

## Neživá příroda Krkonoš

**Neživá složka přírody, ať geologická (podpovrchová) nebo geomorfologická (povrchová), je součástí každého chráněného území a velkoplošného zvláště. Bohužel není vždy ve srovnání s biotickou složkou plně docenována, ačkoli již z genetické posloupnosti vyplývá, že bez příslušné neživé složky nemůže existovat ani ta živá. Stejná závislost platí i o rozmanitosti a pestrosti území. Neživá složka je určující pro reliéf, a tím má v rozhodující míře roli krajnotvornou – právě Krkonoše jsou toho dokonalým příkladem. Několik století trvající osídlení a exploatace změnilo však naše nejvyšší pohoří z velké části na kulturní krajinu, byť s mnoha specifickými rysy. V rámci těchto aktivit došlo k řadě negativních zásahů do zdejší přírody, nebo k poničení až přímému zničení částí některých přírodních objektů (namátkou jmenujme soutěsku Červeného potoka v kvádrovitě odlučných žulách, morény ve Vlčím dole nebo obří hrnce v krystalických vápencích). Jiným škodám, jako např. odstřelení přejeří v Labské soutěsce, se díky existenci Krkonošského národního parku již podařilo zabránit. V jiných sférách člověk krajinu naopak paradoxně obohatil, např. o tvary reliéfu spojené s historickou těžbou nerostů (tzv. montánní tvary) nebo mimořádně rozsáhlé agrární formy (meze, kamenné snosy apod.), které jsou součástí lučních enkláv a staly se zároveň významnou složkou krajiny.**

Úvodem musíme jednoznačně zdůraznit ne vždy docenovanou skutečnost, že Krkonoše nejsou v žádném případě pouze „jedněmi z řady“ hercynských pohoří Evropy. Jejich dosavadní a v celém evropském až světovém kontextu nadprůměrně zevrubný vědecký výzkum přesvědčivě ukázal, že mají v poměru k malé rozloze a nevelké nadmořské výšce mimořádné množství specifických forem a jevů jak geologických, tak zvláště geomorfologických. Můžeme je proto považovat přinejmenším za pohoří celoevropského významu.

### Základ všeho je geologie

Významnou příčinou výše uvedeného je geologická a tektonická stavba Krkonoš, která ovlivnila vývoj a následně rozmani-

tost jejich přírody – včetně živé složky – více než nadmořská výška. Přestože jsou Králický Sněžník a Hrubý Jeseník co do absolutní výšky s nimi v podstatě srovnatelné, pestrosti a bohatstvím přírodního fondu se s Krkonošemi nedají srovnávat. Zásadní rozdíl začíná již přítomností dvou základních a zcela odlišných stavebních jednotek Krkonoš: staršího proterozoického krystalinika budovaného krystalickými břidlicemi (nejvíce svory, ortorulami a fylity) a mladšího paleozoického žulového plutonu (těleso hlubinné vyvěřeliny). Na linii jejich styku vzniká tzv. kontaktní dvůr, kde byly starší horniny teplotně a tlakově metamorfovány; to se obvykle projevuje i jejich zpevněním, zde konkrétně zastoupením kvarcitů. Kontaktní dvo-

ry známe samozřejmě také odjinud, ale v celé naší republice se pouze v Krkonoších nacházejí přímo v nejvyšších partiích pohoří nad horní hranicí lesa. Jejich výskyt následně podmínil vznik návazných fenoménů, obohacujících celé pohoří, včetně nejcenější složky – arkoalpínské tundry. Již samotné zastoupení obou skupin hornin s odlišnými fyzikálními vlastnostmi ve vrcholových partiích, zvláště v podobě různé odlučnosti a navíc obohacené o další tvrdé horniny kontaktního dvora, má zásadní vliv na pestrost geomorfologických forem, které zde poté vznikaly a vznikají dodnes (obr. 2 a 4).

