

ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI
FAKULTA EKONOMICKÁ

Bakalářská práce

**Geomorfologie žulových balvanů v čistecko-jesenickém
masívu v oblasti Petrohradu u Jesenice**

**Geomorphology of granite boulders in Čistá-Jesenice
massif in area of Petrohrad u Jesenice**

Patrik Bořek

Plzeň 2016

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma

*„Geomorfologie žulových balvanů v čistecko-jesenickém masívu v oblasti Petrohradu u
Jesenice“*

vypracoval samostatně pod odborným dohledem vedoucího bakalářské práce za použití
pramenů uvedených v příložené bibliografii.

V Kralovicích dne: 8. 4. 2016

podpis autora

Poděkování

V prvé řadě bych chtěl touto cestou poděkovat dědovi Františku Slachovi, který mi vytrvale a neúnavně vypomáhal s terénním výzkumem a finančně mě podporoval při studiu. Za finanční a další materiální podporu poskytovanou po celou dobu studia děkuji také rodičům. V neposlední řadě děkuji také doc. RNDr. Pavlu Mentlíkovi, Ph.D. za odborné vedení této práce.

ÚVOD	7
1. CÍLE PRÁCE	7
2. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ A JEHO ZÁKLADNÍ FYZICKOGEOGRAFICKÉ CHARAKTERISTIKY	8
2.1 Geografická poloha.....	8
2.2 Reliéf	9
2.3 Geologie	10
2.3.1 Regionálně geologické členění	10
2.3.2 Geologický vývoj.....	11
2.3.3 Geologické složení.....	12
2.4 Hydrologie	14
3. ROZBOR LITERATURY	15
3.1 ČistECKO-jesenický masív v odborných publikacích	15
3.2 Teorie zarovnaných povrchů	20
3.2.1 Parovina (peneplén).....	20
3.2.2 Pediplén.....	20
3.2.3 Exhumované (pohřbené) roviny (povrchy).....	21
3.2.4 Etchplén.....	21
3.3 Geomorfologické formy granitického reliéfu.....	22
3.3.1 Inselbergý	22
3.3.1.1 Blokové inselbergý, tory (boulder inselbergs, tors).....	22
3.3.1.2 Klenbové inselbergý, bornhardý (domed inselbergs, bornhardt's).....	25
4. METODICKÝ POSTUP	27
4.1 Terénní práce	27
4.1.1 Mapování	27
Elementarizace georeliéfu	27
4.1.2 Měření skalních stěn a puklin.....	28
4.1.3 Měření balvanů v akumulačních oblastech.....	29
4.2 Zpracování dat.....	30
4.2.1 Skalní stěny, puklinové systémy	30
4.2.2 Akumulační oblasti balvanů	30
4.2.2.1 Rozměry balvanů	30
4.2.2.2 Zaoblenost balvanů.....	32
5. VÝSLEDKY	32
5.1 Terénní mapování.....	32

5.2 Směry skalních stěn a puklin	34
5.3 Akumulační oblasti balvanů	38
5.3.1 Zaoblenost a tvar	40
ZÁVĚR	57
SEZNAM TABULEK	58
SEZNAM OBRÁZKŮ	58
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY A ELEKTRONICKÝCH INFORMAČNÍCH ZDROJŮ	62
ABSTRAKT	66
ABSTRACT	67

Úvod

Čistecko-jesenický masív je tvořen žulovými horninami (granitoidy), které mají celou škálu rozdílného petrografického složení. Tyto intruzivní horniny vznikly ve formě hlubinných těles (plutony), jejichž části se po odnosu půdního krytu dostaly na povrch georeliéfu, podléhaly erozně-denudačním geomorfologickým procesům a vytvořily v okolní krajině formy reliéfu různých tvarů a velikostí. Vzhledem k jejich podobné odolnosti a vzhledem k omezení výzkumu na území nacházející se poblíž obce Petrohrad u Jesenice, čímž je zajištěn prakticky shodný paleoklimatický vývoj, byla intenzita a tempo denudace shodná. Lze to ilustrovat na relativní výškové členitosti území, která není nikterak rozdílná a v okolní krajině se projevuje jako částečně zarovnaný povrch.

Velmi častým jevem jsou balvany či seskupení balvanů, které dodávají okolní krajině jakýsi další rozměr. V krajině zpestřují lesní porosty a travnaté plochy, mohou vytvářet díky svému chemismu místa s vyšší biodiverzitou a celou historií poutají pozornost člověka (VÁCLAVOVÁ, 2008). Kromě estetického zpestření lze balvany chápat i jako orientační body v okolní krajině, či objekty lidových pověstí a pověr. Mimo jiné lidé tyto balvany využívali ke kamenickým, či sochařským účelům a vyráběli z nich např. smírčí kříže, boží muka apod. (VÁCLAVOVÁ, 2008). Výskyt podobných antropogenních výtvarů je zejména v tomto regionu (severní Plzeňsko, Karlovarsko a jižní Ústecko) velice hojný (SPOLEČNOST PRO VÝZKUM KAMENNÝCH KŘÍŽŮ PŘI MĚSTSKÉM MUZEU V AŠI, 2014). Následný výzkum tedy bude touto antropogenní činností, která je velmi obtížně kvantifikovatelná, zřejmě ovlivněn.

