, méně často i kvarcity a zelenými břidlicemi.
ÚVALOVITÉ ÚDOLÍ	široce otevřené, mělké údolí vyznačující se malým podélným sklonem dna a svahy o mírném sklonu. Jeho šířka obvykle výrazně převyšuje hloubku. V našich podmínkách představují nejčastěji pozůstatek starého, třetihorního reliéfu.
VRCHOVINA	vystouplá geomorfologická jednotka s poměrně členitým reliéfem, s převládající výškovou členitostí 150 až 300 m, v našich podmínkách ležící obvykle v nadmořské výšce 600 až 900 m. V našem regionu sem patří například Vrchlabská vrchovina a Janský hřbet.
ZAROVNANÝ POVRCH	souhrnný, negenetický termín pro mírně zvlněný, erozně-denudační povrch, který zarovnává horniny různé odolnosti i stáří bez ohledu na sklon vrstev nebo břidličnatosti. Podle geneze jejich vzniku rozlišujeme několik typů – v Krkonoších se jedná o plošně omezené zbytky tzv. etchplénu neboli holoroviny. Zarovnané povrchy vznikly dávným (převážně třetihorním) zvětráváním a následným odnosem hlubokých zvětralin po nástupu odlišného klimatu. V Krkonoších se nacházejí v několika výškových úrovních podle míry tektonického zdvihu a následně byly mladšími erozními procesy rozčleněné na více drobných útržkovitých zbytků.

agrární blokové haldy	350
agrární haldy	**348**, 350, 354
agrární haldy kombinované se skalními výchozy	348
agrární hromady *viz agrární kupy*	
agrární kupy	**350**, 354
agrární terasy	358
agrární úvozy	336, 338, 342, 344, **366**
agrární valy	348, **352**, 354, 356, 358
agrární valy kombinované se suchými zdmi	354
agrární valy ze žulových balvanů	354
agrární zdi	350, 354, **356**, 358
agrární zdi a haldy kombinované s regulacemi toků	286, **356**
alpinotypní svahové zářezy	78
altiplanační terasy *viz kryoplanační terasy*	
antropogenní převisy	310
aplity	**20**, 22
aplitové žíly *viz aplity*	
aplitové skalní dlažby a fasety	22
asymetrická údolí	68
balvanová moře	198
balvanové proudy	202
balvanové sesuvy	252
bazaltandezity	**34**, 70
bazanity *viz čediče*	
blänky *viz rašelinná jezírka*	
boční morény	**184**, 188, 254
boční výmoly	66, **108**, 112
brázděné půdy *viz tříděné pruhy*	
břečkotoky (sněhotoky)	236
břehové nátrže	256
bulty	270
cizorodé horniny ve fluviálních náplavech	120
čediče	28, **32**, 34, 76, 120, 308, 312
čelní morény	184
čertova sedátka *viz skalní sedátka*	
deflační plochy	240
deprese militárních objektů	378
dlážděné turistické chodníky	368
dobývkové příkopy *viz příkopové dobývky*	
důlní propadliny	318, **322**
embryonální obří kotle	106
erlany (erlány)	26
erozně narušené odvaly	330
erozní průrvy v morénách	186
erozní skalní žlaby v krystalických břidlicích	110
erozní skalní žlaby v sedimentárních horninách	110
erozní stupně terciérního a pleistocenního zahlubování	58
erozní torzo úvalovitého údolí	52
erozní údolí	**58**, 70, 124