Tvrdé horniny kontaktního dvora byly příčinou zpomalení postupu oživené zpětné eroze, k níž došlo po tektonickém zdvihu pohoří v třetihorách. Pro další vývoj reliéfu i celé přírody Krkonoš to znamenalo naprosto rozhodující faktor. Zpomalením totiž nedospěla eroze až k pramenům řek, ale v nejvyšších částech pohoří, u pramenů Labe na západě a Bílého Labe a Úpy na východě zůstal zachovaný vývojově starý třetihorní reliéf v podobě vyzdvížených zarovnaných povrchů, typologicky řazených k tzv. etchplénům (obnažené, zčásti přemodelované bazální zvětrávací plochy na styku skalního podloží a zvětralin staršího topografického povrchu; jednoduše řečeno plochy s vyrovnaným povrchem, někdy nazývané též holoroviny). Proto zůstaly v těchto úsecích propojené oba hlavní hřebety Krkonoš (Slezský z tvrdších drobnozrnných žul, Český z tvrdých hornin kontaktního dvora) a vytvořily rozsáhlé vrcholové, jen slabě zvlněné plošiny. Ty v glaciálech sehrály zásadní roli jako vyživovací (deflační) plochy ledovců a nejvýrazněji se na nich uplatnily také kryogenní procesy, zvláště mrazové trhání hornin a třídění zvětralin. V holocénu měly podstatnou úlohu při vzniku subalpínských vrchovišť a vývoji tundry do dnešní podoby, i jako nejvýznamnější stanoviště rostlinných a živočišných glaciálních reliktnů.

Žulový pluton však výrazně ovlivnil Krkonoše ještě jedním faktorem – svým vlastním půdorysem. Jeho jižní okraj probíhá vrcholovou částí pohoří po délce, ztotožňuje se tedy s linií obou hlavních krkonošských hřbetů. Následky jsou dalekosáhlé hned v několika směrech. V první řadě to způsobilo typologickou rozmanitost krkonošských údolí. Hlavní krkonošská údolí v západní a střední vrcholové části pohoří (Mumlavský, Labský a Dlouhý důl a Důl Bílého Labe) jsou paralelní se hřebety (získala subsekvantní směr) a teprve jejich pokračování (v podobě Jizery a Labe pod soutokem obou zdrojnic) se stáčí o 90° do konsekvantního směru (kolmého na hlavní hřeben). Ve východní části se okraj plutonu stáčí k severu a souběžně s tím postupují stejně strukturální směry krkonošského krystalinika, takže dvě hlavní údolí východních Krkonoš, Obří a Jelení důl, jsou naopak konsekvantní od samého počátku. Není to ale jen hra se slovy, neboť tato skutečnost má zásadní dopad na charakter říční, a tím i údolní sítě v obou částech (pravouhý typ na západě a ve středu, stromovitý na východě) a v důsledku i na členění pohoří na hlavní hřebety a z nich vyvíjející nižší rozsochy. V málokterém našem pohoří se navíc





2



3



4

1 Přestože Krkonoše patří k nejlépe probádaným pohořím světa, nelze ani zde vyloučit překvapivé nové nálezy. Tak tomu je v případě karovité deprese objevené v r. 2012 – Vasovy jámy v Jelením dole, jejíž svahový ledovec s krátkým splazem byl ve zdejších poměrech zcela atypický.

2 Kontaktní dvůr žulového plutonu zásadním způsobem přispěl k pozdějšímu vývoji reliéfu a celé přírody Krkonoš. Vedle výrazných konvexních forem, k nimž patří i nejvyšší vrcholy pohoří (Sněžka, Luční a Studniční hora) s ním souvisí i vznik Rudné rokle, která se řadí k tektonicky nekomplikovanějším a petrologicky i mineralogicky nejbohatším místům pohoří.

3 Pro Krkonoše je typické velmi malé zastoupení karbonátových hornin; o to zajímavější je, že se tu nachází nejdokonalejší skalní jehla v těchto horninách v naší republice (Lysečiny).

4 Sněžka, nejvyšší hora Krkonoš i celé republiky, vděčí za svůj vznik tvrdým horninám kontaktního dvora. Její masiv je však modelovaný i dalšími procesy, jako např. hlinito-kamenitými přívalovými proudy (mury), které byly dříve považovány za svahový proces typický jen pro velehory. Dnes již víme, že se nacházejí i v některých pohořích střední nadmořské výšky České vysočiny; poprvé byly však identifikovány a podrobně studovány právě v Krkonoších, kde je jich také výrazně nejvíce. Největší krkonošské mury na svazích Sněžky

na změnách směrů toků a údolí i jejich lokálních ohybech tak výrazně podílí odlišná tvrdost a odolnost vůči erozi u jednotlivých hornin. Projevuje se to rozdíly mezi různými horninami (např. fylity a ortorulami) i v rámci jediné z nich (např. mezi drobnozrnnými a středně zrnitými žulami, nebo mezi chloritickými a muskovitickými fylity).