1. Cíle práce

Hlavním cílem práce je porozumět procesu vzniku granitického reliéfu a verifikovat různé modely jeho vývoje dostupné v literatuře. K hlavnímu cíli lze dospět pomocí těchto cílů dílčích:

- rozbor literatury týkající se témat teorie zarovnaných povrchů a chemického zvětrávání žul,
- zhotovení digitálního modelu reliéfu z dostupných dat,
- lokalizace skalních stěn a prostorová analýza jejich směrů,

- terénní měření puklinového systému na skalních stěnách,
- lokalizace akumulčních oblastí balvanů na základě terénního mapování,
- kategorizace balvanů dle velikosti a tvaru.

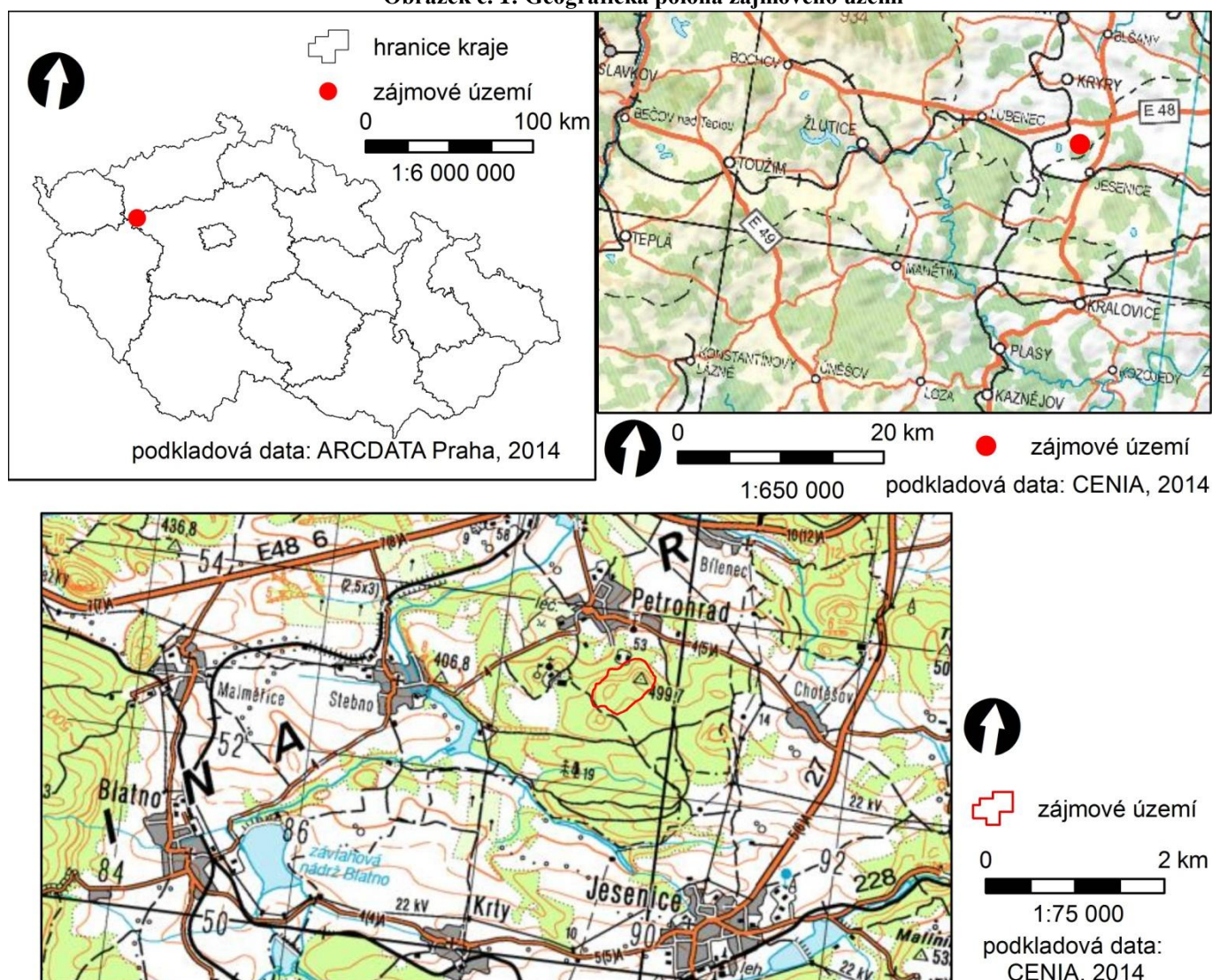
2. Vymezení zájmového území a jeho základní fyzickogeografické charakteristiky

2.1 Geografická poloha

Zájmové území se nachází v katastrálním území obce Petrohrad u Jesenice (viz Obrázek č. 1). Tato obec leží v nejjižnější části Ústeckého kraje a její katastr hraničí se Středočeským i Plzeňským krajem. Přibližně 10 km západně od obce se ještě nachází hranice mezi Ústeckým a Karlovarským krajem. Z hlediska administrativního členění je poloha zájmového území tedy značně zajímavá. Oblast je součástí tzv. Vnitřní periferie, pro kterou je charakteristická nízká hustota osídlení, malá nabídka služeb, nestabilní a málo silná lokální mikrocentra a záporný stav měny obyvatelstva (BOŘEK, 2014).

Rozloha zájmového území činí 292 066 m² a zeměpisné souřadnice nabývají hodnot od 50°06'59'' do 50°07'26'' s. z. š. a od 13°26'53'' do 13°27'33'' v. z. d. (GEOPROHLÍŽEČ ČÚZK, 2014). Hranice zájmového území na většině míst kopírují vrstevnice, někde údolnice popř. hřbetnice.