etážové lomy (kamenolomy)	308
exfoliační klenby	**20**, 254
exfoliační pukliny	16, **18**, 20, 84, 90, 96, 254
etchplén	**48**, 50, 52, 86, 220, 389, 392
facety *viz zlomové svahy*	
fylity	24, **26**, 28, 30, 44, 64, 82, 100, 102, 110, 126, 128, 152, 154, 158, 160, 164, 168, 308, 392
haldy *viz odvaly*	
Harrachovská mezihorská kotlina	40
hliniště *viz zemníky*	
hlinitokamenité přívalové proudy *viz mury*	
holorovina *viz etchplén*	
hornické vodní kanály *viz hornické vodní příkopy*	
hornické vodní nádrže	346
hornické vodní příkopy	346
hradní příkopy a valy	380
hráze klauz	362
hřbety	9, 24, 34, 44, 50, **122**, 124, 126, 254, 389, 391
hřebeny	68, **122**, 124, 158, 391
hřiště	16, **386**
jámové lomy (kamenolomy)	**306**, 310, 312
járky *viz rašelinné erozní rýhy*	
jeskyně *viz krasové jeskyně*	
jeskyně *viz pseudokrasové jeskyně*	
jeskynní jezera	296
jeskynní perly	296
kamenná moře *viz suťová pole*	
kamenné ledovce *viz balvanová moře*	
kamenné polygony *viz tříděné polygony*	
kamenné pruhy *viz tříděné pruhy*	
kamenné růžice	216
kamenolomy *viz lomy*	
kaňonovitá údolí	26, **64**
Karkonoski Padól Śródgórski	38
karling	9, **172**
karoidy *viz protokary*	
karové stupně	180
kary údolní *viz údolní kary*	
kary svahové *viz svahové kary*	
kary visuté *viz visuté kary*	
kaskádové vodopády	96
klauzy *viz hráze klauz*	
kolky *viz rašelinná jezírka*	
koncentrická rašeliniště *viz strukturovaná rašeliniště*	
kongelifrakcí puklé balvany	196

koridorové lomy (kamenolomy)	308
korozní dutiny	290
krápníková jeskynní výzdoba	292
krasové propadliny	282
krasové propasti	282
krasové jeskyně	288
krasové vyvěračky *viz krasové vývěry*	
krasové vývěry	280
kryoplanační terasy	**208**, 218
krystalické vápence až dolomity	**26**, 64, 66, 108, 152, 158, 164, 286, 290, 294, 296, 308, 310
křemenné žíly	30
kulometná hnízda	380
kvarcitové strukturní skalní útvary	152
lavinami stržené půdní a kamenné úlomky	232
lavinové hřiby	232
ledovcová jezera karová	188
ledovcová jezera morénová	190
ledovcová jezera zaniklá	192
ledovcová údolí	58, 70, **182**, 330
lišty, lamely a mřížky křemenných žilek (v jeskyních)	294
lomové komory	310
lomové štoly	286, **312**
lomové výsypky	312
melafyry *viz bazaltandezity*	
milířové plošiny	378
mlíčnice	120, **360**
mohyly	382
monadnoky *viz suky krystalických vápenců*	
montánně komunikační úvozy	366
morénové balvany a bloky	188
mramory *viz krystalické vápence*	
mraveniště	300
mrazové sruby hřebenovité	158
mrazové sruby svahové	156
mrazové sruby vrcholové	156
murově-fluviální akumulace	262
murové valy a akumulace	260
mury	9, 10, 74, 76, 78, 116, 124, 140, 182, 192, 204, 206, **258**, 260, 262
muskovitické kvarcity	28
muskovitické ortoruly	24
náplavové kužely *viz výplavové kužely*	
nepravé morénové vodopády	98
nivační deprese	178, **224**
nivační výklenky	224, **226**
obří hrnce v karbonátových horninách	102
obří hrnce v krystalických břidlicích	102

