

Geologická charakteristika

Celkový charakter území

Geologická diverzita území geoparku je určována především třemi faktory: 1) rozsáhlými výchozovými partiemi křemenných pískovců, místy tvořícími členitý reliéf se sítí roklí a skalnatých hřbetů, 2) přechodem těchto pískovců do vápnných pískovců a prachovců jihovýchodním směrem, 3) proniky terciérních vulkanitů, které tvoří krajinné dominanty a jsou spojeny s produkty teplotní a chemické přeměny okolního pískovce. Procesy utváření krajiny v kvartéru dokládá niva Ploučnice, jejíž nejzachovalejší úsek prochází územím geoparku, a rašeliniště Mlýnského potoka, Hradčanského potoka a jejich přítoků. Na tyto geotopy jsou vázány výskyty vzácných a chráněných druhů rostlin. Příkladem využití hornin člověkem jsou zachované stopy po novověké těžbě železné rudy (vydobyté žíly rozložených vulkanitů, nejlepší ukázky v ČR) a obytné/hospodářské místnosti, příp. hrady nebo poustevny, zapuštěné do pískovcových skal. Na území geoparku se nacházejí zbytky 9 středověkých opevněných lokalit v různém stupni zachování; některé z nich jsou typickými ukázkami skalních hradů (Stohánek, Konvalinkový vršek).

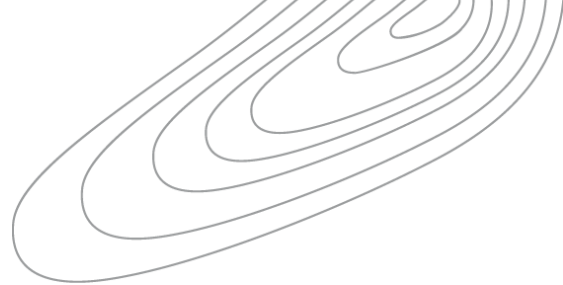
Podloží křídových sedimentů

Podloží křídových sedimentů nevychází v geoparku na povrch. Zhruba přes Doksy prochází rozhraní mezi nízkou metamorfovanými horninami bohemia na jihu a silněji metamorfovanými horninami saxothuringika (svory v okolí Provoďína) a lugika (fylity severně od linie Hradčany – Kuřívody). Ke spodnímu proterozoiku jsou řazeny muskovit-biotitické pararuly, biotit-muskovitické a granát-staurolitické svory tvořící podloží křídů zhruba jižně od linie Brenná - Ferdinandova strouha - Jelení vršek. Odtud se tyto horniny táhnou přes Hradčany k VJV na Velkou Bukovou (474,1 m). V samotných Hradčanech a okolí tvoří podloží křídů tzv. hradčanská žula - těleso porfyrického muskoviticko-biotitického granitoidu. Podloží křídů v širším okolí Mimoně a Ralska je tvořené chlorit-sericitickými a grafitickými fylity pravděpodobně spodnopaleozoického stáří (Kučera a Pešek 1982).

Do Mimoně zabíhá od východu výběžek mnichovohradištské svrchnopaleozoické pánve. Severní omezení tohoto výběžku je nejspíše zlomové a probíhá od severního okraje Mimoně směrem na Svěbořice. Jižní omezení probíhá zhruba ve směru SZ - JV j. od Liščího vrchu a dále směrem na východ zhruba v ose hradčanského letiště. Na SZ je tento výskyt omezen hlavní linií strážského zlomu. Ze sedimentů jsou zastoupeny převážně jílovce a prachovce, místy s polohami melafyrů. V oblasti Čertových zdí u Ploučnice a na v. konci hradčanského letiště tvoří podloží křídů křemenný porfyr (paleoryolit). Výskyty svrchnopaleozoických sedimentů, náležející ovšem již mšenské pánvi, jsou známy z podloží křídů také od Starých Splavů a Doks.

Křídové sedimenty

Skryta pod povrchem zůstává i spodní část svrchnokřídového vrstevního sledu. Horniny svrchní křídů jsou regionálně řazeny do lužické facie české křídové pánve.

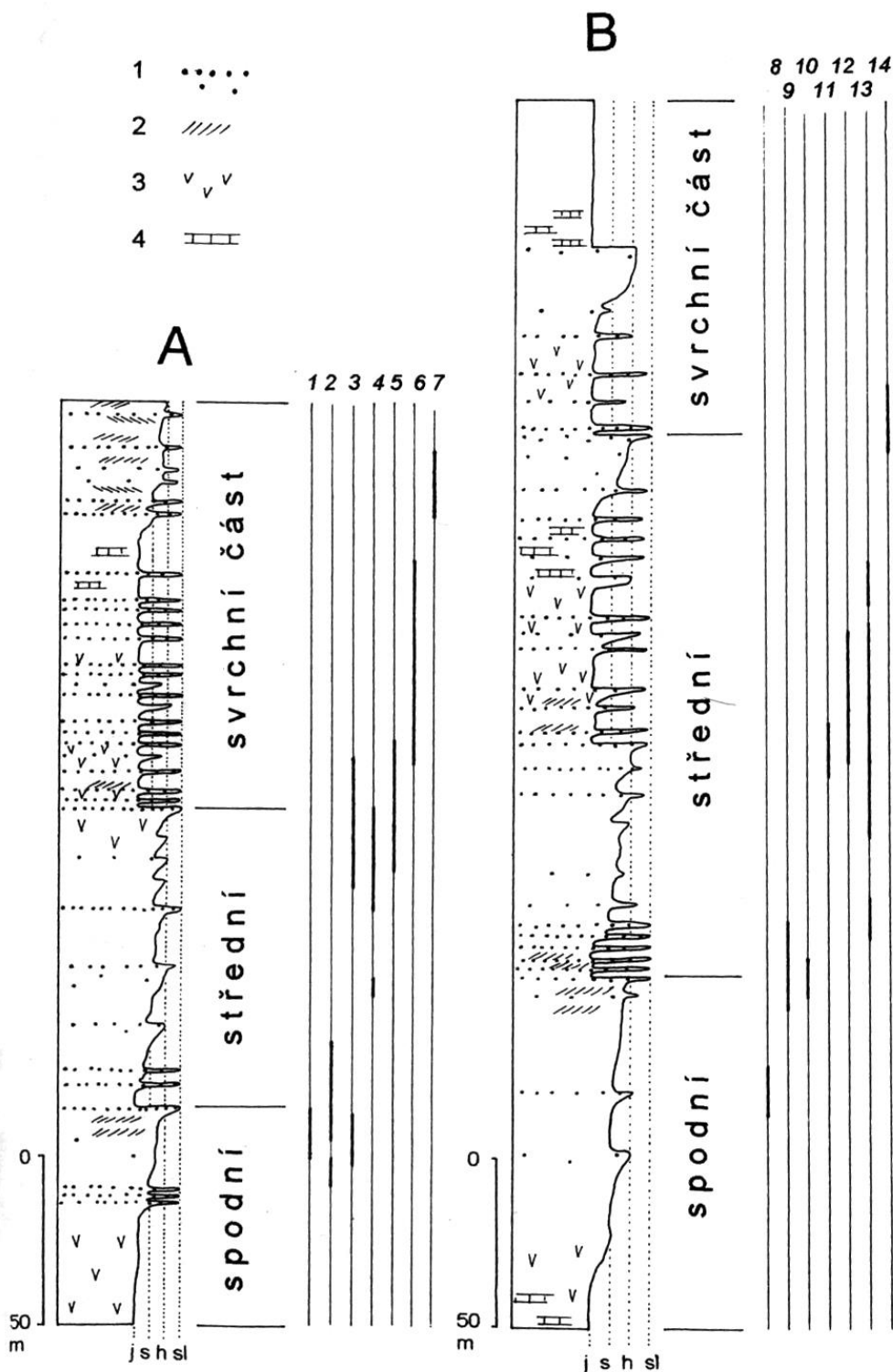


Nejnižší litostratigrafickou jednotkou křídového stáří je perucko-korycanské souvrství cenomanského stáří. Ačkoliv nevychází na povrch, je dobře známé z průzkumných vrtů. Jeho nižší část, perucké vrstvy, jsou někdy označovány jako “sladkovodní cenoman”, vedle říčních a jezerních sedimentů zahrnují však zřejmě také mělkomořské lagunární sedimenty. Hrubozrnné pískovce a slepence, často s úlomky podložních hornin, se střídají s polohami jílovců a někdy tvoří několik nahoru zjemňujících cyklů. K peruckým vrstvám je možno řadit sedimenty na bázi křídvy v pruhu začínajícím sz. od Mimoně a pokračujícím k VJV až do severního okolí Hvězdova. Na území Geoparku Ralsko mocnosti peruckých vrstev nepřesahují 10 m.

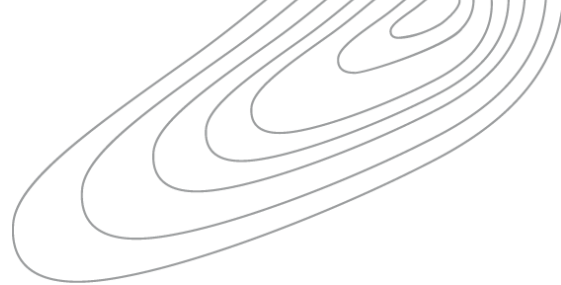
Korycanské vrstvy představují mělkomořské písčité sedimenty - hrubozrnné pískovce, výše pak jemnozrnné pískovce s jílovito-prachovými laminami a častými ichnofosiliemi. Na území Geoparku Ralsko se jejich mocnost pohybuje kolem 45–55 m. Celkově sníženými mocnostmi se vyznačuje oblast Hradčanských stěn, kde je v důsledku přítomnosti předkřídové elevace vyvinuta jen svrchní část korycanských vrstev. Naopak zvýšené mocnosti (často přes 60 m) byly zjištěny v okolí Hvězdova a Čertových zdí.

Bělohorské souvrství (stáří spodní až střední turon) je tvořeno slínovci, vápnitými prachovci a jílovcí. Směrem nahoru klesá obsah vápnité složky a roste obsah jemně písčité složky. Na úroveň, kde písčitá frakce převládne nad prachovou, je kladena hranice mezi bělohorským a jizerským souvrstvím. Mocnosti bělohorského souvrství rostou od 30 m v Hradčanských stěnách směrem k SV na 50 – 60 m.

Naprostá většina povrchu území geoparku je tvořena sedimenty jizerského souvrství (střední až svrchní turon). Jsou to převážně křemenné pískovce, jejichž materiál se usazoval na dně mělkého moře. Ve spodních částech nahoru hrubnoucích cyklů přecházejí do jemnozrnných prachovitých pískovců.



Obr. 1. Vertikální litologické profily jizerským souvrstvím na území Geoparku Ralsko podle Adamoviče (1997). A – oblast Kumerského pohoří, B – vrch Ralsko. Vpravo jsou vyznačeny intervaly vrstevního sledu odkryté na jednotlivých lokalitách: 1 – břehy Ploučnice mezi Borečkem a Hradčany, 2 – Tvarožník,



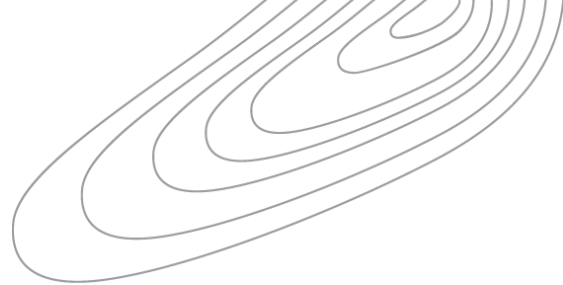
z. skála, 3 – Šroubený, j. svah, 4 – Malý Borný, 5 – Havraní skála u Hradčan, 6 – Vysoký vrch jv. od Senné Brány, 7 – skály 100 m v. od Senné Brány, 8 – průrva Ploučnice v Novinách p.R., 9 – Na Skalce u Novin p.R., 10 – Křížový vrch v Mimoně, 11 – Vranov, skalní věž Džbán, 12 – Vranov, Juliina vyhlídka, 13 – rokle na z. úbočí Ralska, 14 – Čertovy zdi u Ploučnice.

Legenda: J – jemnozrný pískovec, s – středně zrnitý pískovec, h – hrubozrný pískovec, sl – slepenec, 1 – křemenné valouny, 2 – šikmé zvrstvení, 3 – bioturbace, 4 – vložky vápnitých pískovců

Spodní část jizerského souvrství je tvořena nahoru hrubnoucím cyklem. Jeho nižší část vystupuje na povrch v nejzápadnější části geoparku jižně od Mlýnského potoka mezi Jestřebím a Starými Splavy. Je vyvinuta v podobě 30 - 40 m mocné sekvence žlutých, převážně jemnozrných prachovitých pískovců (nižší oddíl). Ty jsou vrstevnaté, se subvertikálními a subhorizontálními ichnofosiliemi typu *Planolites*, a obsahují 5 - 10 % živců. Výše leží sekvence středně zrnitých až hrubozrných křemenných kvádrových pískovců (vyšší oddíl). Ty jsou níže masivní, výše převážně vrstevnaté s hojným šikmým zvrstvením. Vrchol spodního jizerského souvrství je v geoparku odkrytý v jz. okolí Mimoně (Liščí vrch) a na březích Ploučnice mezi Borečkem a Hradčany. Jde o červené, středně až hrubě zrnité pískovce, místy s dokonale vyvinutým šikmým zvrstvením.

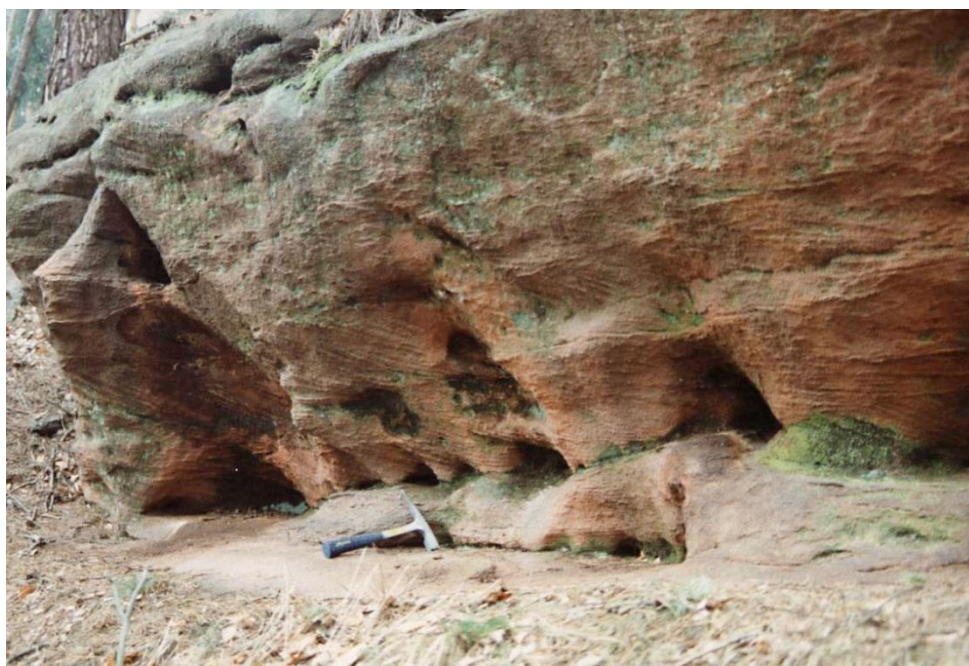
Střední část jizerského souvrství má v j. a jv. části geoparku mocnost 80–90 m, severním směrem ale rychle narůstá až na 200 m (okolí Ralska). Začíná sekvencí jemnozrných prachovitých pískovců. Její mocnost roste od S k J (na Ralsku 10 m, v Kumerském pohoří 10-15 m). Výše následuje mocnější sekvence středně až hrubě zrnitých křemenných pískovců vyvinutých v podobě 5 - 20 m mocných nahoru hrubnoucích cyklů. Ve východní polovině Kumerského pohoří je nejvyšších cca 30 m tvořeno monotónní sekvencí středně zrnitých pískovců s podílem (až 50 %) hrubých zrn kolem 1 mm. Souvislé štěrčkové polohy na vrcholech cyklů nejsou v Kumerském pohoří příliš časté, směrem k SV se však mocnosti cyklů snižují a přítomnost slepenců nebo alespoň ojedinělých křemenných valounů v jejich vrcholech je spíše pravidlem.

