



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

Jihočeská univerzita
v Českých Budějovicích
University of South Bohemia
in České Budějovice

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Bakalářská práce

Skalní mísy České Kanady

Vypracovala: Alena Nováková
Vedoucí práce: Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D.

České Budějovice 2013

Abstrakt

Nováková A., 2013: Skalní mísy České Kanady. Bakalářská práce, Pedagogická fakulta, Katedra biologie, Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 82 s.

Bakalářské práce se zabývá skalními mísami v přírodním parku Česká Kanada. Teoretická část zachycuje přírodní charakteristiku parku, skalních misek a ostatních forem reliéfu. Praktická část se zabývá vybranými skalními mísami, u kterých je zkoumán vztah orientace den misek vůči deskovité odlučnosti skalních výchozů, na kterých se mísky nachází. Bylo zjištěno, že dna skalních misek mají shodnou orientaci s plochami puklin. Na některých skalních blocích byly zaznamenány 2 generace skalních misek.

Klíčová slova: skalní mísa, Česká Kanada, zvětrávání

Abstract

Novákova A., 2013: Potholes of Česká Kanada. Bachelor Thesis, Faculty of Education, Department of Biology, University of South Bohemia in České Budějovice, 82p.

This Bachelor thesis looks into potholes of nature park Česká Kanada. The theoretical part of the thesis summarises the character of the nature park, formation of potholes and other types of landforms occurring in the region. The practical part deals with selected pothole localities, where the spatial relationship of pothole beds and primary joints is being researched. The results show that pothole beds are concordant with joint planes. Some locations revealed two generations of potholes.

Keywords: pothole, Česká Kanada, erosion

Prohlašuji, že svoji bakalářskou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury. Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě Pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích, dne

.....

Alena Nováková

Děkuji Mgr. Simoně Dvořáčkové, Ph.D. za vedení své bakalářské práce, za čas a rady, které mi věnovala.

Obsah

1. Úvod	1
2. Literární přehled	2
2.1. Česká Kanada – Geografické vymezení.....	2
2.2. Klima	4
2.3. Geologie České Kanady	4
2.4. Půdní poměry	10
2.5. Vodstvo.....	10
2.6. Geomorfologické členění	11
2.7. Přírodní památky a rezervace	13
2.8. Zvětrávací procesy	15
2.8.1. Mechanické zvětrávání	16
2.8.2. Chemické zvětrávání.....	18
2.8.3. Biologické zvětrávání	21
2.9. Skalní tvary České Kanady.....	22
2.9.1. Mikroformy	22
2.9.2. Meziformy reliéfu.....	30
3. Měření geologických struktur	32
3.1. Geologický kompas.....	32
3.1.1. Měření geologickým kompasem	33
3.1.2. Zapisování a zakreslování hodnot	34
4. Metodika práce	40
5. Výsledky	41
5.1. Vybrané objekty zájmového území.....	42
4.2. Vysoký kámen	52
4.3. Čertův kámen	61
4.4. Trkal	64
6. Diskuze	70

7. Závěr	72
8. Seznam literatury	73

1. Úvod

Téma *Skalní mísy České Kanady* jsem si vybrala díky bližšímu zájmu o geologii, geomorfologii a přírodní charakteristiky České Kanady. V přírodním parku Česká Kanada se nachází velké množství skalních mís, většina z nich však není zmapována, proto jsem chtěla touto cestou přispět k lepšímu poznání místních skalních útvarů.

Cílem bakalářské práce je popis vzniku skalních misek a vlastní terénní výzkum výskytu misek v zájmové oblasti. Rozbor odborné literatury byl využit k definování základních charakteristik skalních misek, popisu jejich vzniku, stáří, vývojových stádií, teorií vzniku a některých místních pověstí. Terénní výzkum proběhl v zájmovém území, které se rozkládá v severní části přírodního parku mezi Kunžakem, Mosty a Zvůlí. Pro srovnání jsou zahrnuty také skalní mísy na Vysokém kameni, Čertův kámen a Trkal, které leží mimo vymezené území. U jednotlivých objektů byly zkoumány následující strukturní prvky:

- Orientace den misek
- Orientace horizontálních puklin deskovité odlučnosti.
- Tvary a rozměry skalních misek, orientace směru odtokového kanálu, popřípadě rozbor vod.

Analýza výše popsaných strukturních prvků je v práci použita k zodpovězení výzkumné otázky: Jaký je vztah orientace den misek vůči deskovité odlučnosti skalních výchozů, na kterých se mísky nachází?

V práci jsou kromě skalních misek popsány i různé mezoformy, na kterých se mísky vyskytují (př. skalní hřib, viklan), dále mikroformy, které se vyskytují společně s miskami (např. pseudoškrapy, skalní výklenky).

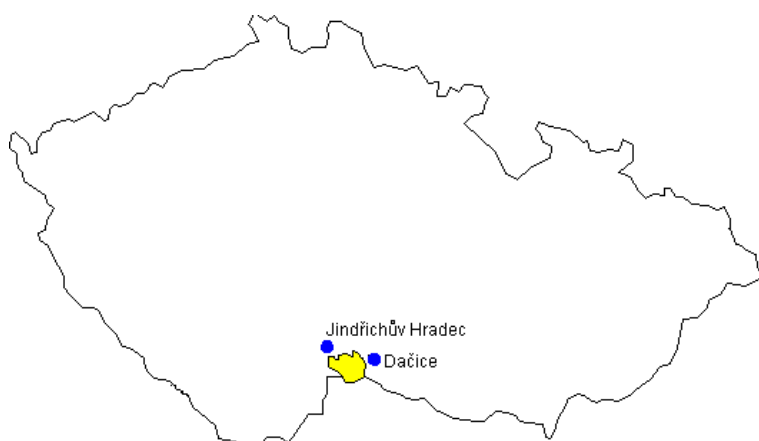
2. Literární přehled

2. 1. Česká Kanada – Geografické vymezení

Rozloha přírodního parku Česká Kanada činí 283 km². Nachází se na jihu České republiky a kopíruje část jižní hranice s Rakouskem (obr. 1). Rozléhá se mezi městy Nová Bystřice, Slavonice a obcemi Studená, Staré Město pod Landštejnem, Kunžak, Kačlehy, Horní Pěna, Heřmaněč, Člunek, Číměř, Český Rudolec a Cizkrajov (obr. 2). Zájmové území je situováno na severním okraji parku. Z mapy je dále zřejmé, že hranice parku jsou vedené tak, aby intravilán obcí nezasahoval do jeho území. Celý park spadá pod okres Jindřichův Hradec, nejvýchodnější a svou rozlohou (1 943,70 km²) i největší okres Jihočeského kraje (Nařízení JČ kraje, 2004; Albrecht, 2003).

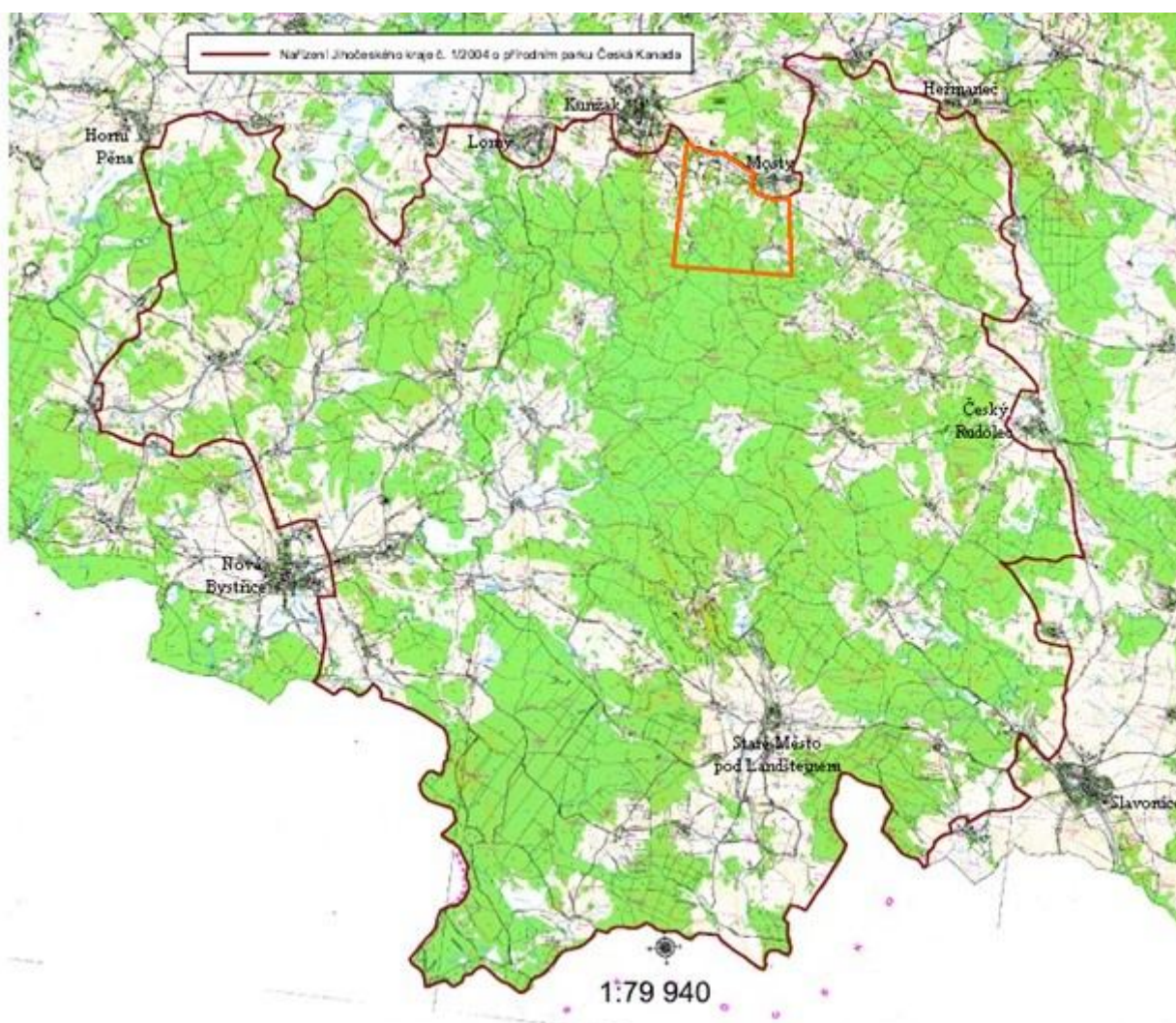
V roce 1928 popsal Českou Kanadu jindřichohradecký rodák Jaroslav Arnošt Trpák takto: *“Přehlížíte nejromantičtější koutek české země, vlní se terén do kopců a tmaví se lesními porosty, díváte se na nesčetné hladiny nejen velkých rybníků, ale hotových jezer orámovaných hustými lesy. A kamkoliv pohlédnete, všude se lesknou rybníky, široké potoky, točí se řeky, lesnaté kopce řadí se za sebou v nekonečných řadách“* (Jirásko, 2011). Trpák jako první použil pro tuto krajinu název Česká Kanada, a to roku 1925. Zřejmě mu Kanadu připomínala pro své četné lesní a vodní plochy a podnebí s nižšími průměrnými teplotami a vydatnými srážkami.

Přírodní park původně vyhlásil Okresní úřad Jindřichův Hradec 1. července 1994. Nově platí vyhláška nařízení Jihočeského kraje č. 1/2004 z 6. dubna 2004 (Nařízení JČ kraje, 2004). Posláním parku, dle Nařízení Jihočeského kraje, je zachování přírodní, kulturní a historické charakteristiky a jeho ochrana před faktory, které by snižovaly jeho přírodní a estetickou hodnotu. Jedná se především o tvorbu podmínek pro únosné využití parku z hlediska turistiky, rekreace a urbanizace.



Obr. 1 – Poloha České Kanady v rámci ČR

Zdroj: Muška, 2012; vlastní úprava



Obr. 2 - Česká Kanada s vyznačeným zájmovým územím

Zdroj: Nařízení Jihočeského kraje č. 1/2004, vlastní úprava

2.2. Klima

Údaje týkající se klimatických poměrů vychází především z práce Tolasze a kol. (2007), která interpretuje data z období let 1961 – 2000. Území parku se nachází v mírném pásmu, průměrná roční teplota vzduchu se pohybuje mezi 6 – 7 °C, čímž spadá do mírného podprůměru v rámci ČR. Průměrná sezónní teplota vzduchu je uvedena v tabulce I. Stejně jako v celých Čechách je nejteplejším měsícem červenec (17 – 20 °C), naopak nejchladnějším leden (0 – -4 °C). Průměrný počet mrazových dnů, které mají denní minimum pod 0 °C, kolísá mezi 120 – 140 dny. Průměrné datum prvního mrazového dne je mezi 10. – 20. říjnem, poslední mezi 30. dubnem a 10. květnem. Průměrný roční počet ledových dnů, kdy jsou denní maximální teploty nižší než 0 °C, se v České Kanadě pohybuje mezi 40 – 60 dny.

Průměrný počet dní se sněžením se na celém území pohybuje mezi 70 – 90 dny. Průměrně na území parku spadne ročně 700 – 800 mm srážek. Sezónní úhrn srážek je uveden v tabulce I. Z ní vyplývá, že nejvíce srážek dopadne v létě, kdy déšť doprovází časté bouřky. Zbytek roku je relativně konstantní.

Tab. I: Průměrné teploty vzduchu a úhrnu srážek z období let 1961 – 2000

	Jaro	Léto	Podzim	Zima
Prům. teplota vzduchu (°C)	6 – 7	12 – 13	6 – 8	-2 – -3
Prům. úhrn srážek (mm)	150 – 200	200 – 300	125 – 200	125 – 200

Zdroj: Tolasz, R. a kol., 2007

Přírodní park Česká Kanada spadá do oblasti mírné humidní zóny, která se vyznačuje výraznou intenzitou geomorfologických pochodů v závislosti na ročních obdobích. V chladných ročních obdobích převládá zvětrávání fyzikální, v letních naopak chemické (Demek, 1982). Díky tomu dochází ke vzniku různých forem zvětrávání, od žokovitých balvanů přes skalní mísy, výklenky, pseudoškrapy a jiné.

2.3. Geologie České Kanady

Území České Kanady je tvořeno moldanubikem – nejrozsáhlejší a nejstarší (zřejmě protezoickou) geologickou jednotkou Českého masívu, tvořící jeho jižní a jihozápadní část. Název moldanubikum pochází z latinských názvů pro řeku Vltavu (lat. Moldau) a Dunaj (lat. Danubius) a zaplňuje území mezi nimi. Skládá se především z metamorfovaných hornin

a granitoidních intruzí variského stáří (Chábera, 1962). Stáří metamorfítů se pohybuje od paleoproterozoika až po spodní karbon (van Breemen a kol., 1982; Wendt a kol., 1993; Kröner a kol., 2000, 1988). Mladší pokryvné útvary tvoří denudační zbytky neogénu a zvětraliny z kvartéru. Horninami, které v moldanubiku převládají, jsou biotitické a sillimanit-biotitické pararuly vzniklé metamorfózou jílovitých břidlic (Chábera, 1962).

Chábera (1962) popisuje genezi moldanubika jako velmi složitou, protože vznik jednotlivých částí je podmíněn různými horotvornými pochody. Vzniklo několikanásobným vrásněním, z nichž nejstarší mělo zřejmě alpinotypní stavbu. Mladší se projevil vznikem kleneb a prohybů o velkých amplitudách. Nekuda (2005) dodává ke vzniku a formování moldanubika, že během varijské orogeneze došlo k zvrásnění do antiklinorních a synklinorních pásem, během toho bylo moldanubikum rozlámáno a narušeno hlubokými poruchami, do nichž se dostaly intruze magmatu varijských masívů. Do silně metamorfovaných hornin intrudoval moldanubický batolit.

Litologická charakteristika moldanubika je tvořena následujícími jednotkami (obr. 3, Grygar):

1. Monotónní (ostrongoská) skupina - je charakteristická poměrně jednotnou litologií. Základními horninami jsou biotit-cordieritické pararuly a migmatity, jejich geneze je vázána na metamorfózu rytmicky se střídajících drob a břidlic. Akcesoricky se v nich vyskytuje sillimanit, granát, staurolit, kyanit a další. Slaběji metamorfované horniny zastupují např. dvojslídne pararuly u Nýrska na Šumavě. Řídce se jako vložkovité horniny vyskytují kvarcity, erlany, ortoruly a eklogity.

Dle Linnera (1994, 1996) a Petrakakise (1997) jsou podmínky pro vznik biotit-cordieritických migmatitů bez příměsi granátu odhadovány na teplotu 720°C a tlak větší než 4,5 kb. Pararuly s výskytem granátu a staurolitu vznikaly při teplotách 600°C.

2. Pestrá (drosendorfská) skupina - leží v tektonickém nadloží monotónní skupiny, od které se liší pestřejší litologií i rozdílnou P-T dráhou - posloupnost PT (P - pressure = tlak; T - temperature = teplota) podmínek, kterými hornina při metamorfóze prošla. Základní horninový typ tvoří biotit-sillimanitické pararuly. Oproti pararulám monotónní skupiny se jedná o horniny petrograficky i geochemicky zralejší. Pestrou složku pararul zastupují např. kvarcity, mramory, kyselá i bazická metavulkanity. Vrcholné metamorfní teploty a tlaky dosahovaly vyšších hodnot než u monotónní skupiny. Horniny drosendorfské skupiny vystupují na povrch v několika lokalitách středních a jižních Čech (např. Český Krumlov, chýnovská oblast), v Posázaví, rozšířeny jsou především v západomoravském moldanubiku a v Waldviertelu v Rakousku.

3. Gföhlská skupina - jedná se o strukturně nejvyšší jednotku moldanubika, která je charakteristická velkou litologickou heterogenitou a přítomností granitických a spinelových peridotitů, eklogitů a skarnů, které tvoří tělesa větších rozměrů uvnitř různých typů hornin (např. migmatitizované pararuly, migmatity, migmatitické gföhlské ruly, ortoruly, granulity). V gföhlské skupině jsou granulitové komplexy převažujícím typem horniny. Granulity s ultrabazity jsou hojné v jižních Čechách a na Moravě.

V rámci moldanubika lze na našem území vyčlenit 6 dílčích jednotek (Chlupáč, Štorch; 1992):

1. Moldanubikum Českého lesa - tvoří severozápadní výběžek moldanubika. Na severu zasahuje k litoměřickému hlubinnému zlomu, na východě k českému křemennému valu a na jihozápadě k bavorskému křemennému valu.
2. Moldanubikum Šumavy a jižních Čech - oblast moldanubika, kterou na severozápadě ohraničuje středočeský hlubinný zlom, na jihozápadě bavorský křemenný val a na východě příbyslavský hlubinný zlom.
3. Strážecké moldanubikum - rozléhá se v severovýchodní části moldanubika mezi svrateckým krystalinikem na severu a východě a třebíčským masívem na jihu.
4. Moldanubikum západní Moravy - leží na jih od třebíčského masívu. Na západě ho ohraničuje příbyslavský hlubinný zlom a na východě moravikum.
5. Středočeský pluton - jde o komplex hlubinných vyvřelin mezi Říčany, Klatovy a Tábořem.
6. Moldanubický pluton (moldanubický batolit) - vystupuje v centrální části Českomoravské vrchoviny, Waldvierterlu, na Šumavě a Českém lese. Dělí se na dvě větve, které se stýkají v rakouském Waldviertelu (René, 2012):

- Východní větev (centrální moldanubický pluton, jihočeský pluton) - vybíhá z Rakouska k SSV a tvoří střed Českomoravské vrchoviny. Česká Kanada tedy spadá do centrálního moldanubického plutonu.
- Západní větev (šumavská) - tvoří ji několik granitových plutonů v oblasti mezi Vyším Brodem a Železnou Rudou. Jde o lipenský, stráženský, vyderský, prášilský pluton, pluton Aigen a pluton Třístoličníku (René, 2012).

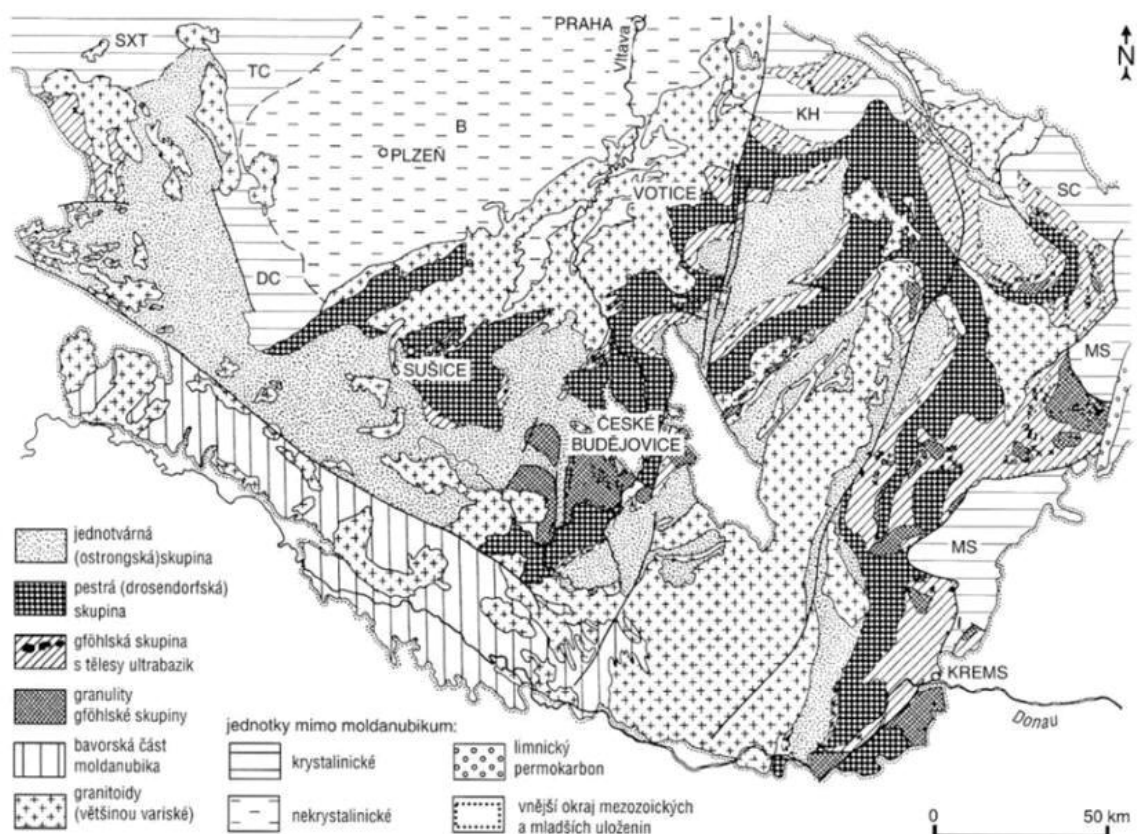
Moldanubický batolit s rozlohou přes 7 000 km² tvoří největší granitoidní komplex Českého masívu. Granitoidy byly intrudovány do přeměněných hornin na konci varijské orogeneze.

Dle aktuálních geologických a geochronologických dat se moldanubický batolit člení na tři skupiny (René, 2012):

1. granity typu Weinsberg - hrubozrnné až porfyrické, bohaté na K-živce.
2. granity typu Eisgarn - dvojslídne. V rámci geologického mapování v měřítku 1:200 000 byly dvojslídne granity rozděleny do tří typů, které se liší texturou a zrnitostí.
 - Granit číměřského typu: Středně až hrubě zrnitý dvojslídny granit až granodiorit, převážně porfyrický. Do okolních jemnozrnnějších žul plynule přechází zjemněním zrna a ubýváním vyrostlic živců. Číměřská žula je tvořena především mikroklinem, křemenem a plagioklasem. Menší množství zastupuje biotit, muskovit a přídatně se vyskytuje např. zirkon a apatit (Dudek a kol., 1962). Vyrostlice živců dosahují až 3 cm (Nekuda, 2005). Tvoří jižní část centrálního moldanubického plutonu (René, 2012).
 - Granit landštejnského typu (v současnosti typu Zvůle (Scharbert, Breiter 2000): Dvojslídny granit hrubozrnný, místy porfyrický (Dudek a kol., 1962). Muskovit převažuje nad biotitem (René, 2012). Tvoří kompaktní podklad severovýchodně od Nové Bystřice, 15 km dlouhý a maximálně 10 km široký. Protáhlý ve směru S-J. Minerální složení se prakticky neliší od žuly typu číměřského (Dudek a kol., 1962). Liší se velikostí zrna, které se pohybuje kolem 5 mm, místy se vyskytují vyrostlice živců až o délce 5 cm (Nekuda, 2005). Interpretace letecké gamaspektrometrie (Breiter a kol., 1998) prokázala, že původní typová lokalita v oblasti kolem hradu Landštejn je tvořena extrémně hrubozrnnou žulou číměřského typu a granit landštejnského typu se vyskytuje v oblasti Zvůle, proto se v současné době používá spíše název Zvůle.
 - granit mrákotínského typu - Drobnozrnný až střednězrnný dvojslídny granit. Vyskytuje se především v oblasti Jihlavy, severně od Jindřichova Hradce (Dudek a kol., 1962). Pro typ Mrákotín je charakteristický proměnlivý poměr biotitu a muskovitu (René, 2012). Nejsou zde velké rozdíly v zrnitosti. Nejčastěji se vyskytují zrna o velikosti 1-2 mm. V jemnozrnných odrůdách se často objevují vyrostlice plagioklasu a mikroklinu o velikosti 3-4 mm. Porfyrické vyrostlice se nevyskytují. Nezvětralá hornina vykazuje šedavou až šedomodrou barvu. Zvětráním se barva mění na žlutou až narezavělou (Dudek a kol., 1962).
3. granity typu Mauthausen a Freistadt - Jemnozrnné biotitické granity až granodiority.