Krkonoše vděčí za svou mimořádnou přírodní pestrost ještě dvěma shodným,

sice náhodným, ale přesto přímo rozhodujícím geologickým okolnostem. Výše uvedený kontakt (kontaktní dvůr) obou hlavních geologických jednotek, který předurčil směr většiny velkých krkonošských dolů i hlavních podélných zlomů, podle nichž byly v třetihorách Krkonoše vyzdvíženy v podobě hrástě do dnešní výšky, se totiž dokonale shoduje se směrem (severozápad-jihovýchod) hlavních větrných systémů ovlivňujících klima této části Evropy. Jde hlavně o větry přinášející srážky (dešťové i sněhové) od oceánu. Tento faktor se v mezoklimatických poměrech projevuje zformováním anemo-orografického (A-O) systému pohoří (Jeník 1961, viz také článek na str. 171), který podle všech znaků existuje přinejmenším celý kvartér.

### Geomorfologická role anemo-orografických systémů

Poznatky o A-O systémech se posuzují (i popularizují) hlavně podle účinku na živou přírodu, do důsledku vzato je to ale vlastně naopak. Právě působení A-O systémů spolu s rozsahem a polohou vrcholových zarovnaných povrchů v ledových dobách rozhodujícím způsobem přispěly ke glaciálně-kryogennímu přemodlování reliéfu vrcholových poloh pohoří. A-O systémy se tak spolupodílely nejen na poloze a velikosti ledovců, ale i na vlastním formování karů, ledovcových údolí (trogů) i nivačních depresí a také kryogenních tvarů reliéfu (např. kryoplanačních teras – svahové terasy vzniklé tříděním zvětralin mrazovými procesy). O významu všech těchto reliéfových forem pro vznik drobných holocenních reliéfů i následující vývoj živé přírody není třeba hovořit. Recentním dědictvím těchto procesů je lavinová činnost, která se z velké části prostorově shoduje s místy nejintenzivnějších glaciálních procesů. Zde se opět nabízí srovnání s Králickým Sněžníkem a Hrubým Jeseníkem. V těchto pohořích bylo navzdory velmi podobné nadmořské výšce uplatnění A-O systémů podstatně méně výhodné, a tím i méně výrazné. Příčinou

je jejich odlišná tektonická stavba, tím menší rozloha deflačních (vyživovacích) ploch, ale také jiná orientace údolí, protože zde převládá radiální typ říční sítě. Z těchto důvodů byla míra jejich zalednění spolu s větší kontinentalitou i nesrovnatelně menší. Totéž platí pro dnešní lavinovou činnost, a proto je počet lavinových drah v těchto pohořích řádově nižší.

Krkonoše bývají také často srovnávány s francouzskými Vogézami a německým Schwarzwaldem, což jsou další významná a vysoká středoevropská hercynská pohoří. Nehledě na jejich podstatně větší rozlohu oproti Krkonošům však srovnání neplatí ve všech ohledech, mimo jiné právě v charakteru zalednění, a tím i roli A-O systémů při jeho vzniku. Na schéma převládajícího proudění srážkových větrů v glaciálech ve střední Evropě jsou různé názory a navíc se také mohlo měnit podle míry globálního zalednění v různých ledových dobách. Severní moře mělo v různých obdobích kvartéru podstatně menší rozlohu, nebo bylo v jednotlivých glaciálech zčásti nebo dokonce zcela překryto severským kontinentálním ledovcem. Předpokládá se proto, že větry přinášely srážky hlavně po jižnější, a tedy i delší dráze než dnes – až z oblasti Biskajského zálivu. Navštěďovaly by tomu Vogézy a Schwarzwald, které byly nesrovnatelně více zaledněné než Krkonoše a jejich vrcholové partie pokrýval souvislý ledovec náhorního (fjeldového) typu, přičemž zde docházelo např. k transfluenci („přetékání“ ledovců mezi údolními) navzdory tomu, že mají nižší nadmořskou výšku než Krkonoše. Je tedy zřejmé, že zachycovaly podstatně vyšší podíl srážek. Směrem k severovýchodu se rychle zvětšovala kontinentalita (umocňovaná nejspíš studenými, sestupnými – katabatickými – větry proudícími od kontinentálního ledovce) a v České vysočině byly proto již jen jednotlivé, výrazně izolované karové ledovce. Pouze v Krkonoších kvůli jejich značné výšce, zmíněným rozsáhlým vrcholovým deflačním plochám a patrně i blízkosti kontinentálního ledovce vznikl omezený počet údolních