Báze svrchní části jizerského souvrství je charakteristická náhlým nástupem jemnozrných pískovců. V rámci svrchního jizerského souvrství lze v zásadě rozlišit nižší oddíl (převážně jemnozrné pískovce) a vyšší oddíl (středně až hrubě zrnité kvádrové pískovce). Mocností většinou mírně převládá nižší oddíl, celková mocnost činí v Kumerském pohoří 110 - 120 m. Jemnozrné pískovce nižšího oddílu obsahují většinou 2 - 3 % živců (max. kol. 10 %) a jsou dobře vrstevnaté. Z biogenních textur dominuje typ *Planolites*. Štěrkové polohy nasedají většinou ostře a v ploše je lze poměrně dobře korelovat (Adamovič 1993). Vložky až 1,2 m mocné polohy vápnitých (kalcifikovaných) pískovců jsou v Kumerském pohoří vyvinuty v nižším (jemnozrném) oddílu svrchní části jizerského souvrství v okolí Skalní Brány a v asi 500 m širokém pruhu SZ - JV od Valdštejnské rokle přes Dub (458 m) do Mužské rokle. Středně až hrubě zrnité pískovce vyššího oddílu svrchní části jizerského souvrství vycházejí na povrch v sz. části Kumerského pohoří a na Ralsku. Křemenné valouny v příměsi až podílu jsou volně rozptýleny nebo koncentrovány

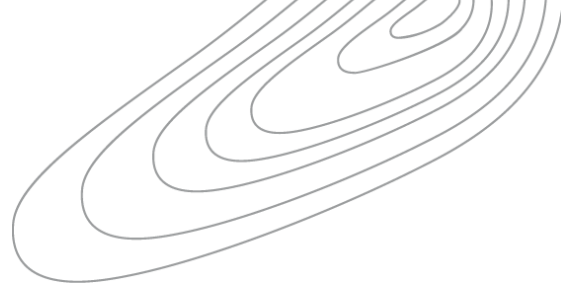


do poloh až několik desítek centimetrů mocných. Živec chybí nebo je zastoupen akcesoricky, místy je přítomen vápnitý tmel.

Směrem na jihovýchod a východ, tedy směrem k Horní a Dolní Krupé a do údolí Zábrdky přecházejí kvádrové pískovce jizerského souvrství do jemnozrnných vápnitých pískovců až prachovců. Tento faciální přechod v rámci jizerského souvrství lze připisovat distribuci písčitého materiálu v podmínkách mělkomořské sedimentace, kdy byl úlomkový materiál ze zdrojových oblastí za severním okrajem pánve transportován jihovýchodními proudy. Tímto směrem tak klesá jak mocnost jizerského souvrství, tak obsah hrubší písčité složky. Zajímavým litologickým členem v rámci tohoto přechodu jsou lavice tvořené křemennými valouny (do velikosti cca 2 cm) a schránkami mlžů, případně až 30 cm mocné lavice tvořené jen nahromaděnými schránkami. Některé z nich jsou dobře odkryté v oblasti mezi Mimoní a Kuřívody (viz Paleontologie). Uvedené litologické změně odpovídá i charakter reliéfu na území Geoparku Ralsko, přecházející od silně členitých skalnatých úseků na Z a SZ do málo rozčleněných strukturálních plošin na JV.



Obr. 2. Soubory stejnosměrně ukloněných lamin šikmého zvrstvení v pískovcích spodní části jizerského souvrství. Pravý břeh Ploučnice sz. od Hradčan.



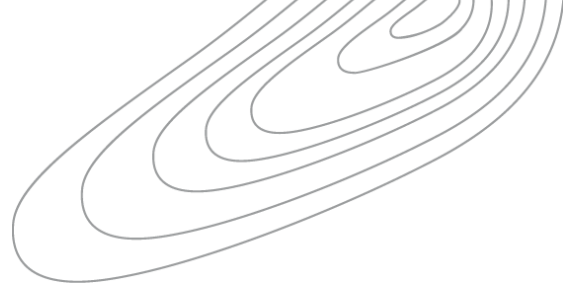
Obr. 3. Slepencová poloha s ostrou, bioturbovanou bazí ve střední části jizerského souvrství na jv. úbočí Ralska.

Paleontologie křídových sedimentů

Paleontologicky cenné lokality jsou vázány především na vložky vápničných pískovců ve střední a svrchní části jizerského souvrství ve východní části geoparku. Jedná se jak o výskyty jednotlivých exemplářů (především schránek mlžů), tak i o celé ústříčné lavice o mocnosti až prvních desítek centimetrů, vzniklé převážně při významných bouřkových událostech jako ekvivalent slepencových poloh. Klein (1956) uvádí z jizerského souvrství mlže *Lima canalifera* Goldf., *Lima granulata* Nilss., *Lopha vesicularis* (Lam.), *Pycnodonte canaliculata* (Sow.), *Camptonectes virgatus* (Nilss.), *Rhynchostreon suborbiculatum* (Lam.) a korýše *Protocallianassa antiqua* (Otto). Stratigraficky významné rody mlžů jsou známy jen z vrtů z podloží nebo nadloží pískovcové sekvence za okrajem Geoparku Ralsko, např. *Inoceramus inconstans* Woods em. Andert z teplického souvrství Provodínských kamenů dokládá podle Kleina (1956) svrchnoturonské stáří.

Jemnozrné pískovce na bázi střední i svrchní části jizerského souvrství dále obsahují výrazně bioturbované polohy se složitými ichnostavbami, v nichž lze nalézt především stopy po vrtavé a hrabavé činnosti organismů žijících na mořském dně. Nelze je většinou přiřadit určitému živočišnému druhu, lze je však členit na jednotlivé typy a podle nich usuzovat na životní styl původce dané stopy. Vertikální i horizontální chodby, na obvodu více zpevněné a často vyplněné pískem odlišné zrnitosti byly dříve považovány za fosilní mořské houby a označovány názvem „Spongites saxonicus“. Dnes tyto chodby řadíme k ichnorodům *Planolites* a *Thalassinoides*. Ukázkově jsou vyvinuty na řadě míst Hradčanských stěn (Mikuláš 1994) a ve Vranovských skalách.

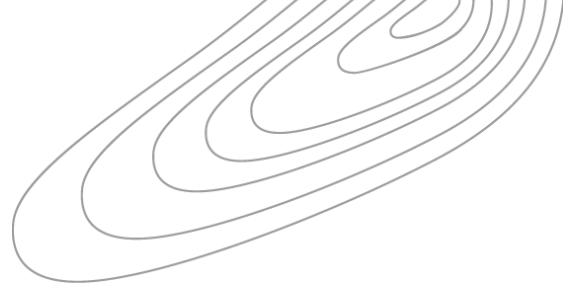
Přehled paleontologicky významných křídových lokalit na území Geoparku Ralsko je uveden v Tabulce 1.



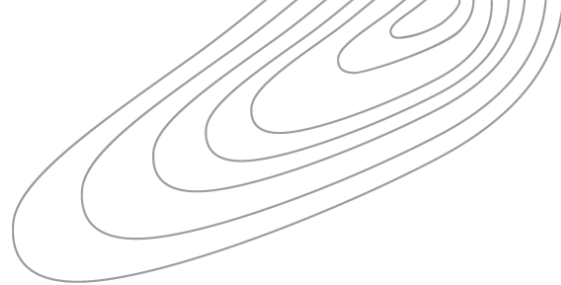
Obr. 4. Otisk fosilního dřeva s vrtbami červů. Spodní část jizerského souvrství jv. od vrchu Dědek jv. od Jestřebí.



Obr. 5. Kornoutovité schránky kyjovek v životní poloze (svislé) v pískovci spodní části jizerského souvrství. Havířská věž s. od Doks.

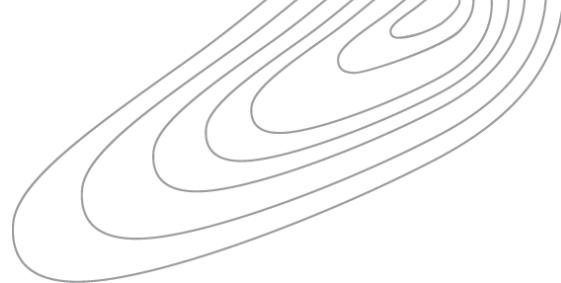


Obr. 6. Ukázky ichnostaveb v jemnozrnném vápnitém pískovci svrchní části jizerského souvrství.
Skalní brána *Frauentor*, Hradčanské stěny.



Tabulka č. 1 Přehled paleontologicky významných lokalit na území Geoparku Ralsko

Lokalita	Poloha WGS 84	Stratigrafie	Fosilie	Literatura
Červený vršek jv. od Mimoně	N50.62241 E14.75959	Jizerské s., střední část	ústřičná lavice ve vápnitém pískovci	Zahálka (1916) Müller (1924a) Adamovič (1997)
Ralsko, j. svah	N50.67007 E14.75953	Jizerské s., svrchní část	úlomky ústřic ve vápnitém pískovci	Zahálka (1916)
vrch Brada u Svébořic	N50.65753 E14.83330	Jizerské s., svrchní část	ústřičná lavice ve vápnitém pískovci, brachiopodi	Zahálka (1916) Müller (1924a)
zářez silnice sv. od Svébořic	N50.67211 E14.85823	Jizerské s., svrchní část	ústřičná fauna v poloze vápnitého pískovce	Zahálka (1916)
Kozí hřbet j. od Hamru	N50.68682 E14.83440	Jizerské s., střední část	ústřice, hřebenatky, gastropodi	Krejčí (1869) Zahálka (1916)
jižně od Plouznice	N50.62594 E14.78592	Jizerské s., střední část	ústřičné lavice ve vápnitém pískovci	Müller (1924a)
lom v Hvězdově	N50.63250 E14.77570	Jizerské s., střední část	hojné ústřice	Müller (1924a)
Velký Jelení vrch, j. svah	N50.67184 E14.82917	Jizerské s., svrchní část	ústřičná fauna ve vápnitém pískovci	Müller (1924a)
Ralsko, j. svah	N50.66662 E14.76692	Jizerské s., svrchní část	ústřičná fauna v polohách vápnitého pískovce	Müller (1924a)
jižně od Černé Noviny	N50.67224 E14.86746	Jizerské s., svrchní část	ústřičná fauna v polohách vápnitého pískovce	Müller (1927)
Malá Buková	N50.59566 E14.74636	Jizerské s., svrchní část	ústřičná fauna a červi v poloze vápnitého pískovce	Müller (1914)



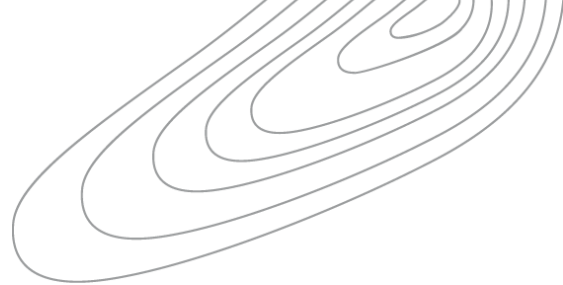
Hraniční důl u Provodína	N50.61308 E14.62005	Jizerské s., svrchní část	ústříčná lavice v jemnozrnném pískovci	Adamovič (1997)
Vranov, Juliina vyhlídka	N50.66796 E14.75683	Jizerské s., střední část	ichnofosilie	Adamovič (1997)
Kozí skalka sz. od Hradčan	N50.63131 E14.66314	Jizerské s., svrchní část	ichnofosilie	Mikuláš (1994)

Tělesa mladých vulkanitů

Mladé vulkanity na území geoparku tvoří dvě skupiny. První jsou bezpyroxenické olivinické nefelinické melilitity až olivinické nefelinity s melilitem, tradičně označované jako horniny polzenitové řady. Jsou datované do nejmladší křídy až paleocénu (Ulrych a kol. 2011, 2014). Mladší skupina těles je tefritového až bazanitového složení a časově spadá do oligocénu. Přehled radiometricky (metoda K-Ar) datovaných těles vulkanitů na území Geoparku Ralsko je uveden v Tabulce 2.

Tělesa hornin **polzenitové řady** tvoří především výplň struktur směru SSV – JJZ, které se otvíraly v důsledku silného stlačení severo-j jižního směru na samém konci křídového období. Proto se jejich výskyt soustředí do severní části území Geoparku Ralsko, kde se uvedené tlakové napětí přednostně uvolnilo přesmykem na lužickém zlomu a deformací jeho podložní (t. j. jihozápadní) kry. Právě oblast Hamru a Osečné je místem, odkud byly polzenity Scheumannem (1913) uvedeny do světové literatury (něm. *Polzen* = Ploučnice). Složením přecházejí od nejstarších olivinických melilitolitů (intruze jižně od Osečné) přes mikromelilitolity (Děvín, Hamerský Špičák, Velká ralská žíla) až k melilitickým olivinickým nefelinitům tvořícím žilný roj tzv. Čertových zdí mezi Osečnou a Českým Dubem, viz Pivec a kol. (1998). Těleso kolem Osečné má svým způsobem centrální charakter pro danou oblast: jde o ložní žílu až lopolit uložený v hloubkách kolem 200 m na ploše 19 km². Některé žíly souboru Čertových zdí, ukloněné strmě k ZSZ, z tohoto tělesa vybíhají a svými jz. výběžky zasahují na území Geoparku Ralsko, kde tvoří morfologicky výrazné hřbety: např. Západní Čertova zeď nebo Velká Čertova zeď. Žíly hornin polzenitové řady jsou hojné i na Mimoňsku a Dokesku, často jsou však silně rozložené na směs jílových minerálů a oxihydroxidů železa: např. Velká ralská žíla na jižních svazích Ralska, žilný systém mezi Jelením vrškem a Lišším vrchem v polesí Boreček a na Malé Čertově zdi u Ploučnice (Adamovič 1997).