Obrázek č. 1: Geografická poloha zájmového území

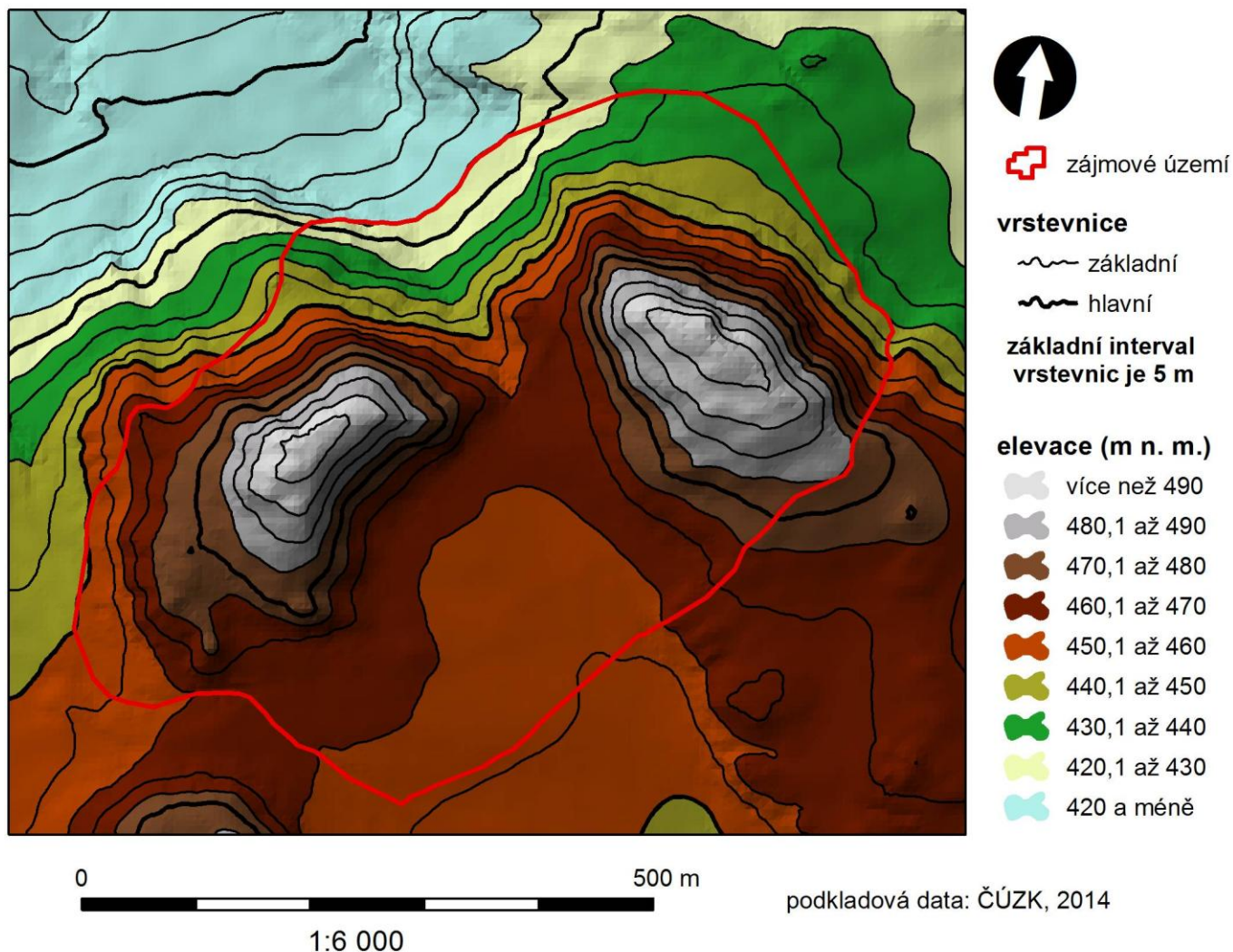


Zdroj: vlastní zpracování

2.2 Reliéf

Zájmové území je tvořeno dvěma vrchy s přilehlými svahy, mezi něž je vklíněna rovinatá část ve tvaru trojúhelníku. Ve východní části se jedná o vrchol Spálený vrch s nadmořskou výškou 499,9 m, druhý vrchol v západnější části se jmenuje Kozinec a dosahuje 499 m n. m. Zatímco vrcholová partie Spáleného vrchu je protažena ve směru SZ-JV, u Kozince je to směr SV-JZ. Nejmenších hodnot pak dosahuje vrstevnice s nadmořskou výškou 420 m, která částečně vymezuje území ze severu (viz Obrázek č. 2).

Obrázek č. 2: Nadmořské výšky v zájmovém území



Zdroj: vlastní zpracování

Tabulka č. 1: Geomorfologické členění zájmového území

SYSTÉM	Hercynský
PROVINCIE	Česká vysočina
SUBPROVINCIE	Poberounská soustava
OBLAST	Plzeňská pahorkatina
CELEK	Rakovnická pahorkatina
PODCELEK	Žihelská pahorkatina
OKRSEK	Petrohradská pahorkatina