a svahových ledovců se splazy (viz např. obr. 1) a na nejvyšším zarovnaném povrchu pravděpodobně jeden drobný a izolovaný náhorní (fjeldový) ledovec. Ve střeoevropském kontextu hercynských pohoří proto představují Krkonoše jako jediné „přechodnou“ polohu mezi těmi s fjeldovým zaledněním na jedné straně a pouze karovým na druhé. Krkonoše jsou tak jediným naším pohořím, které má v dokonalé podobě vytvořenou škálu glaciálních forem reliéfu, a to jak erozních (kary, zdvojené i visuté kary, trogy), tak akumulčních (morény – čelní, boční a ústupové, morénová jezera – včetně zaniklých). V Labském dole se vyvinul další jev jinde u nás vyloučený – visutá extraglaciální údolí (Pudlavy a Dvorského potoka) ústící vodopády do ledovcového trogu Labského dolu. Na ledovcová jezera jsou sice Krkonoše chudé v absolutním počtu i ve srovnání s výše uvedenými nižšími hercynskými pohořími (včetně Šumavy), ale paradoxně co do rozmanitosti jejich vzniku (včetně dalších již zaniklých – prokázaných nebo předpokládaných) nelze vyloučit, že jsou srovnatelné, nebo je naopak i předčí.

Na druhé straně podstatně menší míra zalednění ve srovnání s Vogézami a Schwarzwaldem podmínila, opět ve spojitosti s A-O systémy, dokonalejší vývoj periglaciálních tvarů ve vrcholových polohách, než je tomu v kterémkoli jiném evropském hercynském pohoří. Z tohoto hlediska můžeme tedy říci, že slabší zalednění Krkonoše naopak obohatilo – jak absolutně (rozmanitostí procesů a tvarů), tak v poměru k ostatním pohořím, včetně Vogéz a Schwarzwaldu. Zvláště na vrcholech, které nebyly kryty ledovým příkrovem, se vyvinul soubor periglaciálních tvarů, počínaje nejnápadnějšími kryogenními terasami a nivačními depresiemi přes kamenná a balvanová moře po mrazem třídné, tzv. strukturální půdy. Zvláště vrchol Luční hory představuje evropský unikát, neboť je téměř souvisle přemodelovaný a lemovaný systémem kryoplanečních teras (obr. 5), který má v Evropě obdobu jen v nejchladnějších oblastech Skandinávie a Severního Uralu. Ve vrcholové tundře Krkonoš však pokračoval vývoj některých kryogenních forem a mikroforem i v holocénu (snad i některé strukturální půdy, byť v podstatně zpomalené podobě, dále putující bloky, soliflukční jazyky a laloky – vzniklé pomalým pohybem půdy po svahu). Podobně tomu bylo u drobných forem vázaných na sněhové akumulace zvláště ve vrcholových partiích s vyrovnaným terénem (miniaturní nivační deprese, nivační valy na spodní straně sněhových polí). Soubor všech těchto tvarů v takové šíři a dokonalosti na malé ploše najdeme opět jen v uvedených severovýchodních územích a chybí v podstatně vyšších pohořích jako Alpy, Karpaty či Pyreneje, neboť v jejich mladém erozním reliéfu se strmými a skalnatými svahy a pro rozsáhlé zalednění v glaciálech nejsou k jejich vzniku vhodné podmínky. Vzhledem ke své nadmořské výšce mají Krkonoše nejvíce sněžníků ze všech našich pohoří. Přes jejich lokální význam a malé rozměry se na jejich bázi a čelech uplatňuje recentní nivační eroze v podobě posouvání zvětralin a tvorby sněžníkových valů.