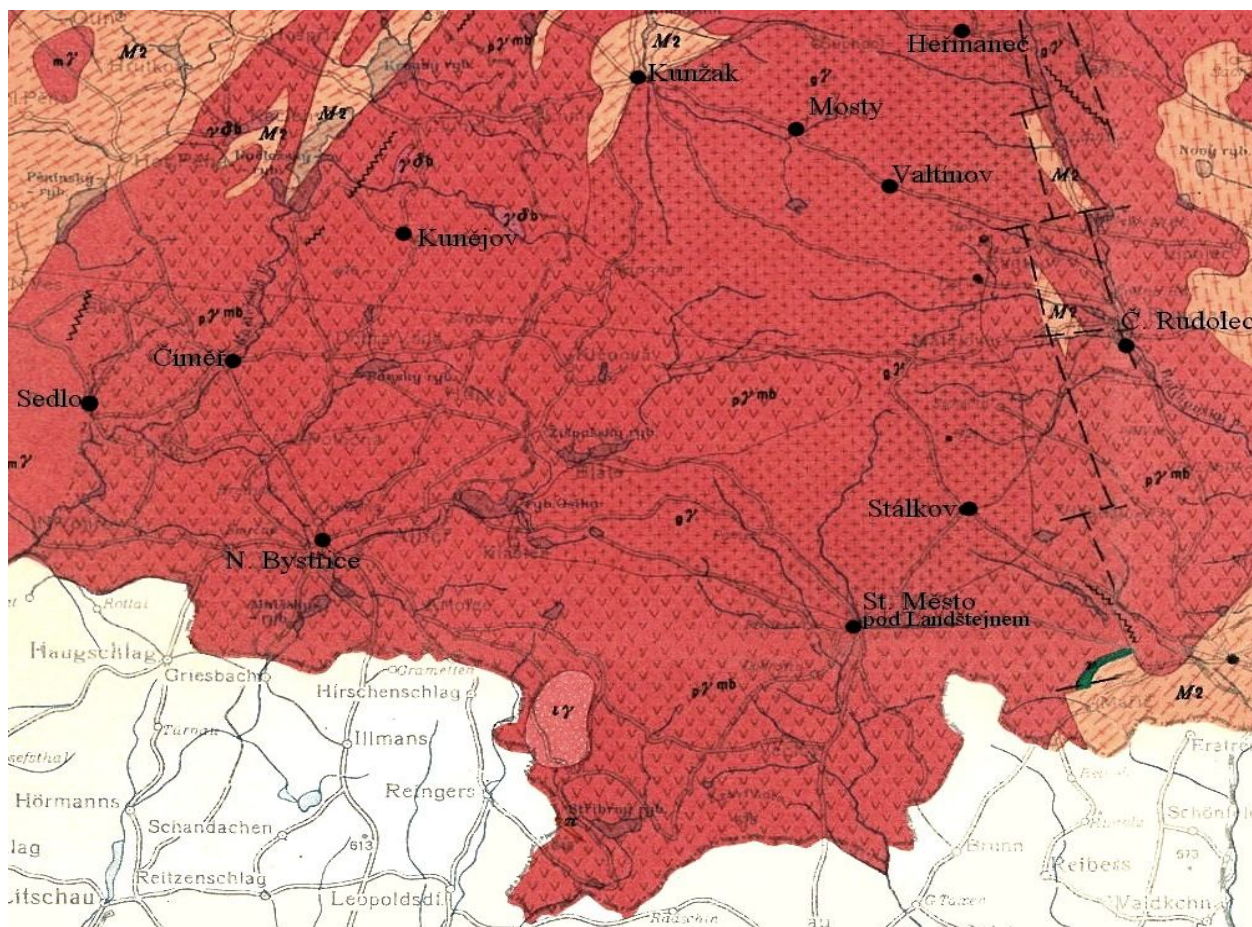
Geologické podloží parku (obr. 4) je z naprosté většiny tvořeno landštejnskou a číměřskou žulou. U Číměře se vyskytuje žula mrákotínská. Jihovýchodně od Nové Bystřice

se u státní hranice s Rakouskem vyskytuje ložisko leukokratní žuly drobnozrnné, která se ve zkoumaném území vyskytuje u státní hranice jako téměř eliptické těleso protažené severním směrem. Jedná se o dvojslídnu žulu, která místy obsahuje drobné greisenové žilky. V okolí Kunžaku, Valtínova a Českého Rudolce jsou ojedinělá ložiska cordieritické ruly až nebulitických migmatitů, která tvoří převážnou část podloží východně od zkoumané oblasti a ze západu ji také ohraničují. Cordieritické ruly až nebulitické migmatity jsou masivní jemnozrnné horniny, jejichž texturu tvoří střídající se pásy tmavé s hojným biotitem a pásy světlé, v nichž převážně jedinými tmavými částmi je granát. Mocnost jednotlivých pásků se pohybuje řádově v mm až několika cm. Hlavní součástí je křemen a draselný živec. Akcesoricky se vyskytují kromě granátu i sillimanit a kyanit. U Starého města pod Landštejnem se vyskytuje masiv olivinického gabra až olivinického hyperitu. Obvykle tvoří drobná ložiska o průměru max. několik desítek metrů vázána na metamorfované horniny (Dudek a kol., 1962). Dle Waldmanna (1936) je ložisko Starého Města pod Landštejnem hyperitem.

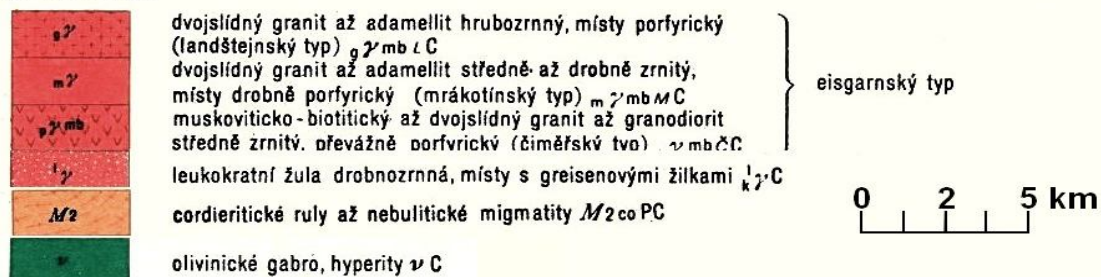


Obr. 3 - Litologická charakteristika moldanubika

Zdroj: Fiala, 1995



Vysvětlivky:



Obr. 4 – Geologická mapa České Kanady

Zdroj: Geologická mapa ČSSR 1:200 000, vlastní úprava

2.4. Půdní poměry

Geologické podloží zájmové oblasti nemá výrazný vliv na rozdílnost půdních typů, neboť se jedná o ruly a žuly a není mezi nimi výrazný rozdíl (Nekuda, 2005). Projevuje se především vliv výškové stratifikace. Z půdních druhů se v parku vyskytují převážně půdy hlinitopísčité (Tomášek, 2000).

Převážnou část parku tvoří silně kyselé kambizemě. Kambizemě se vytvářejí téměř na všech horninových podkladech. Hlavní podmínkou jejího vzniku je výšková členitost reliéfu v rozmezí 450 – 800 m n. m. a průměrná roční teplota 4 – 9 °C. Jedná se o půdy mělčí a skeletovité. U Slavonic se vyskytuje kambizem kyselá (Tomášek, 2000).

Rezivé půdy se vyskytují převážně v polohách vyšších než 800 m n. m., někdy i níže. To je i případ České Kanady, kde se vyskytují v širším okolí města Nová Bystřice. Stejně jako u kambizemě se jedná o půdy mělčí a skeletovité, především ve spodině. Rezivé půdy vznikaly pod kyselými bučinami a smrčiny na svazích a horském reliéfu. Na vzniku půdy se podílelo chladné a vlhké klima (Tomášek, 2000).

Roztroušeně se na malých územích (např. v okolí Nové Bystřice) vyskytuje kyselá pseudoglej (Povodí Vltavy, státní podnik, 2009). Jedná se o půdy těžší až těžké, především ve spodině. Zhutnělé spodiny způsobují sezónní převhlčování povrchových horizontů, což vede k nedostatku vzduchu v půdě. Jedná se o půdu neúrodnou, která se musí k zemědělským účelům odvodňovat (Tomášek, 2000).

2.5. Vodstvo

Českou Kanadou, přesněji osadou Terezín, prochází hlavní evropské rozvodí Labe (úmoří Severního moře) - Dunaj (úmoří Černého moře). Ohraničuje ji řeka Nežárka (povodí Labe) a Moravská Dyje (povodí Dunaje) (Krafková, 2001; Jirásko, 2011).

Park spadá do hydrogeologického rajónu R 41 (Kříž, 1973), který náleží oblasti centrálního moldanubického plutonu. V oblasti jsou díky podkladu z vyvěřelých hornin nejprůzračnější podmínky pro puklinový oběh podzemní vody, neboť mají poměrně propustný zvětralinový plášť na rozdíl od pararul. I když podzemní voda dosahuje dobré jakosti, její množství pro zásobování obyvatelstva nestačí. Jsou doplňovány i o mělké vody údolních niv a zvětralinových plášťů. Hlavním zdrojem vody však zůstávají umělé vodní nádrže. V České Kanadě se nachází nádrž Landštejn na Pstruhovci (Chábera, 1985; Nekuda, 2005).

Nekuda (2005) dále dodává, že na území mezi Bukovým vrchem u Stálkova a Vysokým kamenem u Rožnova se nachází významný hydrogeologický uzel, odkud voda

odtéká do čtyř stran. Slavonický potok a Pstruhovec tečou do Rakouské Dyje, Dračice do Lužnice, Radíkovský potok do Moravské Dyje, která má ve zkoumaném území nejrozvinutější říční síť.

Významné vodní toky:

Údaje o vodních tocích jsou interpretovány především z práce Vlčka (1984). Území parku je tvořeno především přítoky řeky Lužnice, dále Moravské a Rakouské Dyje. Oblast odvodňují četné potoky, jimiž jsou napájeny močály a rybníky, na které je Česká Kanada velmi bohatá. Největší rozmach v budování nových rybníků zaznamenala Česká Kanada v 16. století. Hlavním účelem jejich zřizování byl chov ryb. U Nové Bystřice vznikl např. rybník Osika a Žišpašský (dnes rozdělen na Horní a Dolní Žišpašský r.) (Jirásko, 2011, Muška, 2012). Mezi další rybníky patří např. Zvůle, Klášterský, Gebharecký, Lesní rybník. Mezi největší vodní toky České Kanady patří Pstruhovec, Dračice, Lánecký potok, Koštěnický potok a Slavonický potok.

2.6. Geomorfologické členění

Relativní členitost většiny území parku se pohybuje v rozmezí 150 – 200 metrů, a to v rozpětí 468 – 738 m n. m. Nejnižším místem je bývalá obec Košťálkov (itras.cz). Nejvyšší bod parku se nazývá Vysoký kámen (738 m n. m.). Území parku se vyznačuje kupovitým reliéfem, složeným z vyvýšenin klenbovitého tvaru s četnými balvany na vrcholech, mezi které patří kromě Vysokého kamene např. i Šibeník (732 m n. m.), Kunějovský vrch (725 m n. m.) a další. Různé další skalní útvary, jako například kamenná stáda a moře, žokovité balvany, které se vyskytují jednotlivě nebo v haldách, a další jsou rozesety po celém území parku, četné jsou např. na polích a pastvinách (Albrecht, 2003; Muška, 2012).

Česká Kanada se celým svým územím rozkládá na geologické platformě Českomoravské vrchoviny, která je součástí Česko-moravské soustavy České vysočiny. Naprostá většina parku spadá do celku Javořické vrchoviny a na severu zasahuje část vrchoviny Křemešnické (Jirásko, 2011). Popis jednotlivých částí je založen na práci Chábery, 1985; Nekudy, 2005 a Demka, 1965.

Javořická vrchovina

Javořická vrchovina, rozložená mezi Novou Bystřicí a Třeští, je rozdělována do dvou podcelků: Novobystřická vrchovina a Jihlavské vrchy. Jihlavské vrchy do území parku nezasahují. Převážně plochá Novobystřická vrchovina, pojmenována dle města Nová

Bystřice, zaujímá jihozápadní část Javořické vrchoviny. Celé území nenáleží jen České republice, ale pod názvem Waldviertel přechází i do sousedního Rakouska. Výšková členitost se pohybuje v rozmezí 75 – 200 m a střední výšky 592,1 m. Postupně se od okrajů v nadmořské výšce kolem 480 m (nejnižším místo vrchoviny dosahuje 476 m n. m.) plynule zvedá k ústřední části. Kolem Rožnova dosahuje nadmořské výšky až 700 m, u Kunžaku až 738 m n. m. (Vysoký Kámen). Typickým rysem vrchoviny jsou četné skalní útvary (např. mrazové sruby, tory, viklany) ležící na povrchu plošin. Nejvíce útvarů je k nalezení v okolí Stálkova, Matějovce, Valtínova, Kunžaku a Slavonic. Novobystřická vrchovina se dělí na několik okrsků. Centrální část tvoří rozsáhlá, členitá a z velké části zalesněná Vysokokamenská vrchovina, jejíž ústřední část tvoří Vysoký kámen, od které vybíhají dvě větve. Jihozápadní, rozkládající se mezi Číměřskou a Alběřskou kotlinou, s dominujícími vrcholy Kunějovský vrch (676 m n. m.), Kamenec (643 m n. m.) a další. Jihovýchodní větev zasahuje ke státním hranicím a mezi nejvyšší vrcholy patří např. Šibeník (732 m n. m.), Studnice (722 m n. m.), Skalka (703 m n. m.). Landštejnské kotlině, kterou protéká potok Pstruhovec, dominují např. vrchy Čihadlo (702 m n. m.), Skalka (641 m n. m.) a Kraví vrch (675 m n. m.). Ve východní části Novobystřické vrchoviny se táhne 2 km široký a 10 km dlouhý Rudolecký prolom. Prolomem je nazýván díky nesouměrnému tvaru, vzniklému tektonickými pohyby podél zlomu v třetihorách. Nejvyššími vrcholy jsou např. Buková (628 m n. m.) a Přední radlický vrch (648 m n. m.). Na východě sousedí s Lipoleckou kotlinou, která na severu přechází do Studenské pahorkatiny. Okrsky Lipolecká kotlina a Studenská pahorkatina se rozléhají mimo Českou Kanadu.

Křemešnická vrchovina

Západně od Novobystřické vrchoviny zasahuje do území parku malou částí podcelek Jindřichohradecká pahorkatina, zabírající jižní část Křemešnické vrchoviny. V Křemešnické vrchovině převládá výšková členitost 100-200 m. Nejvyšším bodem je Křemešník, který dosahuje 765 m n. m., nejnižší místo dosahuje 320 m n. m. Od Javořické vrchoviny se liší především tím, že ji netvoří převážně jen granity, ale podstatnou část podkladu tvoří ruly a křemenné žíly. Nejdelší žíla probíhá kolem Kačležského rybníku u Člunku až k Vlčicím (Zoubek, 1949). V době neogénu docházelo v Jindřichohradecké pahorkatině k ukládání jezerních sedimentů. Jedná se o poklesovou oblast se střední výškou 537,4 m n. m. Pevládající výšková členitost se pohybuje v rozmezí 75-150 m, nejnižší místo dosahuje 445 m n. m., nejvyšší je vrchol Čihadlo u Žirovnice (665 m n. m.). Mezi další vrcholy patří např.

Kočičák (651 m n. m.), Vršky (640 m n. m.). Podcelky Humpolecká vrchovina, Pacovská a Želivská pahorkatina do zkoumaného území nezasahují.

2.7. Přírodní památky a rezervace

Na území přírodního parku je vyhlášeno několik přírodních rezervací a památek, jejichž hranice jsou v terénu označeny dvěma červenými pruhy na kamenech a kmenech stromů. Jsou volně přístupné s výjimkou pobřežních porostů rybníků, močálů a luk, z důvodu možného rušení hnízdicích ptáků a jiných živočichů (www.novadomus.cz).

Národní přírodní památky:

Jedinou národní přírodní památkou České Kanady vyhlášenou roku 1992 pod ev. č. 1375 (AOPK ČR) je Kaproun (2,92 ha, 665 – 672 m n. m.). Rašelinná louka se nachází nedaleko stejnojmenné obce poblíž Kunžaku. V podloží převažuje porfyrická dvojslídňá žula landštejnského typu, do jižní části zasahuje střednězrná dvojslídňá žula typu číměřského. Půdní pokryv tvoří kambizem pseudoglejová, glej organozemní a anmoor, neboli organozem. Předmětem ochrany je přechodové luční rašeliniště s výskytem zbytkové populace orchideje prstnatce Traunsteinerova (*Dactylorhiza traunsteineri*). Prstnatec patří mezi nejvzácnější rostliny České republiky a je zařazen v Červeném seznamu květeny České republiky mezi kriticky ohrožené druhy. V rybníku žije chráněná škeble rybniční (*Anodonta cygnea*), na území se nachází 23 druhů vážek, chráněný střevlík *Carabus arcensis*, střevlíček *Pterostichus diligens*, drabčík *Stenus latifrons* a *Astenie brevelytratus*, nosatec *Apion sorbi*, zelenuška *Elachiptera diasteme*, bedlobytka *Brevicornu sericoma*. V oblasti se vyskytuje ropucha obecná (*Bufo bufo*), skokan ostronosý (*Rana arvalis*) a skokan krátkonohý (*Rana lessonae*) (Albrecht, 2003; www.cittadella.cz).

Přírodní rezervace

Na území parku se nachází dvě přírodní rezervace (AOPK ČR).

První rezervací České Kanady je Hadí vrch (13,47 ha, 607 – 647 m n. m., ev. č. 1373, AOPK ČR) vyhlášený roku 1987, nacházející se nad bývalou obcí Rajchěrov, mezi Novou Bystřicí a Starým městem pod Landštejnem se zachovalými porosty jalovce obecného (*Juniperus communis*) a vřesovými společenstvy na bývalých pastvinách vrcholu Výhon (647 m n. m). Horninový podklad je tvořen žulou číměřského typu, typickým půdním pokryvem je kambizem, na severním a severozápadním úpatí v nivě potoka glej organozemní.

Rezervace je významná jediným nalezištěm pernatušky vřesovištní (*Oxyptilus ericetorum*) v České republice a nalezištěm bedlobytky *Cordyla brevicornis* (Krajský úřad – JČ kraj, 2008; www.vyletnik.cz).

Druhá rezervace, Skalák u Senotína (13,7 ha, 662 – 670 m n. m., ev. č. 2218, AOPK ČR), byla vyhlášena 24. prosince 2002 a zahrnuje rybník Skalák a přilehlé louky. Geologický podklad tvoří biotit-muskovitický hlubinný granit. Důvodem ochrany jsou rostlinná společenstva vázaná na oligotrofní až mezotrofní rybníky, mokřady i suchá stanoviště. Ekrťová a Ekrť (2009) uvádějí, že zde našli 225 druhů cévnatých rostlin, z čehož 16 taxonů je uvedeno v Červeném seznamu České republiky. Kriticky ohroženým druhem, a v této lokalitě i nejvzácnějším, je leknín bělostný (*Nymphaea candida*), vyskytující se hojně na hladině rybníku Skalák. Z dalších např. prstnatec májový pravý (*Dactylorhiza majalis*), jestřábník oranžový (*Hieracium aurantiacum*) (Ekrťová a Ekrť, 2009).

Přírodní památky

Jalovce u Valtínova (0,5 ha, 642 – 645 m n. m., ev. č. 1369 (AOPK ČR)) byly za přírodní památku vyhlášeny 1. ledna 1988 z důvodu zachování kompaktního porostu jalovce obecného (*Juniperus communis*) pokrývajícího většinu jihovýchodní části chráněného území, které tvoří nevýrazný pahorek s roztroušenými žokovitými balvany. Nižší patro zarůstá acidofilním vřesem obecným (*Calluna vulgaris*) spolu s borůvkou černou (*Vaccinium myrtillus*) a metličkou křivolakou (*Avenella flexuosa*). Na loukách a pastvinách žijí vzácné druhy drabčičů - *Astenie gracilis*, *Rugilus similis* a *Scopaeus minutus* (Albrecht, 2003).

Rašeliniště Mosty (2,9039 ha, 622 – 628 m n. m., ev. č. 2221 (AOPK ČR)) vyhlásil přírodní památkou Okresní úřad Jindřichův Hradec 24. prosince 2002. Důvodem ochrany této přírodní památky ležící u obce Mosty u rybníka Pytlíků je zachování mokřadních biotopů, především lučního rašeliniště. A na tyto biotopy navázané fauny a flóry. Geologické podloží území tvoří hrubozrnný dvojslídny granit landštejnského typu (novadomus.cz; ČGS).

Dědek u Slavonic (2,79 ha s ochranným pásmem 3,85 ha, 560 – 605 m n. m., ev. č. 1777 (AOPK ČR)) byl vyhlášen za přírodní památku 17. listopadu 1995. Jedná se o lesní Dědkův rybník 2 km jihovýchodně od obce Stálkov. Důvodem ochrany je ekosystém rybníka s vysokou diverzitou fytoplanktonu a zooplanktonu, charakteristickou pro rašelinné vody. Horninový podklad tvoří středně až hrubě zrnitá dvojslídna žula typu čiměřského. Nejvýznamnějším zástupcem zooplanktonu v daném území je hojně se vyskytující perloočka hrbatka jezerní (*Holopedium gibberum*), dále skákavka rybníční (*Heterocope saliens*),

průsvitka vznášivá (*Diaphanosoma brachyurum*). Na území přírodní památky bylo zjištěno 24 druhů vážek, mezi které patří i ohrožený druh *Leucorrhinia pectoralis*. Obojživelníci v oblasti dosahují vysoké diverzity. Na území PP žije např. skokan krátkonohý (*Rana lessonae*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), skokan ostronosý (*Rana arvalis*), čolek obecný (*Triturus vulgaris*), čolek horský (*Triturus alpestris*), rosnička zelená (*Hyla arborea*) a další (Albrecht, 2003).

Gebhárecký rybník (19,03 ha, okolo 635 m n. m., ev. č. 2215 (AOPK ČR)), vyhlášený přírodní památkou 9. prosince 2002, se rozkládá uprostřed lesa nedaleko obce Skalka. Důvodem ochrany je oligomezotrofní rybník s přílehlým lučním rašeliništěm a typickou vegetací. Z floristického hlediska je daná oblast poměrně chudá, jak uvádí Ekrťová (2008), která zde objevila 147 taxonů cévnatých rostlin, z nichž 5 je registrováno v Červeném seznamu České republiky, jde o vrbinu kytkokvětou (*Lysimachia thyrsiflora*), vrbovku bahenní (*Epilobium palustre*), kruštík širolistý (*Epipactis helleborine*), mochnu bahenní (*Potentilla palustris*) a hrušeň polničku (*Pyrus pyraeaster*). Geologické podloží tvoří středně až hrubě zrnité granity (Ekrťová, 2008).

Rašeliniště Klenová, spadající pod katastrální území Senotína a Klenové u Hůrek (4,52 ha, 658 – 664 m n. n., ev. č. 2220 (AOPK ČR)), bylo vyhlášeno za přírodní památku 24. prosince 2002, jejím posláním je ochrana přechodového rašeliniště s výskytem chráněných druhů rostlin a živočichů (Nařízení JČ kraje, 2011).

Velký Troubný (Rákosní) rybník u Slavonic (8,16 ha, 635 – 638 m n. m., ev. č. 1776 (AOPK ČR)) byl vyhlášený přírodní památkou 17. listopadu 1995 z důvodu zachování mezotrofního rybníka s vysokou diverzitou planktonu a obojživelníků. V oblasti se vyskytuje leknín bělostný (*Nymphaea candida*) a masožravá bublinatka jižní (*Utricularia australis*). Obojživelníky zastupuje např. ropucha obecná (*Bufo bufo*), blatnice skvrnitá (*Pelobates fuscus*), čolek obecný (*Lissotriton vulgaris*) a horský (*Mesotriton alpestris*) (Okresní úřad JH, 1995).

2.8. Zvětrávací procesy

Zemskou kůru tvoří z 82% horniny vyvělé a metamorfované, pouze z 8% horniny sedimentární, které však tvoří tři čtvrtiny povrchu pevniny. Horniny na zemském povrchu, stýkajícím se s atmosférou, podléhají zvětrávacím procesům, které mění jejich fyzikální a chemický stav, tím tvoří tzv. zemskou kůru. Zvětrávání závisí především na podnebí. Intenzita a druhy zvětrávání jsou podmíněny podnebnými pásmy a výškovými stupni

(Jelínek). Dále závisí na výchozím složení a struktuře matečné horniny, morfologii terénu a antropogenních vlivech (Pokorný). Nejintenzivnější zvětrávání je na povrchu horniny díky účinkům atmosférických impulzů (atmosférické impulzy, elektromagnetické vlny, povětrnostní fronty), do hloubky horniny se intenzita zvětrávání snižuje (Smolík, 1957).

Existují tři formy zvětrávacích procesů: mechanické (fyzikální), chemické a biologické.

2.8.1. Mechanické zvětrávání

Mechanické zvětrávání je proces, který vyvolávají fyzikální účinky – tepla, vody, větru (Smolík, 1957), které způsobují rozpad (desintegraci¹) hornin bez změny chemického složení. K mechanickému zvětrávání dochází dle Demka (1987) vlivem několika faktorů:

Vlivem růstu krystalu

Mrazové tříštění (gelivace) – do trhlin (pórů, skulin, prasklin) ve skalních blocích vniká od povrchu dešťová voda. Při mrazu vznikají ledové krystaly, které zvětší svůj objem oproti vodě o 9,08%. Při periodickém mrznutí a tání se narušuje soudržnost jednotlivých zrn v hornině. Praskliny se rozšiřují, mohou se spojovat v ledové žíly. Led vniká stále hlouběji do horniny (Bouček, Kodym, 1954; Demek, 1987). Dochází k dezintegraci horniny na bloky (makrogelivace) a jednotlivá minerální zrna (mikrogelivace). Na vzniku skalních misek se podílí především mikrogelivace (Demek, 1987), která působí mechanicky na jejich dno i stěny (Pavlíček, 2005). Vyvěřelé horniny se rozpadají především podél prvotních puklin odlučnosti. Tvoří na sebe kolmé či kosé systémy. Tvary vzniklé mrazovým tříštěním jsou nerovné a ostré. Makrogelivací vznikají např. kamenná moře (Bouček, Kodym, 1954). Nejznámějším kamenným mořem v katastrálním území obce Kunžak jsou Masné krámy.

Solné tříštění – vzniká růstem krystalů soli z roztoků. Účinkem se podobá gelivaci (Demek, 1987). Skalní vlhkost při silném výparu rozpouští soli. Při opětovném odpařování dochází ke krystalizaci, která vyvolává tlak na stěny prasklin (Bouček, Kodym, 1954). Ve skalních mísách ke krystalizaci solí dochází jejich periodickým vysycháním a zaplavováním (Pavlíček, 2005).

Zvětrávání vlivem objemových změn krystalů - např. hydratace, oxidace a dehydratace způsobují objemové změny krystalů, které vedou k dezintegraci horniny. Hydratace znamená proces vazby vody v minerálech, vede k zvětšení objemu krystalů. Dehydratace je proces

¹ Z lat. de = od, integer = celistvý; desintegratio = rozpad (Bouček, Kodym, 1954)

odštěpení vody, kterým se objem krystalů zmenšuje a vznikají kontrakční trhliny (Demek, 1987).

Vlivem odlehčení (exfoliace)

Vlivem odlehčení dochází k odlučování slupek z horniny. Exfoliace² se projevuje především v masivních a málo rozpukaných horninách. U krystalických hornin probíhají exfoliační pukliny bez ohledu na zrna. Pukliny v usazených horninách probíhají především mezi zrny horniny. Exfoliační pukliny dosahují až do hloubky několika desítek metrů pod povrchem, ale nejčastěji leží při povrchu terénu. Vlivem odlehčení vznikají typické útvary (např. exfoliační klenby) v masivních horninách (Demek, 1987).

Exfoliace se dle Demka (1987) dělí do dvou typů - mikroexfoliace – odlučování slupek o plošném rozsahu do několika dm² a mocnosti několika mm až cm.

- makroexfoliace - odlučují se slupky

o plošném rozsahu od několika m² do několika stovek m². Mocnost slupek dosahuje až několika desítek m.

Vlivem změn teploty (termické, insolační zvětrávání)

Změny teploty jsou jednou z hlavních příčin desintegrace hornin (Bouček, Kodým, 1954).