Zdroj dat: Ministerstvo životního prostředí, 2014

2.3 Geologie

2.3.1 Regionálně geologické členění

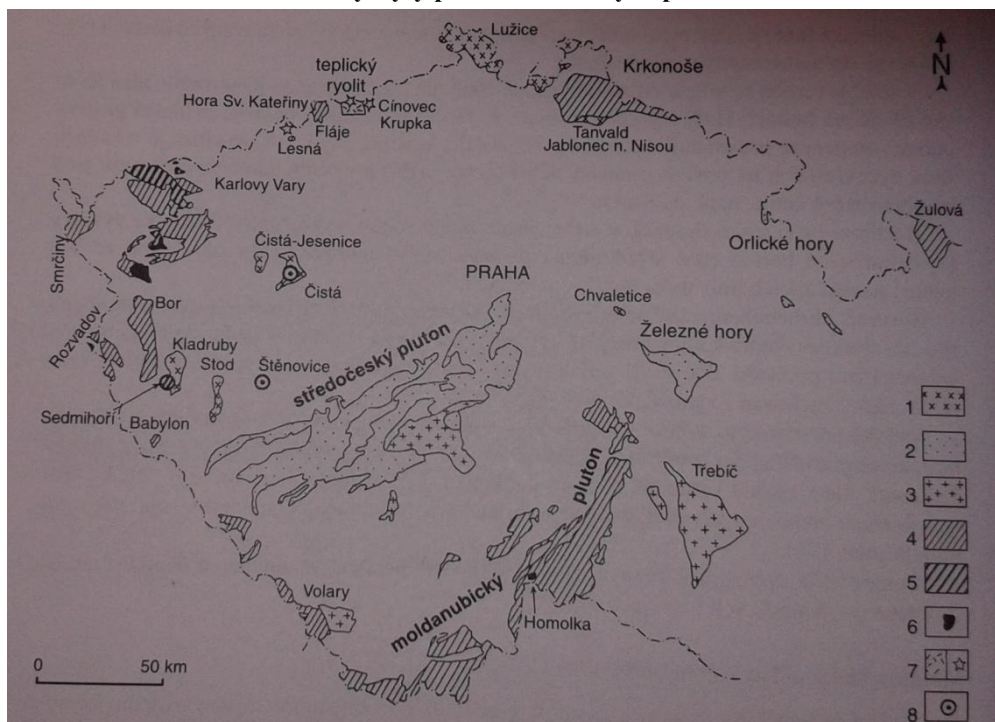
Z hlediska regionálně geologického členění je čistecko-jesenický masív, ve kterém se nachází zájmové území, součástí Českého masívu a dále se řadí do krystalinika a prevariského paleozoika, do oblasti středočeské (bohemikum). Bohemikum se dále

dělí na několik hierarchicky nižších částí, přičemž v literatuře se toto dělení může lišit. Podle Chlupáče a Štorcha (1992) patří čistecko-jesenický masív k proterozoiku Barrandienu. Štěpánek (2012) jej řadí k magmatitům v bohemiku a dále k lounskému plutonu.

2.3.2 Geologický vývoj

Významným horotvorným procesem, který ovlivnil vznik velké části granitoidních magmatických hlubinných těles, je variské (hercynské) vrásnění. V Evropě probíhalo od středního devonu do spodního permu (cca 380–260 Ma) a bylo vyvoláno kolizí Gondwany a Laurussie (PETRÁNEK, 2007). Tehdejší variské (hercynské) pásemné horstvo bylo částečně překryto v důsledku mladšího alpinského vrásnění, nebo působením denudace rozrušeno a dnes lze najít tedy pouze jeho zbytky, z nichž Český masív je jeden z největších (CHLUPÁČ a kolektiv, 2002). Zbytky variscidů na našem území jsou ilustrovány na obrázku č. 3 a z hlediska regionálně geologického členění zasahují zejména do moldanubické a středočeské oblasti, ale místně můžeme najít hlubinná magmatická tělesa také v oblasti sasko-durynské, západosudetské a moravskoslezské.

Obrázek č. 3: Povrchové výskyty převážně variských plutonitů na našem území



1 – prevariské plutonity; 2-8 – variské plutonity: 2 – tonality-granodiority, 3 – durbachity, 4 – méně diferencované granodiority-granity, 5 – silně diferencované granity, 6 – lithné granity, 7 – vulkanicko-plutonická tělesa, 8 – pně granodioritů čisteckého typu
převzato z CHLUPÁČ a kolektiv, 2002 podle K. Breitera – A. Sokola 1997

F. Kossmat v roce 1927 variské horstvo rozčlenil na několik podélných zón, které se od sebe liší intenzitou a stářím deformace. Tyto odlišnosti lze pozorovat i v Českém masívu zejména v oblasti moldanubika a bohemika (viz Obrázek č. 3). I v rámci těchto oblastí a dokonce také na území samotného, relativně malého, čistecko-jesenického masívu existují rozdíly mezi intenzitou a stářím deformací a stupněm obnažení hlubinných těles (viz Obrázek č. 4). Bohemikum, do kterého spadá i čistecko-jesenický masív, je na rozdíl od moldanubika postiženo slabší deformací a výstupy plutonitů zde také nejsou plošně tak významné jako je tomu např. u středočeského plutonického komplexu, který je do moldanubika zařazován (CHLUPÁČ a kolektiv, 2002). Obnažení granitoidů, které vznikly pod povrchem jako hlubinná tělesa, způsobila zejména rychlá eroze, a to již v průběhu samotného vrásnění (CHLUPÁČ a kolektiv, 2002).