obří hrnce v žulách	100
obří kotle nepravidelné	106
obří kotle v krystalických břidlicích	104
obří kotle v žulách	104
obvaly	**332**, 334
odvaly hřebenovité	324
odvaly kombinované	328
odvaly tabulové	326
osypy	**204**, 206, 232
otevřené štoly *viz zející štoly*	
pastevecké útulky (pastevecká útočiště)	360
permokarbonské sedimentární horniny	**34**, 68, 128, 246, 250
peřeje	24, 34, 60, 64, 66, 70, 74, 76, 78, 88, **100**, 110, 112, 390
pinky	316, **318**, 320, 332, 342
pinková pole	**320**, 332
pinkové tahy	320
plošiny hřišť *viz hřiště*	
plošné dobývky *viz svahovací odkopy*	
plošné odkopy *viz svahovací odkopy*	
podtoky	274
ponory (krasové)	**278**, 280, 282, 288
ponorné toky v říčních náplavech	120
pounos, pounikos *viz rašelinné kopečky*	
povrchové dobývky *viz příkopové dobývky*	
povrchové korozní lišty (korozní lamely)	284
povrchové poruby *viz příkopové dobývky*	
pramenné mísy	80
primární žulová tektonika	18
prismatická odlučnost čediče	32
pronival rampart *viz sněžníkové valy*	
propasti *viz krasové propasti*	
protalus rampart *viz sněžníkové valy*	
protierozní přehrážky, stupně a dlážděná koryta	364
protitankové příkopy	380
příkopové dobývky	334
protokary	48, **178**, 224
prtě	300
průmyslové haldy a elevace	372
průmyslové plošiny	372
protitankové příkopy	380
pseudokrasové jeskyně	**150**, 182
pseudoviklany *viz viklany a pseudoviklany*	
puklinové křemenné výplně	24
putující balvany a bloky	220
rašelinná jezírka	268
rašelinné erozní rýhy	274
rašelinné kopečky	270
rašelinné meandry	272
rozsochy	50, 52, **124**, 208, 391
rozvětralé žuly	16

růžencové toky	272
růžicové půdy *viz kamenné růžice*	
říční ostrovy	116
říční pirátství	38, 52, 56, 58, **72**
říční terasy akumulační	112
sejpy kupovité	344
sejpy nepravidelné	344
sejpy valovité	344
sesuvy	34, 74, 80, 98, 116, 120, 150, **246**, 248, **250**, **252**, 256, 314, 264, 392
sekreční křemeny	**30**, 310
sericitické kvarcity	28
sesuvová jezírka	252
sesuvové akumulace	248
sesuvy na permokarbonském podloží	250
sesuvy na podloží krystalických břidlic	246
sídelní plošiny	362, **368**, 384
sjezdařské areály *viz sportovní areály*	
sjezdovky (sjezdové dráhy)	162, 358, 384, **386**
skákající lavinové balvany	234
skalní brány pravé (skalní perforace)	164
skalní brány a mosty nepravé	166
skalní břehy a stěny zakleslých meandrů	82
skalní defilé *viz skalní břehy a stěny zakleslých meandrů*	
skalní fasety	146
skalní hradby	20, 134, **136**, 160
skalní hřiby *viz žulové skalní hřiby*	
skalní jehly	64, **160**
skalní koryta formovaná žulovou tektonikou	84
skalní kozí hřbety	44
skalní kyje	158
skalní mísy	144
skalní okna	168
skalní perforace pravé *viz skalní brány pravé a skalní okna*	
skalní polygony *viz žulové skalní fasety*	
skalní sedátka	132, **146**
skalní útvary karů a trogů	182
skalní věže	26, **160**
skalní zřícení	254
skokanské můstky	386
sloupcovitá odlučnost čediče *viz prismatická odlučnost čediče*	
sněžníkové valy	10, **228**
soliflukční jazyky *viz soliflukční stupně, laloky a jazyky*	
soliflukční laloky *viz soliflukční stupně, laloky a jazyky*	
soliflukční proudy	**210**, 391
soliflukční stupně, laloky a jazyky	198, **210**, 391
soutěsky a soutěskovitá údolí	38, 62, 64, **66**, 102, 104, 108, 110, 112, 164, 262, 364