Deskvamace³ - vznik slupek nestejným zahříváním a ochlazováním povrchu skalního bloku (Tauber, 1987). Bouček, Kodým (1954) dodávají, že zahřívání ovlivňuje horniny jen povrchově, neboť se jedná o špatné vodiče tepla. Teplota uvnitř zůstává relativně stejná. Silné napětí vzniká především při ochlazení během bouřek či zahříváním na slunci. Horniny jsou nestejnorodé, každý minerál reaguje na vliv teploty jiným způsobem. Tmavě zbarvené částice pohlcují teplo rychleji než částice světlé. Částice se liší i stupněm roztažlivosti. Soubor těchto jevů má za následek vznik drobných trhlin na plochách souběžných s povrchem a odlupování horniny.

Termické pukání - vzniká při značném nahřátí horniny, třeba v pouštních podmínkách (Demek, 1987).

Mrazové pukání - viz gelivace.

² Z lat. ex = z něčeho, folium = list (Bouček, Kodým, 1954)

³ Z lat. de = od, squama = šupina (Bouček, Kodým, 1954)

Vlivem bobtnání

Dle Olliera (1969) může docházet na územích s vysokou vlhkostí k absorpci vody horninami, která vyvolává změny v objemu horniny. Objemové změny mohou vést až k rozrušení horniny.

Vlivem tlaků kořenů rostlin

Zvětrávání vlivem tlaků kořenů a rostlin – do trhlin a puklin ve skalách pronikají kořeny rostlin. Vlivem rostoucích a sílících kořenů dochází k mechanickému rozšiřování puklin a následnému rozvolnění horniny (Demek, 1987; Bouček, Kodym, 1954).

2.8.2. Chemické zvětrávání

Hlavním iniciátorem vzniku chemického zvětrávání je voda, působící jako chemické činidlo.

Dochází k rozrušování mřížky minerálů, z kterých se hornina skládá, a buď k jejímu úplnému zničení, nebo vzniku sekundárních minerálů (Smolík, 1957). Rychlost zvětrávání je přímo úměrná maximální vodní kapacitě horniny, tzn. hodnotě vlhkosti při úplném zaplnění pórů hornin vodou. Chemické zvětrávání je závislé na matečné hornině, reliéfu, podnebí, geobiocenózách a času (Bouček, Kodym, 1954). Pro humidní klima je udávána odolnost nerostů proti zvětrávání takto: křemen (největší odolnost) > muskovit a K živce > Na – Ca živce > biotit, augit > olivín > dolomit a kalcit > sádrovec (nejmenší odolnost) (Ledvina a kol., 1999).

Při chemickém zvětrávání se dle Smolíka (1957) v horninách uplatňují chemické reakce: hydrolýza, hydratace, oxidace, rozpouštění, karbonitizace.

Dle Demka (1987) patří do chemického zvětrávání ještě vzájemná výměna kationtů.

Hydrolýza

Ionty vody (H⁺ a OH⁻) se zapojují do strukturní mřížky nerostů (Demek, 1987). Rozrušuje i nerosty prakticky nerozpustné, např. křemen. Avšak jen minoritně (Bouček, Kodym, 1954).

Dle Šuchy (2001) lze procesy hydrolýzy dělit na úplné a neúplné. Výslednými prvky úplné hydrolýzy při níž dochází k celkovému odnosu křemíku a alkálií jsou oxidy a hydroxidy železa a hliníku (př. goethit, hematit). Neúplná hydrolýza se skládá ze 2 stádií:

- bisialitizací (dochází k neúplnému odnosu křemíku i alkálií)
- monosialitizací (úplný odnos alkálií a neúplný křemíku)

V humidním klimatu podléhají hydrolyze nejvíce živce, především procesu kaolinizace, kdy se vlivem disociační schopnosti vody štěpí i prakticky nerozpustné silikátové minerály. Živce se mění na vodnaté alumosilikáty, mezi které patří jílový nerost kaolinit (Jelínek).

Obecná rovnice hydrolyzy dle Demka (1987):

Nerost A + voda = nerost B + roztok

Rovnice kaolinizace živce dle Boučka, Kodyma (1954):

$2 \text{KAlSi}_3\text{O}_8$ (ortoklas) + $2 \text{H}_2\text{O}$ + CO_2 = $\text{H}_4\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_9$ (kaolinit) + K_2CO_3 + 4SiO_2 (křemen) (Jelínek).

Dle Demka (1987) existují u ortoklasu dva typy hydrolyzy. Prvním typem je, že se ortoklas chová jako sůl slabé kyseliny a silné zásady. Produktem je nerozpustná $\text{H}(\text{AlSi}_3\text{O}_8)$ a KOH . V druhém typu se po výměnné reakci ($\text{H}(\text{AlSi}_3\text{O}_8) \rightarrow \text{Al}_{1/3}(\text{HAl}_{2/3}\text{Si}_3\text{O}_8)$) nerozpustná sloučenina začne chovat jako sůl slabé kyseliny a slabé zásady. Dojde k absorpci H^+ a OH^- dle $\text{Al}_{1/3}(\text{HAl}_{2/3}\text{Si}_3\text{O}_8) + 3\text{H}^+ + 3\text{OH}^- (\text{H}_2\text{O}) \rightarrow \text{Al}(\text{OH}_3) + (\text{H}_4\text{Si}_3\text{O}_8)$.

Hydratace

Proces, při kterém se z bezvodých minerálů stávají vodnaté (např. krevetl přechází v hnědel). Při hydrataci dochází k narůstání objemu minerálu. Opačný proces, při kterém se počet molekul vody snižuje, se nazývá dehydratace.

Hydratace iontů je významná, když se hydratizované ionty ocitají ve vnějším elektrickém poli, díky němuž se pohybují. Hydratace iontů je známá např. u kuchyňské soli, kdy různě orientované molekuly vody obalují anionty a kationty.

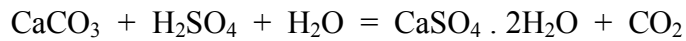
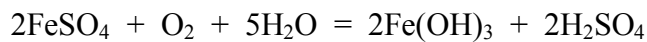
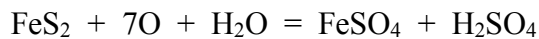
Hydratace kationtů narušuje mřížky krystalů, díky tomu dochází k jejich zvětrávání. Při dalším průniku vody či oxidu uhličitého dochází k silným chemickým změnám (Smolík, 1957).

Oxidace

Proces okysličování vnikáním kyslíku, který se váže na ionty, do mikroskopických trhlin. Dochází ke shlukování chemické látky daného minerálu s kyslíkem. Oxidaci podléhají především nestabilní složky horniny (minerály s obsahem Fe^{2+} , Mn^{2+} - např. olivín, amfibol, biotit). Ve vnitřní struktuře minerálu vzrůstá kladný elektrický náboj. Olivíny, pyroxeny a amfiboly se zcela rozloží, tím dochází ke snížení mechanické odolnosti celé horniny. Biotit zvětrává jen částečně. Výsledným produktem oxidace jsou sekundární minerály, které většinou zvětralou horninu barví hnědou až rezavou barvou (Grygar, Jelínek).

Obecnou rovnicí oxidace dle Demka (1987) je: Nerost A + voda = nerost B + roztok

Příkladem zvětrávání jsou dle Jelínka např. kyzová zvětrávání sulfidů:

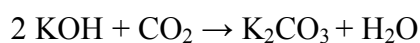
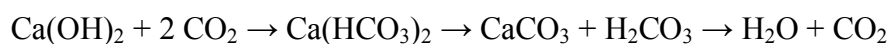


Rozpouštění

Jde o nejběžnější a nejjednodušší způsob zvětrávání za působení vody nebo kyselin. Proti rozpouštění jsou nejméně odolné minerály rozpustné ve vodě. U síranů a chloridů jsou dipóly vody přitahovány k elektricky nabitému iontu na povrchu krystalu. Kolem iontu tvoří hydratační obal – orientovaná vrstva molekul vody (Jelínek). Krystaly solí jsou tvořeny z elektricky nabitých částic, které tvoří krystalovou mřížku. Při rozpouštění se krystalová mřížka narušuje, kationty a anionty se rozptylují mezi molekuly vody. V důsledku toho vzniká roztok těchto solí. Účinky vody jako rozpouštědla závisí na její disociaci. Při nízkých teplotách dosahuje nižší úrovně než při vyšších. Rozpouštěcí účinek zesilují kyseliny ve vodě obsažené, neboť voda v přírodě není zcela čistá (Smolík, 1957). Na rozpouštění působením kyselin se nejvíce v přírodě podílí H_2CO_3 , která vzniká rozpouštěním CO_2 ve vodě. H_2CO_3 rozpouští především karbonáty (vápenec, dolomit). Produktem jsou krasové jevy (Jelínek). Dalšími kyselinami jsou organické kyseliny vzniklé rozkladem organické hmoty, HNO_2 , HNO_3 , H_2SO_4 , H_2SO_3 , H_3PO_4 a další (Smolík, 1957).

Karbonatizace

Spojování CO_2 s některými oxidy (např. CaO , MgO) vede ke vzniku kyselých nebo normálních uhličitánů či dvojuhličitánů (Netpoint, s.r.o., 2005-2011; Smolík, 1957):



Vzájemná výměna kationtů

Jde o reakci, při které jsou kationty přítomné na povrchu nerostů nahrazeny odlišnými kationty z roztoků. Přítomnost H^+ iontů v roztocích je částečně způsobena rozpouštěním atmosférického oxidu uhličitého vodou, zčásti vylouhováním ox. uhličitého ze zvětralin a příjmem ox. uhličitého, který vznikl činností organismů v obězích uhlíku, dusíku a síry. Oběhy zajišťují přísun roztoku kyseliny uhličité, dusičné, sírové, fosforečné a organických

kyselin. Vliv výměny kationtů na povrchu nerostů za ionty H^+ jsou totožné jako u hydrolyzy. Intenzita záměny povrchových kationtů s jinými ionty než H^+ je závislá na typu kationtů a nerostu. Např. slída zvětrává pomalu, pokud jsou kationty v roztoku bohaté na K^+ . Neboť povrchové kationty obsahují rovněž K^+ . Pokud obsahuje roztok kationty Na^+ , Ca^{2+} či Mg^{2+} , slída zvětrává ve vermikulit (Demek, 1987).

Chemické složení roztoků má vliv na rychlost a druh chemického zvětrávání. Např. slídy, které se nachází v granitech s ortoklasy, zvětrávají méně než slídy v granodioritech a dioritech, kde se vyskytuje plagioklas. Uvolňováním K^+ vlivem hydrolyzy či výměnou s ionty H^+ z ortoklasů dochází k pomalejšímu zvětrávání slíd než uvolňováním Na^+ a Ca^{2+} z plagioklasů (Demek, 1987).

2.8.3. Biologické zvětrávání

Jedná se o zvětrávání vyvolané živými organismy, především nižšími rostlinami. Jde např. o nitrifikační bakterie, které byly zjištěny v trhlinách skalních výchozů až do hloubky 10 metrů, plísňe, řasy, lišejníky. Z vyšších rostlin se uplatňují např. mechy (Smolík, 1957). Na biologickém zvětrávání se podílí i zoedafon. Na obnažených skalních útvarech se nejdříve přichycují lišejníky, některé bakterie, zelené řasy a houby. Rostou především na návětrné straně, u nás obvykle obrácené na severozápad. Důvodem je preference stinných a vlhkých prostorů. Postupem času vytvoří nutné podmínky pro existenci jiných rostlin, jejichž semínka se na skalní blok dostanou vlivem větru (Bouček, Kodym, 1954).

Spolu s mechanickým zvětráváním, které horninu rozrušuje na jednotlivé minerální částice, tvoří biologické zvětrávání směs hrubších úlomků horniny (detritát), minerálních a organických částic (Smolík, 1957).

Kořeny vyšších rostlin, rhizoidy mechů, hyfy lišejníků se přichycují k horninám a leptáním se dostávají do větších hloubek skalního výchozu. Především u vyšších rostlin pronikají kořeny do trhlin, růstem napomáhají mechanickému zvětrávání hornin. Rostliny narušují minerály kyselinou uhličitou a jinými organickými kyselinami. Vodíkovými ionty rostliny vytěsňují z minerálů Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^+ , Na^+ a další, které následně asimilují (Smolík, 1957).

Někteří zástupci:

Řasy - významné řasy pro počáteční narušování hornin jsou například horská řasa *Trentepohlia iolithus*, která tvoří cihlově červené povlaky na kamenech, *Trentepohlia aurea* vytváří zlatavé povlaky na vápencích a *Cyanophyceae* (český historický název sinné řasy = modré (Kaštovský, Hauer)) (Smolík, 1957).

Houby - typickým zástupcem hub, který se dokáže udržet na i na holých skalních výchozech je *Pharacidia lichenum* (Smolík, 1957).

Lišejníky, mechy - lišejníky svými stélkami pokrývají povrch horniny a vnikají i do velmi pevné horniny. Přispívají k osidlování holých skalních výchozů vyššími rostlinami. Na vlhčích místech se vyskytují mechy, které podporují započaté humusové zvětrávání. Humusové zvětrávání na vápencích a pískách působí vlivem stejnoměrného osidlování mechy a lišejníky stejnoměrněji než u vyvěřelých hornin, kde tomu tak není. Mechy dokáží zadržet až 6x více vody, než je jejich hmotnost. Zadržovanou vodou podporují hydrataci a hydrolyzu. Minerály vyskytující se pod mechy jsou více narušovány, než v místech, kde se mechy nevyskytují (Smolík, 1957).

Flóra přispívá k vytváření prohlubní a děr ve skále. V nich dochází k postupnému ukládání organické hmoty. Do zvětralých míst se dostává organická hmota z okolí, kde se z rostlinných těl uvolňuje kyselina sírová, která zintenzivňuje rozpad hornin. Bukové listí obsahuje 2,11% kyseliny sírové, smrkové listí 1,63%, borové jehličí 3,94%, jedlové jehličí 2,42%, listy kapradin 2,35%. K okyselení vody přispívá veškerá organická hmota, kromě kyseliny sírové i kyseliny obsažené v rostlinném těle – např. kyselina šťavelová, jablečná, citrónová, vinná. Kyseliny svými vodíkovými ionty napadají krystalické mřížky minerálů. Vytěšňováním kationtů přispívají k rozrušování hornin (Smolík, 1957).

2.9. Skalní tvary České Kanady

Skalní tvary představují veškeré mezofomy a mikroformy utvořené z hornin magmatických, metamorfovaných a dokonale zpevněných hornin sedimentárních. Různí autoři vytvořili odlišné velikostní klasifikace oddělující mikroformy od mezoforem. Piotrowski (1963) považoval za hranici plochu o 100 m², Tricart a Cailleux (1956) plochu 1 m², i když přesná hranice neexistuje (Rubín, Balatka a kol., 1986). V předkládané bakalářské práci je použito dělení dle Tricarta (1965).

2.9.1. Mikroformy

Velikost mikroforem reliéfu se pohybuje většinou řádově v centimetrech, vzácně dosahuje až metrových rozměrů (Rubín, Balatka a kol., 1986). V této podkapitole budou popsány skalní mísy i další mikroformy, které byly ve zkoumané oblasti nalezeny.

Skalní mísy

Skalní mísy patří k nejtýpčtějším mikrotvarům vyvinutým v granitech (Bartošíková, 1973). Jde o deprese na horizontálním až mírně ukloněném povrchu skalních bloků bez ochranné kůry. Vyskytují se buď jednotlivě, nebo ve skupinách. Mísy v sebe mohou přecházet, nebo mohou být spojeny odtokovými žlábkami. Pokud jsou mísy spojeny v nestejně výškové úrovni, jde o tzv. kaskádovité uspořádání (Tauber, 1987). Mísy mají většinou kruhový až oválný půdorys, vzácně zcela nepravidelný. Stěny jsou svislé až převislé. Šířka obvykle převládá nad hloubkou. Plošná velikost mís dosahuje nejčastěji několik decimetrů. Největší mísy byly nalezeny v oblasti Bahie v Brazílii. Dosahují hloubky 9 metrů a průměru 6 x 3 metry (Rubín, Balatka a kol., 1986).

Vyskytují se v různých typech hornin. V České Kanadě v granitu landštejnského i čiměřského typu. Mísy v jemnozrnné až střednězrnné žule dosahují menších rozměrů než v méně odolné žule hrubozrnné až porfyrické (Bartošíková, 1973). Dále vznikají v pískovcích a vápencích, kde jsou označovány jako kamenice (Rubín, Balatka a kol., 1986). Demek (1982) dodává, že horniny světlých barev a s masivní texturou jsou za stejných podmínek odolnější vůči zvětrávání více než horniny tmavší.

Vznik

Skalní mísy vznikly selektivním zvětráváním a následným odnosem zvětralinového pláště v méně odolných částech horniny. V současném mírně humidním podnebí vznikají kombinací chemického zvětrávání v teplých ročních obdobích a mechanického zvětrávání v chladných. Na vzniku se podílí i biologické zvětrávací pochody. Hlavním iniciátorem vzniku a následné modelace je dešťová voda (Demek, 1987). Ve vodě obsažená zrna písku a zeminy obrušují dno a stěny misek (www.nvcc.edu). Dále může být vznik podmíněn křížením jemných puklin (Bartošíková, 1973).

Z mechanického zvětrávání působí na vznik skalních misek například mikrogelivace, která dle Pavlíčka (2005) působí mechanicky na dno i stěny misek. Periodickým zaplavováním a vysycháním misek dochází ke krystalizaci solí, tedy solnému tříštění (Pavlíček, 2005). Vzniku napomáhá i exfoliace, deskvamace, zvětrávání vlivem tlaku kořenů rostlin a další.

Z chemického zvětrávání působí např. kaolinizace a hydrolyza. Pavlíček (2005) tvrdí, že na mýsy působí rozklad slíd. Biotit se rozkládá na vodnaté křemičitany hlinito-hořečnaté (Bouček, Kodým, 1954).

Biologické zvětrávání - Chemismus, především pH ovlivňují řasy, mikroorganismy a mechy žijící v miskách s výskytem vody (Chábera, 2000). Biologické zvětrávání ovlivňují např. i lišejníky a vyšší rostliny.

Stáří

Jde o proces holocenní až recentní, z geologického hlediska poměrně rychlý. Demek (1971) tvrdí, že mýsy se mohou prohlubovat o 3 mm až 1 cm za rok. Ale u některých misek se předpokládá větší stáří, o čemž svědčí jejich narušení mrazovým zvětráváním z doby pleistocenní (Pavlíček, 2005). Značně zaoblené tvary balvanů narušené mrazovým zvětráváním do podoby ostrých hran naznačují, že mýsy vznikly koncem třetihor nebo počátkem čtvrtohor. Během pleistocénu započala destrukce zaoblených balvanů, totální rozpad valů misek nastal v holocénu (Tauber, 1987). U skalních sedátek se předpokládá až původ terciární (Votýpka, 1969). Jahn (1962) se zabýval stářím skalních mís v Krkonoších. Jako důvod asymetrie stěn uvádí expozici vůči slunci, stáří misek proto spojil s obdobím, kdy nebyly Krkonoše zalesněny. Došel k závěru, že mýsy se vytvořily v periglaciálním klimatu poslední doby ledové. Přesné stáří misek však doposud nebylo přesvědčivě prokázáno (Bartošíková, 1973).

Vývojová stádia

Iniciální stádium skalních misek (I. stádium) se vytváří v drobných prohlubních na horizontálním až subhorizontálním skalním povrchu. Zárodečné prohlubně se nacházejí na skalních blocích ve velké míře. Vznik těchto primárních prohlubní je spojen s různými procesy: selektivní zvětrávání, křížení jemných puklin, egutace, mrazové tříštění (Hedges, 1969). Ke vzniku prohlubní přispívá i tzv. deskvamace (Tauber, 1987). Tauber (1987) popisuje mýsy na přírodní památce Přední skála (712 m n. m.) v okrese Jihlava, kde pozoroval vznik zárodečných prohlubní ovlivněný křížením jemných puklin. Jako příklad uvádí balvan v JV části Přední skály, na které se vyskytuje systém puklin. Jednu puklinu vyplňuje 1 cm silná křemenná výplň, v jihozápadní části druhá puklina odděluje horní část od dolní, kde došlo vlivem účinků tekoucí vody k jemnému zahloubení. V průběhu třetí pukliny (sklon 14 – 46°)

se vytvořily dvě sníženiny, mezi kterými je patrný mělký odtokový žlábek. V oblastech nejnižšího sklonu docházelo k zadržování dešťové vody, což vedlo ke zvýšení intenzity zvětrávání, v jejímž důsledku se vytvořila prohlubeň. Působením mechanické a chemické činnosti vody se prohlubuje vlastní trhлина i dno iniciální prohlubně. Životnost misek vzniklých křížením puklin je pravděpodobně relativně krátká. Mísy vzniklé egutací, činností skapávající vody, jsou vzácným jevem (Votýpka, 1964).

Dokonale vyvinuté mísy (II. stádium) se vyznačují svislými až převisle zahloubenými stěnami, dnem rovným, mírně ukloněným až konkávním. Mísy v tomto stádiu často zadržují srážkovou vodu po větší část roku. Ve vodě se mohou vyskytovat mikroorganismy, řasy, mechy, organické zbytky flóry, popř. i fauny ve formě organického zvodnělého substrátu. Substrát dává vznik živné půdy pro rostliny, které působí na stěny i dno mísy chemicky i mechanicky. Fauna i flóra (především organické zbytky) se podílejí na kyselosti stagnující vody, která pak působí agresivně na stěny i dno mísy. Ve zvodnělém substrátu se nacházejí zrnka písku (vyskytují se v I. – III. stádiu), která jsou důkazem mechanického zvětrávání. Písek a jiné částice jsou z misek vyplavovány přes okraje během větších dešťů. Na odnos částic může mít pravděpodobně vliv i vítr. Jde však o vliv malý, neboť mísy se často vyskytují na balvanech v lesnaté oblasti. Mísy v tomto stádiu podléhají zvětrávání dle Taubera (1987) zřejmě nejrychleji ze všech stádií.

Vytvoření odtokového járku (též žlábků, rýhy, dle www.geocaching.com někdy nesprávně označované jako ronové rýhy) indikuje počátek destrukce mísy (III. stádium). Odtokový žlábek se vytváří v nejnižším místě stěny, např. vylomením větší vyrostlice živce (Rubín, Balatka a kol., 1986). Nedosahuje svým dnem úroveň dna mísy (Tauber, 1987). Hloubka žlábků většinou nepřesahuje několik cm. Největší hloubky (řádově decimetry) dosahují u největších misek v tropických oblastech (Rubín, Balatka a kol., 1986). Prohloubí-li se žlábek natolik, že se voda v misce neudrží, dochází k její úplné destrukci, neboť už se nemůže mísa dál zahlubovat.

Prohlubováním žlábků na úroveň dna mísy a jeho rozšiřováním ve směru největšího spádu vzniká konečné stádium (IV. stádium), tzv. sedátko (též čertovo sedátko (Demek, 1971)), skalní křeslo (Gába, 1978). V sedátku již nedochází k zadržování dešťové vody, je tedy odolnější vůči zvětrávání. Pokud se sedátko vyskytuje u vegetace, dojde k jeho rychlému zaplnění organickými zbytky (např. větvemi, jehličím, listím), jejich tlením a mechanickou činností kořenů se destrukce urychluje (Rubín, Balatka a kol., 1986; Pavlíček, 2005; Chábera, 2000, 1985; Tauber, 1987).

Další teorie vzniku skalních misek

V současné době je vznik skalních misek vysvětlen činností přírodních procesů. Avšak dříve existovalo několik teorií, které se zabývaly vznikem a významem těchto skalních forem.

Skalní mísy mývají často nápadný kruhový charakter, strmé stěny a rovné dno, proto byly dříve považovány za člověkem vytvořené obětní mísy (něm. Opferkessel). Jedná se o nejznámější teorii, která měla široké zastoupení v řadách laiků i archeologů. Mísy jsou dle teorie uměle vytvořené prohlubně, které sloužily k náboženským či rituálním obřadům. Misky sloužily jako rituální oltáře, na kterých se prováděly krvavé i nekrvavé oběti (Chábera, 2000). Některé teorie připouští k oběti lidské, většinou se ale používala krev zvířat (Krafková, 2001). Odtokové járky, jimiž jsou některé mísy spojeny s okrajem skály, byly vysvětlovány jako žlábký, které sloužily k odtoku krve z obětovaného zvířete. Ojediněle nelze vyloučit, že některé skalní misky byly druhotně využity k různým účelům. Např. z doby třicetileté války existují písemné záznamy, které uvádí, že se prohlubně využívaly k tlučení krup z obilí v lesích u Vltavy. V okolí Milevska sloužily k pálení kolomazi (Chábera, 2000). Je dokázáno, že ještě ve 20. století hospodyně kladly na Velikonoce do misek vajíčka. Pod mechem v některých miskách byly nalezeny zrezavělé dýky a meče. Pod kameny s mísami se pravděpodobně pokládaly malé obětiny (Cílek, 2008).

Na tzv. obětní či miskovité kameny na jižní hranici Českomoravské vrchoviny poprvé upozornil jindřichohradecký rodák J. Richlý (1878). V umělý původ věřil i J. Smolík (1881), který mísám přisuzoval bohoslužebný význam.

Dle jiné teorie misky sloužily jako svatyně k mystickým obřadům např. Keltů a Slovanů. Oba národy prý používaly pro své léčebné, věštecké či zasvěcovací rituály "živou vodu". Jednalo se o vodu, která se hromadila v přírodních či uměle upravených prohlubních posvátných kamenů přirozenou cestou, nebo byly mísy plněny vodou z posvátných studánek. Posvátný kámen, který měl sloužit k věštění, byl často na místo rituálu dovážen i z velké vzdálenosti a byl pečlivě vybírán. Kámen musel být z co nejvíce odolného a tvrdého materiálu (především křemene). Věštci se v hladině zjevovaly budoucí události, které měly význam pro osud kmene. Potírání vodou z těchto kamenů mělo léčivé účinky na zlomeniny. Někteří lidé v okolí bretaňských a anglických megalitů se potírají dodnes (Krafková, 2001).

Méně známou teorií je výklad kamenů s miskami jako hraničních mezníků, které sloužily k orientaci v terénu. Mísy sloužily jako orientační značky při příchodu nových kmenů do země (Krafková, 2001).

Pověsti:

Ke skalním mísám se váže mnoho pověstí. Většinou se jedná o pohádky a pověsti místního charakteru. V této podkapitole budou zmíněny některé ze známých pověstí.

Kameny s mísami bývají nazývány jako čertovy kameny. Dle pověsti čerti seděli na kamenech a rokovali tak dlouho, že svými zadky rozžhavenými z pekla vyseděli prohlubně. Odtokové járky a pseudoškrapy vysvětluje pověst tak, že si čerti o kameny brousili své drápy (Krafková, 2001).

V oblasti Jeseníků se nachází národní přírodní památka Venušiny misky. Největší skalní mísa kruhového půdorysu dosahuje rozměrů 150,5 x 147,8 cm, hloubky 106,2 cm a vodní kapacity až 65 litrů (Karvánková). Venušiny misky (Venusnapla či Fenisnapla (Karvánková)) dostaly název dle Venušina lidu (Venusleute (Franz, 2008)), který je dle pověsti sám vytvořil. Mísy Venušiny lidé využívali k vaření, koupání a praní prádla. Ve skalních křeslech seděli či zasedali k soudům (Franz, 2008). Jiná pověst vypráví, že se do misek chodila koupat Vendulka ze Zighthartic. Jednou ji spatřil sedlák, unesen její krásou si myslel, že viděl Venuši. Pojmenoval mísy jako Venušiny. Jiný výklad tvrdí, že mísy vytvořili lidé k pohanským krvavým obětem na počest bohyně Venus (Hányš, 2006). Venus doprovázeli její podřízené duchové a elfové, jedná se o Venušiny lidičky. Postupně se na bohyni zapomnělo a v lidových pověstech zůstali jen Venušini lidé (Gába, 1978).