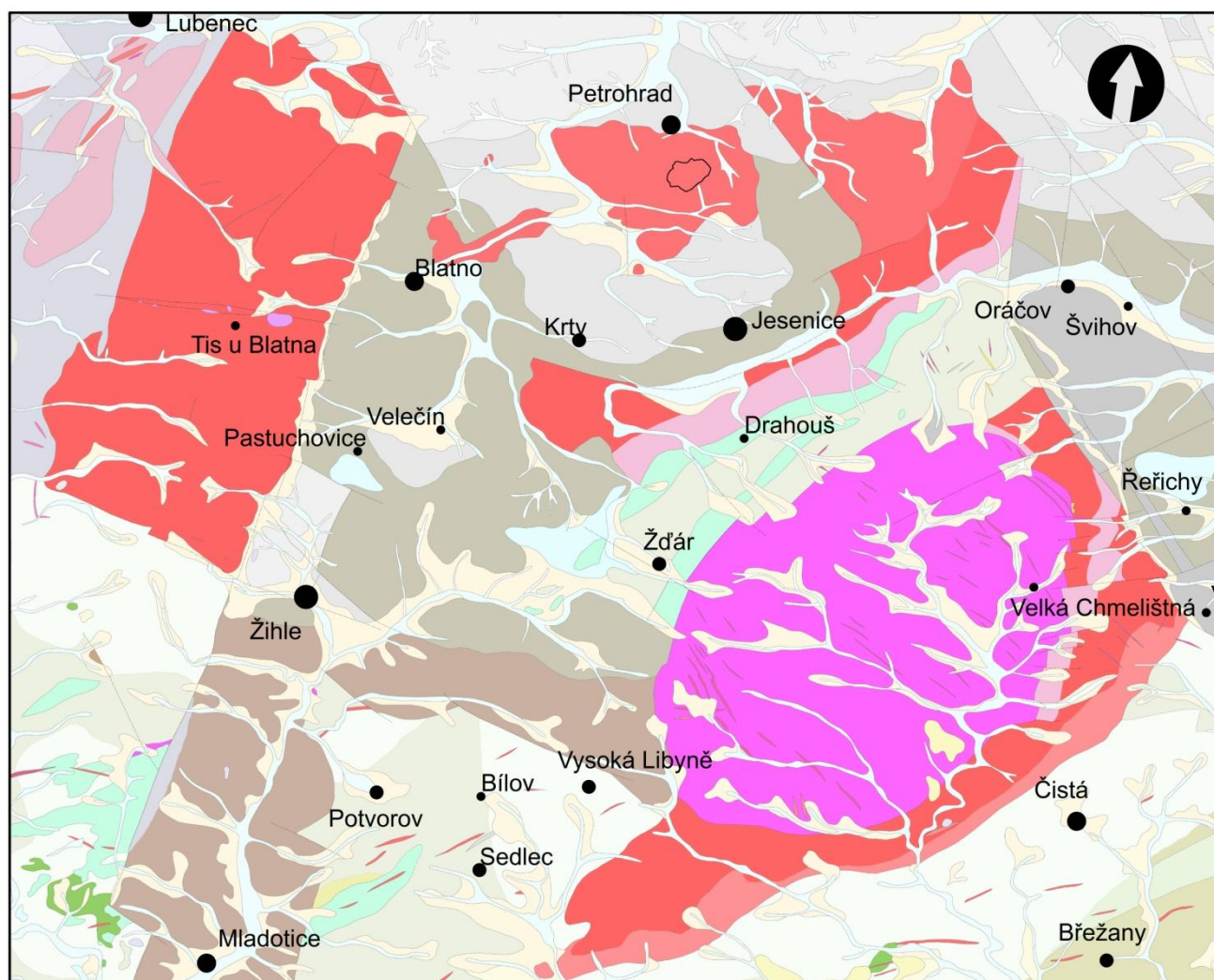
Čistecko-jesenický masív je zajímavý zejména tím, že se zde vyskytují plutonity prevariské a variské zároveň. Předpokládá se, že tiský granit, který vznikl na rozmezí kambria a ordoviku (tedy kolem 490 Ma), byl prostoupen ve svrchním devonu (přibližně 370 Ma) čisteckým granodioritem (CHLUPÁČ a kolektiv, 2002). Na jejich kontaktu docházelo k přeměnám, které spočívali v obohacení hornin o Mo, Zr, Th a jiné stopové prvky (tzv. alkalická metasomatóza) (CHLUPÁČ a kolektiv, 2002).

2.3.3 Geologické složení

Geologická mapa (viz Obrázek č. 4) byla vytvořena pomocí WMS služby na stránkách České geologické společnosti v ArcMapu. Hlavní oblastí zájmu jsou samozřejmě granitoidy, které se podle vzniku dají rozdělit na prevariské (vznikly před variským vrásněním) a variské (vznikly v důsledku tohoto orogénu). Liší se od sebe samozřejmě i petrografickým složením a výsledkem je tedy 6 různých typů hlubinných vyvřelin, které jsou od sebe těžko rozpoznatelné díky podobnosti barevných odstínů.

Hornina v zájmovém území je označena jako biotitický granit s porfyrickou strukturou, což je v rozporu s obrázkem č. 4 (str. 18) a Breiterovým výzkumem, který ji označuje jako biotitický granodiorit petrohradského typu. Podrobnější popis včetně vcelku podrobného petrografického složení této horniny lze nalézt na str. 17–18.