Proniky mladších **tefritů až bazanitů** jsou naopak spojené s tahovým napětím, jehož hlavním výsledkem byl vznik příkopové propadliny směru SV – JZ zaplněné povrchovými vulkanickými produkty – tzv. oherský rift. Jejich výskyty se tedy soustředí spíše do centrální a jižní části Geoparku Ralsko a zvláště do blízkosti strážského zlomu (viz Tektonika), který tvoří jv. omezení příkopu oherského riftu. Vynikají především vypreparované pně čedičových i znělcových hornin jako Dub a Velká a Malá Buková (olivinický nefelinit), Borný (nefelinický nebo analcimický tefrit) nebo Ralsko (sodalitický tefrit). Velký a Malý Jelení vrch jižně od Hamru (bazanit) jsou kombinací žíly směru SSZ – JJV a pňů. Právě žíly této skupiny na Dokesku mají téměř výhradně průběh SSV – JJZ. Jsou to např. žíla v hrázi Máchova jezera



(nefelinicko-analcimický bazanit) a žíly téhož směru v hrázi Břehyňského rybníku a na Mlýnském vrchu nebo na Havraní skále u Hradčan (vše sodalitický trachyt), žíly ve Vranovských skalách a u Pavlína (tefrit) a dále žíly u Veselí a tzv. Střelniční žíla v Doksech (camptonit–wesselit).

Zvláštním typem intruzivních těles jsou **komínové intruzivní brekcie**. Látkovým složením mohou patřit jak ke starším horninám polzenitové řady, tak (převážně) i mladším tefritům a bazanitům. Jsou významné z hydrogeologického hlediska: podél jejich kontaktů může docházet k mísení podzemních vod obou hlavních kolektorů – perucko-korycanského a jizerského souvrství. Mnohá taková tělesa sledují průběh strážského nebo úštěckého zlomu a leží těsně za z. okrajem geoparku (Pitrův vrch u Provodína, těleso jižně od Brennė, těleso v Novinách p. R.). Na území geoparku leží těleso intruzivní brekcie ve v. okolí kóty 295,3 sz. od Hvězdova a řada těles na úbočí vrchu Ralsko, které byly zastíženy průzkumnými vrty na uran (Blažek a kol. 1979). Těleso intruzivní brekcie s vulkanotektonicky zakleslou krou pískovců březenského souvrství bylo popsáno Kleinem (1963) z místa dnešní čerpací stanice u nádraží v Doksech.



Obr. 7. Sloupcovitá odlučnost bazanitu na východní stěně Velkého Jeleního vrchu (513,9 m).



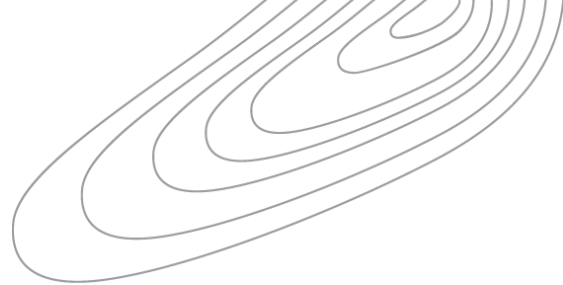
Tabulka č. 2 Přehled radiometricky datovaných těles vulkanitů na území Geoparku Ralsko. Všechna uvedená stáří byla stanovena metodou K-Ar

Lokalita	Hornina	Stáří (mil. let)	Literatura
Osečná - lopolit	olivinický melilitolit	79	Ulrych a kol. (1998)
Děvín – žíla	mikromelilitolit	77 / 79,5	Pivec a kol. (1998) / Ulrych a kol. (2014)
Kotel – žíla	polzenit	67,8	Shrbený a Vokurka (1985)
Hamerský Špičák - žíla	mikromelilitolit	63	Shrbený a Vokurka (1985)
Chrastenský vrch	mikromelilitolit	67 / 63	Pivec a kol. (1998) / Shrbený a Vokurka (1985)
Kotel – žíla	melilitický olivinický nefelinit	60,2	Shrbený a Vokurka (1985)
Malý Jelení vrch	bazanit	34	Ulrych a kol. (1998)
Ralsko	tefrit	24,7	Shrbený a Vokurka (1985)
Veselí	camptonit	23,2	Ulrych a kol. (2014)

Tektonické porušení

Z hlediska pokřídového zlomového porušení je pozoruhodná především zóna **strážského zlomu**, sledující západní a severní okraj geoparku. Strážský zlom je jedním ze zlomů omezujících z JV příkop oherského riftu. Strážský zlom je poklesem s vertikální amplitudou pohybu od 240 m u Brenně do 660 m s. od Ralska. Je dislokován řadou zlomů V-Z. Soubor těchto zlomů, někdy označovaný jako **mimoňské zlomové pole**, zabíhá na území Geoparku Ralsko především v oblasti Mimoně (Adamovič 1997). Jeden z výraznějších zlomů tohoto pole probíhá zhruba přes stanici Mimoně a severní část zámeckého parku směrem na jižní okraj Pavlína. K tomuto zlomovému poli můžeme řadit ale také **hradčanský zlom**, který využívá pro svůj tok Ploučnice západně od Hradčan. V podloží křídly tvoří jižní omezení klínu silněji metamorfovaných hornin saxothuringika (svorů) a během variské orogeneze na něm došlo k intruzi menšího žulového tělesa. V pokřídové době na něm došlo jen k drobným vertikálním pohybům (většinou do 20 m), horizontální pohyby ale mohly dosahovat až stovek metrů.

Tektonicky výrazně omezená oproti svému okolí je kra Kumerského pohoří mezi Doksy a Hradčany. V terénu lze především dobře sledovat účinky **severní větve úštěckého zlomu**: kra Provodínských kamenů na SZ leží až o 100 m níže než kra Kumerského pohoří. Zlom odděluje jemnozrnné pískovce svrchního jizerského souvrství (nižší oddíl) na JV od středně až hrubě zrnitých,



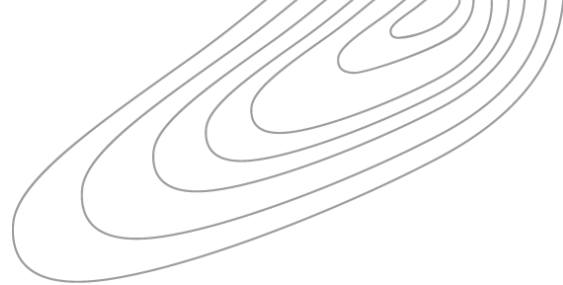
dobře vrstevnatých pískovců vyššího oddílu téže jednotky na SZ. Oblast přiléhající ke zlomu se vyznačuje přítomností rotovaných ker a hustých drcených pásem. Jižním omezením Kumerského pohoří je **východní větev úštěckého zlomu**. Jde o zlom směru ZSZ - VJV, na němž dosahuje pokles s. kry až 80 m. Horizontální složkou pohybu je levostranný posun. Východní okraj Kumerského pohoří není zlomový: vrstvy se pod úhlem asi 1° uklánějí k JV bez přerušení k Velké a Malé Bukové.

Menší zlomy s výškami skoků 10 – 25 m vybíhají z východní větve úštěckého zlomu k SV přes celé Kumerské pohoří. Nejvýraznější z těchto zlomů, s relativním poklesem sz. kry o 10 – 20 m je možno sledovat až k ústí Písečné rokle s. od vrchu Bahno (328,3 m). Dále pokračuje tento zlom východním směrem, v ose Hradčanského potoka. Západně a severně od Bahna jsou pukliny s ním související vyplněny žilami nefelinického hauynitu a sodalitického trachytu.

Pokračování severní větve úštěckého zlomu lze severně od Ploučnice vysledovat na západní úpatí Liščího vrchu u Mimoně; zlom se zde nazývá **zlomem Liščího vrchu** (pokles sz. kry o 100 m). Je doprovázen – vedle intruzí hornin polzenitové řady – výrazným prokřemeněním a hydrotermálním proželesněním. Jeho charakter byl ověřen průzkumnými rýhami v roce 1995 (Adamovič 1997).

I přes malý výškový skok (relativní pokles sz. kry o 15 m) je z hlediska datování pokřídové tektoniky velice zajímavý charakter **ralského zlomu**. Zlom probíhá přes Vranov k SV na samotný vrchol Ralska a sv. od Malého Ralska se spojuje se strážským zlomem. Zde činí vertikální amplituda pohybu již 25 m. Podle sklonu zlomové plochy a doprovodných puklinových ploch v tefritu na vrcholu Ralska a podle tektonických ohlazů na těchto plochách jde o přesmyk kombinovaný s levostranným horizontálním posunem (obr. 28). Nízké stáří hlavních pohybů na ralském zlomu je doloženo jeho dobrou průběžností a poměrně stálou výškou skoku a skutečností, že porušuje těleso tefritu na vrcholu Ralska.

Ve srovnání s tektonicky poměrně silně postiženou západní částí Geoparku Ralsko je jeho východní část zlomově téměř neporušená. Generelní tektonické úklony křídových sedimentů 1–1,5° k JV v okolí Ralska se mění na stabilní hodnoty kolem 0,6° k JV až JJV. Jediný významnější zlom v okolí Kuřívod je pokračování východní větve úštěckého zlomu (viz výše). Výška skoku na tomto zlomu je 15–20 metrů s relativním poklesem severní kry. Horizontální složka pohybu na zlomu je levostranná (severní kra o cca 100 m k západu) podle odskočení žíly hauynitu.



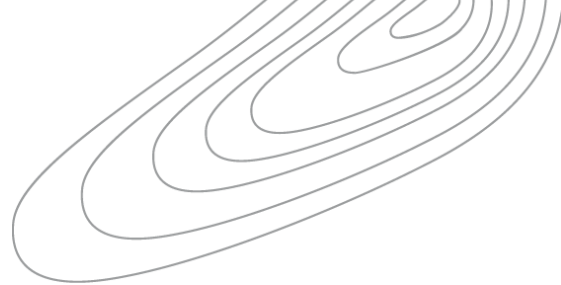
Obr. 8. Pásmo drčení doprovázející severní větev úštěckého zlomu v pravé stěně Valdštejnské rokle u Provodína, Kumerské pohoří.



Obr. 9. Hlavní plocha zlomu Liščího vrchu doprovázená prokřemeněním pískovce.



Obr. 10. Soubor drobných syntetických zlomů zastižený průzkumnou rýhou na severní patě Liščího vrchu u Mimoně. Několik metrů odtud východně (doleva) byla zastižena hlavní plocha zlomu Liščího vrchu.



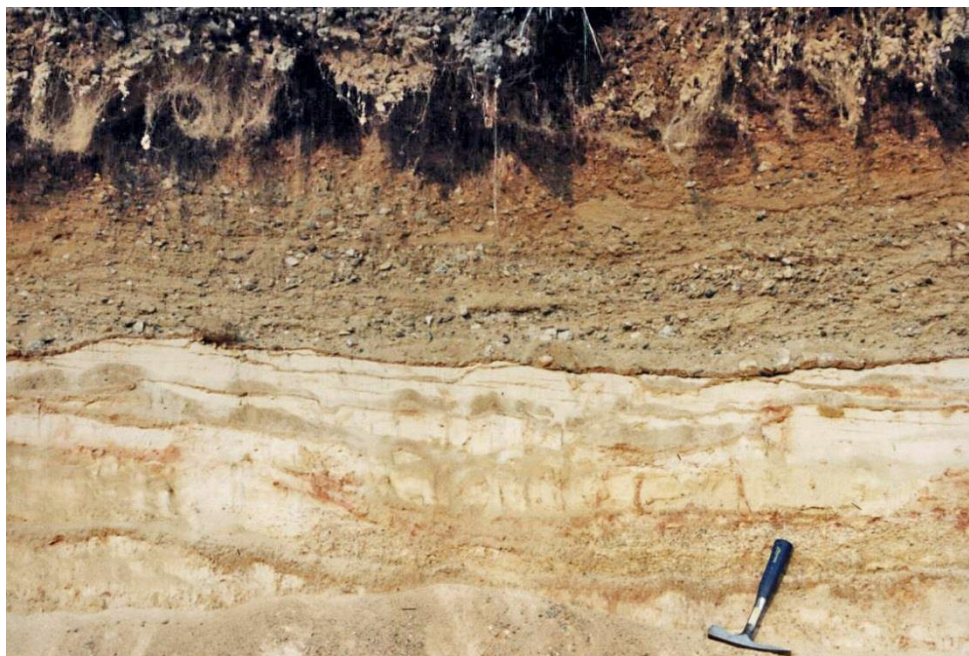
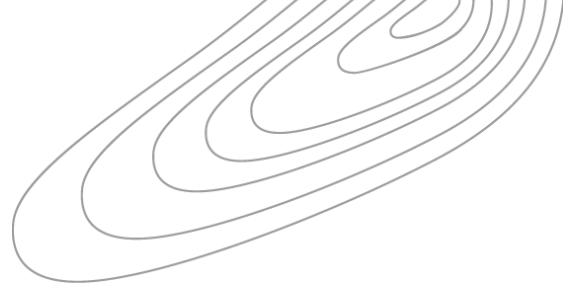
Kvartérní sedimenty

Z pleistocénních sedimentů mají největší význam relikty terasového systému Ploučnice. Na území Geoparku Ralsko byly terasové šterkopisky dobře přístupné v několika pískovnách (např. Srní Potok, Boreček, Hradčany); jejich odkrytost je dnes většinou proměnlivá v závislosti na občasně těžbě nebo byly tyto pískovny zcela rekultivované. V günzu (spodní pleistocén) a mindelu (starší část středního pleistocénu) pokračovala Ploučnice od soutoku s Ploužnickým potokem dále na jih a z východu obtékala Kumerské pohoří. Dále tekla pravděpodobně k jihovýchodu a byla odvodňována tehdejšími systémy Jizery. Na začátku rissu (mladší část středního pleistocénu) opustila Ploučnice toto koryto, snad v důsledku subsidence oblasti sz. od strážského zlomu, a již od soutoku s Panenským potokem v Mimoně tekla k západu (Müller 1924a, Balatka - Sládek 1962). Klein (1983) považuje zde zachované terasy ještě za mindel. Její tok se pak s postupem času stále více prohýbal jižním směrem přes polesí Boreček, až dospěl na konci interglaciálu riss/würm do dnešní podoby s ohybem jižně od Mimoně. Bohatická terasa Ploučnice (mindel, střední pleistocén) obsahuje vysoké procento valounů nordického původu, především pazourků. Ty sem byly zaneseny Panenským potokem z oblasti glaciofluvialních uloženin (Jítrava) v předpolí kontinentálního ledovce.