V nižších polohách se mrazové zvětrávání projevilo početnými tzv. mrazovými sruby (skalními stupni vytvořenými ve svahu mrazovým zvětráváním a následným odnosem), zvláště ve svazích hlavních říčních údolí. Jejich výskyt, směr a charakter jsou nejčastěji podmíněny polohami tvrdších hornin (např. kvarcitu a rul). V případě jejich pokročilejší destrukce jsou lemované sutěmi i kamennými moři. Mezi nápadné skalnaté formy s ostrou modelací patří tzv. kozí hřbety – stejnojmenné krkonošské Kozí hřbety představují největší útvar tohoto typu u nás. Zvláště polská, žulová strana Krkonoš vyniká velkým počtem skalních útvarů typologicky náležejících k izolovaným skalám (torům) a skalním hradbám. Ty sice vznikly dlouhodobým dvouetapovým vývojem, ale domodelovaly je také mrazové procesy. Na jejich povrchu se vytvořily početné mikroformy jako skalní mísy a skalní fasety, anebo mají vlivem intenzivního rozpukání podobu tzv. žokovitých nebo palačinkových skal (Pevnost).

### Současné geomorfologické procesy

Nevedední a v rámci hercynské části Evropy (tím i v měřítku České vysočiny a celé republiky) výjimečná rozmanitost geomorfologických procesů a forem v Krkonoších ale platí i pro holocén, a tedy zároveň pro současnost. V rámci vodní eroze zde stojí za zmínku zvláště odlišnost modelace skalních úseků koryt ve vodících údolích A-O systémů (Mumlava, Bílé Labe) a někdejších zaledněných údolích (Labský a Obří důl), vyplývající mimo jiné z rozdílného vývoje jejich sklonových křivek, ale také z tektonických poměrů a charakteru odlučnosti a rozpadu hornin.

Ve skalních úsecích jsou zajímavým tvarem soutěskovitá koryta popsána poprvé též z Krkonoš, vzniklá intenzivní lineární erozí na tektonických poruchách, často provázených drcenými (tzv. alterovanými) polohami. Významným krkonošským fenoménem jsou vodopády. Nejsou zdaleka jen turistickou atrakcí, ale napovídají mnohé o geologických poměrech a geomorfologickém vývoji reliéfu, zvláště v případě skupinového výskytu. Krkonoše stojí v rámci

**5** Luční hora se systémem dokonalých kryoplanečních teras (svahové terasy vzniklé tříděním zvětralin mrazovými procesy), soliflukčních forem a mrazem tříděných půd je v naší zeměpisné šířce unikátem evropského významu.

**6** Vodní eroze je v současnosti nejvýznamnějším přírodním procesem podléjícím se na modelaci pohoří. Přes 2 m vysoká balvanito-blokovitá akumulace v korytě Bílého Labe vznikla během jediné povodně a ukazuje tak názorně intenzitu těchto procesů. Snímky V. Pilouse

našich pohoří jednoznačně na prvním místě nejen co do počtu, výšky a vodnosti, ale i genetické rozmanitosti (počtu typů) vodopádů. Zdaleka nejde o to, že jsou též pohořím nejvyšším; absolutní výška není pro počet a výšku vodopádů rozhodující. Příčinou je právě zmíněná geologická a tektonická rozmanitost a kombinace procesů, kterými Krkonoše prošly ve svém vývoji. Vedly k tomu, že zde máme dva nejvyšší vodopády celé mimoalpské střední Evropy (Pančavský a Horní Úpský). Oba vznikly na kontaktu reliéfu dvojího typu, poměrně rozsáhlého, tektonicky vyzdviženého zarovnaného povrchu a ledovcem přehloubeného údolí; tyto podmínky nabízejí z hercynských pohoří v dokonalé podobě právě jen Krkonoše. Některé vodopády jsou navíc typologicky zcela výjimečné přinejmenším ve střední Evropě (např. na tocích visutých extraglaciálních údolí do ledovcového trogu, extraglaciálního toku na ledovcové moréně, na čelech tektonických žulových soutěsek, nebo na tektonicky členitěm kontaktu svorů, vápenců a železitých metamorfovaných hornin – skarnů).