Vznik skalních misek na "tvarohových kamenech" u Nové Červené Vody v okrese Jeseník pověst vysvětluje: Kdysi jel lesem vozka, zastavily ho tři ženy, které ho prosily, aby je svezl. Vozka souhlasil, ženy nasedly a on jel dál. Najednou si všiml, že koně táhnou čím dál více, ale vůz se stěží hne z místa. Napadlo ho, že za to mohou tři ženy. Šlehl po nich bičem a ženy seskočily z vozu a s pláčem si sedly na kámen u cesty, na kterém vznikla prohlubeň ve tvaru sedátka (Gába, 1978).

U Liberce se nachází skalní skupina Ježíškovy kameny (Christkindlsteine), které jsou známy nápadnými skalními mísami. Místní pověst tvrdí, že Svatá rodina se zde zastavila při putování do Egypta. Panna Maria v největší míse Ježíška koupala a menší jí sloužily k vaření. Stejná pověst se váže i k jiným skalním útvarům s mísami. Němci takové skály pojmenovali Muttergottessteine či Mariensteine (Skály Matky boží nebo Mariánské kameny). Skalní mísy dle pověsti pocházejí ze slz Panny Marie. S pověstí o cestě Svaté rodiny do Egypta jsou spojeny také Andělské kameny (Engelsteine) v liberecké čtvrti Harcov (Lábus, 2011).

Milovské perničky ve Žďárských vrších jsou skupina tří rulových skal, které dostaly název dle prohlubní na vrcholech - perničky (Balogh). Jedna pověst vysvětluje vznik misek

činností člověka, který s pazourkem v ruce tesá do skal prohlubeň ke kultovním účelům. Pověsti z dob husitských válek přisuzují perničkám roli misek, které sloužily k drcení obilí či k zapalování strážných ohňů na českomoravském pomezí (Grim, 2000).

V Krtských skalách v okrese Rakovník leží Čertův kámen, který dostal jméno dle dvou misek ve tvaru kopyt. Dle pověsti se jedná o otisky čertových kopyt, které čert vydupal do kamene ze vzteku z prohrané sázky o duši jednoho z chalupníků (Obec Krty, 2013).

Šumavský Třístoličník (1 311 m n. m.) leží na českoněmecké hranici. Nachází se zde skupina skal, na nejvyšší jsou tři skalní sedátka. Dle pověsti na nich usedali vládci Čech, Bavorska a Rakouska a debatovali (Cukr, 2009).

Skalní výklenky

Skalní výklenky - deprese, které vznikají na stěnách svislých až převislých. Šířka výklenků převažuje nad hloubkou (Demek, 1987). Vytvoření výklenků je podmiňováno především chemickým zvětráváním méně odolných částí skalního bloku, zejména hrubozrnných žul, a následným odnosem horniny. Na vznik úzkých a protáhlých výklenků může mít vliv i přítomnost puklin. Stáří výklenků není dodnes plně prokázáno (Huber, Chábera, 1994). Huber, Chábera (1994) připouštějí stáří neogénní až holocénní.

V granitoidních horninách se často vyskytují úpatní výklenky. Jejich výskyt není spjat jen s granity a jinými vyvřelinami, ale vyskytují se např. i v arkózách, pískovcích, slepencích, vápencích či křemencích. Povrch výdutě je hladký na rozdíl od horních částí stěn. Od výdutí mohou být vytvořeny mělké škrapy či pseudoškrapy. Výduť většinou kopíruje v určité výšce úpatí svahu (Huber, Chábera, 1994). Twidale (1962) tvrdí, že tvar úpatních výklenků je ovlivněn působením podzemní vody na skalní podloží. V první fázi došlo k podpovrchovému zvětrávání horniny při úpatí vlivem účinku půdní vlhkosti, hydratace, hydrolyzy a oxidace. A k přeměně jednotlivých minerálů v hornině a ke zpříkření svahu. V druhé fázi jsou úpatní výklenky odkryty, především činností ronů. Dochází k tomu zejména v místech stinných a vlhkých (Huber, Chábera, 1994). Na vznik extrémně dlouhých a úzkých výklenků může mít vliv kolísající hladina podzemní vody (Harrel, Twidale, 1989). Následná eroze může být ovlivněna puklinovým systémem (Huber, Chábera, 1994). Twidale (1962) připisuje některým úpatním výklenkům kvartérní stáří. Twidale, Bourne (1976) připouštějí, že mohly vzniknout v pozdním pliocenu či raném pleistocenu.

V žulách moldanubika se vyskytují úpatní výklenky na žokovitých až kulovitých skalních blocích. Zvětralá část horniny se rozpadá na grus (žulový písek). Odolnější jádra přetrvávají. Odnosem zvětralin dochází ke snížení zemského povrchu a žulová jádra se dostávají nad povrch. Výrazný úpatní výklenek se nachází např. na východním okraji osady Terezín, která spadá do území PP Česká Kanada. Na žokovitém balvanu z landštejnské žuly o rozměrech přibližně 1,5 x 1,5 metru je dobře viditelný úpatní výklenek o hloubce 35 cm a šířce 60 cm. Na balvanu se nachází i roztržená skalní mísa a pseudoškrapy (Huber, Chábera, 1994). Výklenky v Novobystřické vrchovině se zabýval např. Votýpka (1970) a Věžník (1982). Autorka v této bakalářské práci popisuje skalní výklenky na Zvůli a okolí.

Pseudoškrapy

Pseudoškrapy jsou škrapy vyvinuté v nekrasových horninách. Někteří geomorfologové považují termín pseudoškrapy za zbytečný a používají souhrnně pro všechny typy hornin pojem škrapy. Nejčastějšími jsou typy žlábkovité, což jsou rýhovitě až žlábkovité prohlubně s konkávním dnem na holém skalním povrchu (Rubín, Balatka a kol., 1986; Kuský, 1950). Jako mělké rýhy začínají pod vrcholem skalního bloku a probíhají především přímočaře ve směru svahu (Kuský, 1950). Klaer (1956) tvrdí, že nejlépe jsou vyvinuty na skalních útvarech, které jsou ukloněny 55-65°. Jejich šířka se pohybuje v rozmezí několika cm až desítek cm. Délka dosahuje až metrových rozměrů, vzácně přes 10 metrů. Jednotlivé žlábků jsou odděleny hřbety, které mohou být ojediněle ostré, ale převážně jsou zaoblené (Rubín, Balatka a kol., 1986). Dragovich (1966) rozlišuje dva hlavní typy – gutter-like lapiés, škrapy na skalních plochách do 25°, a fluted surfaces, škrapy na velmi ukloněných až vertikálních plochách. Dalším typem jsou pseudoškrapy obecné. Jde o skalky, výstupky a hřbety menších rozměrů, které se střídají s nepravidelnými prohlubněmi. Prohlubně bývají často vyplněné půdou. Výška vypuklých částí dosahuje v našich podmínkách maximálně několika desítek cm (Rubín, Balatka, 1986).

Vznik pseudoškrapů je podmíněn kombinací chemického, mechanického zvětrávání a koroze. Chemickému zvětrávání nasvědčuje kotlinkovité rozšíření některých úseků žlábků, rezavě hnědé vyloučeniny hydroxidu železitého (vzniká rozkladem biotitu) a vyskytuje se i v okolí misek. Dále zvětrávání ovlivňuje kaolinizace živců. Chemické působení vody na silně ukloněných polohách se projevuje akcesoricky, neboť voda nemá možnost stagnace. Stékající voda odstraňuje částice uvolněné chemickým zvětráváním (Huber, Chábera, 1993).

Stáří pseudoškrapů nebylo dosud přesvědčivě prokázáno. Dle některých autorů (např. Demek, 1964; Thomas, 1976) vznikly v teplém humidním klimatu neogénu (Huber, Chábera, 1993). Rubín, Balatka a kol. (1986) nepřipouštějí stáří vyšší než desetitisíce let. Němec (1984) připouští stáří stovek a maximálně tisíců let. Žlábkové pseudoškrapy v Novobystřické vrchovině jsou dle Votýpky (1964) holocenního stáří.

2.9.2. Mezofomy reliéfu

Za mezofomy jsou považovány středně velké tvary o délce a výšce několik metrů až desítek metrů. Výjimečně dosahují velikosti až několik stovek metrů (Rubín, Balatka a kol., 1986).

Skalní hřib

Název skalní hřib pochází od charakteristického hřibovitého vzhledu. Hlava či klobouk – horní část - přečnává na všech stranách přes část spodní – nohu. Tvar bývá bochníkovitý, kulovitý, vejčitý i jehlanovitý (Vlasák).

Existují dva způsoby vzniku skalních hřibů:

První typ vzniká korazí, tj. erozí, kterou způsobují písečná zrna unášená větrem a jejich narážení do skalního útvaru. Vyskytuje se především v pouštních oblastech. Koraze působí pouze na spodní část, vzniká noha. Hlava zůstává nezměněna, neboť koraze nedosahuje maximální výšky skalního útvaru (Kovář, Kubín).

Geneze druhého typu je vysvětlována selektivní erozí a odnosem horniny. Skalní hřiby se vyskytují především v žulách a pískovcích (Kovář, Kubín). V žulách vzniká noha v místech se zvýšenou četností horizontální puklin, u nichž dochází snáze ke zvětrávacím pochodům. V pískovcích vzniká hřib díky heterogenitě horniny, dané rozdílným petrografickým složením či změnami ve vertikálním průběhu vrstevních facií (Rubín, Balatka a kol., 1986). Vznik hlavy je podmíněn přítomností horizontálních poloh železitého pískovce, slepence nebo křemičitého lemu, zatím co na oblast nohy jsou často vázány jílovité a kaolinitické tmely (Vlasák). Z toho důvodu je hlava odolnější vůči erozi. Vznik hlavy ve skalních útvarech sopečného původu je podmíněn výskytem odolnější sopečné pumy, jejíž okolí podléhá zvětrávání snáze. V karbonátových horninách vznikají hřiby činností chemického krasování a fyzikálního zvětrávání. Hřiby vyskytující se v jiných horninách než žulách a klastických usazeninách jsou vzácné (Rubín, Balatka a kol., 1986).

Skalními pokličkami či stoly jsou označovány skalní hřiby, u nichž je svrchní část ostře ohraničena plochou deskou (Rubín, Balatka a kol., 1986).

Ve zkoumaném území se vyskytují skalní hříby v landštejnské žule. Nejznámějším je Ďáblův chléb na Zvůli.

Viklan

Viklan je oblý skalní blok, který se pouze malou částí svého povrchu dotýká skalního podloží. Obvykle jsou za viklany považovány útvary v poloze „in situ“, což jsou útvary, které vznikly v místě dnešního nálezu. Nejde o balvany přemístěné např. říčením. V minulosti byl název viklan používán výhradně pro skalní bloky, které bylo možno lidskou silou rozhýbat (Rubín, Balatka a kol., 1986). V pouštích jsou viklany, které dokáží rozpohybovat i poryvy větru. V aridních oblastech se nachází nejvíce viklanů, které vznikají korazí, kdy zrnka písku „podřezávají“ úpatí skal (Vítek, 1994). Za viklany jsou často a chybně považovány i některé skalní útvary, které jsou s podložím pevně spojeny, i když jen malou částí (např. některé skalní hříby). Pseudoviklan představuje skalní útvar, který leží na podloží několika malými plochami. Ke stržení viklanu často přispívá kromě povětrnostních podmínek i lidská činnost. Nejznámějším příkladem v České republice je Kadovský viklan na Blatensku, který byl ze svého místa stržen vandaly a znovu usazen do původní pozice ing. Pavlem Pavlem (Vítek, 1994).

Vznik a vývoj viklanů je podmíněn procesy selektivního zvětrávání a odnosu horniny. U některých je vznik vysvětlován dvoufázovým zvětráváním. V první fázi, která proběhla s největší pravděpodobností v neogénu, došlo k rozrušení povrchu horniny vlivem intenzivního chemického zvětrávání. Vznikly na povrchu zvětralin, které obsahovaly odolnější „jádra“ horniny. Na konci třetihor a ve čtvrtohorách proběhla fáze druhá, během které došlo vlivem odnosu zvětralinového pláště k odkrytí nezvětralého „jádra“ i jeho skalního podloží. Dalším faktorem, který ovlivňuje vznik, je kvádritá či kulovitá odlučnost, případně exfoliace některých hornin (např. magmatické vyvřeliny) (Rubín, Balatka a kol., 1986).

Viklany se tvoří především v žulách, vzácně v pískovcích. Ojedinele je možný vznik i v jiných typech hornin (Rubín, Balatka a kol., 1986). Vítek (1994) zmiňuje viklan Čertova hlava, který vznikl sloupcovitým rozpadem čedičové žíly. Menší viklany se vyskytují i v rulách a jiných krystalických břidlicích.

3. Měření geologických struktur

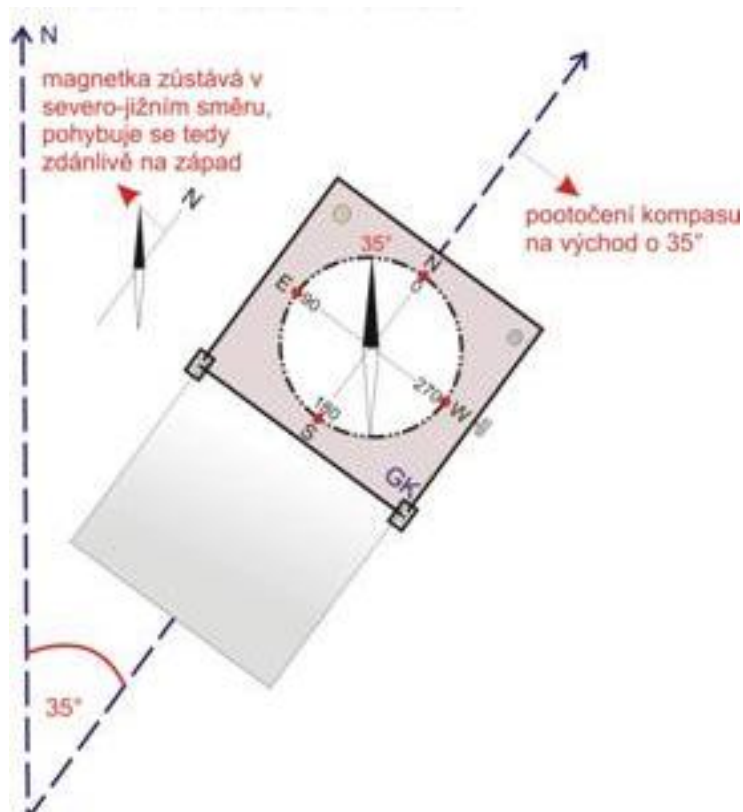
3.1. Geologický kompas

Geologický kompas se využívá k měření orientace geologických struktur (plošných i liniových) v prostoru. Vznikl z kompasu hornického, který byl využíván k měření štol, sledování žil a tektonických poruch (Řehoř, 1999).

Základními částmi geologického kompasu jsou magnetka, dělený kruh, aretace, vodováha a sklonoměr. Jednotlivé části jsou popsány především dle Řehoře (1999):

Magnetka je malý magnet, v jehož těžišti je ložisko, které umožňuje volné otáčení magnetky. Severní konec magnetky (ukazující k severnímu magnetickému pólu) je zvýrazněn. Severní magnetický pól není totožný se zeměpisným pólem. Úhel, který svírají, je nazýván magnetická deklinace. U některých kompasů je vytvořena stupnice k nastavení deklinace pro oblast, ve které se měření provádí. Magnetka určuje severo-jihní směr.

Dělený kruh je rozdělen na $0^\circ - 360^\circ$, případně na jiné jednotky (hodiny, grády). U starších československých kompasů se světové strany značí písmeny S, J, V, Z. U novějších kompasů ze zahraničí se používají N - sever, S - jih, E - východ, W - západ (Řehoř, 1999). U geologického kompasu je zaměněno označení východu a západu a zároveň dochází k nárůstu stupňů na děleném kruhu ve směru proti pohybu hodinových ručiček, na rozdíl od buzoly. Zaměnění je nutné ke správné interpretaci měřených dat a záznamu údajů v terénu. Na neupravené buzole by se musela čísla přepočítávat. Pokud máme označení severu na geologickém kompasu před sebou, pak po levé ruce je označení východu a po pravé západu. Pokud stojíme čelem k východu, severní konec magnetky kompasu ukazuje stupně v severovýchodním kvadrantu dělené stupnice, což odpovídá skutečnému směru, ke kterému jsme otočení čelem (viz obr. 5). U buzoly by severní konec magnetky ukazoval západ (Habětín, 1983-1984; Řehoř, 1999).



Obr. 5 – Výsledek záměny východu a západu na geologickém kompasu

Zdroj: Marschalko et al

Vodováha (libela) slouží k uvedení kompasu do vodorovné polohy a tedy přesnějšímu měření.

Aretace znehybňuje magnetku, čímž umožňuje rychlejší ustálení magnetky.

Sklonoměr měří velikost sklonu. Moderní kompasy mívají dva sklonoměry. Jeden je vyznačený na kloubním spojení otočného víka s tělem kompasu, které se během přiložení víka k měřené struktuře. Druhý má podobu drobného závaží uloženého v ose kompasu, které je upraveno tím způsobem, aby bylo možné odečítat na stupnici sklonoměru odchylky hrany kompasu od polohy vodorovné.

3.1.1. Měření geologickým kompasem

Geologický kompas je využíván především k měření polohy geologických plošných nebo lineárních struktur přímo v terénu. Mezi primární geologické struktury se řadí takové struktury, které vznikají současně s horninou. Z plošných struktur jsou to například vrstevní plochy sedimentárních hornin, nebo plochy primární odlučnosti magmatických hornin, z lineárních prvků například přednostní uspořádání vyrostlic v magmatických horninách, stopy po proudění v sedimentech, rýhování na zlomové ploše, aj. V bakalářské práci jsou

především měřeny primární plošné struktury představované puklinami odlučnosti, které vznikly tuhnutím magmatu. Sekundární geologické struktury vznikly během následné deformace prvotních struktur, zahrnují např. zlomy, vrásky, nebo geomorfologické prvky, jako dna skalních mís). Mezi sekundární lineární struktury patří směry růstu nerostů v metamorfitech, směr protažení deformačních struktur nebo jejich průsečnice.

Směry plošných i lineárních struktur určuje průmětná přímka dané struktury s vodorovnou rovinou. Při určování směrů je zjišťován úhel, který svírá tato průměťová přímka s magnetickým severem. Výsledkem měření je azimut směru (Řehoř, 1999, Marschalko, M. et al).

Měření směru roviny (např. vrstevní plochy) se provádí tak, že je kompas přiložen k měřené ploše delší hranou ve vodorovné poloze. Úhel ($0-360^\circ$) je odečten na jednom z konců ustálené střelky (Řehoř, 1999). Podobným způsobem se měří i směr lineárních struktur.

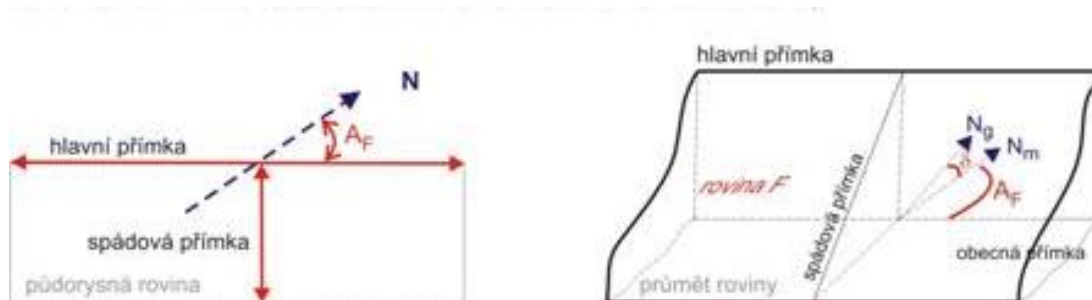
Směr sklonu roviny udává úhel mezi půdorysným průmětem spádnice roviny a magnetickým severem. Směr sklonu roviny se měří tak, že se víko kompasu přiloží k měřené rovině, označení severu na děleném kruhu směřuje po sklonu plochy a tělo kompasu se přivede do horizontální polohy. Údaje jsou odečteny na severním konci magnetky. Směr sklonu roviny se pohybuje v rozmezí $0-360^\circ$ (Řehoř, 1999).

Velikost sklonu roviny je úhel, jenž svírá spádnice se svým horizontálním průmětem. Vznikl odkloněním plochy z horizontální polohy. Velikost sklonu se měří kloubním nebo závěsným sklonoměrem a dosahuje rozmezí $0-90^\circ$ (Řehoř, 1999). Úhel sklonu se odečte z číselné hodnoty na kloubu spojujícím vodorovnou krabici kompasu a víko přiložené k rovině, popřípadě z malé stupnice závěsného sklonoměru kompasu přiloženého dlouhou hranou k rovině a vyrovnaného do svislé polohy.

Velikost sklonu lineace lze změřit podobným způsobem jako velikost sklonu roviny, nebo lze použít upravený kuličkový sklonoměr (Řehoř, 1999).

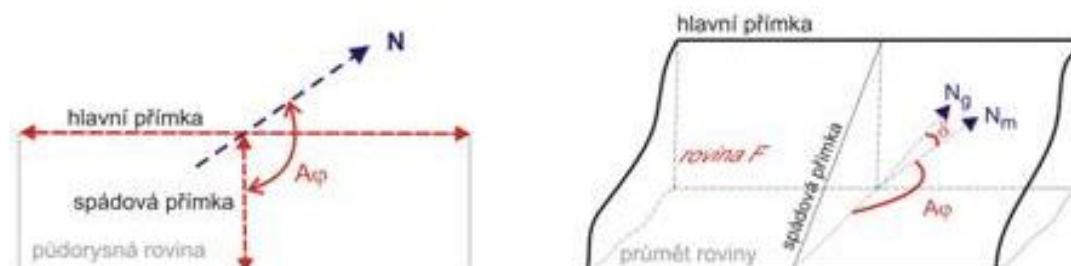
3.1.2. Zapisování a zakreslování hodnot

Pro zapisování hodnot strukturního měření existuje několik typů zápisu. V této bakalářské práci je použit hornický zápis, který má podobu dvou číselných hodnot oddělených lomítkem. První číslo značí směr sklonu roviny (spádnice) od severu (obr. 6), druhé velikost sklonu roviny od horizontální roviny (obr. 7) (Řehoř, 1999).



Obr. 6 - Příklad měření orientace roviny F pomocí směru roviny A_F

Zdroj: Marschalko et al

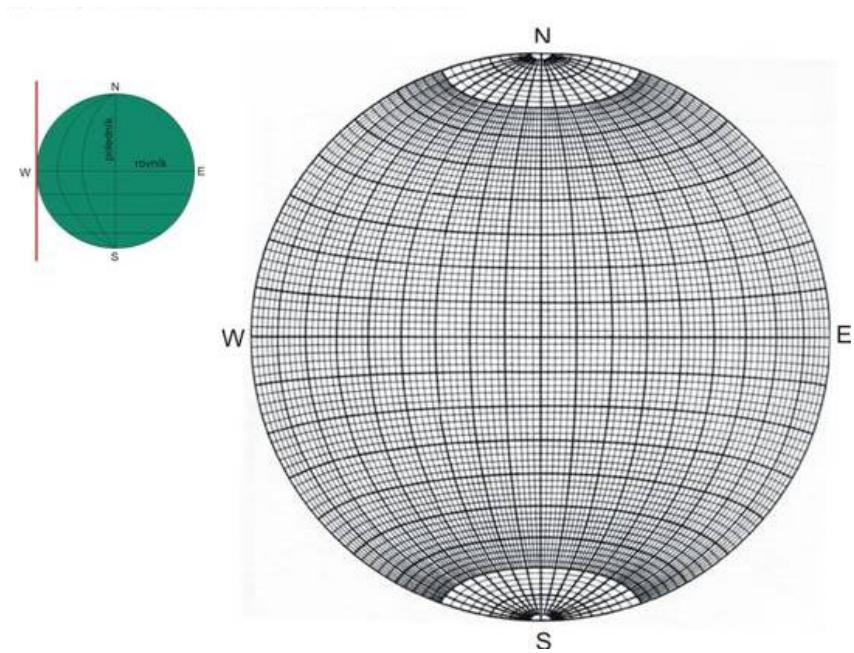


Obr. 7 - Příklad měření orientace roviny F pomocí směru úklonu roviny A_ϕ

Zdroj: Marschalko et al

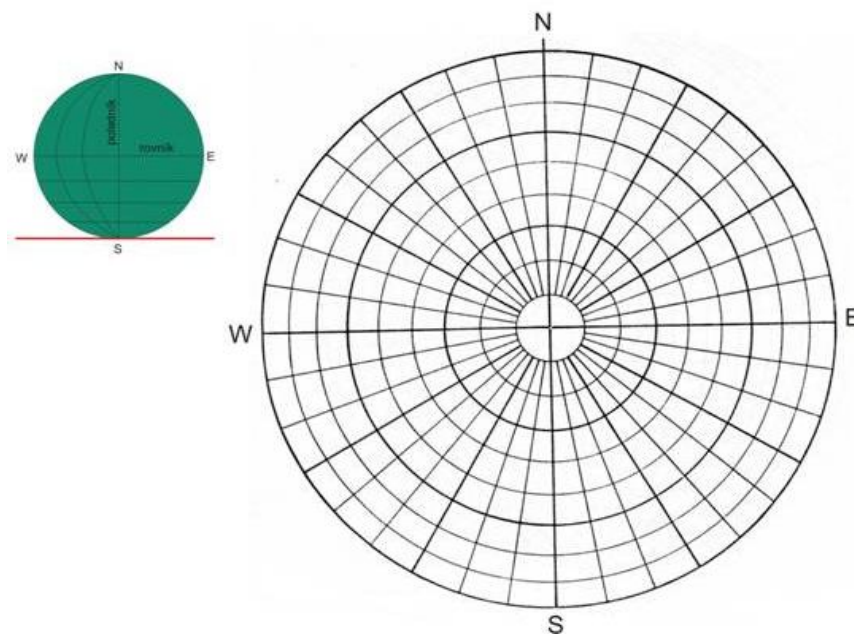
V současnosti se ke grafickému zakreslování strukturních měření využívá metoda Lambertovy azimutální plochojevné projekce. Jedná se o přenesení bodu z povrchu koule do zvolené roviny pomocí jasně definovaných matematických vztahů. Lineární prvky jsou znázorněny jako průsečíky (na výsledném diagramu mají podobu bodů), planární prvky jako průsečnice (na výsledném diagramu mají podobu velkých oblouků). Do diagramů sestrojovaných v Lambertově projekci je vynášen zároveň směr i sklon měřených prvků (Marschalko et al). Pro projekci lze použít buď poledníkovou či pólovou síť. Poledníková síť (obr. 8) zobrazuje rovník jako vodorovný průmět kruhu, rovnoběžky jako tzv. malé oblouky. Poledník, jenž spojuje sever a jih, je přímka, která prochází středem sítě. Poledník procházející směrem východ - západ se jeví jako obvodová kružnice. Ostatní oblouky se zobrazují jako tzv. velké oblouky (Marschalko et al). Pólová síť (obr. 9) znázorňuje rovnoběžky jako koncentrické kružnice a poledníky jako radiální úsečky. Úhel sklonu 0° leží na průmětu rovníku - obvod kružnice sítě. Hodnota 90° je ve středu sítě (Marschalko et al).