Ve východní polovině území Geoparku Ralsko je významnější zastoupení spraší a sprašových hlín (svrchní pleistocén). Ty zde byly před rokem 1945 na několika místech těženy jako cihlářská surovina (např. Palohlavy). V menší míře pokrývají spraše i temeno silně rozčleněné plošiny Polomených hor; díky tomu zde převládají bučiny se spíše vlhkomilnou flórou. Ke svrchnímu pleistocénu lze řadit také akumulace vátých písků pokrývající dna depresí mezi Ploužnickým potokem a Mlýnským potokem (např. Břehyňský rybník, tzv. Pustý rybník). Jestřebská kotlina byla ve svrchním pleistocénu deflační plošinou, jak ukazuje eolicky modifikovaný reliéf svědeckých skalek a nálezy hranců.

Z holocénních sedimentů mají největší význam rašeliny a slatiny (Dohnal 1961), nejlépe vyvinuté podél Mlýnského potoka (Jestřebská kotlina), kde byly dříve těženy (Anders 1897). Menší akumulace se vytvořily na Ploučnici (Hamr, Lázně Kunderlice), na Ploužnickém potoce a na Hradčanském potoce. Jejich přítomnost dala základ zdejšímu rybníkářství. Máchovo jezero (dnešní plocha 284 ha), napájené Břehyňským a Okenským potokem, je největší vodní nádrž v okolí. Podobně jako hráz Břehyňského rybníka je založena na žíle sodalitického trachytu, hráz Máchova jezera byla za Karla IV. (1366) postavena na žíle zčásti limonitizovaného nefelinicko-analcimického bazanitu. Vzhledem k tomu, že tato žíla je v příčném směru prakticky nepropustná pro podzemní vodu, lze předpokládat, že přirozené jezero existovalo v těchto místech ještě předtím. To ostatně potvrzuje Dohnal (1961) zjištěním, že dobudováním hráze ve 14. století došlo ve Starých Splavech k zavodnění starších rašeliníšť, jejich malé mocnosti i rozlohy však dokládají malý plošný rozsah původního jezera.

Suťoviska a kamenná moře tvořená úlomky a balvany čedičových hornin jsou nejtypičtěji vyvinuta na j. svazích Ralska, na v. svahu Velkého Jeleního vrchu nebo na v. svahu Velké Bukové. V oblastech rozsáhlejších pískovcových výchozů se vytvořily písčité osypy, přecházející v rozsáhlejší písčité deluvia. Jde o rezavě hnědé a žluté písky, slabě hlinité, místy s úlomky podložního pískovce na bázi, v mocnostech 1–3,5 m.



Obr. 11. Pískovna na s. okraji Hradčan, zastihující bázi štěrkopísků středopleistocénní terasy Ploučnice. Stav v roce 1995.

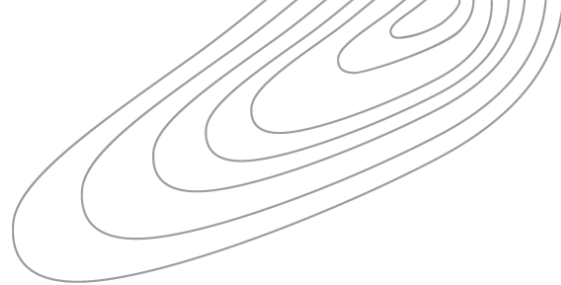
Těžba nerostných surovin

Na řadě míst v bývalém VVP Ralsko lze nalézt stopy po těžbě užitkových nerostů a hornin. Pískovcové štuky byly dobývány jako stavební kámen v polesí Boreček jz. od Mimoně, na Bílém kameni a Králově kameni u Doks, na jz. a j. úbočí Ralska a jinde. Zvláště odolný byl prokřemenělý pískovec z blízkosti žil vulkanitů, např. na Jelením vršku v polesí Boreček nebo na Čertových zdech u Ploučnice.

Mladé vulkanity byly těženy na štěrk především na samotném Ralsku (lom “Niemesser Aussicht”) a na Velké a Malé Čertově zdi u Ploučnice. Řada menších vulkanických těles byla roztěžena ve druhé polovině 19. století, kdy z nich byl získáván ve velmi lokálním měřítku štěrk pro stavbu silnic: to byl případ žíly hauynitu v Písečné rokli v Kumerském pohoří nebo žíly sodalitického trachytu až trachybazaltu na jižním úbočí Mlýnského vrchu u Břehyně.

V 60. letech byla u Hamru n. J. zahájena těžba uranové mineralizace vázané na sedimenty perucko-korycanského souvrství, nejnižší jednotku vrstevního sledu křídý. Brzy dosáhla těžba uranu značných rozměrů. Zrudnění bylo získáváno z hloubek 120 - 250 m pod povrchem hlubinnou těžbou (ložisko Hamr) nebo podzemním loužením (ložisko Stráž). Na území Geoparku Ralsko dále zasahují netěžená uranová ložiska Mimoně, Osečná-Kotel a Hvězdov (Hanzlík a kol. 1992). Další údaje o ložiscích a způsobu těžby lze najít např. v práci kolektivu (1984) nebo ve výroční publikaci Kafky ed. (2006).

Zvláštní kapitolu v hornických dějinách oblasti představuje získávání železa z alterovaných (goethitizovaných) žil mladých vulkanitů. Ty byly těženy ve třech historických etapách (Zimmermann



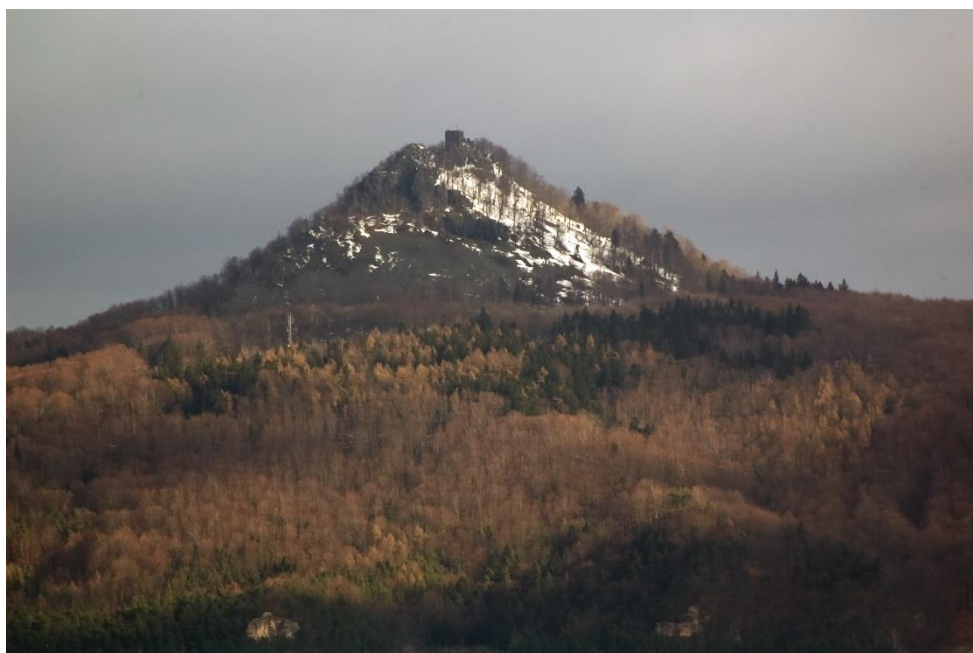
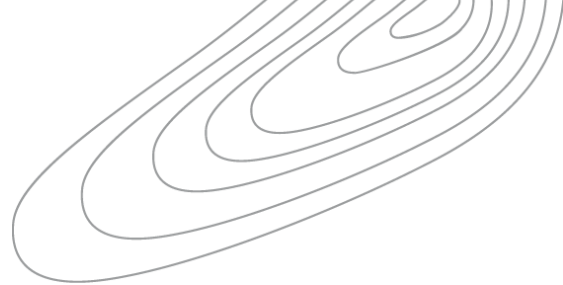
1923, Kühn 1997, 1999) a v blízkých vsích zhutňovány. Poslední dozvuky těchto aktivit byly autenticky popsány F. A. Reusem (1797) z oblasti mezi Borným a Velkou Bukovou u Doks a mezi Svěbořicemi a Jeleními vrchy u Stráže pod Ralskem.



Obr. 12. Pískovna v terasových štěrkopískách Ploučnice v Srním Potoce. V pozadí Ralsko. Stav v roce 1995.

Geomorfologická charakteristika

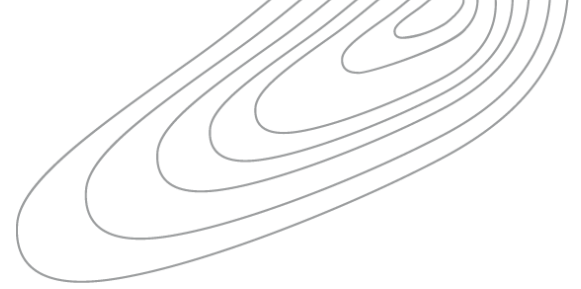
V území geoparku Ralsko lze odlišit dva základní typy reliéfu. Na západě a severozápadě jde o členitý (erozní) pískovcový reliéf s relikty strukturních plošin a vypreparovanými suký a hřbety neovulkanitů. Kvádrové pískovce křídového stáří zde tvoří stěny hluboce zaříznutých roklí nebo plošiny, na nichž morfologicky vynikají vypreparovaná intruzivní tělesa mladých vulkanitů - Bezděz, Velká a Malá Buková, Borný, Čertovy zdi u Ploučnice. Ralsko (696,1 m) jako nejvýraznější dominanta kraje dalo název širšímu orografickému celku - Ralské pahorkatině. Odvodňování přímo k S do Ploučnice je velmi omezené a hlavní roli tak hraje systém údolí napojených na Ploužnický a Svěbořický potok, Hradčanský potok a Mlýnský potok. Největší členitosti dosahuje údolní síť v oblasti Kumerského pohoří a Hradčanských stěn, na jižních svazích Ralska nebo v okolí Hamru n.J.; ve všech případech jde o síť bez stálých vodních toků.



Obr. 13. Krajinná dominanta Ralska (696 m).

Naopak na východě a jihovýchodě, v oblasti s převahou vápnitých pískovců, se jedná o strukturně podmíněnou plošinu uklánějící se pod úhlem do 1° k JV. Tato část území geoparku je na východě odvodňovaná již systémem Jizery, konkrétně Zábrdkou a jejími pravostrannými přítoky. Tato údolí směřují jednotně ve směru sklonu celé plošiny a až na výjimky (Čertův žleb) se vyznačují celkově nižší dynamikou reliéfu než údolí v západní části geoparku (např. Mikuláš 1996). Severním směrem na celém území geoparku nabývají na výraznosti vulkanicky podmíněné hřbety směru SV–JZ (přechod do oblasti tzv. Čertových zdí).

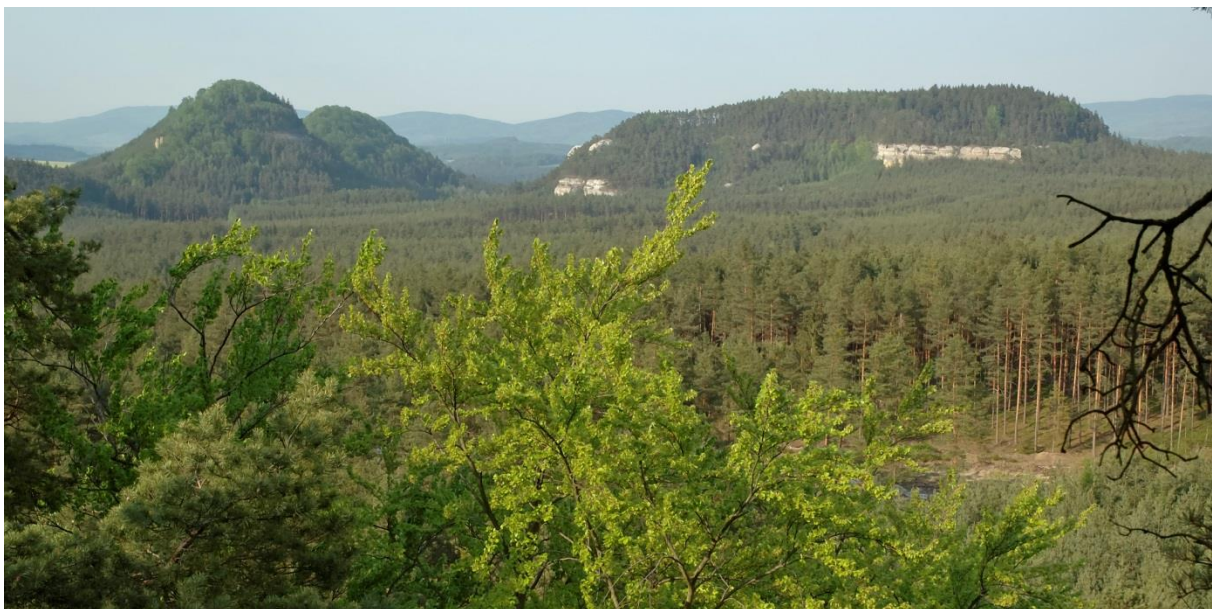
Reliéf kvádrových pískovců se vyznačuje specifickým souborem mezoforem a mikroforem (Balatka a Sládek 1984, Adamovič a kol. 2010a). Kvádrové pískovce vyšších částí nahoru hrubnoucích cyklů tvoří samostatné věže, svislé stěny i skalní defilé o výšce až 40 m. Pestrost skalních mezoforem je umocněná v místech s nepravidelnou distribucí železitého nebo karbonátového tmelu nebo tam, kde jsou pískovce druhotně zpevněny – silicifikovány (prokřemeněny) při kontaktu s žilami mladých vulkanitů. V pískovcích spodního jizerského souvrství jsou mezi Borečkem a Hradčany vyvinuty skalní výklenky a skalní okna. V kvádrových pískovcích střední části jizerského souvrství jsou v Kumerském pohoří a Hradčanských stěnách vyvinuty skalní hříby s vrcholy z železitého pískovce, skalní výklenky (převisy) a symetrické skalní dutiny, skalní okna, skalní brány a slepé brány. V jemnozrnných pískovcích vyššího jizerského souvrství jsou typické skalní hříby, jejichž noha je zúžená na polohách intenzivnější bioturbace. Na vápnité polohy je zde vázáno krasovění, které může mít až podobu jeskyní desítek metrů dlouhých (Husovy kostely; Cílek 1996) nebo perforací typu skalních bran. Projevy krasovění ve vápnitých pískovcích vyššího jizerského souvrství na Malé Bukové mají spíše charakter mikroforem (důlky, škrapy). Soubor skalních hříbů (Kühn 1994) ve Vranovských skalách je také vázán na bioturbované polohy v jemnozrnných pískovcích středního jizerského souvrství. V okolí Hamru n. J. se



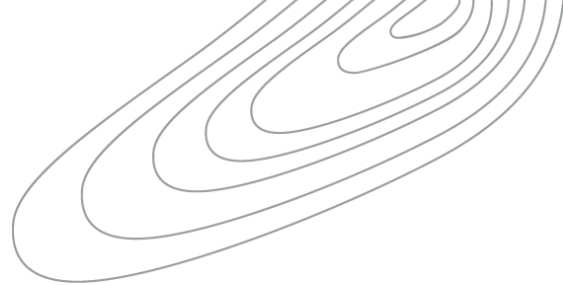
v reliéfu spodní i střední části jizerského souvrství uplatňuje především železitý tmel v pískovcích podél žil vulkanitů: vznikají tak celé hřbety zpevněné železitým pískovcem s pestrá sadou mikroforem (Skalní divadlo, viz např. Mikuláš a Adamovič 2002).