Obrázek č. 4: Geologické složení čistecko-jesenického masívu (vlastní zpracování)







0 4 km



1:125 000

GRANITOIDY

prevariská intruziva (neoproterozoikum až spodní paleozoikum)




-  biotitický granit se středně zrnitou texturou
-  leukokrání (alkalicko-živcový) granit muskovit-biotitický
-  biotitický až amfibol-biotitický granodiorit
-  granodiorit až metatonalit s porfyrickou texturou

variská intruziva (paleozoikum)



-  biotitický granit s porfyrickou texturou
-  nerozlišený granit

SEDIMENTY



karbon

-  pískovec, slepenec, jílovec, prachovec (barruel)
-  jílovec, aleuropelit, pískovec, arkóza (stephan B)
-  pískovec, arkóza, slepenec, jílovec, prachovec (westphal C a D)

kenozoikum

-  fluviální písčité štěrky
-  deluviální písčito-hlinitý až hlinito-písčité sediment

METAMORFITY

-  zelená břidlice (neoproterozoikum)
-  metagabro (devon, karbon)

obce podle počtu obyvatel

- méně než 100
- 100 až 500
- 501 až 1000
- více než 1000

 zájmové území

podkladová data:
ARCDATA Praha, 2014
Česká geologická služba, 2015

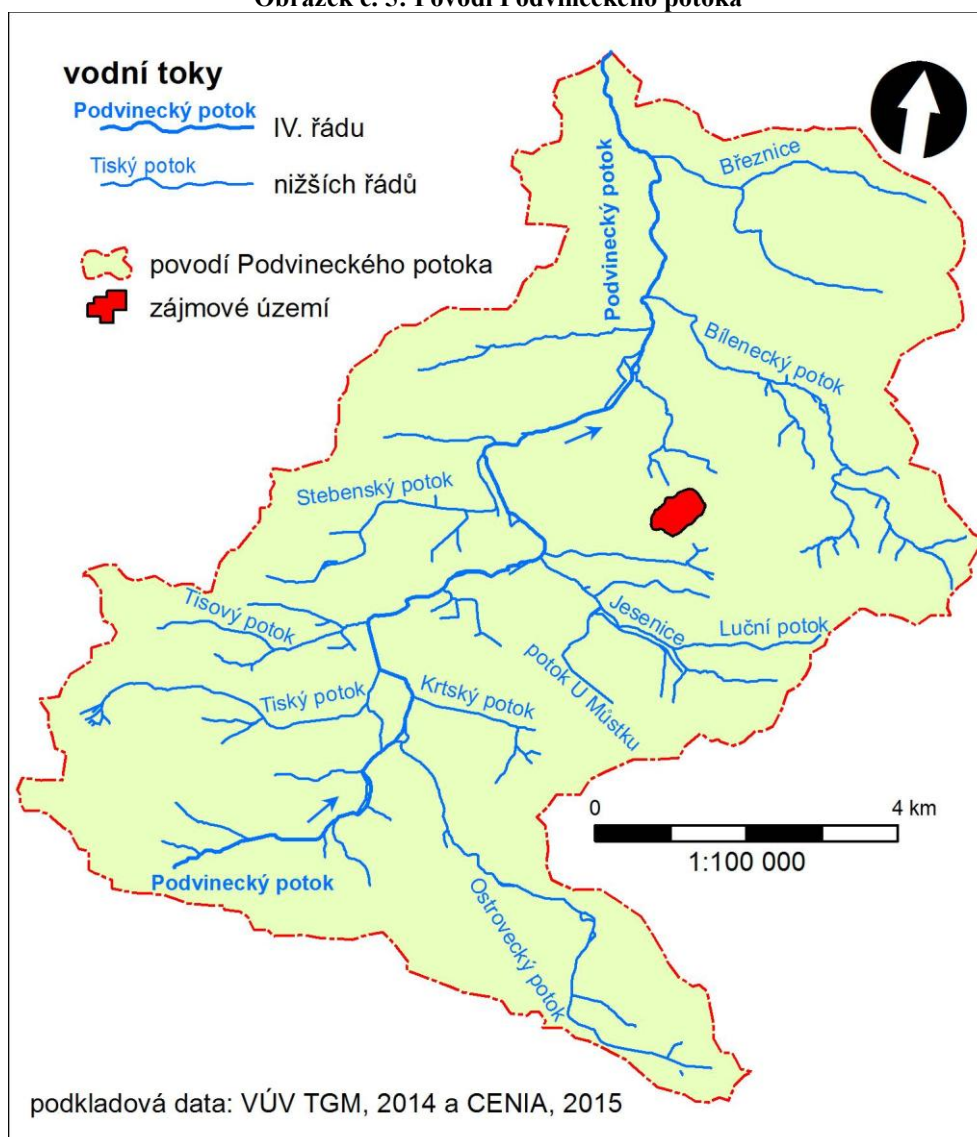
2.4 Hydrologie

Celé zájmové území leží v povodí Podvineckého potoka (viz Obrázek č. 5). Podvinecký potok má dvě zdrojnice, z nichž jedna pramení v nadmořské výšce cca 474 m a druhá přibližně v 464 m. Obě se nachází na západním okraji katastrálního území obce Pastuchovice. Po zhruba 18 km se potok vlévá do Blšanky v 330 m n. m. v obci Kryry. Soutok se nachází severozápadně od vrchu Na výhledech (383 m n. m.), na kterém byla mezi lety 1905–1906 (oficiální stránky města Kryry, 2016) postavena Schillerova rozhledna.

Podvinecký potok je vodním tokem IV. řádu (→Blšanka→Ohře→Labe) a spadá do úmoří Severního moře. Povodí Podvineckého potoka hraničí mimo jiné na jihu s povodím Střely a na jihovýchodě s povodím Rakovnického potoka. Část rozvodnice, která vymezuje povodí Podvineckého potoka, je zároveň rozvodnicí II. řádu a odděluje povodí Ohře a Vltavy. Průměrný průtok Podvineckého potoka při ústí je $0,32 \text{ m}^3\text{s}^{-1}$ (VLČEK, 1984).