V bakalářské práci je využita poledníková síť Lambertova zobrazení.



Obr. 8 – Poledníková síť Lambertova zobrazení

Zdroj: Marschalko et al



Obr. 9 – Pólová síť Lambertova zobrazení

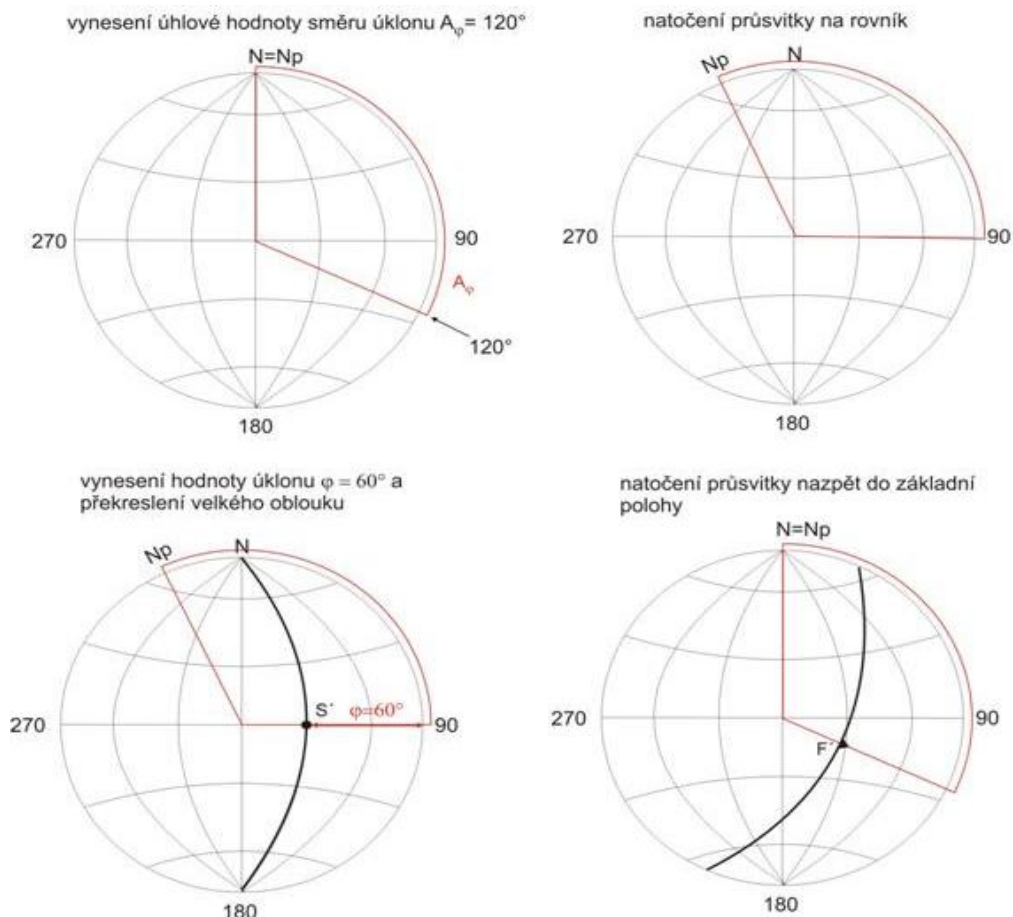
Zdroj: Marschalko et al

Strukturní data se znázorňují bodovými a průsečnicovými diagramy, či jejich kombinací. Průsečnicové se používají pro vynesení planárních prvků (foliací, den skalních

misek, ploch puklin, sedimentárních vrstev) a jsou znázorněny velkým obloukem (průsečnice), bodové představují buď spádnice rovinných ploch, nebo jejich kolmic tzv. normál (těž pól) ploch (Marschalko et al).

Vynesení roviny průsečnicovými diagramy pomocí velkého oblouku

Pro vynesení roviny pomocí velkého oblouku se využívá výhradně poledníková síť. Popis vynesení je znázorněn na obr. 10, kde je použito měření 120/60. Průsvitka je orientována v základní poloze. Po obvodu se vynáší $A\varphi = 120$, které znázorňuje směr úklonu. Průsvitka se poté natočí k rovníku a směrem ke středu sítě je vyznačen úklon $\varphi = 60$. Výsledkem je bod S' , jenž je projekcí spádové přímky roviny a prochází jím velký oblouk. Natočením průsvitky do základní polohy se získá bod F' (Marschalko et al).

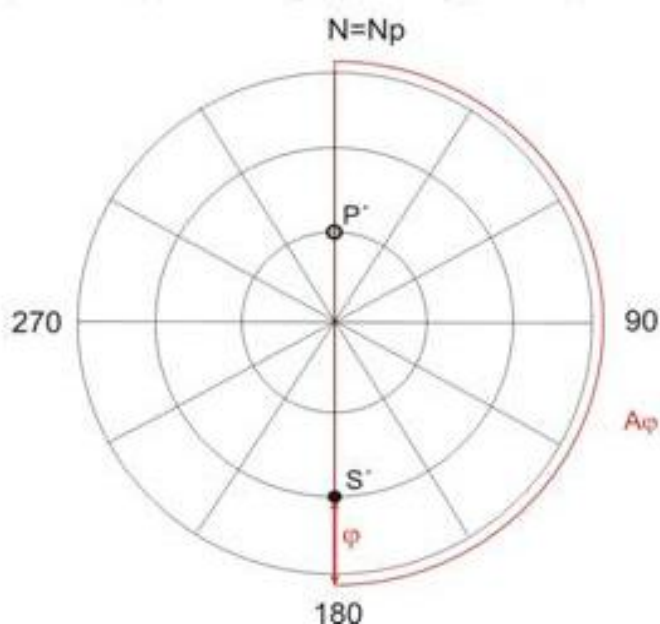


Obr. 10 - Znázornění tvorby velkého oblouku. Příklad vynesení plochy s orientací 120/60 pomocí velkého oblouku na poledníkové síti. (S' = projekce spádové přímky roviny na průsvitce natočené na rovník; F' = projekce spád. přímky roviny na průsvitce v základní poloze)

Zdroj: Marschalko et al

Vynesení směru roviny bodovým diagramem pomocí pólu

Normála (pól plochy) svírá se spádovou přímkou úhel 90° . Projekce roviny pomocí normály je prováděna následovně: průsvitka je přiložena v základní poloze na síť. Nalezne se projekce spádové přímky S' . Přes střed se odpočítá úhel o hodnotě 90° , tím vznikne bod P' (pól plochy). Příklad vynesení prvku pomocí pólu ploch je znázorněn na obr. 11 (Marschalko et al).



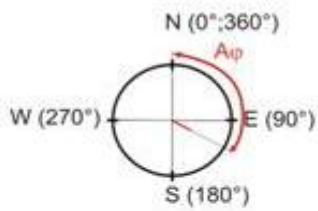
Obr. 11 – Příklad vynesení planárního prvku pomocí projekce jeho normály $F = 180/30$ v pólové síti

Zdroj: Zdroj: Marschalko et al

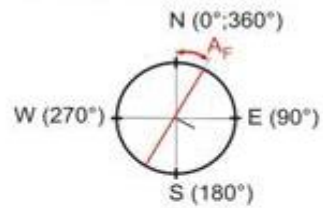
K zakreslování směru a sklonu strukturních prvků do geologických map se využívá jednotných značek tvaru T. Značka je tvořena dvěma úsečkami. Hlavní (delší) úsečka (obvykle 10 mm) představuje směr plochy. Spádová (kratší) úsečka (2 mm) je kolmá na úsečku hlavní a představuje směr půdorysného průmětu spádové přímky. K symbolu T se připojuje číselný údaj označující úhel sklonu plochy. Vodorovně ukloněné vrstvy jsou znázorněny křížkem +, kde hlavní i spádová úsečka jsou stejně dlouhé a kříží se v polovině. Svisle ukloněné vrstvy se značí křížkem s kratší spádovou úsečkou křížící se v polovině s hlavní úsečkou. Na obr. 12 je znázorněno grafické vyjádření zápisu 120/35.

Směr lineace je vyjádřen šipkou, která je zakreslována ke značce pro směr a sklon vrstvy. Velikost sklonu lineace se uvádí ve stupních k šipce (Řehoř, 1999, Marschalko et al).

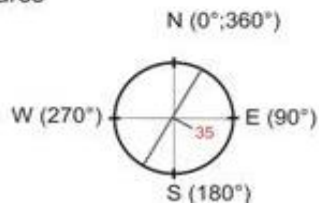
1) vynese se směr úklonu $A_{\varphi} = 120^{\circ}$



2) hlavní přímka se vynese kolmo na směr úklonu



3) velikost úklonu $\varphi = 35^{\circ}$ se připiše ke kratší čáře



4) výsledná geologická značka má potom tento tvar



Obr. 12 – Znázornění postupu grafického vyjádření hornického zápisu 120/35

Zdroj: Marschalko et al.

4. Metodika práce

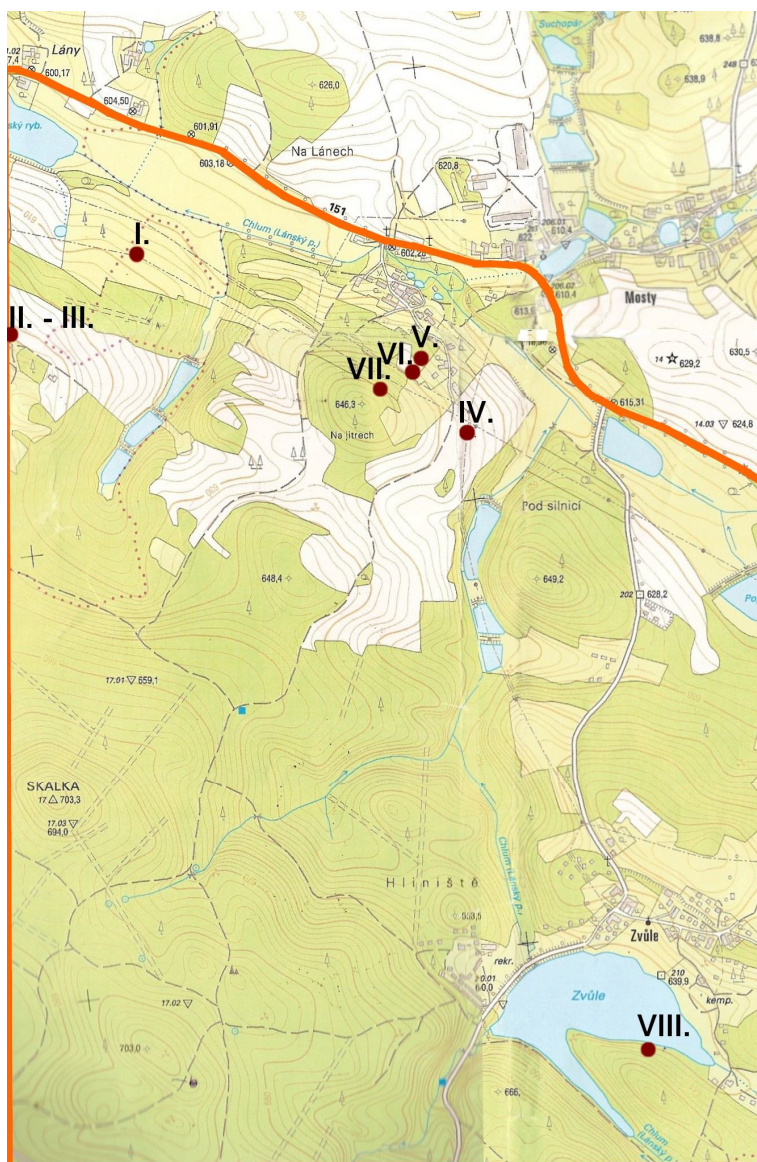
V rámci bakalářské práce bylo veškeré strukturní měření prováděno geologickým kompasem značky Freiberg, zápis byl prováděn formou hornického zápisu.

Pro snížení možného rizika chyb způsobených nepřesným měřením, bylo prováděno více měření (většinou 3). Naměřené hodnoty byly vynášeny do stereografických projekcí pomocí programu Stereonet 8 (Allmendinger, 2011). Všechna plošná měření byla vynesena pomocí kombinace průsečnicových a bodových diagramů. V práci jsou použity kombinované diagramy, protože rozmístění pólů ploch je v některých případech přehlednější a v kombinaci s velkými oblouky usnadňuje interpretaci. U skalních bloků s velkým počtem měřených objektů byly použity dvě sady měření - první zobrazuje sklon a orientaci skalních misek, druhý znázorňuje pukliny.

Jednotlivé objekty byly zakreslovány do topografické mapy 1: 10 000. Metrem byla prováděna měření veškerých mezoforem a mikroforem reliéfu. Výsledky jsou zapisovány v pořadí délka - šířka - výška. Mikroformy se pro porovnání velikosti fotily např. s geologickým kladívkem, mezoformy většinou s člověkem. U objektů, kde bylo provedeno měření geologickým kompasem, jsou přikládány stereogramy. Ve skalních miskách s dešťovou vodou byla provedena terénním přístrojem Multimetr WTW měření vlastností vody (obsah kyslíku, pH, obs. solí) a následně laboratorně vyskytujících se forem života, které byly odebrány do zkumavek a určovány pomocí mikroskopu.

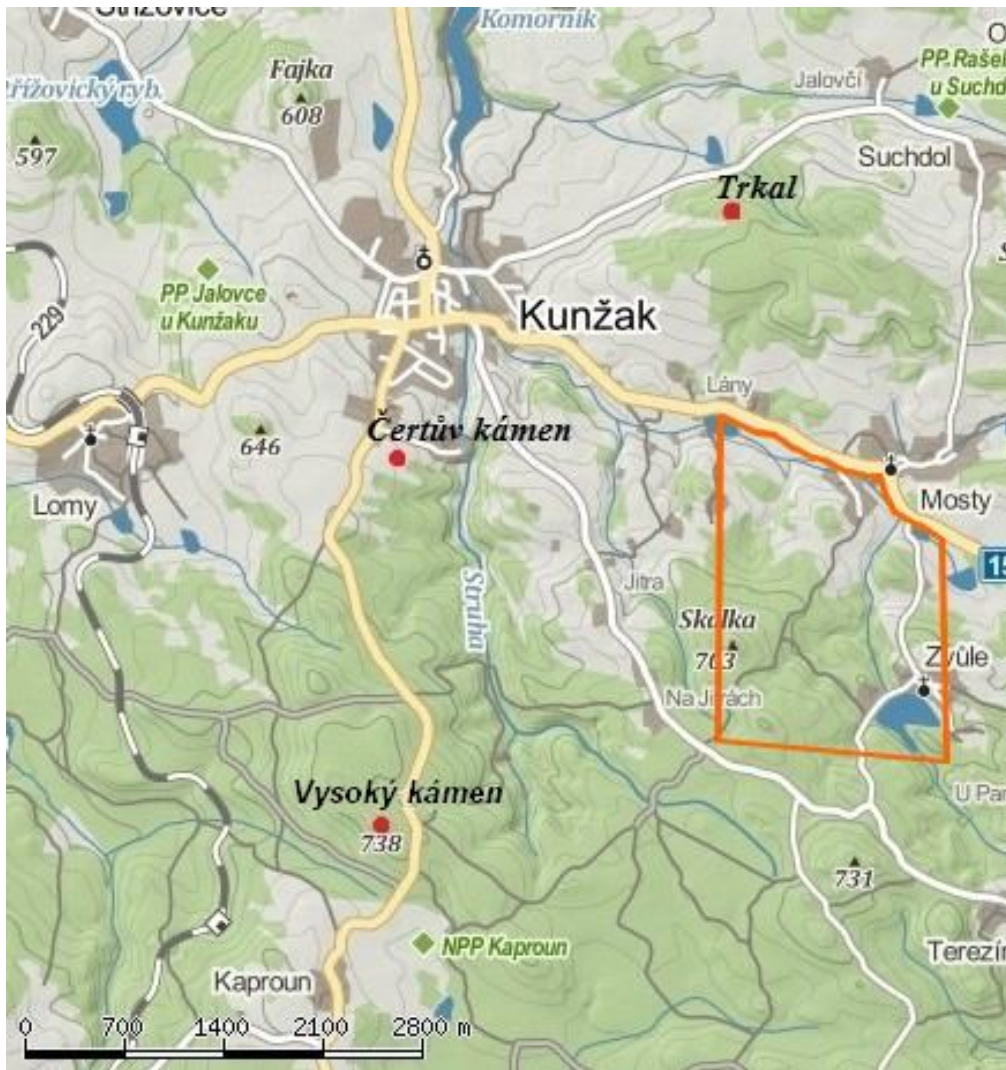
5. Výsledky

Studované území se nachází mezi Kunžakem, Lány, Mosty, Zvůlí a Jitry (obr. 13). V práci jsou zahrnuty jen vybrané objekty zájmového území z celkového počtu studovaných objektů. Do práce byl zařazen také Čertův kámen a Vysoký kámen, které leží u Kunžaku, ale již mimo vyměřené území. Viklan Trkal se nachází při hranici České Kanady, ale přestože do ní nezasahuje, je v práci také uveden, protože se jedná o jeden z nejvýznamnějších skalních útvarů České republiky, kde se nachází velké množství skalních misek. Pozice lokalit Vysoký kámen, Čertův kámen a Trkal jsou znázorněny na obr. 14.



Obr. 13 – Mapa zájmového území s vyznačenými vybranými skalními útvary obsahujícími skalní misky

Zdroj: Základní mapa ČR, 1: 10 000, vlastní úprava



Obr. 14 – Zkoumané objekty Trkal, Čertův kámen a Vysoký kámen nacházející se mimo zájmové území vyznačené oranžovým výřezem

Zdroj: <http://mapy.cz>, vlastní úprava

5.1. Vybrané objekty zájmového území

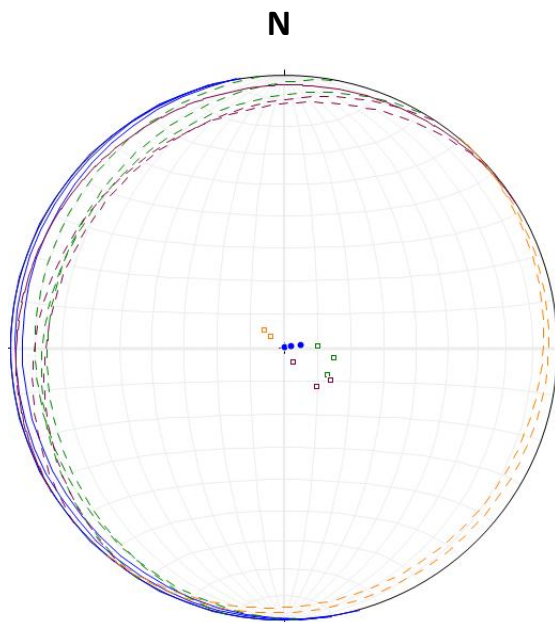
Kámen I.

Na louce u lesa Černých je navozeno 6 kamenů na haldu, většinou se jedná o hranáče minimálně metrových rozměrů, na kterých se skalní mísy nevyskytují. V haldě se nachází jediný oblý kámen bochníkového tvaru, který je z vrchu zploštělý a dosahuje rozměrů 335 cm x 237 cm x 64 cm. Na jižní straně vznikla mělká neodtoková mísa (obr. 15) eliptického tvaru o délce 75 cm, šířce 47 cm a maximální hloubce 2 cm. Na východní straně balvanu je patrný systém vodorovných puklin.



Obr. 15 – Kámen I. - skalní mísa z jihu

Foto: Alena Nováková, 10. 9 2012



Vysvětlivky:

Mísa č.1: 260/5, 261/0, 254/2

Puklina č.1: 282/15, 267/10, 302/15

Puklina č.2: 305/17, 330/5, 328/5,
320/15

Puklina č.3: 130/5, 132/8

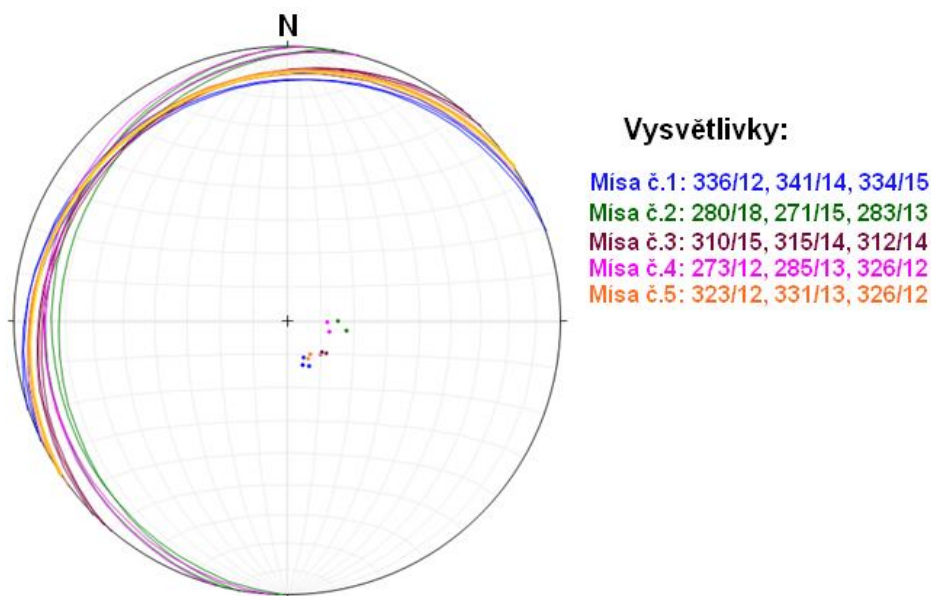
Obr. 16 – Měření skalní mísy a puklin na kamenu I.

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu prázdným čtvercem)

Měřená dna mís (obr. 16) jsou orientována subhorizontálně, s max. úklonem 17°. Ze sklonu puklin lze usuzovat, že po vytvoření puklin magmatickým tuhnutím došlo k vychýlení kamene ze své původní pozice. Na nově ukloněném balvanu vznikla mísa č. 1.

Kámen II.

U cesty kolem Lánského rybníka se po západní straně nachází skalní blok, který na severu dosahuje výšky 160 cm, směrem na jih a západ se postupně noří pod povrch země. Délka činí 10 m, šířka 6 m. Na jihozápadní straně bloku je skalní mísa č. 1 - sedátko s odtokem situovaným na jihozápad. Průměr mísy je 35 cm, max. hloubka 5 cm. 20 cm severně od mísy č. 1 leží mísa č. 2 - sedátko nepravidelného tvaru o průměru až 98 cm, hloubce 12 cm. Odtok směřuje na severozápad. 37 cm na východ od mísy č. 2 vznikla skalní mísa č. 3 - sedátko s odtokem na sever. Průměr dosahuje 65 cm a hloubka činí až 30 cm. Na mísu č. 3 na východě navazuje mísa č. 4 - sedátko s odtokem, který se vlévá do odtoku mísy č. 3. Průměr mísy je 37 cm, hloubka 21 cm. Mísa č. 5 leží 35 cm na sever od mísy č. 4. Jde o sedátko o průměru 34 cm a hloubce 15 cm. Odtok je orientovaný na sever. Dno všech sedátek, i celý povrch kamene, je silně zarostlý travinou, polokeři brusnice borůvky a mechy, které napomáhají deformaci skalních misek. Části misek jsou zničeny, jejich přesné rozměry se těžko určují.

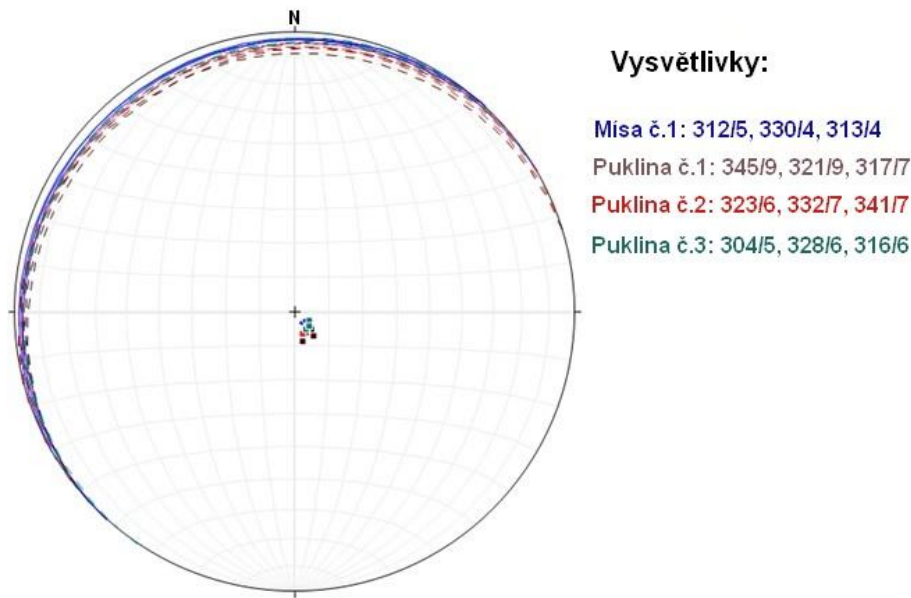


Obr. 17 – Měření skalních misek na kamenu III.

Dna všech skalních mís (obr. 17) upadají k severozápadu pod úhlem 12-18°. Z měření vyplývá, že všechny skalní mísy jsou stejné generace, a že mohlo dojít k mírné rotaci skalního bloku, na kterém se vyskytují.

Kámen III.

Skalní blok navazuje na východě na předchozí blok, od kterého je oddělen puklinou překrytou travinou a vzrostlým stromem. O jejich oddělení vypovídá mírně odlišný sklon dna misky. 110 cm od východního okraje je vytvořeno sedátko s odtokem na východ. Rozměry jsou 55 x 54 x 12 cm. Systém horizontálních puklin je patrný na východní, jižní a severní straně.



Obr. 18 – Měření skalní mísy a puklin na kamenu III.

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu plným čtvercem)

U mísy a puklin (obr. 18) je patrná velmi těsná shoda. Měřené objekty jsou ukloněny mírně k severozápadu pod úhlem 4-7°.

Kámen IV.