Obr. 14. Typický reliéf severních svahů Hradčanských stěn se skalní pyramidou Tvarožníku.



Obr. 15. Typický reliéf severní části Geoparku Ralsko. Kuželovité vrcholy Hamerského Špičáku a Děvina (vlevo) leží na žile vulkanické horniny – mikromelilitolitu, protažené ve směru SV–JZ. Široký vrch (vpravo) je malou stolovou horou tvořenou pískovci střední části jizerského souvrství.



Obr. 16. Reliéf typický pro východní polovinu území Geoparku Ralsko: málo členěná plošina, ze které jsou výhledy severovýchodním směrem na vrch Ještěd (1012 m). Ten leží již za lužickým zlomem, mimo území geoparku.

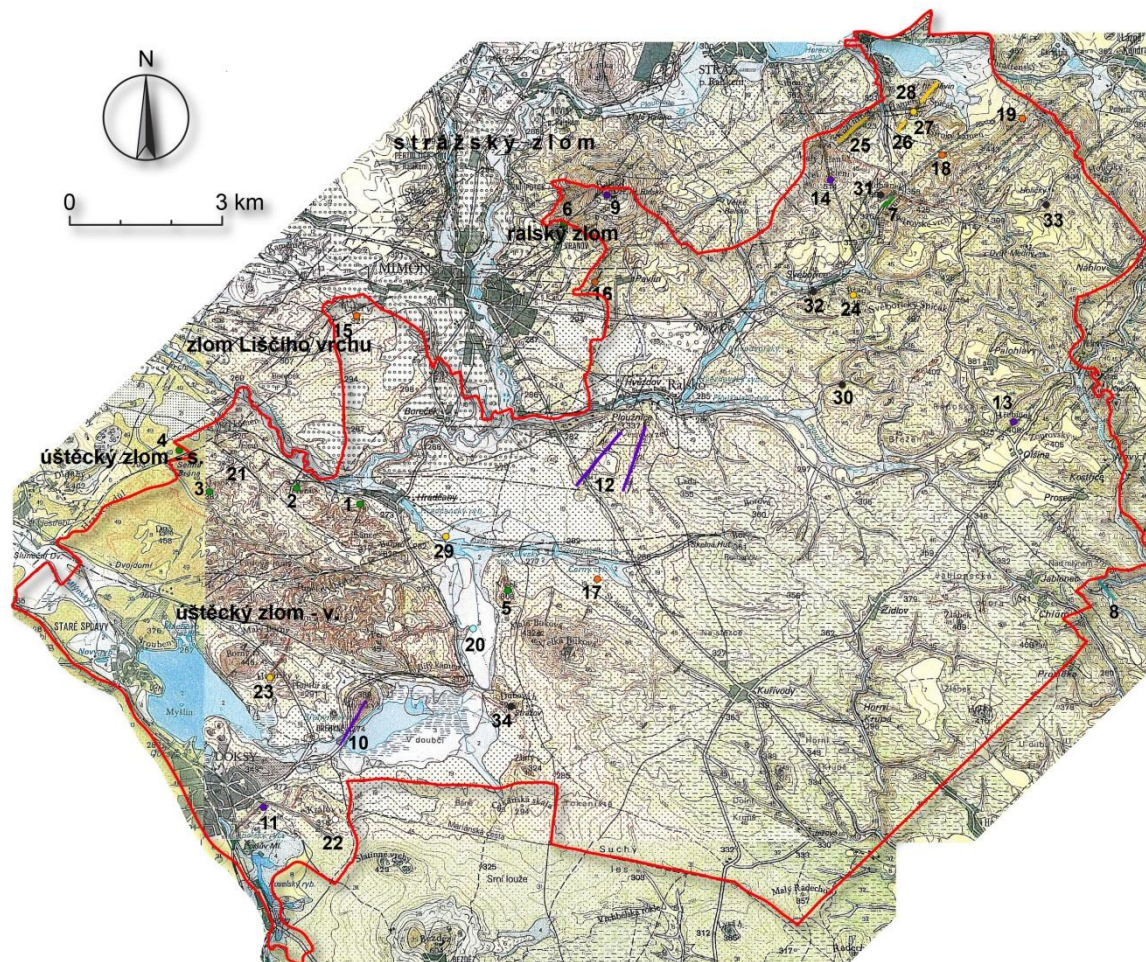


Obr. 17. Skalní hřib nad Juliinou vyhlídkou. Vranovské skály.



Obr. 18. Skalní okno v levém boku Písečné rokle. Hradčanské stěny.

Určení geologických lokalit, geotopů a jejich detailní popis



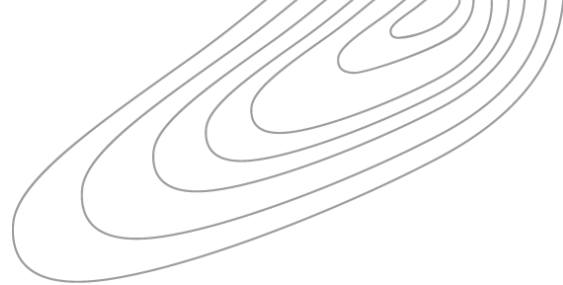
Obr. 19. Geologická mapa území Geoparku Ralsko (zdroj: Česká geologická služba) s vyznačením vybraných geologicky významných lokalit podle číslování v kapitole 2.2.

Podrobná geologická mapa je uvedena v příloze č. 1 nominační dokumentace.

Výčet vybraných geologicky významných lokalit je uspořádán podle stáří geologických jednotek a tematických okruhů.

Křída, křemenné pískovce

Při vhodně zvoleném souboru lokalit lze na území Geoparku Ralsko demonstrovat celý vrstevní sled sedimenty jizerského souvrství v celkové mocnosti 250–400 m. Spodní část je dobře odkryta na březích Ploučnice mezi Borečkem a Hradčany a v okolí Hamru, střední část na Ralsku a v nižších polohách Kumerského pohoří. Svrchní část jizerského souvrství tvoří vynikající skalní výchozy ve vyšších polohách Kumerského pohoří a Hradčanských stěn. Cyklická stavba s trendem hrubnutí do

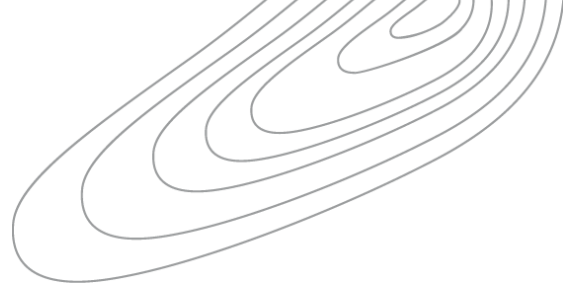


nadloží ve všech jednotkách jizerského souvrství ukazuje na postupné změlčování sedimentačního prostoru přerušované zdvihy mořské hladiny. Na mnoha místech je možné demonstrovat významné stratigrafické úrovně typu záplavových ploch, známky progradace pískových těles od pobřeží do pánve (klinofomy) a samozřejmě sedimentární textury indikující různé hydrodynamické situace na mořském dně od migrujících dunových polí řízených výčasnými proudy přes pískové vlny (obří šikmé zvrstvení) až po významné bouřkové události spojené s erozí nebo s akumulací štěrku a schránek živočichů. Možnost studia biogenních textur je v Geoparku Ralsko jedna s nejlepších v české křídě: vynikajícím způsobem jsou zachovány jednotlivé chodby pod záplavovými plochami i celé složité ichnostavby (Hradčanské stěny, Vranovské skály).

Hradčanské stěny – Havraní skála (1). Na Havraní skále (331 m) nad Hradčany je jeden z nejuplnějších profilů jizerským souvrstvím. Monotónní sekvence masivních, bioturbovaných, středně až hrubě zrnitých pískovcích střední části jizerského souvrství nahoře končí ve výšce 311 m n. m., výše leží jemnozrné pískovce svrchní části jizerského souvrství s ostře omezenými slepencovými polohami. Vrchol skály poskytuje půlkruhový výhled severním směrem. Východním úbočím probíhá severojižním směrem až 3 m hluboká rýha – pozůstatek po těžbě čedičové horniny. Okolí Havraní skály je učebnicí pískovcové geomorfologie: je zde kruhový amfiteátr hned západně od vyhlídky, dále série ostrých skalních hřbetů vybíhajících k SV se skalními hřiby na temeni a skalními výklenky na patách. Ve střední části jizerského souvrství jsou časté skalní dutiny vřetenovitého tvaru. Přístup: značená cesta lesem od lesní silnice.

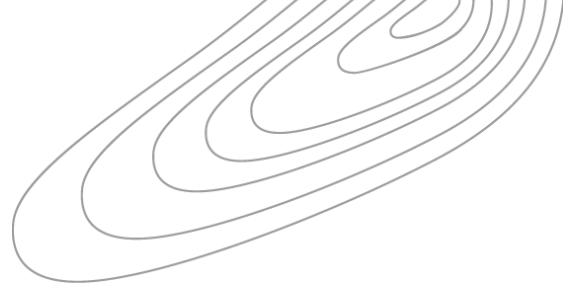


Obr. 20. Skalnatý hřbet s vyhlídkou, označovaný jako Havraní skála. Výrazná horizontální úroveň je hranicí mezi střední a svrchní částí jizerského souvrství.



Obr. 21. Skalní amfiteátr na Havraní skále, Hradčanské stěny.

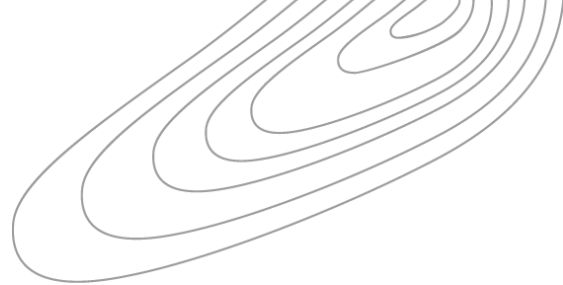
Hradčanské stěny – Tvarožník (2). Na rozdíl od východní části Hradčanských stěn je v masivu Tvarožníku (321 m) dobře odkryta báze střední části jizerského souvrství, a to kolem 310 m n. m. Součástí masivu je zdaleka viditelná, 25 m vysoká skalní pyramida. Západní vrchol Tvarožníku a samotná skalní pyramida jsou od východního vrcholu Tvarožníku odděleny zlomem a leží o zhruba 40 m výše. Na východním vrcholu Tvarožníku leží ve výšce 318 m n. m. již báze svrchní části jizerského souvrství. Dokonalé výchozy červenavých hrubozrnných pískovců spodní části jizerského souvrství poskytuje roklinka na západním okraji masivu, v horní části s mnoha ukázkami tabulárního i výmolového šikmého zvrstvení. Skalní pyramida je jednou z nejdříve zlezených věží v oblasti (1909). Přístup: pěšinou nad lesní silnicí.



Obr. 22. Skalní pyramida Tvarožníku v Hradčanských stěnách, tvořená poměrně málo odolnými pískovci střední části jizerského souvrství. V pozadí údolí Ploučnice.

Kumerské pohoří – Vysoký vrch (3). Na Vysokém vrchu (387,3) je k vidění nejdelší profil jemnozrnnými pískovci svrchní části jizerského souvrství. V nich jsou přítomny v intervalech 3 – 5 m polohy slepenců tvořené valouny křemene 1 – 2,5 cm velkými. Dobře je zde odkryto jedno z těles obřího šikmého zvrstvení, ukazující na migraci obřího pískových dun po mořském dně v době sedimentace. Přístup: po lesních cestách.

Kumerské pohoří – Senná Brána (4). Dvojice skal ležící ca. 220 m sv. od Senné Brány, blízko lesní asfaltové silnice, je tvořena středně zrnitým až hrubozrnným pískovcem svrchní části jizerského souvrství. Na západní skále se kombinují sedimentární textury různých měřítek: šikmé zvrstvení tabulárního typu v polohách kol. 10 cm mocných je naloženo na plochách (klimoformách) mírně ukloněných k JJZ, vyvinutých v mocnosti přes 7,5 m a zřejmě představujících laterální přírůstkové plochy podmořských písečných valů. Skály jsou od sebe odděleny výrazným zlomem směru SV – JZ doprovázeným puklinami téhož směru. Těsně západně od těchto skalních výchozů ve stejném směru probíhá žíla vulkanitu polzenitové řady. Na vrcholcích obou skal jsou navíc vyvinuty hrubé pseudoškrapy. Zvláště východnější skála poskytuje rozhled severním směrem. Přístup: po lesní cestě asi 50 m od lesní silnice.

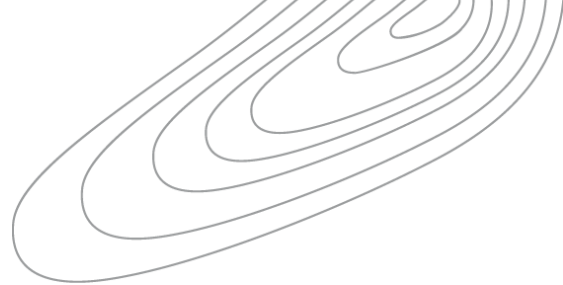


Obř. 23. Dvojice výrazných skal sv. od Senné Brány, tvořená hrubozrnnými pískovci svrchní části jizerského souvrství. Patrné jsou ukloněné vrstevní plochy (klimoformy) v nejvyšší třetině výchozu.

Víšek (5). Na Víškově vrchu (307,6) jsou nejlepší profily středně až hrubě zrnitými pískovci střední části jizerského souvrství. Osou vrchu prochází severojižním směrem soubor zcela rozložených žil bazaltoidu s výrazným proželezněním okolního pískovce. Některé skalní věže mají charakter „pokliček“, zakončených nahoře deskou železitého pískovce (Müller 1914). Přístup: po pěšině nad lesní silnicí.

Přírodní památka Vranovské skály (6). Skály (PR) na jižním úpatí Ralska představují ostrohy táhlých, puklinatostí podmíněných hřbetů, pokračujících severovýchodním směrem po úbočí Ralska. Od SZ k JV jsou označovány jako Džbán, Juliina vyhlídka, Malý a Velký Liščí kámen a Luční kámen (Müller 1924a). Profily zastihují výrazný vrchol zhrubnutí uvnitř střední části jizerského souvrství. Nižší části profilu jsou tvořeny žlutohnědým, středně až hrubě zrnitým pískovcem. Na něj ostře nasedají žlutočervené jemnozrné pískovce s ukázkovými ichnostavbami – texturami způsobenými vrtavou a hrabavou činností živočichů v mořském dně (Mikuláš 1994). Rozpukání a litologická pestrost pískovců zde podmiňují vznik bizarních erozních tvarů, m. j. několika skalních hřibů (Kühn 1994). Juliina vyhlídka s výhledem směrem na J se nachází v zakončení odbočky značené cesty. V době existence VVP Ralsko byla nejvyšším přístupným místem na Ralsku. Skála byla takto pojmenována v roce 1835 na počest hraběnky Julie Hartigové (Wurm - Zimmerhackel 1882). Přístup: po značené lesní cestě.