Z větších vodních nádrží na Podvineckém potoce lze jmenovat: Velečinský rybník, vodní nádrž Blatno, Stebenský rybník a Finklův rybník (seřazeno po proudu toku).

Obrázek č. 5: Povodí Podvineckého potoka



Zdroj: vlastní zpracování

3. Rozbor literatury

3.1 Čistecko-jesenický masív v odborných publikacích

Radim Kettner (1930) publikoval v časopise Věda přírodní článek pojednávající o granitickém reliéfu poblíž obcí Žihle a Tis. Jedná se o území v nejsevernějším výběžku Plzeňského kraje, které je geologicky součástí čistecko-jesenického masívu. Granitický reliéf se vyznačuje osobitým zvětráváním a rozpadem masívu na jednotlivé balvany či tzv. kamenná stáda. Množství a tvar balvanů nejsou jednotné, ale jsou ovlivněny zejména zrnitostí žuly a nerostným složením. Přestože převažují balvany zaobleného tvaru, jemnozrnné žuly zpravidla vytvářejí více ostrohranné tvary a vyskytují se spíše jako solitéry a nikoliv skupinově. Hrubozrnné žuly jsou v našich

klimatických podmínkách dosti náchylné ke zvětrávání, a to až na strukturu písku. Po odnosu zvětralin se odkrývají tzv. žulová jádra, která jsou viditelná nad povrchem právě ve formě zaoblených balvanů. Dále je v článku vysvětlována nestejnomylnost zvětrávání žul, která je doložitelná i pouhým pozorováním. Není výjimkou, že se v bezprostřední blízkosti vyskytují žuly zvětralé na sypký materiál a nezvětralé žulové balvany velkých rozměrů. Příčin takových odlišností je hned několik: nerostné složení, struktura a textura horniny (konkr. velikost a uspořádání jednotlivých součástí v žule) a puklinatost žul. Žuly mají z důvodu postupného tuhnutí magmatu od center koncentrickou texturu, která má za následek její miskovitý (resp. cibulovitý) rozpad (viz Obrázky č. 6 a 7). Odličnost žul je deskovitá, lavicovitá, případně kvádrovitá a tomu odpovídá i pro žuly charakteristická puklinatost. Lze rozlišit tři typy puklin (S, Q a L). L-pukliny se vyskytují ve směru působení tlaku (nejčastěji jsou tedy vodorovně s georeliéfem), ostatní dva typy puklin jsou kolmé na směr působení tlaku a zároveň kolmé na sebe samé. Zvětrávání pak má největší intenzitu logicky právě v místech puklin, postupuje v jejich směru a díky jejich trojrozměrnosti pak vznikají zaoblené až kulovité (resp. žokovité) balvany. Právě čistecko-jesenický masív je autorem považován za oblast s nejčetnějšími a nejkrásněji tvarovanými útvary tohoto druhu. Kettner však ve svém článku nepíše o masívu čistecko-jesenickém, ale o masívech čisteckém, jesenickém a tiském. Toto rozdělení je vhodné pro další fragmentaci čistecko-jesenického masívu jako celku a odpovídá tomu i rozdílné petrografické složení. Závěrem článku si autor posteskné nad antropogenním vlivem na tuto ojedinělou krajinu (konkr. nad zpracováváním balvanů ke kamenickým účelům). Srovnává své dvě návštěvy lesa východně od Žihle (nejedná se o zájmové území BP) v letech 1913 a 1930 a dospívá k výsledku, že z původních sedmi kamenných stád se dochovalo jedině.

Obrázek č. 6 a 7: Cibulovité odlupování žul



foto: BOŘEK, 2014

Dalším článkem s takřka stejnou tematikou je Balatkův příspěvek v časopise *Lidé a země* (1977). Zde se autor domnívá, že žulové útvary, jakými jsou např.: žoky, bochníky, hříby, viklany, kamenná stáda apod., vznikaly ve dvou fázích. Nejdříve ve starších třetihorách nastalo období intenzivního chemického zvětrávání, které bylo důsledkem intenzivních srážek. Výsledné zvětralinny byly v pozdějších dobách odneseny a odkryta zůstala odolnější jádra ve formě balvanů. Zbytek článku se věnuje místnímu geomorfologickému popisu tiského masívu, který se nachází přibližně v trojúhelníku mezi obcemi Lubenec, Blatno a Žihle. Tato oblast, která leží západně od zájmového území, je zbytkem starého zarovnaného povrchu, o čemž svědčí nevelké rozdíly v relativní nadmořské výšce. Severně od tiského masívu na katastrálním území sídla Ležky se nachází Kapucínské skály, které jsou autorem považovány za produkt mrazového zvětrávání a svahových pochodů.