Původně kruhový skalní blok byl rozdělen puklinou na dva bloky. První z nich (obr. 19) měří na délku 486 cm, na šířku 346 cm a 96 cm na výšku, ale směrem na západ se snižuje až na 17 cm. Vyrostlice živců dosahují velikosti až 4 cm. Na severní straně se vyskytuje několik horizontálních puklin, kvůli výraznému zvětrání však sklon nelze změřit. Na balvanu se nachází 4 mísy. 1. mísa (obr. 20) je v již v konečném stadiu, tvoří sedátko s odtokem orientovaným na sever. Jedná se o největší ze skalních misek, které se na skalním výchozu

nalézají. Max. hloubka činí 10 cm, délka 91 cm a šířka 79 cm. 2. mísa je kruhová s průměrem 26 cm a hloubkou 3 cm, neodtoková, leží ve vzdálenosti 30 cm ve směru na jihovýchod od 1. mísy. V porovnání s 1. mísou je dno 2. mísky položené o 11 cm výše. 3. mísa je rovněž kruhová, její průměr činí 34 cm a hloubka 4 cm. Leží 63 cm na západ od 1. mísy. Jejich dna leží na stejné úrovni. Odtokem orientovaným na západ se vlévá do 4. mísy. 4. mísa je od ní vzdálena 22 cm západně a její dno leží o 5 cm níž. Jedná se o kruhovou mísu o průměru 25 cm. Hloubka činí 4 cm.



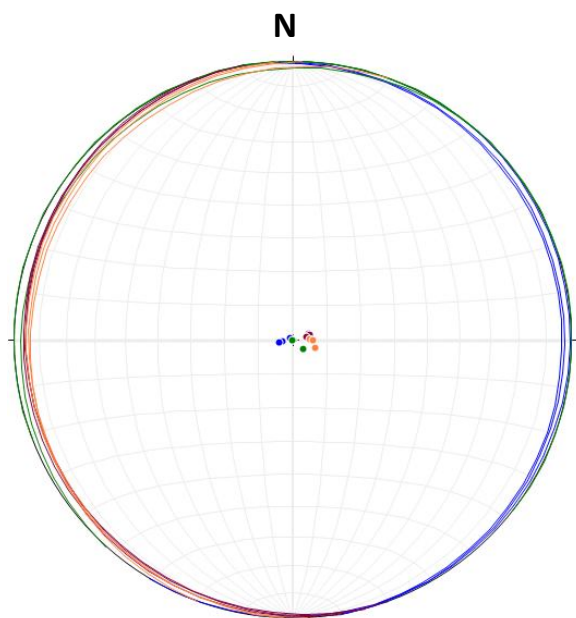
Obr. 19 – Kámen IV. ze západu

Foto: Alena Nováková, 30. 7 2012



Obr. 20 - 1. mísa, foceno ze severu

Foto: Alena Nováková, 30. 7 2012



Obr. 21 – Měření skalních misek na kamenu IV.

Vysvětlivky:

Mísa č.1: 79/3, 80/4, 121/1

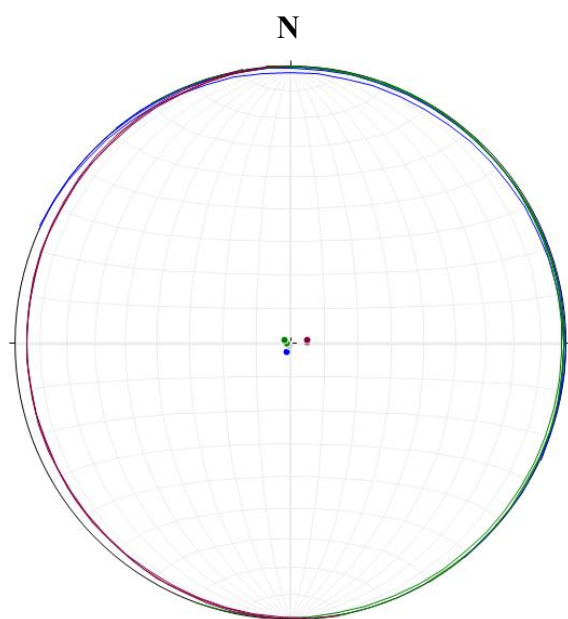
Mísa č.2: 339/0, 38/0, 312/4

Mísa č.3: 250/5, 255/5, 260/4

Mísa č.4: 267/5, 272/6, 290/7

Z měření skalních misek na kamenu IV. (obr. 21) vyplývá, že dna misek jsou téměř horizontální, s maximálním úklonem 7°. Všechny mísy jsou stejné generace.

Druhá část balvanu je oblá, válcová s rozměry 504 x 282 x 99 cm. Nachází se na ní 3 mísy. První z nich je sedátko eliptického tvaru velikosti 18 x 30 x 6 cm s odtokem orientovaným na východ. Druhá mísa - sedátko je nepravidelného tvaru s rozměry 37 x 33 x 4 cm. Leží na jižní straně kamene. Třetí mísa je odtoková a nachází se na severozápadní straně skalního bloku, má pravidelný kruhový charakter s průměrem 27 cm a hloubkou 6 cm. Odtok je orientován na západ.



Vysvětlivky:

Mísa č. 1: 24/3, 25/1, 51/1

Mísa č. 2: 60/1, 85/1, 110/2

Mísa č. 3: 267/5, 270/5, 160/5

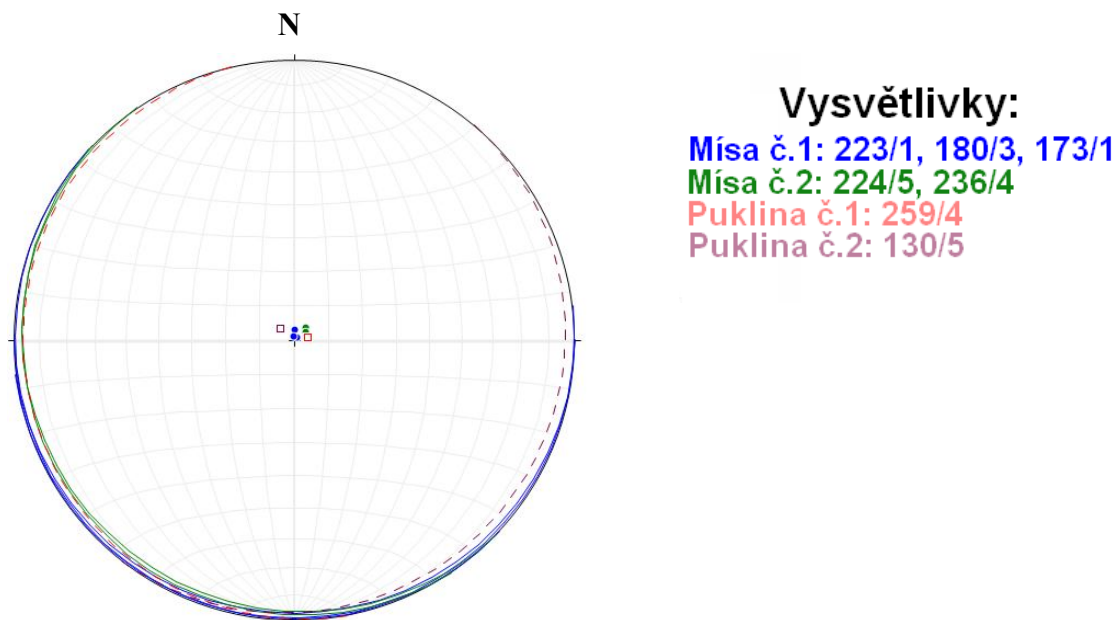
Obr. 22 – Měření skalních misek na druhé části kamene IV.

Z obr. 22 je patrné, že skalní mísy jsou stejné generace. Dna skalních misek jsou uložena subhorizontálně. Max. úklon dosahuje 5°.

Kámen V.

Kámen o rozměrech 341 x 817 x 157 cm je součástí komplexu balvanů různých velikostí. Komplex se nachází na kraji lesa mezi Lány a Mosty, poblíž vrchu Na Jitrech. Vyrůstlice živců na kameni XI. dosahují až 3 x 4 cm. Jedná se o žokovitý balvan. Tvar je nepravidelný, směrem k severu se kámen zužuje. Na jižní až jihozápadní straně se nachází skalní mísa č. 1 - sedátko o rozměrech 30 x 47 x 6 cm s odtokem orientovaným na západ. 160 cm východně od předchozího sedátka leží velmi mělká kruhová neodtoková mísa č. 2

o rozměrech 44 x 41 x 3 cm. Obě mísy jsou výrazně znečištěny porostem mechů, bylin a napadaným listím, proto nejsou na první pohled zřetelné. Podél jihovýchodní strany kamene se táhnou horizontální pukliny.



Obr. 23 – Měření skalních misek a puklin a kamenu V.

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu prázdným čtvercem)

Úklon skalních misek a puklin (obr. 23) se pohybuje v rozmezí 0-5°. Z měření vyplývá, že se kámen nachází ve své původní pozici a skalní mísy jsou stejné generace.

Kámen VI.

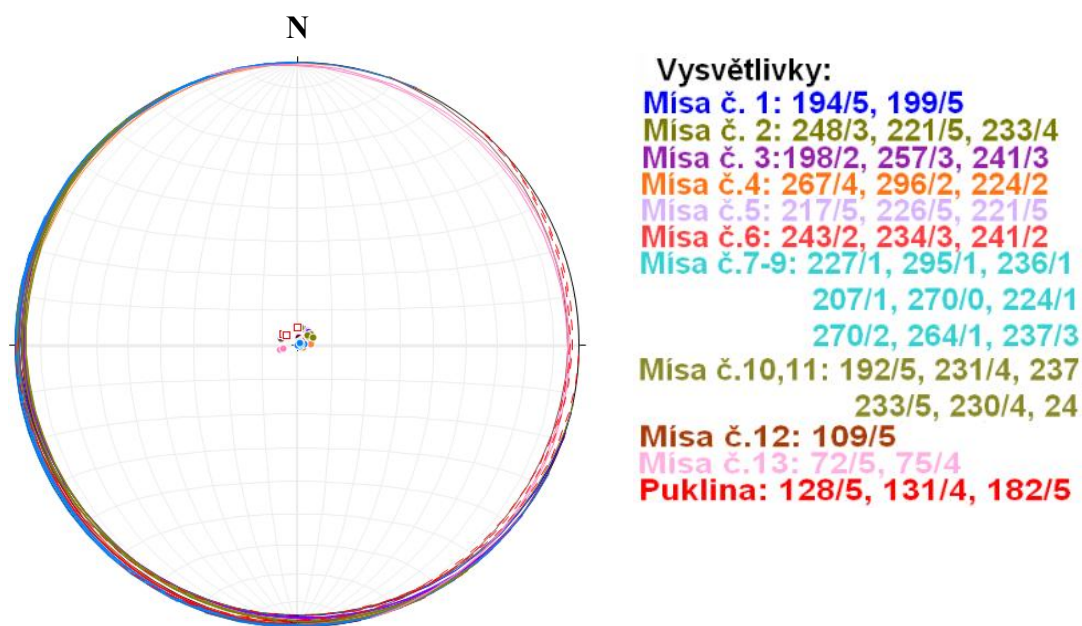
Vyskytuje se na okraji lesa Na Jitrech. Výška dosahuje až 149 cm, délka 565 cm a šířka 463 cm. Vrchní plocha žokovitého balvanu, který je nepravidelného půdorysu, je vodorovná. Nachází se na něm 13 skalních misek. Od severní strany kamene se směrem k jihu vytvořil komplex 6 misek (obr. 24). Na severu je skalní mísa č. 1 - sedátko o maximální hloubce 4 cm a šířce 27 cm. Jižním směrem na sedátko navazuje skalní mísa č. 2 o šířce 41 cm a max. hloubce 7 cm. Na jih mísa přechází v mísu č. 3. Šířka dosahuje 44 cm a hloubka 7 cm. Na mísu č. 3 jižním směrem navazuje mísa č. 4, jejíž šířka je 31 cm a hloubka 5 cm. Jižně na mísu č. 4 navazuje mísa č. 5, která dosahuje šířky 29 cm a hloubky 2 cm. Komplex

dokončuje mísa č. 6, jejíž hloubka je 5 cm, šířka 40 cm a délka přibližně 64 cm. Délky jednotlivých misek nelze přesně změřit, neboť neexistují hranice mezi sousedními mísami, není tedy možno určit ani vývojová stádia. Délka celého komplexu je 234 cm. 22 cm jihovýchodně od předchozí misky je vytvořena neodtoková mísa č. 7 kruhového tvaru o rozměrech 55 x 53 cm a hloubce 4 cm. 22 cm severně od mísy č. 7 se nachází neodtoková mísa č. 8. Mísa č. 8 je eliptického tvaru a dosahuje rozměrů 91 x 53 cm a hloubky 5 cm. 40 cm severně od mísy č. 8 se nalézají kruhová mísa č. 9 druhého stádia o rozměrech 56 x 58 cm a maximální hloubce 5 cm. Mísa č. 9 na severu volně přechází v téměř kruhovou mísu č. 10 o délce 40 cm, šířce 39 cm a maximální hloubce 3 cm. Na severu přechází mísa č. 10 v mísu č. 11, jejíž přibližná délka je 54 cm, šířka 43 cm a hloubka až 6 cm. Komplex dotváří skalní mísa č. 12 v závěrečném stádiu vývoje a nachází se západně od mísy č. 11, do které je směřován odtok. Délka dosahuje 20 cm, šířka 28 cm a max. hloubka jen 1,5 cm. Jedná se o nejmělkčí mísu na balvanu. 5 cm na sever od mísy č. 11 se vytvořila odtoková mísa č. 13. Tvar je téměř kruhový, odtok situovaný na sever. Rozměry mísy jsou 38 x 39 cm a hloubka 2,5 cm. Dna misek jsou silně znečištěny, nachází se v nich tlející jehličí, plody hrušně a bahno. Rozšiřováním iniciálních stádií, které ležely blízko sebe, a jejich následnou přeměnou v další vývojová stádia vznikly jejich sloučením komplexy skalních misek. Na jižní stěně je vytvořen systém horizontálních puklin.



Obr. 24 - Komplex skalních misek, foceno ze S

Foto: Alena Nováková, 3. 9 2012



Obr. 25 – Měření skalních misek a puklin na kamenu VI.

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu prázdným čtvercem)

Orientace den misek je shodná s orientací pukliny (obr. 25). Měřené objekty jsou uloženy téměř horizontálně. Sklon objektů se pohybuje v rozmezí 0-5°.

Kámen VII.

Na Jitrech leží žokovitý balvan oválného tvaru (obr. 26) o délce 396 cm, šířce 320 cm a výšce 172 cm. Na severním okraji se nachází sedátka č. 1 o délce 205 cm a šířce 138 cm a maximální hloubce 23 cm. Dno je ukloněné k severu přibližně o 30°, odtok je směřovaný na sever. Jedná se největší sedátka, které se ve zkoumané oblasti nachází. 21 cm jihovýchodně se nachází sedátka č. 2 o délce 49 cm, šířce 45 cm a hloubce až 7 cm. Odtok je orientován do předchozího sedátka. Sedátka č. 2 je také ukloněno přibližně 30° na sever. Vyrostlice živců dosahují až 4,5 cm (obr. 27). Pukliny se na kameni nevyskytují.



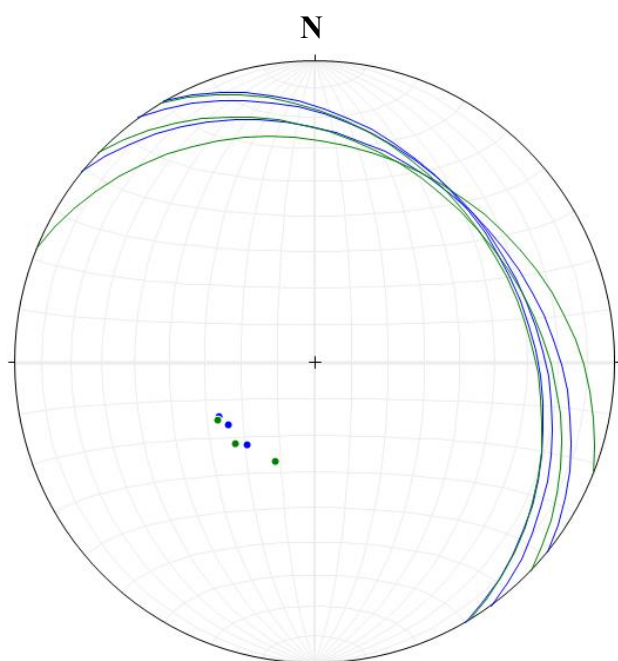
Obr. 26 - Sedátko č. 1, foceno ze severu

Foto: Věra Nováková, 9. 11 2012



Obr. 27 - Detail vyrostlic živců

Foto: Alena Nováková, 9. 11 2012



Obr. 28 – Měření skalních misek na kamenu VII.

Uklonění skalních misek (obr. 28) naznačuje, že skalní blok není ve své původní pozici. Mísy jsou orientovány k severovýchodu od úhlem 29-31°. Drobné odchylky mohou způsobovat nerovnosti den skalních misek či nepřesné měření.

Kámen VIII.

5 metrů od břehu rybníku Zvůle leží žokovitý balvan (obr. 29) kruhového půdorysu o rozměrech 213 x 182 x 90 cm. Na severním okraji se nachází sedátko, které zaujímá přibližně třetinu povrchu celého kamene. Délka sedátka je 107 cm, šířka 77 cm. Na západní

Vysvětlivky:

Misa č.1: 39/29, 60/30, 54/29

Misa č.2: 44/31, 59/31, 22/29

straně dosahuje hloubka 37 cm, směrem k východu se snižuje až na 24 cm. Dno se nachází přibližně 60 cm nad povrchem země. Stěny sedátka se vlivem celoročního působení chemického a mechanického zvětrávání dovnitř rozšiřují, na východě i západě až o 6 cm. Odtok směřuje k severu. Pukliny se nevyskytují.

Na východní straně balvanu vznikly 3 skalní výklenky (obr. 30) polokruhovitěho tvaru. Výklenek č. 1 se nachází směrem na jih a dosahuje průměru 52 cm. Na severu s ním sousedí výklenek č. 2 o průměru 40 cm. Nad oběma výklenky je nejmenší skalní výklenek, jehož průměr je 26 cm.



Obr. 29 - Kámen VIII. ze severu,
Foto: Alena Nováková, 7. 9 2012



Obr. 30 - Skalní výklenky na východní straně
Foto: Alena Nováková, 7. 9 2012

4.2. Vysoký kámen

Nejvyšším místem České Kanady je vrch Vysoký kámen (738 m n. m.). Vysoký kámen (také nazývaný jako Markův kámen (z něm. Markstein - hraniční kámen), Velký kámen, Mezní kámen či Hraniční kámen) se nachází přibližně 4 km od Kunžaku směrem na Kaproun a je viditelný od silnice. Význam jména souvisí s hranicí tří diecézí, která vedla přes Vysoký kámen do začátku 16. století. Jednalo se o pražskou, olomouckou a pasovskou diecézi. Než lesy vyrostly do současné výšky, byly z Vysokého kamene vidět i vrcholky Alp. Vysoký kámen sloužil jako triangulační bod od roku 1842. Triangulační bod byl nejprve z dřevěné konstrukce, která musela být kvůli špatnému stavu stržena, neboť zde bylo riziko, že se na někoho zřítí. Na její místo byla umístěna věž z betonu, která se zachovala do současnosti (Krafková, 2001).

Na většině skalních bloků na Vysokém kamenu se nalézají skalní mísy, často i pseudoškrapy. Mezi skalní útvary se skalními mísami patří:

Kámen 1.

U jižní stěny balvanu s betonovou věží se na oblém kameni o rozměrech 300 x 124 x 186 cm. 90 cm od západního okraje kamene se nachází jedna neodtoková mísa (obr. 31) kruhového charakteru o průměru 27 cm. Na západní straně dosahuje mísa hloubky 19 cm, na východní straně vlivem deskovité odlučnosti granitu 10 cm. Na východní a západní straně kamene je vytvořen systém horizontálních puklin. Pro přítomnost vody nebyla provedena měření. V míse se po většinu roku zdržuje voda. Dne 27. dubna 2012 provedly Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D. a autorka měření vlastností vody:

Obsah kyslíku: 0,3 % (=0,02 mg/l)

pH: 6,31

Obsah solí: 46 μ S/cm

Kyselé prostředí je způsobeno huminovými kyselinami, které se uvolňují z tlejícího jehličí. Mgr. Rostislav Černý, CSc. provedl 14. května 2012 rozbor vody na přítomnost organismů. Minoritně se ve vodě vyskytují nálevníci (*Ciliata*), kokální zelené řasy v koloniích. Minoritně *Haematococcus pluvialis* s nízkým obsahem haematochromu, díky kterému nedosahuje typického výrazně červeného zbarvení.



Obr. 31 - Skalní mísa

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012

Kámen 2.

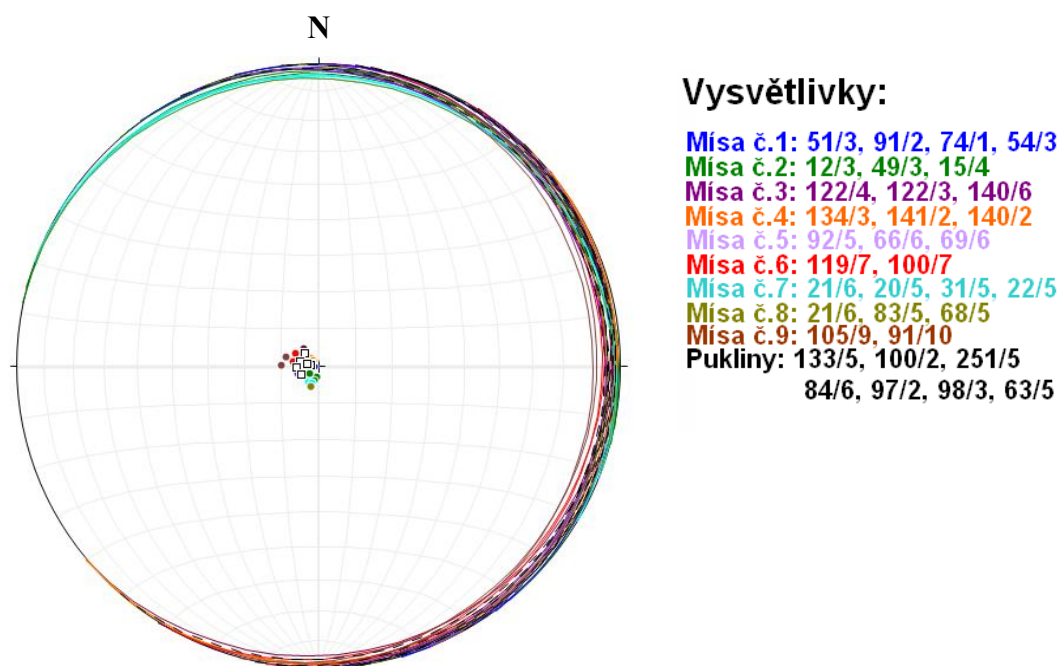
25 cm západně od předchozího kamene leží skalní blok, na kterém jsou vytesané schůdky, které slouží k přístupu vyšších partií Vysokého kamene. Rozměry kamene dosahují délky 4,43 m, šířky 3,00 m a výšky 1,95 m. Na bloku vzniklo 9 skalních misek. Uprostřed

východní strany kamene se nalézá skalní mísa č. 1 v konečném stádiu vývoje s odtokem na východ. Délka sedátka činí 53 cm, šířka 42 cm a hloubka 9 cm. Mísa č. 2 leží 42 cm severně od minulé. Jedná se o odtokovou mísu s odtokem na sever. Rozměry činí 28 x 34 x 7 cm. 32 cm západním směrem od mísy č. 1 vznikla mísa č. 3. Mělká neodtoková mísa eliptického tvaru protažená směrem od východu na západ dosahuje rozměrů 53 x 26 x 2 cm. Neodtoková eliptická mísa č. 4 (obr. 32) protažená směrem jih - sever se nachází 100 cm západně od mísy č. 3. Délka dosahuje 29 cm, šířka 18 cm, na jihu je max. hloubka 2,5 cm, na severu 10 cm. 28 cm západně od mísy č. 4 je sedátko č. 5 (obr. 32) eliptického charakteru s odtokem na jih. Délka činí 31 cm, šířka 27 cm a max. hloubka na severu dosahuje 17 cm, směrem k jihu se postupně snižuje. Od sedátka č. 5 se 38 cm jižním směrem nalézá sedátko č. 6 s odtokem na jih. Sedátko je vytvořeno na jižním okraji kamene. Na stěně kamene, pod odtokem, je zvýšená koncentrace mechu. Rozměry sedátka jsou 29 x 24 x 9 cm. 22 cm západně od sedátka č. 5 se nachází sedátko č. 7 (obr. 32) s odtokem na západ. Jedná se o největší skalní mísu na skalním výchozu. Rozměry sedátka jsou 61 x 68 x 22 cm. 115 cm severovýchodně od sedátka č. 7 je vytvořeno kruhové sedátko č. 8 s odtokem na západ o rozměrech 18 x 18 x 6 cm. 8 cm severně od sedátka č. 7 vznikla mísa č. 9 (obr. 32), z které se zachoval jen fragment, nelze tedy zjistit, o jaké stádium se jednalo. Zbytek mísy dosahuje rozměrů 60 x 37 x 6 cm. Na východní a severní straně skalního bloku je vytvořen systém horizontálních puklin.



Obr. 32 - Mísy č. 4, 5, 7 a 9 z východu

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 33 – Měření skalních misek a puklin na kamenu 2.

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu prázdným čtvercem)

Skalní mísy a pukliny (obr. 33) jsou téměř ve vodorovné poloze Úklon měřených plošných struktur dosahuje maximálně 1-10° k východu.

Kámen 3.

Jedná se o pseudoviklan (obr. 34), který se dotýká jižní strany kamene 1. V 60. letech 20. století byl viklan stržen pravděpodobně při jednom z trampských poplachů (ubytovani.strmilov.cz). Pseudoviklan dosahuje délky 4 m, šířky 2 a výšky 1 m. Na západním okraji je vytvořeno téměř kruhové sedátko č. 1 s odtokem na severozápad. Rozměry činí 40 x 35 x 14 cm. 18 cm od sedátka č. 1 na severozápad leží sedátko č. 2 s odtokem na severozápad. Rozměry jsou 12 x 13 x 8 cm. Jižně od sedátka č. 2 se nachází neodtoková mísa č. 3 o rozměrech 16 x 16 x 4 cm. 6 cm na sever od předchozí mísy leží skalní mísa č. 4 neodtoková o rozměrech 24 x 20 x 11 cm. 7 cm na východ od mísy č. 4 se nalézá sedátko č. 5 s odtokem na východ. Obr. 35 zobrazuje skalní mísy č. 2 – 5. Skalní mísa č. 6 je ve stádiu sedátka a nachází se 62 cm severně od mísy č. 1. Odtok směřuje na sever. Délka je 21 cm, šířka 25 cm a max. hloubka 8 cm. 46 cm severovýchodně od mísy č. 6 leží skalní mísa č. 7 -

sedátko o rozměrech 13 x 15 x 10 cm. Rozměry sedátka jsou 13 x 15 x 6 cm. Po všech stranách pseudoviklan jsou vytvořeny pseudoškrapy (obr. 36). Usazení pseudoviklanu zobrazuje obr. 37.