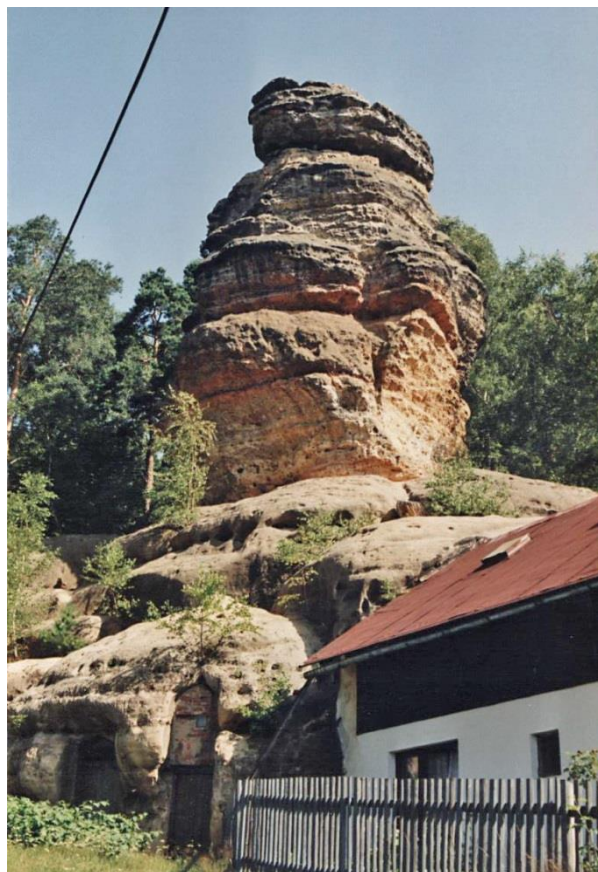
Na skále Džbán (něm. *Molkenkrug*) na severním konci Vranova je spodních 11 m profilu tvořeno žlutohnědým, vrstevnatým, středně až hrubě zrnitým pískovcem v monotónním vývoji. Výše ostře



nasedá žlutočervený jemnozrnný pískovec, v němž periodicky nahoru přibývá hrubě písčité složky. Je převážně masivní, s ichnofosiliemi. Tato hranice zde leží 341 m n. m. těsně za východním okrajem skály Džbán probíhá ralský zlom, na němž došlo k výzdvihu jv. kry o 15 m.

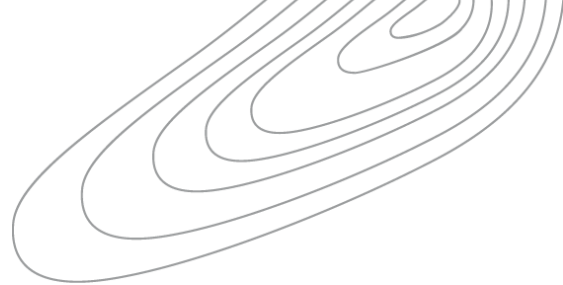


Obr. 24. Ukázka ichnostaveb v nadloží slepencové polohy ve střední části jizerského souvrství. Pata skály Juliiny vyhlídky, Vranovské skály.



Obr. 25. Věž Džbán ve Vranově, na níž je zachycen výrazný vrchol zhrubnutí uvnitř střední části jizerského souvrství.

Dlouhý kámen (7). Západní stěna Dlouhého kamene poskytuje 400 m dlouhé defilé křemennými pískovci střední části jizerského souvrství s dobře patrnými nahoru hrubnoucími cykly zakončenými slepencovými polohami. V některých úsecích jsou šikmo ukloněné vrstevní plochy (klinofomy) jako známka postupného překládání velkých pískových těles na mořském dně směrem dále od pobřeží. Celé defilé je dobře patrné z protějšího Stohánku. Přístup: po pěšinách nad lesní silnicí.

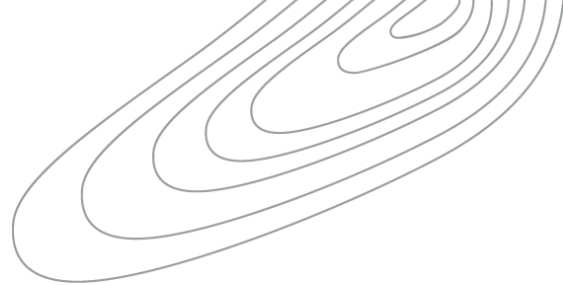


Obr. 26. Pískovce střední části jizerského souvrství na Dlouhém kameni při pohledu ze Stohánku.

Křída, vápnité pískovce a prachovce

Díky příhodné pozici Geoparku Ralsko na pomezí mezi písčitou a vápnito-prachovitou facií jizerského souvrství je možno ve výchozech pozorovat postupný přechod mezi oběma typy pískovců. Jihovýchodním směrem se v typických křemenných pískovcích začnou objevovat polohy nebo konkrerce s vápnitým (sparitovým) tmelem, koncentrované do štěrčkových poloh (Hradčanské stěny). Současně přibývá vápnité matrix v nejjemnějších členech nahoru hrubnoucích cyklů současně s celkovým zjemňováním zrna. Názornou ukázkou přechodné facie jsou výchozy svrchního jizerského souvrství na Malé Bukové nebo některá místa v údolí Zábrdky.

Střední část údolí Zábrdky (8). Ve střední části údolí Zábrdky, severozápadně od obce Strážiště, jsou rozsáhlé přirozené výchozy velmi měkkého vápnitého pískovce jizerského souvrství s čockami a vložkami pevného vápnitého pískovce, s hojnými fosiliemi a ichnofosiliemi. Výchozy tvoří skalní defilé asi 1 km dlouhé a až 20 vysoké. Složení skalního podkladu umožňuje vývoj gravitačních exfoliačních šupin a rozsedlin, ale vznikly zde i bizarní voštiny a jiné tvary typické pro solné zvětrávání. V písčitém vápenci je možno pozorovat četné zbytky fosilií (mlži rodu *Neithea* aj.) a ichnofosilií (*Thalassinoides*). Zvláštností skalního defilé jsou drobné skalní věže a několik jeskyněk, které jsou tvarem bližší krasovým jevům než pseudokrasovým rozsedlinám. Přístup: po pěšinách nad lesní silnicí.

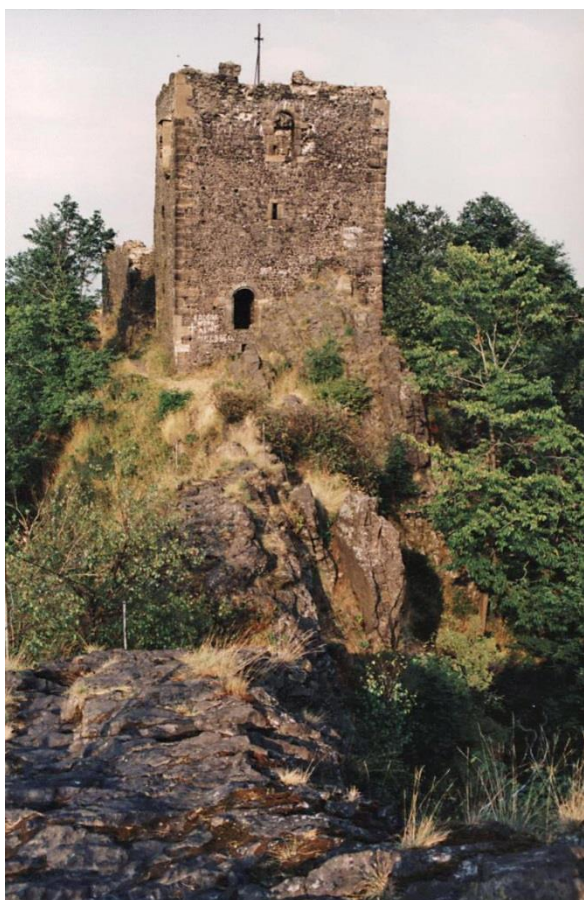
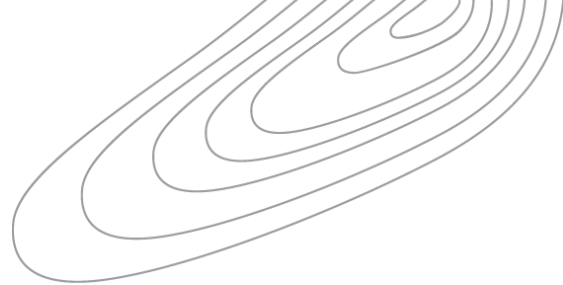


Terciér, vulkanity

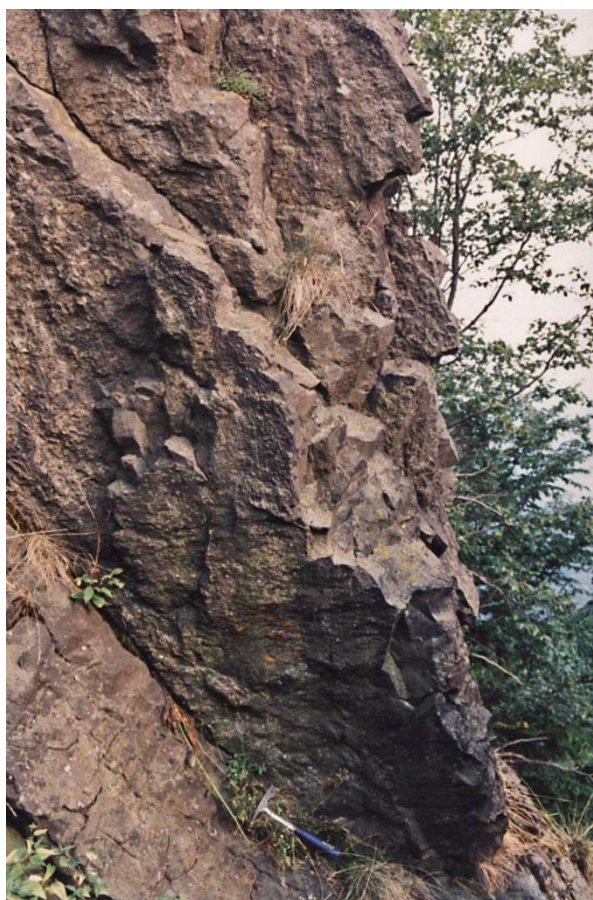
Povodí horní Ploučnice je v oboru petrologie vulkanitů proslulé jako typová oblast ultrabazických, ultra-alkalických žilných hornin (lamprofyřů). Scheumann (1913) zdůvodnil nutnost jejich vyčlenění od ostatních lamprofyřů a nazval je podle řeky Ploučnice – polzenity. Jeden z typů polzenitů (vesecit) byl popsán na základě žíly na Děvině, typové lokality modlibovitu a luhitu leží hned za hranicemi geoparku. Význam původních lokalit byl zdůrazněn na nedávném sympoziu věnovanému lamprofyřům (konkrétně o polzenitech Ulrych a kol. 2014). Mnohá tělesa mladých vulkanitů z této oblasti byla radiometricky datována (viz Tabulka 2). Vhodné odkryvy hornin polzenitové série, tak i mladších vulkanitů v rámci geoparku umožňují získat celkový přehled o proměnlivosti fyzické stavby subvulkanitů od čistých intruzí se sloupcovitou odlučností přes intruze s brekciovanými nebo autometamorfovanými exokontakty až po čistá tělesa intruzivních brekcií. Na řadě míst jsou patrné vzájemné vztahy mezi vulkanismem a zlomovou tektonikou (např. údolí Ploučnice sz. od Hradčan) včetně ukázek tektonizovaných vulkanických hornin (Ralsko).

Přírodní rezervace Ralsko (9). Ralsko (696,1 m) je nejvýznamnější dominantou kraje, na vrcholu jsou zbytky hradu, poprvé připomínaného koncem 14. století. Vrchol tvoří naduřelá žíla sodalitického tefritu, protažená do směru SV – JZ. Na vrcholovém hřbetu (tzv. *Schauhübel*) má tefrit sloupcovitou odlučnost s vodorovně protaženými sloupci. Mladé tektonické deformace tefritu jsou spojeny s průběhem ralského zlomu směru SV – JZ. Kra jv. od zlomu je puklinatost silně postižena (např. skalní chodba u vstupu do hradu) a sloupcovitá odlučnost zde není prakticky vyvinuta. Kromě vrcholového tefritového tělesa se na Ralsku vyskytuje řada drobnějších žil téhož směru, komínových intruzí i těles intruzivních brekcií. Mezi důležitá tělesa patří intruze nefelinického bazanitu otevřená bývalým lomem *Niemesser Aussicht* na jz. úbočí a složitá znělcová intruze na severním svahu.

Vulkanity na vrcholu Ralska a v lomu *Niemesser Aussicht* a jejich vzájemný vztah byly dlouho diskutovány. Jedním z problémů komplikujících situaci je skutečnost, že v důsledku silného zakřivení magnetického pole nad vulkanickými tělesy na Ralsku nelze v okolí vrcholu používat geologický kompas. Střelka se odchyluje i o více než 90° nebo ji nelze ani roztočit. Přesto, že složení vulkanitů na obou lokalitách je stejné, řada starších autorů uvažovala o tom, že se jedná o dvě různá tělesa. Nedávná geofyzikální měření a nalezení ralského zlomu to spíše potvrzují. Přístup: po značené lesní cestě.

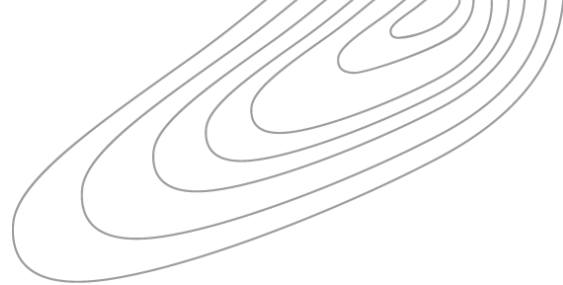


Obr. 27. Vrcholový hřbet Ralska (696 m) tvořený tefritem.



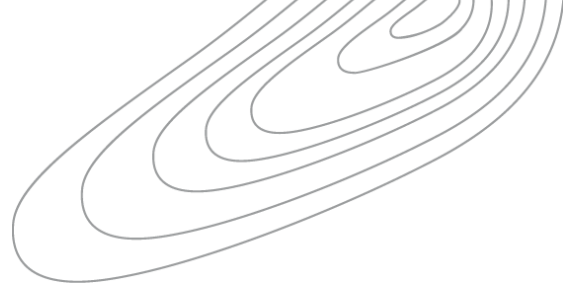
Obr. 28. Ohlazená plocha v tefritu doprovázející ralský zlom na vrcholu Ralska.