Z vývojově mladých forem stojí za zmínku početné obří hrnce a obří kotle v krkonošských tocích. Z hlediska počtu jsou na prvním místě vodné toky Jizery a Labe. Významným novým poznatkem popsaným u nás poprvé právě z Krkonoš (Pilous 1976) však je, že vznikají v poměrně hojném počtu v tvrdých krystalických horninách i na potocích s velmi malým průměrným průtokem (pouze litry



za sekundu, nebo několik málo desítek litrů za sekundu). To je jinak u nás známo pouze v jediném případě v Hrubém Jeseníku a nejnověji z Jizerských hor (Pilous 2009). Studium těchto tvarů v Krkonoších pomohlo osvětlit zásadní význam vzájemných strukturních směrů (břidličnatosti) krystalických břidlic a směru toku. Nejvýhodnější je vzájemně kolmé postavení; to nesplňuje třeba Úpa, a proto je jich na ní velmi málo. Unikátní v rámci republiky jsou povrchové obří hrnce v krystalických vápencích; bohužel jedna ze dvou lokalit byla relativně nedávno zničena. Stejně jedinečné jsou obří kotle (obr. na 2. str. obálky), obdobné formy větších rozměrů (řádově metrů), včetně jejich mělkých, embryonálních vývojových stadií, v žule i krystalických břidlicích v korytech několika zdejších toků, které v tak dokonalých formách najdeme až v Alpách nebo ve Skandinávii.

Za pozornost však stojí i erozně-akumulační formy v korytech krkonošských toků, a to jak řek, tak potoků (obr. 6). Patří mezi ně např. říční ostrovy nebo též úseky tzv. divočích toků, kde dochází v náplavech k rychlému přemístování koryta (nebo koryt). Reliéf našich pohoří střední nadmořské výšky (středohoří), navíc vývojově starých, není pro vznik divočích toků vhodný, proto jsou u nás vzácné. O to víc vyniká případ Rudného potoka a Úpy v prostoru Na dolech v Obřím dole, kde probíhá v současnosti erozní fáze v náplavovém kuželu a následně divočení Úpy v intenzitě, kterou známe hlavně z velehor a nemá obdobu nikde jinde v republice. Těsnou návaznost na údolní kamenité náplavy a akumulace mají ponorné toky a jejich vývěry v Obřím a Koulovém dole, jež se rovněž na žádném jiném místě v České republice nenacházejí.

Ze svahových procesů jsou pro Krkonoše příznačné hlavně hlinito-kamenité (balvanité) proudy, častěji označované jako mury, lidově i zemní laviny (obr. 4). Vznikají za extrémně silných srážkových přívalů, téměř výhradně v letním období. Při svém rychlém pohybu strhávají lesní porost, v jediném případě u nás dokonce došlo v Obřím dole ke zničení dvou domů

a ztrátám na životě. Mury byly v minulosti uváděny hlavně z velehor, dnes jsou ale popsány z několika českých pohoří, i když samozřejmě menších rozměrů. Krkonoše jsou v jejich počtu i celkové jimi postižené ploše jednoznačně na prvním místě v republice. S jednou výjimkou v Hrubém Jeseníku zde najdeme největší mury (s plochou přes 5 ha). Ostatní svahové procesy bývají v Krkonoších spíše výjimečné (příležitostně sesuvy), ale ve skalních stěnách, nejčastěji karů a trogů, se ojediněle registrují drobná skalní zřícení.

V poslední době bylo zjištěno, že se na modelaci svahů vysokých poloh podílí lavinová činnost v podstatně větší míře, než se dříve předpokládalo, přestože působí zvláště v dlouhodobém horizontu. Projevuje se strháváním drnových vrstev, keřů a stromů s celými kořenovými baly a také vyčnívajícími balvanů, čímž přemísťují některé laviny (především základové) také poměrně značné množství pevných hmot. V souvislosti s lavinami byly nově v Krkonoších evidovány jevy jako vymrštěné „skákaající balvany“ vytvářející malé impaktní krátery, humusové „pavučinové“ povlaky na vegetaci, efemerní sněhové tvary, např. lavinové stoly (miniaturní obdoba ledovcových stolů s „kloboukem“ z balvanů i humusu) nebo firmové mosty, tunely a „propasti“ v lavinových akumulacích. V souvislosti se sněhovou pokrývkou byly na našem území pouze z Krkonoš popsány tzv. břečkotoky, tedy rychlé stékání rozbředlého sněhu vznikající v souvislosti s překročením tání sněhu, často vlivem deště.