sportovní areály	384
stěnové lomy (kamenolomy)	**304**, 308
strukturně podmíněné vodopády	92
strukturní hřbety a vrcholy krystalických břidlic	126
strukturní průlomová údolí	62
strukturní skalní zdi	154
strukturní svahové stupně	128
strukturní zakleslé meandry	82
strukturovaná rašeliniště	268
suchá krasová údolí (koryta)	280
suky krystalických vápenců	152
suťová pole	198, **200**
suťové kužely	204
suťové proudy	206
svahová rašeliniště	266
svahová údolí	58, **74**
svahová vrchoviště *viz svahová rašeliniště*	
svahová žebra	24, **124**, 391
svahové divočící toky	116
svahové kary	174
svahové a úpatní odkopy	340
svahovací odkopy	338
svahové zářezy	62, **76**, 78, 118
svislé vodopády	94
svory	**24**, 26, 28, 30, 44, 48, 68, 100, 102, 120, 126, 160, 180, 228, 304, 310
synklinální údolí	72
škrapy	286
šlenky	270
štěrkové lavice	114
štěrkové proudy svahových zářezů	78
štěrkové jazyky *viz štěrkové proudy svahových zářezů*	
štolové zářezy	316
tektonická průlomová údolí	60
tektonická skalní koryta v krystalických horninách	86
tektonická údolí	60
tektonické rokle a zářezy	62
tektonické svahové stupně	42
tektonicky podmíněné vodopády v žulách	90
těžní rýhy	98, 334, **336**, 338, 366
tory	16, 18, 20, **132**, 134, 136, 138, 140, 144, 146, 148, 160
tory podle polohy	134
trogy *viz ledovcová údolí*	
tříděné kruhy	214
tříděné polygony a tříděné sítě	**212**, 218
tříděné pruhy	218
tvdroše *viz suky krystalických vápenců*	
údolí *viz erozní údolí*	

údolí konsekventních toků	38, 40, 52, **56**, 58, 112
údolí subsekventních toků	8, 40, 50, 52, **56**, 68
údolní divočící toky	10, 78, **114**, 116, 118, 120, 192, 236, 388
údolní kary	172
úklonné a splývavé vodopády	96
umělé vodopády	98
ústupové morény	172, **186**
úvalovitá údolí	**52**, 58, 72
vápencové prahy v korytech	112
viklany a pseudoviklany v krystalických břidlicích	162
viklany a pseudoviklany (žulové) *viz žulové viklany a pseudoviklany*	
visutá erozní údolí	70
visutá extraglaciální údolí	70
visuté kary	176
vojenské bunkry a jejich náspy a příkopy	378
vojenské zákopy	378
vodárenské objekty	370
vodní náhony a nádrže náhonů	374
vodopády formované puklinovou žulovou tektonikou	90
vodopády na kontaktu různých typů reliéfu	86
vodopády na ústí visutých údolí	88
vodopády na zlomových liniích v krystalických břidlicích	92
vrcholový etchplén	48
vrcholové mohyly *viz mohyly*	
vrchoviště	266
vřetenovité soustavy průzkumných rýh	342
výplavové (náplavové) kužely	118
vývratové jamky a kupy	242
vývratová pole *viz vývratové jamky a kupy*	
zákopy *viz vojenské zákopy*	
zarovnané povrchy nižší úrovně	50
zarovnané povrchy střední úrovně	50
zářezovité údolní uzávěry	80
zářezy zavalených štol *viz štolové zářezy*	
zavalené štoly viz *štolové zářezy*	
závrty	274, **278**, 282, 288
zčásti destruované skalní hradby	136
zející štoly	318
zelené břidlice	28
zemníky	314
zlomové svahy	42
žula	**16**, 24, 52, 5, 96, 100, 102, 104, 150
žulové skalní plotny v korytech	84
žulové skalní brány a okna pravé (skalní perforace)	138
žulové skalní brány a perforace nepravé	140
žulové skalní fasety	146
žulové skalní hřiby	142
žulové viklany a pseudoviklany	132, **148**

VÝBĚR LITERATURY

AHNERT F. 1996: Einführung in die Geomorphologie. Ulmer. Stuttgart.