Břehyně a Mlýnský vrch (10). Hráže obou největších rybníků u Doks (Máchovo jezero, Břehyňský rybník) jsou přírodní pískovcové valy zpevněné žilami vulkanitů. Vzhledem k tomu, že žíly jsou v příčném směru prakticky nepropustné pro podzemní vodu, lze předpokládat, že přirozená jezera existovala v těchto místech ještě před založením rybníků. V hrázi Břehyňského rybníka (zal. 1287) je dobře odkryta 2 m mocná žíla tefrifonolitu včetně doprovodného proželeznění, dobře přístupná po široké cestě. Žílu je možné dále sledovat severním směrem na hřbetu Mlýnského vrchu (389). Ve spodní části bylo méně rozložené jádro žíly těženo drobnými lomy, kontakty vulkanitu s pískovcem zde zůstaly zachované a ukazují četné variace forem proželeznění včetně železitých výstlepek charakteru "chlebové kůrky", typických pro kontakty kyselých vulkanitů. Místy je žíla dislokována drobnými příčnými zlomy. Na temeni vrchu tvoří žíla výchozy v podobě až 8 m vysoké skalní zdi. Vrcholová partie Mlýnského vrchu je přístupná po strmém svahu lesem.



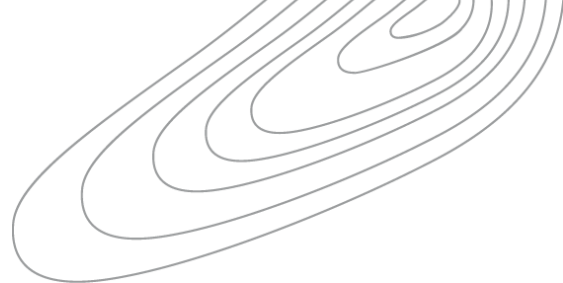
Obr. 29. Pohled přes rozloženou a erodovanou žílu tefrifonolitu na její kontakt s pískovcem se zprohýbanými laminami železitých hmot. Hráz Břehyňského rybníka v Břehyni.

Střelniční žíla (11). Na severovýchodním konci hřbetu Střelnice k. 306,6 (něm. *Schießstätte*) u Doks je dobře odkryta žíla vulkanitu o mocnosti 2–3 m, procházející osou hřbetu. Čedičová hornina obsahuje velké vyrostlice pyroxenu a biotitu a je řazena k lamprofyrům camptonitového typu. Z oblasti je od roku 1913 známa pod klasickým názvem wesselit (podle typové lokality ve Veselí severně odtud). Na odkryvu jsou dobře patrné proželeznělé kontakty žíly i různá intenzita jejího rozložení, klesající od okrajů směrem ke středu. Přístup: po silnici k hotelu Termit.



Obr. 30. Pískovcový hřbet na jv. okraji Doks, jehož středem probíhá žíla wesselitu, označovaná jako *Schießstätte* nebo Střelniční žíla. Stav v roce 1997.

Čertovy zdi u Ploužnice (12). Dvojice kulisovitých a zlomově dislokovaných žil v jižním okolí Ploužnice. Západnější žíla směru SV – JZ, známá jako Malá Čertova zeď, je tvořena horninou polzenitové řady. Východnější Velká Čertova zeď směru SSV – JJZ je tvořena olivinickým nefelinitem. Ačkoliv jsou samy žíly odkryty jen sporadicky, silicifikované pískovce podél nich tvoří výrazné hřbety s lomy na štuky. Skupina žil Malé Čertovy zdi jižním směrem probíhá přes Červený vršek a pokračuje k JJZ dále přes Vavrouškův rybník až na Malou Bukovou. Na jejím severním úbočí jsou stopy starých kutacích prací na železnou rudu. Ve východním okolí Červeného vršku se při kontaktu žíly vytvořily kulovité železité konkrce několik cm velké, které lze vzácně nalézt v písku. Velká Čertova zeď jako již velmi nesouvislá žíla pokračuje jižním směrem na Velkou Bukovou. Přístup: po lesních pěšinách, výchoz na Červeném vršku je přímo pod silnicí Mimoň – Kuřívody.



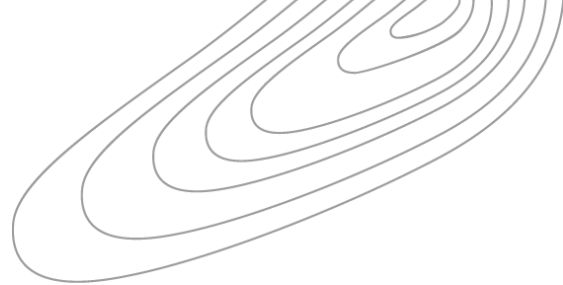
Obr. 31. Místo původní těžby čedičové horniny na Velké Čertově zdi u Plouznice.

Hřebínek (13). Na návrší Hřebínek, 3,5 km s. od Jablonečku, se nacházejí jámy po dobývání melilitického olivinického nefelinitu. Zdejší výskyt tvoří jz. zakončení žíly tzv. Velké Čertovy zdi. Naprostá většina jejích výchozů byla již dávno odtěžena a žílu lze sledovat jako příkop táhnoucí se terénem přes drobná návrší směrem k SV do údolí Zábrdky k Těšnovu. V rozsáhlejších jamách sv. od temene Hřebínku je odkryt kontakt nefelinitu s křemennými a vápnitými pískovci jizerského souvrství. V decimetrových vzdálenostech od kontaktu jsou vyvinuty vertikální desky železivce (Mikuláš a Adamovič 2002). Nelze proto vyloučit kromě těžby kamene získávání železinců k hutnění železa. Přístup: lesem od jihozápadu.

Velký Jelení vrch (14). (Přírodní památka Jelení vrchy). Jeden ze dvou bazanitových pňů (513,9 m) propojených žilou směru SSZ – JJV. Vrchol vykazuje sloupcovitou odlučnost horniny a je lemovaný suťovými poli. Poskytuje jedinečný výhled, především sv. směrem. Radiometrické datování intruze na 34 mil. let pochází z pně sousedního Malého Jeleního vrchu. Přístup: lesní cesta, na vrchol skalní lezení.

Hydrotermální proželeznění a prokřemenění

V okolí Doks byly v Čechách poprvé popsány hydrotermální účinky žilných intruzí čedičových hornin na okolní pískovec (Müller 1914). Nejvýraznějším projevem je proželeznění cirkulujícími fluidy, nastartované teplotním gradientem v okolí žíly. Postihuje rovnou měrou samotnou žílu i pískovce v jejím plášti. Zatímco v případě žíly dochází k rozkladu na málo soudržnou směs goethitu a jílových minerálů, pískovec se goethitovým a hematitovým tmelem zpevní natolik, že pak sám tvoří výrazné hřbety nebo skalní zdi. Proželeznění pískovce má na území geoparku nejrůznější formy včetně



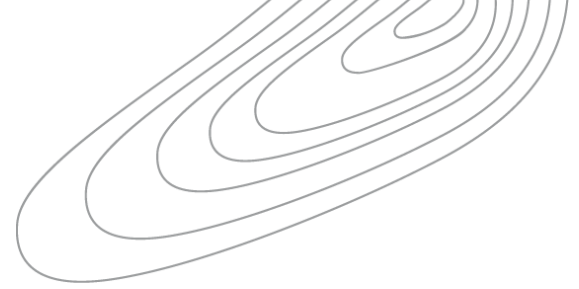
několikacentimetrových kulovitých konkrecí (Strážov a Ploužnice; Adamovič a kol. 2010b) nebo trubic až několik metrů dlouhých (Skalní divadlo; Mikuláš a Adamovič 2002). Silicifikace neboli prokřemenění pískovce ve vzdálenosti několika metrů od žíly vulkanitu je způsobené zpětným vysrážením oxidu křemičitého uvolněného rozpuštěním křemenných zrn pískovce na kontaktu s vulkanitem. Pěknými ukázkami jsou skalní zeď Čihadlo na s. břehu Máchova jezera nebo Jelení vršek západně od Liščího vrchu (viz níže) se sloupkovou odlučností přikontaktního pískovce.

Liščí vrch (15). Dvojitý pískovcový vrchol (321 m) z. od Mimoně. Přes severní úpatí vede zlom Liščího vrchu s poklesem sz. kry o 70–100 m, který je součástí pásma strážského zlomu. Zlom sám není odkrytý, ale je doprovázen drcením, silicifikací a prožežněním. Pískovce z. od zlomu vykazují tektonický úklon až 35° k SZ. V ose západního vrcholu, kudy probíhá krátká žíla vulkanitu ve směru V – Z, lze nalézt skalky silicifikovaného pískovce s železitými krustami. Na východním vrcholu je v železitém pískovci vyvinut skalní hřib o výšce 1,8 m. Severní pata Liščího vrchu je lemovaná haldami z šachet na železo, jejichž lokalizaci dnes nelze určit. Na Jelením vršku (307,2) 1,5 m jihozápadně je podél kontaktu s žilami vulkanitu pískovec zpevněný silicifikací a rozpadá se na čtyř- i víceboké sloupky, vějířovitě uspořádané. Přístup: po široké lesní cestě, na vrchol pěšina.



Obr. 32. Skalní hřib ve střední části jizerského souvrství na Liščím vrchu u Mimoně.

Pavlín (16). Skalní defilé ve střední části jizerského souvrství na z. úbočí vrchu k. 355 z. od Pavlína je tvořené šikmo zvrstveným, středně zrnitým až hrubozrnným křemenným pískovcem se soubory

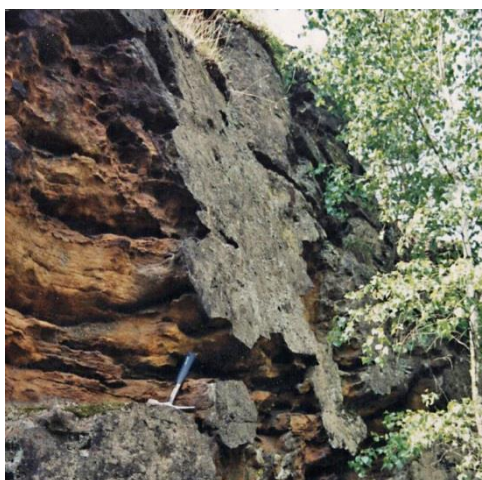
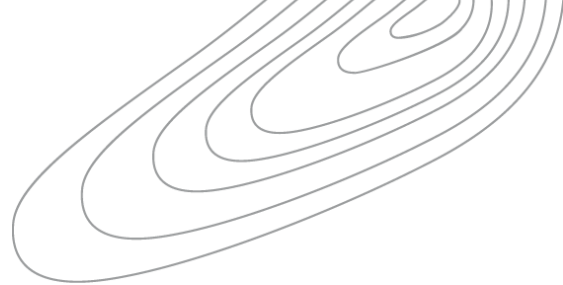


nepravidelných lamin železitého pískovce. Tato lokalita je příkladem železitých inkrustací podél žíly vulkanitu směru SV–JZ. Přístup: nad lesní silnicí.



Obr. 33. Laminy železitého pískovce na vrchu k. 355 u Pavlína.

Žlutý kámen (17). Dvojice skal u vojenského objektu 3 km sz. od Kuřívod. Výchozy jsou tvořené hrubozrnným pískovcem střední části jizerského souvrství. Železitý tmel pokrývá čelní puklinu SZ–JV a od ní zabíhá k J v podobě trubicovitých a toulcovitých inkrustací. Proželeznění je spojeno s žilou bazaltoidu směru S – J. Přístup: po cestě, asi 40 m od lesní silnice.



Obr. 34. Deska železitého pískovce na Žlutém kameni sz. od Kuřívod.



Obr. 35. Válcovité tvary železitých inkrustací v pískovci na Žlutém kameni sz. od Kuřívod.

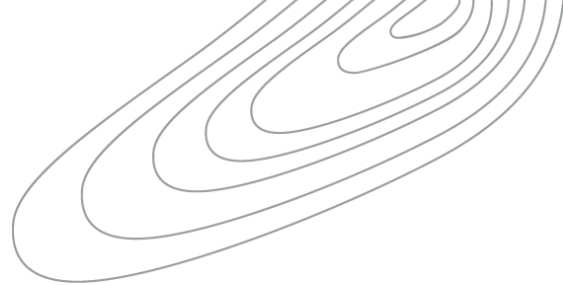
Skalní divadlo (18). (Přírodní památka Divadlo). Skupina skal jv. od Hamru n. J. zvaná Skalní divadlo je jedinečnou ukázkou trubicovitých forem proželeznění. Jde o podkovovitě uzavřené údolíčko protažené ve směru SV – JZ s pískovcovými skalními zdmi a věžemi na jeho bočních hřbetech. V nich jsou pozorovatelné izolované trubicovité útvary železitého pískovce o průměru až 40 cm a pozorovanou délkou až 4,5 m. Osy trubic jsou protažené ve směru skalních hřbetů. Vznik trubic je podmíněn migrací železem bohatých fluid podél dvojice žil bazaltoidu v podloží. Jedna z pískovcových věží je perforovaná do podoby skalní brány. Přístup: po široké lesní cestě, na vrchol po pěšině.



Obr. 36. Trubicovité železité inkrustace v pískovci na Skalním divadle u Hamru.



Obr. 37. Skalní brána v úzkém pískovcovém hřbetu na Skalním divadle u Hamru.

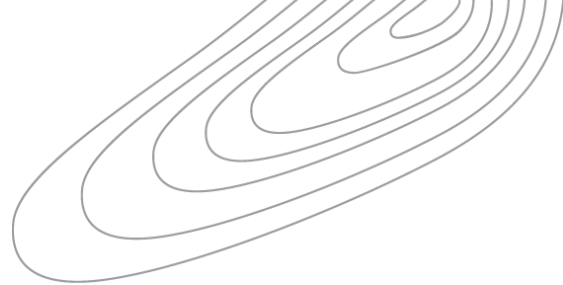


Kavčí kameny (19). Tři skalní věže 2,5 km jz. od Chrastné, vystupující z jinak málo skalnatého terénu. Největší z nich, Kavčí skála, je asi 20 m vysoká a má tvar hřbetu ve směru SZ – JV. Důvodem vypreparování skály je silicifikace sledující drobné zlomy několika směrů. Okolní hornina je slabě litifikovaný jemnozrnný křemenný pískovec, místy vápnitý. Asi 400 m dále na J vystupuje ve svahu Malá Kavčí skála, tvořená křemenným pískovcem s výraznou převislou deskou železvice (Mikuláš a Adamovič 2002). Vápnité pískovce jsou odkryty v Kravím dole směřujícím jv. od Kavčí skály. Největší výchozy vytvářejí severně od temene Ocasovského vrchu (asi 1 km od Kavčí skály). Zde jsou v nich vyvinuty dvě skalní věže připomínající obří pýchavky, různé skalní dutiny a tunely. Přístup na Kavčí skálu: po lesní cestě.