Za zmínku zde stojí výskyt krystalických vápenců v Krkonoších. Soustřeďují se hlavně v okrajových partiích pohoří a projevují se dvojím způsobem. První je reliéfový. V polohách tence břidličnatých, někdy drcených krystalických břidlic tvoří kompaktnější vápence paradoxně pevnější složku, a proto jsou erozními a denudačními procesy selektivně vyparovány do výrazných suků (monadnoků), ve svahových polohách často výškově asymetrických (Maršovsko, Velká Úpa). Podobnou genezi má vápencový hřebínek na Rudníku představující současně nej-

výše položený výskyt vápenců na našem území. Za krátké krasové kaňony, jediné v této části Čech, lze považovat dva úseky krkonošských údolí – Jizerky u Křížlic a Vodovodního údolí u Horního Maršova. Vzhledem k malému zastoupení vápenců v Krkonoších je unikátem Lysečinská skalní jehla (obr. 3). V rozsáhlých územích naší republiky budovaných kvádrovými pískovci jsou poměrně časté pískovcové skalní jehly, ale vápencová v tak dokonalé podobě je právě tato u nás jediná. Zdejší vápence jsou také zkrasovělé, ale dominují hlavně podzemní tvary – jeskyně, objevené (a současně v různé míře i zničené) z větší části při lomové těžbě. Jeskyně nejsou nijak významné, ale v jedné z nich (Trucovna v Horním Maršově) se např. nacházejí poměrně vzácné jeskynní perly.

Výjimečným úkazem je v neposlední řadě čedičová žíla (Žleb Bazaltowy) v Malé Sněžné jámě u polské strany, nejvyšší výskyt neovulkanitů v Českém masivu, obnažená vodní a následně i ledovcovou erozí. Je vyhlášená hlavně jako botanická lokalita, ale představuje též významnou geologickou (prizmatická odlučnost čediče) a geomorfologickou (měkkí čedič podléhá rychleji erozi než okolní kvádrovitě odlučná žula) lokalitu.

### Nerostné bohatství

Na závěr je třeba poznamenat, že vznik popsaného žulového plutonu se uplatnil i v jiné sféře, a to při vývoji rudných ložisek, zvláště skarnového typu, vznikajících na kontaktech karbonátových a silikátových hornin. Rudné bohatství Krkonoš (včetně ložisek odlišného typu a na různých lokalitách) sice nikdy nedosáhlo takového významu jako např. v Krušnohoří (z hlediska přírody můžeme říci naštěstí), ale přesto poznamenalo reliéf pohoří početnými montánními formami a významně obohatilo historii regionu. Jde hlavně o lokalitu Rudník v Obřím dole, která tvoří součást kontaktního dvora a je vyhlášena mimořádným mineralogickým bohatstvím – celkem se tu uvádí 43 minerálů, některé z nich dosáhly i světového ohlasu, především scheelit, ale také křišťál, wollastonit a růženín. Tyto minerály se v minulosti bohužel staly předmětem nelegálního drancování sběrateli. Z Krkonoš, konkrétně Černého dolu byly popsány také čtyři endemické minerály, arzenidy mědi a stříbra – novákit, koutekit, paxit a kutinait. K zajímavostem patří i velmi početné, plochou a objemem rozsáhlé montánní tvary reliéfu po převážně povrchové těžbě zlata, která zde dosáhla největší intenzity v 16. stol. Nacházejí se hlavně v širším okolí Svobody nad Úpou. Mnoho otázek spojených s touto činností však dodnes čeká na vysvětlení.

Krkonoše jsou plošně i výškově jen malé pohoří, ale vzhledem ke koncentraci fenoménů a tvarů geologického a geomorfologického charakteru, jakou se nemůže pochlubit žádné jiné pohoří České republiky, je lze označit bez nadsázky za velké významem.