DEMEK J. 1987: Obecná geomorfologie. Academia. Praha.

DOV NIR 1983: Man, a Geomorphological Agent. Keter Publishing House, Jerusalem.

FAIRBRIDGE R. W. et al. 1968: The Encyclopedia of Geomorphology. Reinhold Book Corp., New York, Amsterdam, London.

FANTA J. a kol. 1968: Příroda Krkonošského národního parku. SZN. Praha.

FRENCH H. M. 2018: The Periglacial Environment. Wiley. Hoboken.

GOUDIE A. S. (eds.) 2013: Encyclopedia of Geomorphology I, II. Routledge, London.

KIRCHNER K., SMOLOVÁ I. 2010: Základy antropogenní geomorfologie. Univerzita Palackého. Olomouc.

KNAPIK R., MIGOŃ P. 2018: Atlas, Georóżność i geoturystyczne atrakcje Karkonoskiego Parku Narodowego i otuliny. 3. vyd. KNP. Jelenia Góra.

KOCIÁNOVÁ M., KOŘÍZEK V., SPUSTA V., BRZEZIŃSKI A. 2013: Laviny v Krkonoších. Správa KRNAP, Vrchlabí.

KRAUSE D., PILOUS V. 2020: Geomorfologie Krkonošského národního parku pod drobnohledem. Ochrana přírody 75:3:28–33.

KŘÍŽEK M., UXA T., KRAUSE D. 2019: Periglaciální fenomén a problematika jeho ochrany. Ochrana přírody 74:4:24–28.

LOUIS H. 1968: Allgemeine Geomorphologie. 3. vyd. Gruyter. Berlin.

MIGOŃ P. 2006: Granite Landscapes of the World. Oxford University Press. Oxford, New York.

MIGOŃ P. 2012: Karkonosze – skały i krajobraz. KNP. Jelenia Góra.

MIGOŃ P. 2019: 100 przyrodniczych osobliwości Karkonoszy. KNP. Jelenia Góra.

MIGOŃ P., PILOUS V. 2007: Geomorfologie. In: Flousek J. et al.: Krkonoše, příroda, historie, život. Baset. Praha.

PANOŠ V. 2001: Karsologická a speleologická terminologie. Knižné centrum. Žilina.

PILOUS V. 2001: Krkonoše skal a kamení. Správa KRNAP. Vrchlabí.

PILOUS V. 2021: Poznámky a doplňky k problematice antropogenních tvarů reliéfu na příkladu severovýchodních Čech. Informace ČGS 40:2:1–18.

RUBÍN J., BALATKA B. a kol..1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Academia. Praha

SCHEIDEGGER A. F. 1987: Systematic Geomorphology. Springer. Wien, New York.

SMOLOVÁ I., VÍTEK J. 2007: Základy geomorfologie. Vybrané tvary reliéfu. Univerzita Palackého. Olomouc.

SOUKUPOVÁ L., KOCIÁNOVÁ M., JENÍK J., SEKYRA J. (eds.) 1995: Arctic-alpine tundra in the Krkonoše, The Sudetes. Opera Corcontica 32:5–88.

SUMMERFIELD M. A. 1991: Global Geomorphology. Routlege. London.

TÁSLER R., OUHRABKA V. 2022: Krkonošský kras. Správa KRNAP. Vrchlabí.

TÁSLER R., JIRÁSEK L., TICHÝ A. 2003: Těžba zlata v okolí Svobody nad Úpou. ČSS ZO 5–02 Albeřice.

WHITTOW J. 1984: Dictionary of Physical Geography. Penguin Books.

ZEPP H. 2008: Geomorphologie, Eine Einführung. Schöningh. Paderborn.

NEPRODEJNÉ.

EVROPSKÁ UNIE
Evropský fond pro regionální rozvoj
Operační program Životní prostředí