Kvartér

Z lokalit, které by dokumentovaly geologické procesy v kvartéru, jsou dnes nejvhodnější lokality s rašeliništi a mokřady. Jejich vznik na pískovcovém podloží je podmíněn vývěry podzemních vod a současně vysokou produkcí tlející organické hmoty. Mokřady na sebe vážou typická společenstva rostlin. Procesy v pleistocénu bude možné dobře ilustrovat na štěrkovo-písčitých terasovitých akumulacích podél Ploučnice, v některé z periodicky odkrývaných pískoven ale bude třeba vytvořit a začistit názorný profil a zajistit jeho ochranu. Na některých místech v Jestřebské kotlině je možné spojit výklad o eolických procesech v pleistocénu s povrchovým hledáním hranců.

Pustý rybník (20). Mezi Hradčanským a Břehyňským potokem leží rozvodní plošina zvaná Pustý rybník (něm. *Wüste Teich*). Je pokrtá zalesněným rašeliništěm a na několika místech dotovaná vývěry podzemní vody. Podle Wurma (1887) tvořil dříve val mezi Bílým kamenem (na jv. cípu Kumerského pohoří) a skalami u Strážova jižní hráz rybníka a na severu byl Pustý rybník spojen s dnešním rybníkem Držníkem. Vzrostlé stromy na rašeliništi však už tehdy svědčily o tom, že rybník musel být vypuštěn alespoň o 100 let dříve. Dnešního rozšíření rašelin bylo vymapováno Dohnalem (1961), který zastává názor, že na území Pustého rybníka nikdy žádný rybník nebyl – oblast totiž nemá žádné povrchové přítoky a prameny jsou ukryty pod vrstvou rašeliny. Největší mocnosti rašelin (přes 2 m) byly navíc zjištěny právě na rozvodnici. Podloží rašelin tvoří jemnozrnné váte písků, dříve těžené a zpracovávané ve sklářské huti u Strážova. Eolický původ písku dokládají nálezy hranců u Víšku a jihozápadně od Strážova. Další zajímavostí je nález uhlíkové vrstvy 73 cm pod povrchem rašeliniště (Dohnal 1961), zřejmě vytvořené v důsledku rozsáhlého požáru v době před několika tisíci lety. Přístup: po cestách a lesní silnici po obvodu Pustého rybníka.



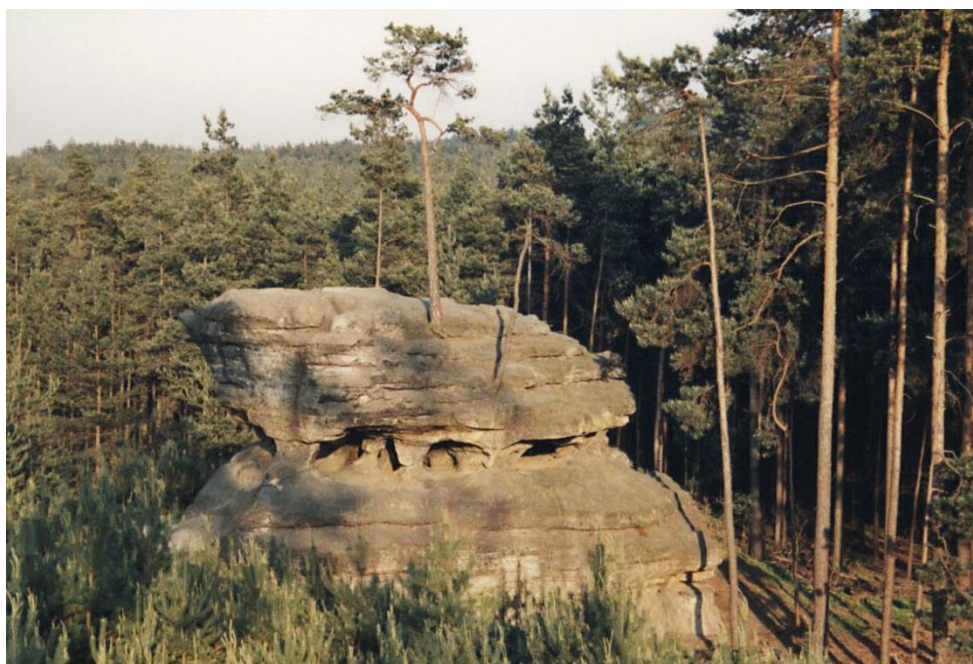
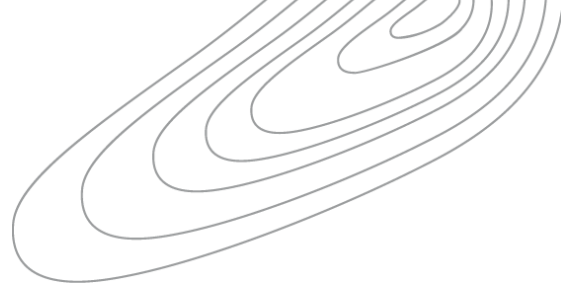
Obr. 38. Rašeliniště Pustého rybníku u Strážova.

Geomorfologie a skalní reliéf

Ukázky mezoforem a mikroforem pískovcového skalního reliéfu jsou k dispozici všude na území Geoparku Ralsko. Běžné formy solného zvětrávání (voštiny, římsy) jsou obohaceny o tvary vázané na rozpouštění karbonátového tmelu v pískovcích nebo na hydrotermální projevy ve vazbě na vulkanickou aktivitu – proželeznění a prokřemenění pískovce. Blíže viz kap. 2.1.3.

Hradčanské stěny, Husovy kostely (21). Jemnozrnné pískovce svrchní části jizerského souvrství obsahují v západní části Hradčanských stěn četné vložky narůžovělých pískovců s rekrystalovaným kalcitovým tmelem i neostře omezené, několik metrů mocné polohy vápničných pískovců. Tyto pískovce dávají vznik nejrozličnějším formám selektivního zvětrávání a krasovění. Nejznámějšími takovými útvary jsou Husovy kostely (též Psí kostely, něm. *Hundskirche*) 250 m jjz. od Jeleního vrchu a Skalní brána (něm. *Frauentor*) 400 m jz. od Jeleního vrchu. Husovy kostely jsou systémem přirozených jeskyní a výklenků vytvořených v alespoň 2 m mocné poloze vápničitého pískovce. Délka systému propojených jeskynních výklenků přesahuje 20 m. Přístup: po značené lesní cestě.

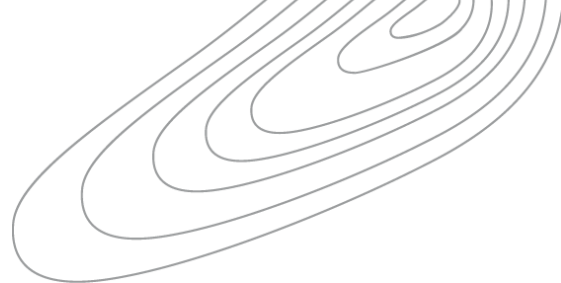
Královský kámen (22). Celkový reliéf stolové hory tohoto návrší (315 m) je na západě ovlivněn průběhem žil wesselitu: vulkanitem zpevněné pískovce zde tvoří hřbety směru SSV–JJZ. Na východě je pískovec střední části jizerského souvrství silně kavernózní, propojením dutin vznikají výklenkové jeskyně. Přístup: po značené lesní cestě a dále po pěšině.



Obr. 39. Skála tvořená pískovci střední části jizerského souvrství ve v. části Královského kamene u Doks, výrazně modelovaná zvětrávacími procesy.

Dobývky na železnou rudu

Novověká těžba rozložených žil vulkanitů v pískovcích jako chudé železné rudy je kromě území Geoparku Ralsko známa ještě z Lužických hor, Českosaského Švýcarska a Českého ráje. Právě na Ralsku byla ale nejvíc rozšířená, byla odtud v literatuře nejlépe popsána (např. F. A. Reuss 1797) a dodnes se zde zachovalo nejvíce hornických památek připomínajících tuto těžbu. Klasické oblasti leží na s. břehu Máchova jezera na Borném (pinkové tahy) a Havířském vrchu (pinkové tahy, šachta), v okolí Malé a Velké Bukové (pinkové tahy), Svěbořic a v okolí Hamru na Děvině (šachta, štoly, pinky), Hamerském Špičáku (pinky) a Schächtensteinu (velká pinka, štola). Kromě nich probíhala těžba železa v oblasti polesí Boreček jz. od Mimoně, kde byla vydávána za těžbu stříbra (Silbergruben; Wunsch 1892). I přes velký rozsah přemístěné zeminy a zbytky několika šachet a stol o zdejší těžbě není mnoho známo. Na těžbu navazovalo zpracování rudy v hamrech (Hamr n.J.) nebo ve vysoké peci (Hradčany). Celkově lze soubor zachovaných hornických děl považovat za jedinečnou příležitost poskytnout zájemcům ucelený obraz o způsobu dobývání a zpracování železa v 17. a 18. století a navázat výkladem o procesech vzniku železných rud v pískovcovém prostředí. V současnosti jsou téměř všechny dobývky označeny sloupkem s tabulkou s označením důlního díla, jsou zajištěny proti vstupu.



Havířský vrch (23). Zcela rozložená žíla bazaltoidu se táhne ve směru SSV – JJZ přes Havířský vrch (341 m) u Doks. Je doprovázena četnými stopami po těžbě železné rudy: pinkami, kutacími rýhami a jednou těžební šachticí. Severním směrem žíla i s dobývkami pokračuje na jižní úbočí Kumerského pohoří, jižním směrem až do prostoru PR Swamp u Máchova jezera. V tomto úseku je doprovázena výraznou silicifikací pískovce, např. na věži Čihadlo. Těžba železné rudy zde byla ukončena roku 1797. Přístup: po široké lesní cestě, vrchol Havířského vrchu po lesní pěšině.



Obr. 40. Věž Čihadlo jižně od Havířského vrchu u Doks je podmíněná hydrotermálním prokřemeněním pískovce v blízkosti žíly vulkanitu.

Brada u Svébořic (24). Vrchol (405,5 m) s čedičovým lomem je lemován četnými dobývkami (pinkami) sledujícími rozloženou žílu bazaltoidu směru SZ – JV. Svébořice byly v 18. století samostatným železnorudným revírem: dobývaly se jílovitě rozložené žíly bazaltoidu, převážně směru SV – JZ (Svébořický Špičák, Lánův kopec). Přístup: po lesní cestě a pěšině.

Kozí hřbet (25). Nápadný hřbet SV–JZ j. od Hamru n. J., tvořený pískovci jizerského souvrství, je vyztužen produkty proželeznění a silicifikace. Jejich původcem je dvojice žil hornin polzenitové řady, tvořící osu hřbetu. Četné stopy po těžbě těchto rozložených žil se soustřeďují do sedla mezi Kozím hřbetem a Malým Jelením vrchem a na sv. konec hřbetu, kde jsou pinky vázané na severozápadnější žílu. Proželeznění v pískovci má charakter svislých desek na čelních stěnách, hydrotermální silicifikací zpevněný pískovec tvoří výrazné věže. Přístup: po lesní cestě, ke skalním výchozům po pěšinách.



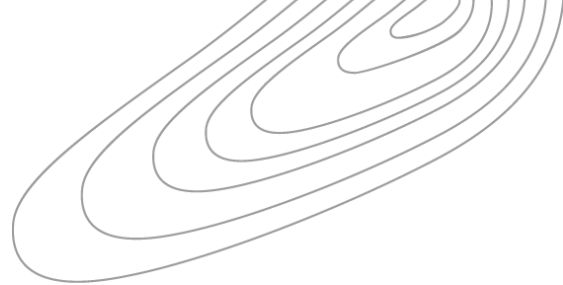
Schächtenstein (26). (Přírodní památka Děvín a Ostrý). Toto návrší (372 m) je jihozápadním koncem železnorudného revíru, který se táhne sv. směrem přes Hamerský Špičák a Děvín až na vrch Hutník v Hamru n. J. V rámci české křídové pánve jde o nejvýraznější ukázky staré (konec 16. stol. – konec 18. stol.) těžby železných rud. Těžila se rozložená žíla horniny polzenitové řady v ose segmentovaného hřbetu SV – JZ, tvořeného pískovci spodní a střední části jizerského souvrství. Na Schächtensteinu má tato žíla mocnost kolem 1,5 m. Z těžebních prací se zachovala především tzv. „velká pinka“ – rýha 75 m dlouhá a až 17 m hluboká. Vulkanit je v ní zcela vytěžen, její stěny jsou pokryté vnitřní železitou výstelkou (alterovaný vulkanit na kontaktu s pískovcem) o mocnosti až 40 cm. Přístup: po pěšině asi 80 m od široké lesní cesty.

Hamerský Špičák (27). Tento kopec (452,2 m), protažený SV – JZ, tvoří nejvyšší část hřbetu Schächtenstein – Hutník. Různě velké jámy starých dobývek na železo, sledující až 3 m mocnou polzenitovou žílu, se táhnou po celé jeho délce. Největším pozůstatkem je lom 40 m dlouhý, 20 m široký a max. 5 m hluboký 300 m jz. od vrcholu. Na jz. konci je dobře přístupný lom na pískovcové štuky s různými formami tzv. „železných růží“ a trubíc. Na vrcholu kopce jsou pozůstatky hradního opevnění (valy). Přístup: po pěšině asi 100 m od široké lesní cesty.



Obr. 41. Pestré formy železitých inkrustací podél polzenitové žíly na jz. konci Hamerského Špičáku.

Děvín (28). (Přírodní památka Děvín a Ostrý). Skalnatý hřbet SV – JZ se středověkým hradem, budovaný pískovci jizerského souvrství. Osu hřbetu tvoří žíla mikromelilitolitu – horniny polzenitové řady, na



několika místech dobře odkrytá a doprovázená železitými výplněmi paralelních puklin v pískovci. Alterované partie žíly zde byly dobývány jako železná ruda, a to i prostřednictvím podzemních děl (Kühn 1997). Zachovaly se pinky, kutací rýhy a štoly. Těžba železné rudy následovala po ukončení funkce hradu jako opevněného sídla. Královský hrad Děvín je poprvé zmiňován roku 1260, dodnes se zachovaly četné zbytky zdiva a terénní úpravy včetně zásahů do pískovcového podloží. Přístup: po značené lesní cestě.



Obr. 42. Tzv. Velká pinka na Schächtensteinu – vytěžená žíla zcela rozloženého polzenitu.



Obr. 43. Hradní studna na Děvíně je propojená se systémem štol, jimiž se zde dobývala železná ruda.

Hradčany (29). Východně od obce, na hrázi rybníka Držník, se zhutňovala železná ruda vytěžená zejména v oblasti Bukových vrchů. Z okolních hamrů a pecí měla zdejší vysoká pec asi největší produkci, a to až 6,5 t železa týdně. V místě pece se zachovala halda strusky po tavbě železa. Přístup: po lesní silnici.