Obr. 34 - Pseudoviklan ze severu,
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



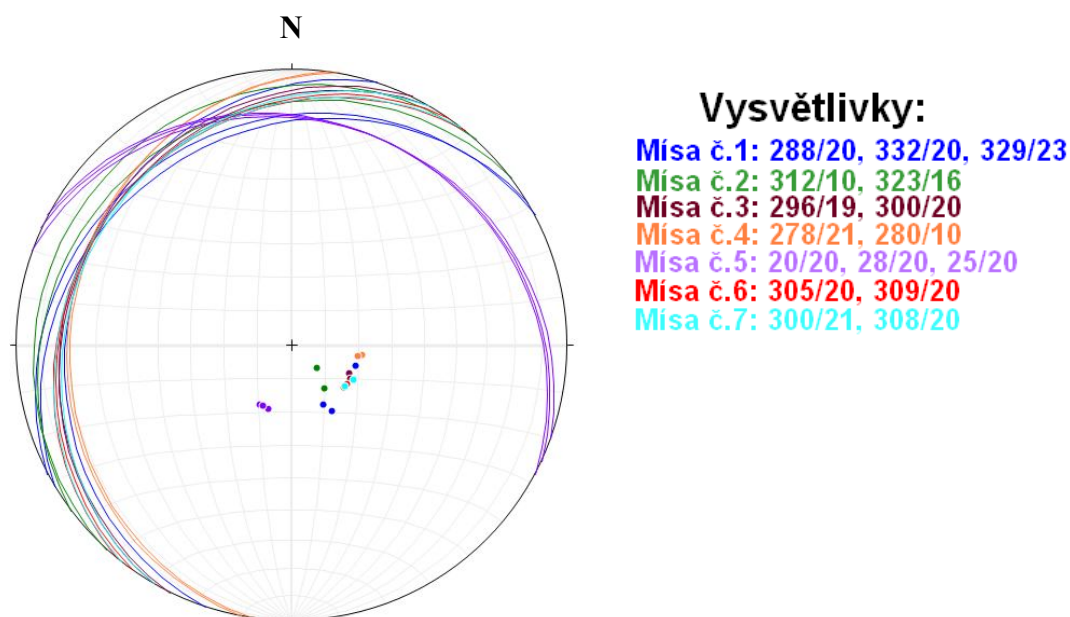
Obr. 35 - Mísy č. 2 – 5. z východu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 36 - Pseudoškrapy ze západu,
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 37 - Usazení pseudoviklanu ze západu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 38 – Měření skalních misek na kamenu 3.

Obr. 38 znázorňuje měření orientace skalních mís bývalého viklanu. Díky jeho sesunutí se mísky nenachází v přirozené poloze. Mísy č. 1-4 a 6-7 jsou orientovány k severozápadu pod úhlem 10-23°. Mísa č. 5 je ukloněna k severoseverovýchodu pod úhlem 20°. Pro nepřítomnost puklin nelze zhodnotit, jaká byla původní orientace skalního výchozu a jestli se tedy jedná o 2 generace misek. Pokud by to tak bylo, tak by muselo dojít ještě k další rotaci bloku po vytvoření druhé generace mís.

Kámen 4.

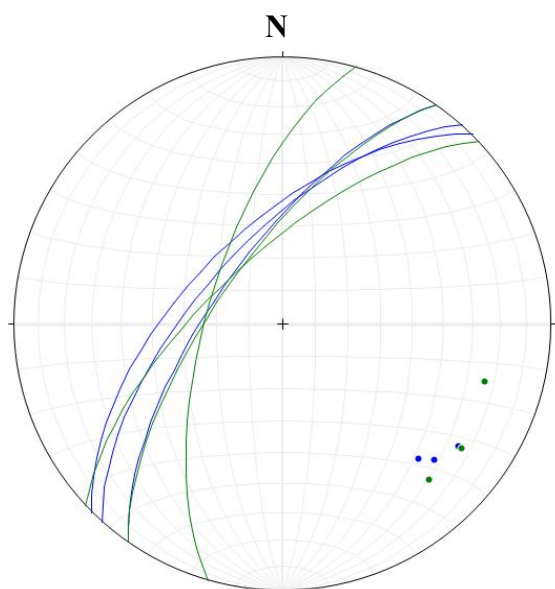
Za balvanem s betonovým obeliskem leží sesunutý blok (obr. 39). Jeho délka činí 374 cm, šířka 302 cm a výška 130 cm. Po severní, východní a západní straně jsou vytvořeny pseudoškrapy, které dosahují hloubky až 15 cm. Z jejich úklonu lze usuzovat, že vznikly před stržením skalního bloku. Na západním okraji se nachází 2 skalní mísy. Mísa č. 1 (obr. 40) je odtoková o rozměrech 28 x 30 x 9 cm. Odtok směřuje na severozápad. 25 cm severně od mísy č. 1 je vytvořena neodtoková mísa č. 2 o rozměrech 52 x 45 x 16 cm.



Obr. 39 - Sesunutý blok ze severu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 40 - Mísa č. 2 ze severu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 41 – Měření skalních misek na kamenu 4.

Vysvětlivky:

Mísa č.1: 305/69, 312/65, 315/61
Mísa č.2: 286/67, 317/69, 305/70

Obr. 41 zobrazuje orientaci dna misek. Sesunutý blok upadá strmě k severozápadu, čemuž odpovídají i orientace dna misek. Je tedy zřejmé, že k sesunutí došlo až po vzniku misek a pseudoškrapů. Nerovnost u mísy č. 2 (286/67) je vysvětlována nepřesným měřením či nerovným dnem.

Kámen 5.

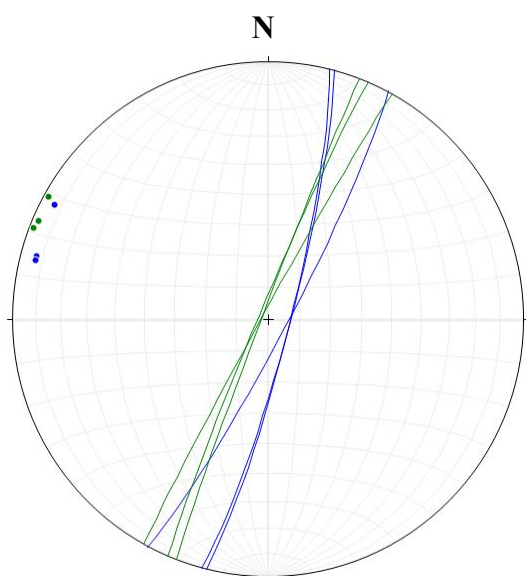
Několik metrů za skalním blokem s obeliskem se nachází blok o délce 657 cm, šířce 455 cm a výšce 330 cm, na kterém jsou mísy orientovány vertikálně. Na východním okraji se nachází neodtoková mísa č. 1 (obr. 42) o rozměrech 64 x 114 x 23 cm. V míse byly nalezeny

vyrostlice živců až 3 cm velké. 104 cm na západ od mísy č. 1 leží eliptická mísa č. 2 o přibližné délce 85 cm, šířce 56 cm a hloubce 11 cm. Mísa se zčásti nachází pod povrchem země, nelze tedy určit vývojové stadium a přesné rozměry. 70 cm západně od mísy č. 2 je situována skalní mísa č. 3 v závěrečném stadiu vývoje. Dosahuje šířky 82 cm, délky 89 cm a maximální hloubky 13 cm. Nad mísou č. 3 se nachází neodtoková mísa č. 4 o přibližné hloubce 30 cm a délce 89 cm. Vzdálenost ani přesné rozměry nelze určit, protože se v míse stýkají dva kameny, které brání v přístupu k míse. Na vrcholu jsou vytvořeny pseudoškrapy. Horizontální pukliny nejsou patrné.



Obr. 42 - Mísa č. 1, foceno z J

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Vysvětlivky:

Mísa č.1: 105/83, 104/83, 118/84

Mísa č.2: 113/93, 119/92, 111/92

Obr. 43 – Měření skalních misek na kamenu 5.

Dna skalních misek se nachází téměř ve svislé poloze (obr. 43). Kámen se nenachází v původní poloze, ve které misky vznikaly.

Kámen 6.

Před balvanem s betonovým obeliskem se nachází skalní blok, který na východě směřuje pod zem, tvoří podložní desku pro kámen 1. Na západním okraji jsou vytvořena dvě sedátka. Sedátko č. 1 (obr. 44) dosahuje délky 95 cm, šířky 63 cm a hloubky 34 cm. Odtok je orientovaný na západ. V sedátku je vytvořena mladší skalní mísa s odtokem orientovaným na západ. Šířka vnitřní mísy je 36 cm, délka 31 cm a hloubka až 12 cm. 9 cm od sedátka č. 1 je situováno sedátko č. 2 (obr. 45) s odtokem na sever. Rozměry činí 54 x 48 x 30 cm. U odtoku je vytvořena mladší skalní mísa o rozměrech 13 x 15 x 4 cm s odtokem na sever. Dle uklonění den sedátek je patrné, že sedátka byla první generací, pak došlo k vychýlení kamene z jeho původního místa a vytvořila se druhá generace skalních misek.



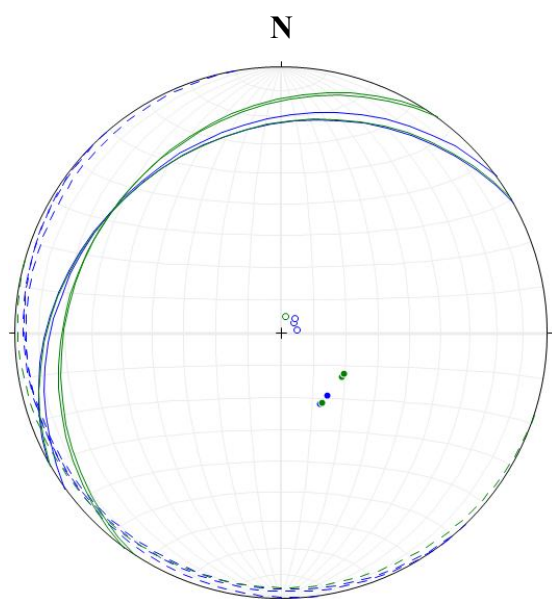
Obr. 44 - Sedátko č. 1, foceno ze SZ

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 45 - Sedátko č. 2, foceno ze SV

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Vysvětlivky:

Mísa 1 původní – plná čára, plný bod
331/25, 324/24

Mísa 1 nová – přerušovaná čára, prázdný bod
231/5, 262/5, 226/6

Mísa 2 původní – plná čára, plný bod
306/23, 330/25, 303/23

Mísa 2 nová – přerušovaná čára, prázdný bod
198/5

Obr. 46 – Měření skalních misek na kameni 9.

Z obr. 46 je jasně patrné, že se na skalním bloku nalézají dvě generace misek. Původní mísy jsou ukloněny k severozápadu pod úhlem 23-25°, což vypovídá o změně polohy skalního bloku. Na nově ukloněném bloku se v původních miskách vytvořily skalní mísy nové, které jsou v téměř horizontální poloze. Jejich maximální úklon se pohybuje mezi 5-6° k jihozápadu.

4.3. Čertův kámen

Osamocený balvan (obr. 47, 48) oválného tvaru se nachází na louce u silnice z Kunžaku na Novou Bystřici. Kámen dosahuje délky 660 cm, šířky 180 cm a výšky 172 cm. Na severní straně se vlivem zvětrávání oddělil kus široký přibližně 160 cm, který byl odvezen. Uprostřed kamene je téměř po celé jeho šířce vytvořena neodtoková skalní mísa č. 1 (obr. 49) o hloubce 40 cm, šířce 67 cm a délce 91 cm. Mísa má tvar kapky, nejužší místo je na západě. Jde o místo budoucího odtoku. Stěny mísy se směrem do hloubky rozšiřují až o 4 cm. 75 cm na jih od mísy č. 1 se nalézá skalní mísa č. 2 (obr. 50, v pozadí mísa č. 1) v konečném stadiu vývoje o rozměrech 42 x 36 x 12 cm. Odtok je situovaný na západ. 95 cm na sever od skalní mísy č. 1 je vytvořena mísa č. 3 - sedátko. Odtok je orientován na západ. Rozměry činí 26 x 28 x 10 cm. 4 cm severně od předchozí mísy leží skalní mísa č. 4 - sedátko eliptického tvaru s odtokem směřujícím k západu. Délka dosahuje 53 cm, šířka 35,5 cm a hloubka 5 cm. 11 cm nad úrovní dna mísky č. 4 je situována mísa č. 5 - sedátko s odtokem na západ o délce 25 cm,

šířce 26 cm a hloubce 7 cm. 17 cm od skalní mísy č. 4 se nachází skalní mísa č. 6 s odtokem na sever a dosahující rozměrů 15 x 16 x 4 cm. Vyrostlice živců na skalním bloku jsou velké až 4 cm. Na východní a západní straně jsou vytvořeny pseudoškrapy hluboké až 15 cm.

Dne 27. dubna 2012 provedla Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D. s autorkou měření vlastností vody:

Obsah kyslíku: 66,7 %

pH: 9,65

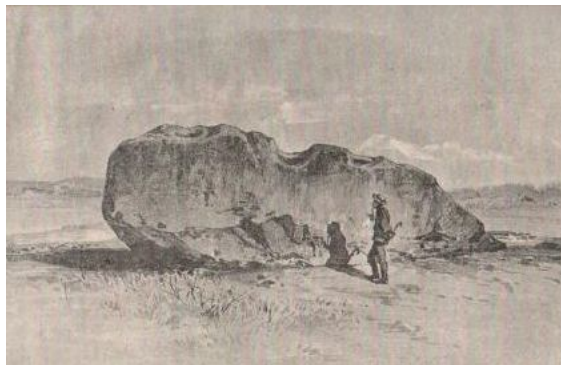
Obsah solí: 103 $\mu\text{S}/\text{cm}$

Dne 14. května 2012 provedl Mgr. Rostislav Černý, CSc. rozbor vody na přítomnost organismů. Hojně se vyskytuje *Haemattococcus pluvialis* (obr. 51), který se vyskytuje v drobných stojatých vodách. Obsahuje červené barvivo haematochrom, které způsobuje červené zbarvení vody.



Obr. 47 - Čertův kámen, foceno z východu

Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 48 - Historické foto Čert. kamene

Zdroj: <http://ubytovani.strmilov.cz>



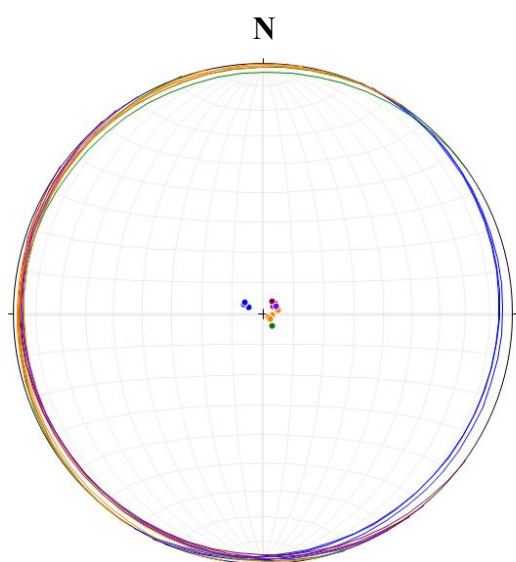
Obr. 49 - Skalní mísa č. 1, foceno z jihu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 50 - Mísa č. 1 a 2, foceno ze západu
Foto: Alena Nováková, 27. 4 2012



Obr. 51 - Haematococcus pluvialis
Zdroj: flickr.com



Vysvětlivky:
Mísa č.2: 113/5, 116/7, 121/7
Mísa č.3: 305/3, 325/5, 251/5
Mísa č.4: 230/5, 234/4, 216/5
Mísa č.5: 279/3, 257/5, 302/2, 304/3
Mísa č.6: 240/5

Obr. 52 – Měření skalních misek na Čertově kamenu

Pro přítomnost vody nebyla prováděna měření v míse č. 1. Mísy č. 2-6 (obr. 52) jsou uloženy subhorizontálně, s úklonem v rozmezí 2-7°.

4.4. Trkal

Trkal patří mezi nejznámější viklany v České republice. Nachází se u obce Suchdol v nadm. výšce 655 m u bukové školky, leží tedy mimo území České Kanady. Viklan byl roku 1910 stržen dětmi na školním výletě. Délka viklanu je 483 cm, šířka 282 cm a výška 120 cm. O Trkalu se zmiňuje Woldřich (1896), který viklan popisuje jako roztrženou plotnu se 13 skalními mísami. Mísa č. 1 (obr. 53), dle pověsti obsahující "živou vodu", je neodtoková mísa ležící na západním okraji viklanu. Dosahuje rozměrů 60 x 45 x 26. Dne 27. dubna 2012 provedly Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D a autorka práce měření vlastností vody:

Obsah kyslíku: 0,9 %

pH: 3,95

Obsah solí: 84 μ S/cm

Dne 14. května 2012 provedl Mgr. Rostislav Černý, CSc. rozbor vody na přítomnost organismů. Obsah vody je velmi chudý díky nízkému procentu kyslíku a kyselému prostředí. Akcesoricky se vyskytují bičíkovci z rodu *Chlamydomonales*.

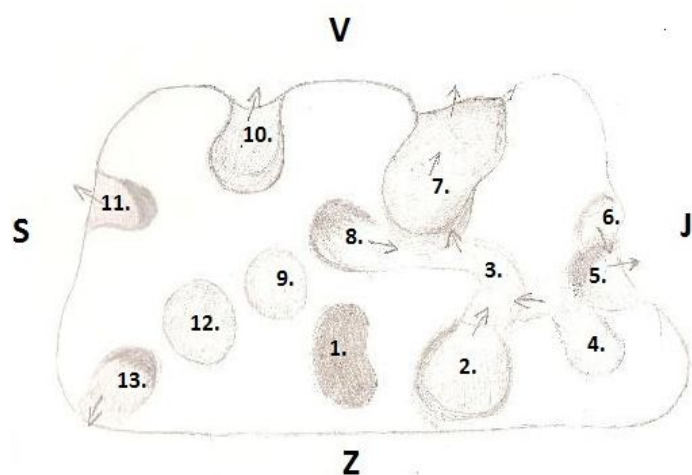
Mísa č. 2 je ve stádiu sedátka s odtokem na jihovýchod. Rozměry činí 81 x 56 x 41 cm. Délka mísy č. 3 je 49 cm, šířka 42 cm a hloubka 18 cm. Jedná se o skalní sedátko s odtokem situovaným k východu. Mísa č. 4 - sedátko s odtokem orientovaným na sever a rozměry činí 40 x 39 x 4 cm. Mísa č. 5 se nachází na jižním okraji viklanu, odtok směřuje k jihu. Rozměry jsou dány čísly 64 x 39 x 3 cm. Na mísu č. 5 navazuje mísa č. 6 s odtokem orientovaným do předchozí misky. Rozměry jsou 39 x 60 x 3. Největší miskou na skalním bloku je mísa č. 7 - sedátko s odtokem na východ. Délka dosahuje 110 cm, šířka až 92 cm a hloubka 52 cm. Miska č. 8 o rozměrech 41 x 39 x 14 cm. Jedná se o sedátko s odtokem na jih. Délka neodtokové mísy č. 9 činí 50 cm, šířka 43 cm a hloubka 6 cm. Mísa č. 10 je v konečném stádiu vývoje, odtok situován na východ. Délka je 83 cm, šířka 57 cm a hloubka 26 cm. Mísa č. 11 - sedátko s odtokem směřovaným k severu je definována rozměry 62 x 47 x 14 cm. Mísa č. 12 je neodtoková, její délka činí 54 cm, šířka 51 cm a hloubka 10 cm. Poslední mísou je sedátko na severozápadním okraji viklanu. Odtok je situovaný k západu. Rozměry činí 51 x 40 x 11 cm. Systém horizontálních puklin je měřen pod mísami č. 2, 5, 7, 10 a 11. Usazení viklanu je zobrazeno na obr. 54. Obr. 55 znázorňuje náčrt veškerých skalních misek na viklanu.



Obr. 53 - Mísa s živou vodou, foceno shora
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



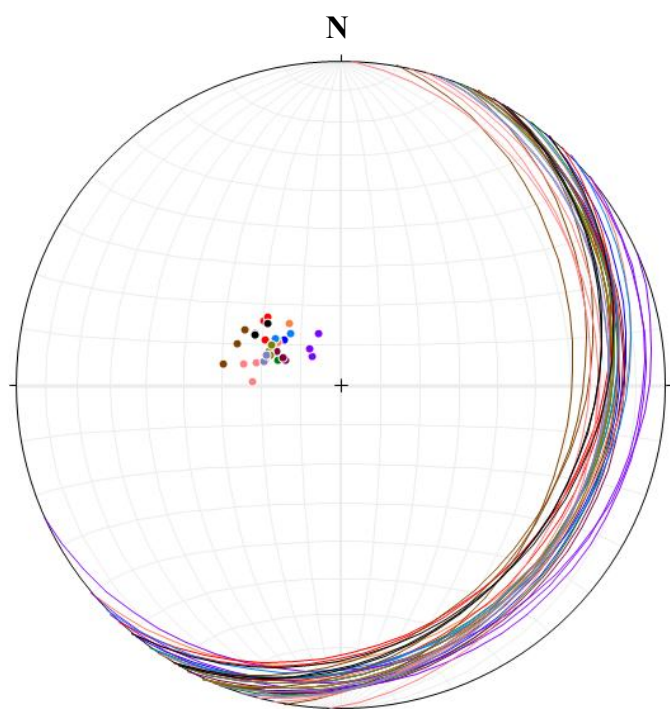
Obr. 54 - Usazení viklanu, foceno z jihu
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 55 - Nákres skalních misek s naznačenými odtoky

Nákres vlastní

(Vysvětlivky: šipky znázorňují směr odtoku. Tmavá barva znázorňuje místo, kde se zdržuje voda)

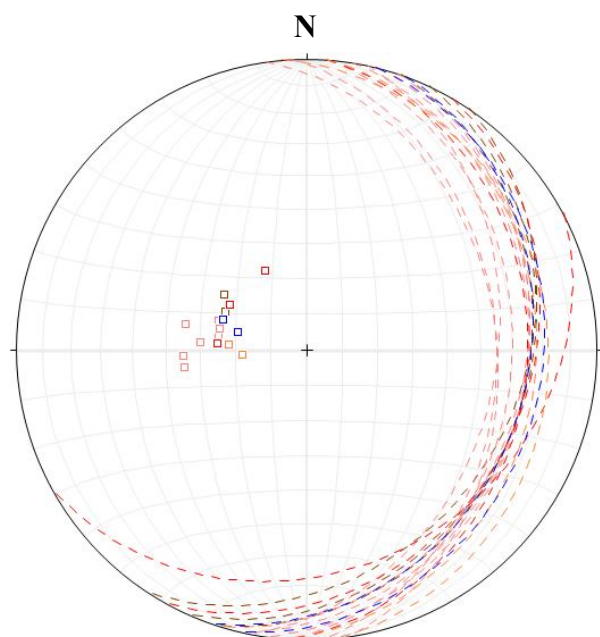


Vysvětlivky:

- Mísa č.2:** 120/20, 115/17, 129/18
- Mísa č.3:** 115/20, 111/17, 126/20
- Mísa č.4:** 114/15, 115/16, 118/18
- Mísa č.5:** 115/20, 124/19, 140/20
- Mísa č.6:** 135/10, 156/14, 140/12
- Mísa č.7:** 130/25, 121/22, 133/25
- Mísa č.8:** 120/20, 136/18, 125/20
- Mísa č.9:** 115/20, 120/20, 113/19
- Mísa č.10:** 112/28, 100/30, 120/28
- Mísa č.11:** 102/20, 92/22, 105/22
- Mísa č.12:** 108/20, 107/20, 112/20
- Mísa č.13:** 121/25, 120/24, 230/25

Obr. 56 – Měření skalních misek na viklanu Trkalu.

Pro snadnější interpretaci výsledků měření byly vytvořeny 2 diagramy. Jeden popisuje skalní mísy (obr. 56), druhý pukliny (obr. 57). Na viklanu se nachází 13 skalních misek. Měření nebylo prováděno díky přítomnosti vody v míse č. 1. Z obr. 56 je zřejmé, že všechny skalní mísy jsou ukloněny k východu až jihovýchodu pod úhlem 17-30°. Všechny skalní mísy jsou stejné generace.



Vysvětlivky:

- Puklina pod mísou č. 10:** 124/28, 109/25, 115/25
- Pukliny pod mísou č. 11:** 108/26, 99/25, 104/25
94/30, 82/35, 102/35, 87/35
- Puklina pod mísou č. 7:** 94/25, 152/25, 120/25
- Puklina pod mísou č. 5:** 94/22, 85/18
- Puklina pod mísou č. 2:** 104/20, 110/25

Obr. 57 – Měření puklin na viklanu Trkalu

Z obr. 57 je patrné, že pukliny jsou orientovány k jihovýchodu až východu pod úhlem 18-30°, z čehož vyplývá, že se skalní mísy nenachází v přirozené poloze, a to díky stržení viklanu.

Na západ od viklanu se nachází skalní blok o devíti mísách. Délka bloku činí 377 cm, šířka 263 cm a výška 149 cm. Na východním okraji se nalézají mísy č. 1 (obr. 58; 59 – s mísou s „živou vodou“ v pozadí), která obsahuje po většinu roku "mrtvou vodu". Jedná se o eliptickou mísu o velikosti 91 x 73 x 18 cm. Dne 27. dubna 2012 Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D a autorka práce provedly měření vlastností vody:

Obsah kyslíku: 31 %

pH: 5,02

Obsah solí: 35 µS/cm

Dne 14. května 2012 provedl Mgr. Rostislav Černý, CSc. rozbor vody na přítomnost organismů. Ve vodě se hojně vyskytují vířníci. Dále *Stephanosphaera pluvialis* (obr. 60), která se vyskytuje ve skalních prohlubních s dešťovou vodou, nálevníci, *Scenedesmus obliquus*, *Mougeotia*, *Ulothrix*.

Mísa č. 2 navazuje na severu na předchozí skalní miskou. Jde o sedátko o délce 41 cm, šířce 20 cm a hloubce 9 cm. Odtok směřuje do mísy č. 1. Mísa č. 3, sedátko leží západně od mísy č. 1. Její odtok je situovaný na jih. Rozměry činí 80 x 49 x 36 cm. Na jižním okraji skalního bloku je vytvořena mísa č. 4 typu sedátka o délce 44 cm, šířce 32, hloubce 8 cm. Odtok směřuje k jihu. Mísa č. 5 je neodtoková, délka činí 38 cm, šířka 42 cm a hloubka 13 cm. Na jih od mísy č. 5 je mísa č. 6 v konečném stádiu vývoje o rozměrech 77 x 32 x 11 cm. Odtok je orientován na jih. Severozápadně od mísy č. 6 vznikla mísa č. 7 - sedátko s odtokem k jihu. Sedátko dosahuje délky 60 cm, šířky 46 cm a hloubky 25 cm. Na severozápad od předešlého sedátka je situována mísa č. 8 - sedátko o rozměrech 71 x 50 x 11 cm. Odtok směřuje k západu. Na jihozápadním okraji se nalézají fragment mísy č. 9 skalního bloku. Nyní představuje sedátko s odtokem na jihozápad. Dosahuje rozměrů 29 x 24 x 8 cm. Pod mísou č. 6 byl změřen systém puklin.



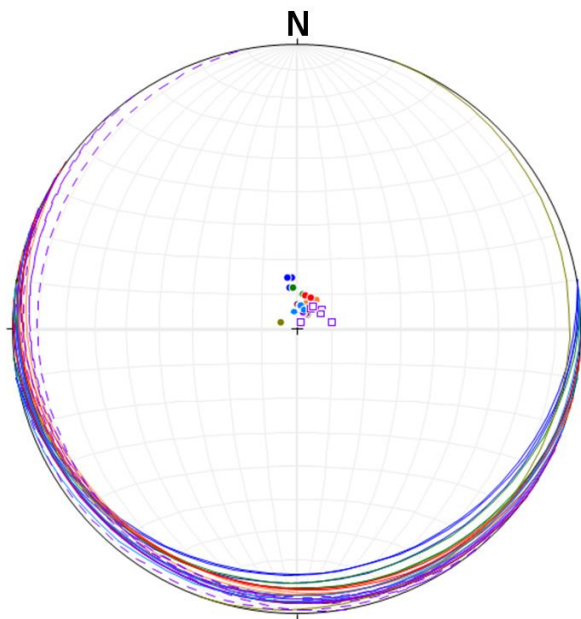
Obr. 58 – Mísa s „mrtvou vodou“, foceno z V
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 59 – Mísa s „mrtvou vodou“ vpředu,
mísa s „živou vodou“ vzadu, foceno ze Z
Foto: Alena Nováková, 13. 11 2012



Obr. 60 - *Stephanosphaera pluvialis*
Zdroj: <http://galerie.sinicearasy.cz>



Vysvětlivky:

Mísa č.2: 174/15, 170/12, 170/15

Mísa č.3: 188/10, 174/12, 190/10

Mísa č.5: 216/5, 182/7, 212/5

Mísa č.6: 214/10, 200/8, 196/10

Mísa č.7: 205/5, 200/6, 202/5

Mísa č.8: 194/10, 204/10, 186/7

Mísa č.9: 172/5, 189/7, 200/6

Mísa č.10: 110/5

**Pukliny pod mísou č.7: 215/2, 213/7, 231/9
260/10, 237/8, 215/8**

Obr. 61 – Měření skalních misek a puklin na skalním bloku Trkalu

(Vysvětlivky: Mísa – dno mísy zobrazeno plnou čarou velkého oblouku, kolmice na dno plným kruhem; Puklina - plocha pukliny zobrazena přerušovanou čarou, kolmice na plochu prázdným čtvercem)

Pukliny i skalní mísy (obr. 61) jsou ukloněny především k jihu pod úhlem 2-15°. Mísy jsou stejné generace. U mísy č. 1 nebylo přes přítomnost vody měření provedeno.

U severozápadního okraje předešlého skalního bloku leží odštíplý blok dosahující délky 247 cm, šířky 150 cm a výšky 84 cm. U západního okraje se nachází zbytek skalní mísy č. 9. Délka činí 43 x 22 x 17 cm. Původně se jednalo o neodtokovou mísu.

6. Diskuze

Bakalářská práce pojednává o skalních mísách přírodního parku Česká Kanada. V první části práce je stručně objasněna přírodní charakteristika parku, která zahrnuje klimatologii, hydrologii, geologii atd. V další kapitole jsou probrány druhy chemického, mechanického a biologického zvětrávání. Jejich znalost je nutná pro pochopení zákonitostí vzniku skalních misek a ostatních forem reliéfu. V teoretické části je dále vysvětlen vznik misek a procesy vedoucí k různým vývojovým stádiím. Dokud nebyl vznik misek vysvětlen přírodními procesy, byl jejich vznik vykládán různými teoriemi, z nichž některé měly zastánce i např. v řadách archeologů. Nejznámější teorie hovoří o obětních miskách, další o hraničních meznících apod. Kromě skalních misek práce obsahuje popis dalších skalních útvarů, které se vyskytují společně s mísami. Jedná se o mezofomy, mikroformy reliéfu a tvary balvanových akumulací.

V praktické části bylo vymezeno zájmové území, v němž bylo popsáno 8 objektů. Mimo zájmové území, byl zdokumentován také Čertův kámen u Kunžaku, 6 objektů na Vysokém kameni a Trkal, který leží mimo hranice přírodního parku. Přiložená fotodokumentace či nákresy zobrazují detaily skalních misek, tvar celého skalního útvaru apod.

Praktická část bakalářské práce se soustředila na výzkumnou otázku: Může být výskyt misek prostorově vázán na přítomnost deskovité odlučnosti skalních výchozů, na kterých se misky nachází?

Během interpretace naměřených dat bylo zjištěno, že drtivá většina den skalních misek má shodnou orientaci s plochami puklin odlučnosti. Z měření ani provedených pozorování nelze vyvodit, jestli se jedná o shodu náhodnou (tj. že oba dva jevy vznikají v horizontální pozici, ale nezávisle na sobě), nebo jestli je vznik dna misky predeterminován existencí plochy odlučnosti. Pouze v jednom případě (Kámen I) byl zjištěn markantní rozdíl mezi orientací puklin a dna mísy. Interpretací výsledků měření se došlo k závěru, že před vytvořením skalní mísy se kámen vychýlil ze své původní pozice, čemuž nasvědčuje rozdílný sklon primárních puklin, které vznikly souběžně se vznikem horniny, a skalní mísy, která vznikla až po vychýlení.

Mírné odchylky ve výsledcích měření puklin byly způsobeny zvětráváním a zaoblováním jejich hran. Drobné či velmi zvětralé pukliny měřeny nebyly. Drobné odchylky v měření orientace den misek jsou vysvětlovány nerovným, či zaobleným dnem. Nepřesnosti

v měření také mohly hrát určitou roli. Z těchto důvodů bylo prováděno více měření (většinou 3). Za předpokladu, že mísy vznikají na horizontálních či mírně ukloněných rovinách lze z měření vyvodit, že místy jsou rozlišitelné různé generace misek na jednom skalním bloku. Jedná se o kámen 6. na Vysokém kameni, kde starší kamenné mísy přechází v mladší s jinou orientací dna.

Během terénního průzkumu bylo zjištěno, že rozšiřování stěn skalních misek směrem dovnitř je více patrné u misek hlubších (10 cm) než u mělkých. Rozšiřování je vysvětlováno tím, že se v míse po celý rok (či většinu roku) zdržuje dešťová voda, která způsobuje v teplejších obdobích chemické zvětrávání a mechanické v zimních obdobích. Na rozšiřování stěn misek směrem dovnitř by mohla mít vliv i odlišná zrnitost a stupeň zvětrávání na povrchu a uvnitř skalního bloku.

Během chemického zvětrávání hraje velkou roli složení vody. Křemičitany, které tvoří základ žulových materiálů, podléhají především zvětrávání vlivem hydrolyzy, jejíž intenzita stoupá se snižujícím se pH vody. Menší roli hraje v chemickém zvětrávání žul také oxidace a rozpouštění. Rozpouštěcí účinek vody závisí na teplotě (větší při vyšší teplotě) a na přítomnosti kyselin (huminových, nebo uhličitě), které způsobují snížení pH (Smolík, 1957). Z analýzy vody vyplývá, že větší obsah kyslíku je přítomen v nezalesněných oblastech, kde se do misek nedostává takové množství listů, které podléhá rozkladu, při němž se uvolňují huminové kyseliny. Největší množství rozkládajícího se listí bylo nalezeno na Vysokém kameni a v „živé vodě“ na Trkalu. Nejvyšší obsah kyslíku byl naměřen na Čertově kameni – 66,7%, nejnižší na Vysokém kameni – 0,3%. V „živé vodě“ byl obsah kyslíku 0,9%. S ubývajícím kyslíkem se zvyšuje kyselost vody a snižuje se množství organismů žijících v mísách. V „živé vodě“ se vyskytují jen bičíkovci z rodu *Chlamydomonas*, a to jen minoritně. Největší množství organismů bylo zjištěno na Čertově kameni, kde se vyskytuje *Haematococcus pluvialis* ve velké míře, čímž způsobuje červené zbarvení vody.

Problematika vzniku a výskytu skalních misek a jejich vazba na strukturní a texturní prvky horniny stále není dostatečně vysvětlena. Jejich analýza ani nebyla součástí této bakalářské práce. Těmito jevy by se mohla zabývat diplomová práce, která by mohla zpracovávat následující body:

- poměr délky, šířky a hloubky misek v závislosti na rozdílné zrnitosti žul
- faktory ovlivňující rozšiřování skalních misek směrem do hloubky
- orientace pseudoškrapů a odtokových žlábků
- mapování iniciálních stádií

7. Závěr

Cílem bakalářské práce bylo shromáždění poznatků o skalních miskách České Kanady, která leží v jižních Čechách v okrese Jindřichův Hradec. Za tímto účelem byla vypracována rešerše zahrnující vznik skalních misek a proveden terénní průzkum skalních misek v zájmovém území. Mísy byly popsány z hlediska rozměrů, vývojových stádií, orientace odtoku apod. Na základě vlastního terénního výzkumu bylo zjištěno, že orientace den misek na jednom skalním bloku jsou shodné. Výjimku tvoří mísky různých generací, jejichž orientace není shodná. Podařilo se potvrdit, že orientace sklonu den misek je většinou shodná s orientací sklonu vodorovných puklin. Rozdílný sklon u kamene I. potvrzuje rozdílné stáří puklin a skalních misek, neboť pukliny vznikly souběžně tuhnutím žulového materiálu. Po mechanickém rozrušení se skalní blok vychýlil ze své pozice a teprve potom na něm vznikla skalní mísa. „Rozšiřování stěn skalních misek směrem dovnitř je více patrné u misek hlubších 10 cm než u mělkých“ bylo potvrzeno u dvou skalních bloků – Čertova kamene a kamene VIII. U ostatních nebylo rozšiřování pozorováno.

8. Seznam literatury

Albrecht, J. a kol., 2003: Chráněná území ČR VIII. - Českobudějovicko. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, 808 s.

AOPK ČR: Zvláště chráněná území. [cit. 29. 9 2012]. Dostupné z: <http://drusop.nature.cz/ost/chrobjekty/zchru/index.php?frame>

Balogh D.: Čtyři palice, Zkamenělý zámek a další skály. [cit. 4. 4 2013]. Dostupné z:

<http://www.mavlast.cz/top-vylety.ctyri-palice-zkamenely-zamek-a-dalsi-skaly>

Bartošíková H. Morfologicky výrazné výchozy Krkonošského žulového masívu, In: Opera Corcontica 1973, 10, 71-91. [cit. 3. 11 2012]. Dostupné z: http://opera.krnep.cz/_pdf/10/OC-10-3.pdf

Bouček B., Kodym O., 1954: Geologie I. - Všeobecná geologie. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 557 s.

Breiter K. a kol., 1998: Radioactivity patterns – constraints for the magmatic evolution of the two-mica granites in the Central Moldanubian Pluton. Věst. Čes. geol. úst. 73 in René M., 2012: Dvojslídne granity moldanubického batolitu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 52, 5-25 s.

Cílek V., 2008: Kameny v české krajině. [cit. 10. 12 2012].

Dostupné z <http://www.youtube.com/watch?v=bbLZKXuyxHc>

Cukr J., 2009: Třístoličník. [cit. 24. 11 2012]. Dostupné z: <http://www.hrady.cz/index.php?OID=8078>

Česká geologická služba. 1991: Geologická mapa 1:50 000, 23-24 Jindřichův Hradec. Český geologický ústav

Demek J., 1964: Slope development in granite area of Bohemian Massif (Czechoslovakia). - Zeitschrift für Geomorphologie, N. F. Supplementband 4, Berlin in Huber K. H., Chábera S.,

1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Demek J., 1965: Geomorfologie českých zemí. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 335 s.

Demek, J., 1971: Skalní mísy a jejich geneze. Geolog. průzkum 13, 53 – 54 s.

Demek, J., 1982: Obecná geomorfologie I. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 101 s.

Demek J., 1987: Obecná geomorfologie. Praha: Academia, 476 s.

Dragovich D. J., 1966: Granite lapieés at Remarkable Rock, South Australia. Revue de géomorphologie dynamique 18, Paris in Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Dudek A. a kol., 1962: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XXVII Jindřichův Hradec. Praha: Geofond

Ekrťová E., 2008: Botanický inventarizační průzkum přírodní památky Gebhárecký rybník. [cit. 1. 10 2012].

Dostupné z http://botanika.bf.jcu.cz/systematics/publikace/IP_Gebharecky_rybnik_final.pdf

Ekrťová E., Ekrť L., 2009: Botanický inventarizační průzkum přírodní rezervace Skalák u Senotína. [cit. 1. 10 2012].

Dostupné z http://botanika.prf.jcu.cz/systematics/publikace/2009_IP_Skalak_u_Senotina.pdf

Fiala, 1995 in Chlupáč, 2002 in Grygar R.: Regionální geologie České republiky. [online]. [cit. 12. 2 2013]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/2_kapitola.htm

Foldyna J., Grmela A., 1988: Cvičení z geologie. VŠB Ostrava, 168 s.

Franz J., 2008: Žulovská pahorkatina – cesta na Venušiny mísky. [cit. 4. 4 2013]. Dostupné z:

Gába Z., 1978: Venušiny misky na Žulovsku. Vlastivědné listy 2/1978. [cit. 24. 11 2012].
Dostupné z: <http://heide.sweb.cz/ovenus.htm>

Geologická mapa ČSSR 1:200 000 M-33-XXVIII Jindřichův Hradec.

Grim T., 2000: GLÓBUS 1/2000 – II. [cit. 21. 2 2013]. Dostupné z:

http://www.czech-press.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=525&catid=13&Itemid=4

Grygar R., Jelínek J.: Geomorfologie. [online]. [cit. 13. 11 2012]. Dostupné z:
http://geologie.vsb.cz/geomorfologie/Prednasky/8_kapitola.htm

Grygar R.: Regionální geologie České republiky. [online]. [cit. 13. 11 2012]. Dostupné z:
http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/2_kapitola.htm

Habětín V., 1983 - 1984: Přírodní vědy ve škole: ročník XXXV. - Využití upraveného kompasu při cvičeních z geologie.

Hányš R., 2006: Průvodce Jeseníky: NEJ místa na výlet. [cit. 20. 12 2012]. Dostupné z:
http://cestovani.idnes.cz/pruvodce-jeseniky-nej-mista-a-vylety-dsm-/tipy-na-vylet.aspx?c=A060824_121026_igcechy_tom

Harrel J. A., Twidale C. R., 1989: Horizontal grooves in granite western Wichira Mountains, Oklahoma, USA - Z. Geomorph. N. F. 33. Berlin - Stuttgart in Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Hedges, 1969 in Bartošiková H. Morfologicky výrazné výchozy Krkonošského žulového masívu, In: Opera Corcontica 1973, 10: 71-91, [cit. 3. 11 2012]. Dostupné z:
http://opera.krnap.cz/_pdf/10/OC-10-3.pdf

Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrápů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Chábera S., 1962: Geologické vycházky do českobudějovického okolí. České Budějovice: Ústav pro další vzdělávání učitelů a výchovných pracovníků, 126 s.

Chábera S. a kol., 1985: Jihočeská vlastivěda – Neživá příroda. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 270 s.

Chábera S., 2000: Obětní mísy žádné oběti nepamatují: geologické zajímavosti jižních Čech. Českobudějovické listy. 9/286, s. příloha Nedělní kanape

Chlupáč I., Štorch P., 1992: Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. Čas. Mineral. Geol., 37, 4, 258-275. Praha. in Regionálně-geologická klasifikace Českého masívu. [online]. [cit. 4. 11 2012]. Dostupné z: http://www.geology.upol.cz/Soubory/Regionalne_geologicka_klasifikace_Ceskeho_Masivu.pdf

Jahn A., 1962: Geneza skalek granitowych. Czasopismo Geograficzne. XXXIII in Bartošiková H. Morfologicky výrazné výchozy Krkonošského žulového masívu. In: Opera Corcontica 1973, 10: 71-91, [cit. 3. 11 2012].

Dostupné z: http://opera.krnap.cz/_pdf/10/OC-10-3.pdf

Jelínek J.: Exogenní dynamika. [online]. [cit. 2. 11 2012]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/jelinek/tc-exo-dynamika.htm>

Jirásko, L., 2011: Česká Kanada. Praha: Paseka s.r.o, 80 s.

Karvánková P.: Významná místa krajiny Olomouckého kraje – Národní přírodní památka Venušiny misky. [cit. 7. 12 2012]. Dostupné z <http://m.taggmanager.cz/1104>

Kaštovský J., Hauer T.: Oddělení Cyanobacteria. [cit. 4. 4 2013]. Dostupné z:

<http://www.sinicearasy.cz/134/Cyanobacteria>

Klaer W., 1956: Verwitterungsformen in Granit auf Korsika. Petermanns Geographische Mitteilungen, Ergänzungsheft in Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Kovář K., Kubín L.: Skalní hřib. [cit. 17. 12 2012]. Dostupné z: <http://eolick.sweb.cz/skalnhrib.htm>

Krafková E., 2001: Krajinou čertových kamenů. Beroun: MH, 115 s.

Krajský úřad – Jihočeský kraj, 2008: Plán péče na období 2007 – 2016 pro přírodní rezervaci Hadí vrch. České Budějovice: WV Projection Service s.r.o., [cit. 29. 9 2012].

Dostupné z: [http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par\[id_r\]=30566&par\[view\]=0](http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par[id_r]=30566&par[view]=0)

Kříž, 1973 in Chábera S. a kol., 1985: Jihočeská vlastivěda – Neživá příroda. České Budějovice: Jihočeské nakladatelství, 267 s.

Kunský J., 1950: Kras a jeskyně. Praha: Přírodovědecké nakladatelství in Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Lábus V., 2011: Pohádková jména. [cit. 14. 1 2013]. Dostupné z: http://krkonose.krnep.cz/index.php?option=com_content&task=view&id=11572&Itemid=37

Ledvina R. a kol., 1999: Geologie a půdoznalství. České Budějovice. 200 s.

Linner, 1994; 1996; Petrakakis 1997 in Grygar R.: Regionální geologie České republiky. [online]. [cit. 17. 11 2012]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/2_kapitola.htm

Marschalko, M. et al: Praktika z geologie. [online]. [cit. 20. dubna 2013]. Dostupné z <http://geologie.vsb.cz/PraktikaGeologie/default.htm>

Muška K., 2012: Česká Kanada. [cit. 11. 9 2012]. Dostupné z: <http://rudolec.cz/kanad-cz.html>

Nařízení Jihočeského kraje č. 1/2004 ze dne 6. dubna 2004 o přírodním parku Česká Kanada, [cit. 27. 9 2012].

Dostupné z: [http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par\[id_r\]=3606&par\[view\]=0](http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par[id_r]=3606&par[view]=0)

Nařízení Jihočeského kraje č. 33/2011, kterým se zřizuje přírodní památka Rašeliniště Klenová, [cit. 27. 9 2012].

Dostupné z: [http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par\[id_r\]=55912&par\[view\]=0](http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par[id_r]=55912&par[view]=0)

Nekuda V., 2005: Dačicko, Slavonicko, Telčsko. Brno: Muzejní a vlastivědná společnost, 1070 s.

Němec J., 1984: CHPV Klepec - Památky a příroda 9. Praha in Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Netpoint, s.r.o., 2005-2001: Karbonatizace. [cit. 20. 2 2013]. Dostupné z: <http://encyklopedie.vseved.cz/karbonatizace>

Obec Krty, 2013: Blízké okolí. [cit. 16. 3 2013]. Dostupné z: <http://www.krty.cz/informace-o-obci/blizke-okoli>

Okresní úřad Jindřichův Hradec, 1995: Plán péče o přírodní památku Velký Troubný na období 2009-2018. [cit. 30. 9 2012].

Dostupné z: [http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par\[id_r\]=59080&par\[view\]=0](http://www.kraj-jihocesky.cz/file.php?par[id_r]=59080&par[view]=0)

Ollier C., 1969: Weathering. Oliver and Boyd, Edingburgh, 2. vyd., Longman, London in Demek J., 1987: Obecná geomorfologie. Praha: Academia, 476 s.

Pavlíček V., 2005: Skalní mísy Novohradských hor a jejich podhůří. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. [cit. 30. 9 2012].

Dostupné z: http://www.kge.zcu.cz/geomorf/sbornik/sbornik_05/pavlicek.pdf

Piotrowski M., 1963: Planietarnaja geologija in Rubín J., Balatka B. a kol., 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, 385 s.

Pokorný R.: Exogenní síly. [online]. [cit. 18. 11 2012]. Dostupné z: http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01_Materialy/1GEO/Prednasky/GEO_MO_03.pdf

Povodí Vltavy, státní podnik, 2009: Plán oblasti povodí horní Vltavy. [online]. [cit. 2. 11 2012]. Dostupné z: http://extranet.kr-vysocina.cz/download/olvhz/pop/ZK-06-2009-80pr4_Horni_Vltava/A/1_TEXTOVA_CAST/VH_Kapitola_A.pdf

René M., 2012: Dvojslídne granity moldanubického batolitu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 52, 5-25 s.

Richlý J., 1878: Popsání a vyobrazení některých obětních kamenů v Čechách. – Památ. archeolog. 11, 241–245 s.

Rubín J., Balatka B. a kol., 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, 385 s.

Řehoř F., 1999: Cvičení z geologie. Ostrava: Ostravská univerzita 84 s.

Scharbert S., Breiter K., 2000: Geochronologie a geologie granitu Zvůle. Zpr. geol. Výzk. v r. 1999, Praha. [cit. 17. 10 2012]. Dostupné z: <http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/Terezin/terezin.htm>

Smolík L., 1957: Pedologie. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 400 s.

Smolík J., 1881: Obětní kameny a jejich domnělý význam. – Památ. archeolog. 11, 245 – 246 s.

Šucha V., 2001. Íly v geologických procesoch. Bratislava: Vydavateľstvo UK, 159 s. in Bláhová A., 2005: Mineralogie železitých hlinek z českých lokalit a jejich identifikace v malbě. Praha. [cit. 17. 12 2012]. Dostupné z:

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:7_HqhdYMKFgJ:anna.piska.net/wp-content/dokumenty/thesis/Mgr_Anna_Blahova_thesis.pdf+&cd=6&hl=cs&ct=clnk&gl=cz

Tauber O., 1987: Periglaciální tvary jihozápadní části Českomoravské vrchoviny. Vlastivědný sborník Vysočiny - oddíl věd přírodních, svazek VIII, [cit. 30. 9 2012].

Dostupné z http://muzeum.ji.cz/vsv_prirodni/Svazek-VIII-1987/2-Tauber.pdf

Thomas M. P., 1976: Criteria for the Recognition of Climatically Induced Variations in Granite Landforms. Wiley, Chichestr: Geomorphology and Climate in Huber K. H., Chábera S., 1993: Nové lokality žlábkových škrapů v žulách centrálního masívu moldanubického plutonu. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 33, 5-15 s.

Tomášek M., 2000: Půdy České republiky. Praha: Český geologický ústav, 67 s.

van Breemen a kol., 1982; Wendt a koll., 1993; Kröner a kol., 2000, 1988, 1997 in Grygar R.: Regionální geologie České republiky. [online]. [cit. 13. 10 2012]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/2_kapitola.htm

Tolasz, R. a kol., 2007: Atlas podnebí Česka. Praha: Český hydrometeorologický ústav, 255 s.

Tricart J., 1965: Principes et méthodes de la géomorphologie, Masson et cie, Paris in Rubín J., Balatka B. a kol., 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, 385 s.

Tricart J., Cailleux A., 1956: Le problème de la classification des faites géomorphologiques, Ann. Géogr., Paris J., Balatka B. a kol., 1986: Atlas skalních, zemních a půdních tvarů. Praha: Academia, 385 s.

Twidale C. R., Bourne J. A., 1976: The shaping and interpretation of large residual granite boulders - J. Geol. Soc. Aust. - 23, Sydney in Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Twidale C. R., 1962: Steepened margins of inselberg from north-western Eyll Peninsula, South Australia. - Z. Geoform N.F. 6: 51 - 69, Berlin - Nikolassee in Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Věžník A., 1982: Některé mezo- a mikroformy zvětrávání a odnosu žuly v Novobystřické vrchovině. Sbor. Čs. Geogr. Společ. 87, Praha in Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Vítek J., 1994: Viklany - pozoruhodné přírodní památky. Vesmír 73. [cit. 12. 12 2012].

Dostupné z <http://www.vesmir.cz/clanek/viklany-pozoruhodne-prirodni-pamatky>

Vlasák J.: Besednické skály. [cit. 7. 12 2012]. Dostupné z: <http://m.taggmanager.cz/cs/1466>

Vlček V. a kol., 1984: Zeměpisný lexikon ČSR, Vodní toky a nádrže. Praha: Akademia, 315 s.

Votýpka J., 1964: Tvary zvětrávání a odnosu žuly v severní části Novobystřické vrchoviny. Sborník ČSZ, Praha: NČSAV, sv. 69, č. 4, 243-258 s.

Votýpka J., 1969 in Bartošíková H. Morfologicky výrazné výchozy Krkonošského žulového masívu, In: Opera Corcontica 1973, 10: 71-91 s, [cit. 3. 11 2012].

Dostupné z: http://opera.krnep.cz/_pdf/10/OC-10-3.pdf

Votýpka J., 1970: Ukázky zvětrávání žul Českého masívu. Acta Univ. Carol., Geogr. 2, Praha in Huber K. H., Chábera S., 1994: Úpatní výklenky na žulových balvanech moldanubika. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, 34, 5-16 s.

Waldmann L., 1936: Bericht über die Aufnahme des Blattes Gmünd-Litschau. - Verh. Geoll Bundesanst, Wien in Dudek A. a kol., 1962: Vysvětlivky k přehledné geologické mapě ČSSR 1:200 000 M-33-XXVII Jindřichův Hradec. Praha: Geofond.

Woldřich J. N., Památky archeologické - svazek XVII (1896): Prehistorické výzkumy v jihovýchodních Čechách z r. 1895. [cit. 3. 11 2012]. Dostupné z: <http://books.google.cz/books?id=hSUQAQAAMAAJ&printsec=frontcover&hl=cs&output=text>

http://www.cittadella.cz/europarc/index.php?p=index&site=NPP_kaproun_cz/29. 9 2012

<http://www.flickr.com/photos/wunderkanone/5107778810/sizes/m/in/photostream/> 8. 5 2013

<http://galerie.sinicearasy.cz/image/var/files/galerie/chlorophyta/chlorophyceae/bicikovci-flagellates/stephanosphaera/stephanosphaera-pluvialis16.jpg/> 11. 6 2012

http://www.geocaching.com/seek/cache_details.aspx?guid=89c7adbc-1e9f-4875-942f-186328bde5df/ 28. 1. 2013

<http://itras.cz/ceska-kanada/28.1.2012>

<http://mapy.cz/> 6. 6 2013

<http://www.novadomus.cz/ckanada/pamatky/priroda.php/> 29. 9 2012

http://www.nvcc.edu/home/cbentley/gol_135/prince_william/prwi.htm/ 24. 11 2012

<http://www.treking.cz/regiony/zulovska-pahorkatina-a-venusiny-misky.htm/> 7. 12 2012

http://ubytovani.strmilov.cz/tipy/certovy_kameny/photos/certovy_kameny10.php/ 6. 6 2012

<http://www.vyletnik.cz/mistopisny-rejstrik/jizni-cechy/ceska-kanada-a-hradecko/7956-hadi-vrch/> 29. 9 2012