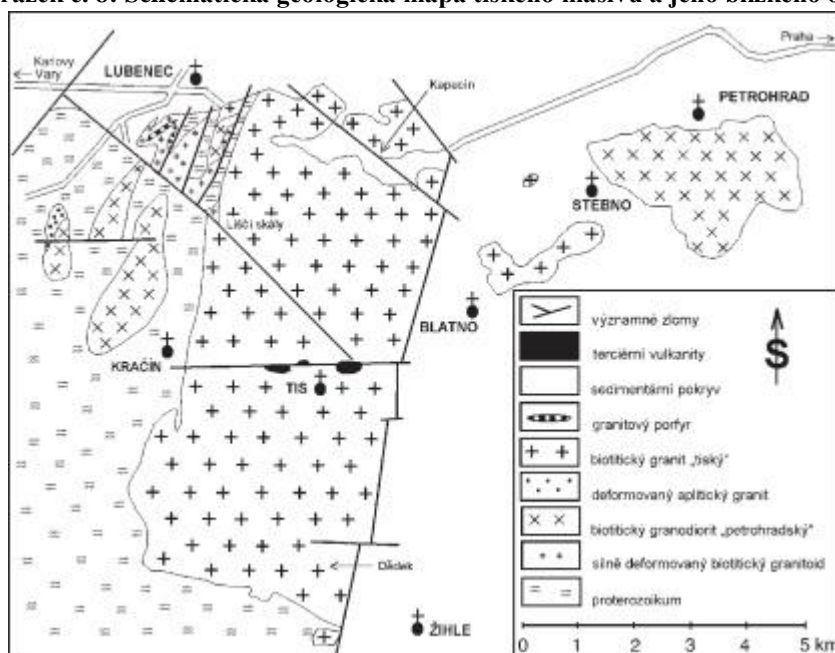
V roce 1993 navštívila Česká geologická společnost čistecko-jesenický masív. K této příležitosti napsal Ferry Fediuk (1993) průvodce pro exkurzi, kde jsou relativně podrobně a z petrografického hlediska velmi odborně popsány jednotlivé zastávky exkurze. Jako ústřední geologické těleso celé oblasti je považován čistecko-jesenický granitoidní pluton. Autor zdůrazňuje četné kamenolomy, jejichž provoz je z většiny již historií. Hlavním zájmem exkurze byl jedinečný tiský granit, který je specifický granitovými autolity (žulové pecky uzavřené v žule), granitové monolitické balvany u Žihle a také 3 lomy kvalitního kameniva (kvarcdiority, diority, gabra, gabronority až melagabra), které jsou součástí svrchního proterozoika a vyskytují se v prstenci zmiňovaného granitoidního plutonu – kamenolom Brant na úbočí Senecké hory u obce

Příčina, kamenolom na Šibeničním vrchu severně od obce Kožlany a kamenolom Mladotice. Další zastávkou exkurze jsou přírodní monolitické balvany Dědek a Bába nacházející se západně od obce Žihle, které jsou tvořeny biotitovým granitem tiského typu.

Velmi zajímavý a inovativní výzkum provedl Karel Breiter (2004), který se zabýval rozdílnostmi granitoidů tiského masívu. Tiský masív, který je považován za součást čistecko-jesenického plutonu popř. nepotvrzeného plutonu lounského, ční nad povrch v jednom hlavním a dvou vedlejších výchozech (viz Obrázek č. 8) – přibližně obdélníková oblast mezi obcemi Lubenec a Žihle, výchoz u Krt a výchoz u Petrohradu (zde se nachází také zájmové území této práce). Předešlý výzkum Kopeckého a kol. (1997) prezentuje všechny oblasti jako jediný horninový typ, a to tiský granit. V Blažkově geologické mapě z roku 1996 je granit z hlavní oblasti tiského masívu a z okolí Krt charakterizován jako stejnoměrně zrnitý biotitický granit a v okolí Petrohradu jako mírně porfyrická facie biotitického granitu. Další autoři Orlov (1933) a Chlupáčová (1970) považují petrohradský výchoz za biotitický granodiorit. Chlupáčová zmiňuje mimo jiné shodnost granodioritu z petrohradského výchozu s granodiority nacházejícími se západně od tiského masívu poblíž Kračina. Finální variantou celé situace je pak obrázek č. 8, kde jsou vymezeny 4 základní typy granitoidů:

- petrohradský biotitický granodiorit charakterizován jako středně zrnitý porfyrický biotitický granodiorit (přívlastek petrohradský je mu přiřčen z důvodu nezaměňování s granodioritem čisteckým),
- tiský biotitický granit popsán jako stejnoměrně zrnitý (zřídka až nevýrazně porfyrický) hrubozrný biotitický granit,
- silně deformovaný drobnozrný leukokrání aplitický granit, který vystupuje v těsné vazbě na petrohradský granodiorit,
- leukokrání jemnozrný granitový porfyr, který je nezávislý na předchozích granitoidech a nepochybně se jedná už o variscid.

Obrázek č. 8: Schematická geologická mapa tiského masívu a jeho blízkého okolí



zdroj: BREITER, 2004

V článku je dále podrobná petrografická a geochemická analýza složení jednotlivých typů hornin, jejíž zjednodušené výsledky jsou uvedeny v tabulce č. 2.

Tabulka č. 2: Rozdíly v chemickém složení petrohradského biotitického granodioritu a tiského biotitického granitu

	petrohradský biotitický granodiorit	tiský biotitický granit
SiO ₂	65 až 69 %	73 až 75 %
Al ₂ O ₃	14 až 15 %	11 až 13 %
Fe ₂ O ₃	4 až 5,5 %	1 až 2,5 %
MgO	1 až 1,7 %	0,1 až 0,4 %
CaO	1,5 až 2 %	0,2 až 0,6 %
K ₂ O	3,5 %	4 až 5 %
Na ₂ O	prakticky shodné: 3 až 3,5 %	

zdroj dat: BREITER, 2004

Závěr Breiterova článku se věnuje tektonickým vlivům variské orogeneze na tiský masív. Je konstatováno, že tiský masív byl postihnut pohybem od západu k východu a deformace vcelku rigidního bloku byly koncentrovány na střížné zóny ve směru severozápad-jihovýchod a severovýchod-jihozápad. V ostatních částech masívu se deformace projevíly změnou struktury hornin (zejména na porfyroblastickou strukturu, která se vyznačuje vznikem tzv. porfyrů = vyrostlic), rekrystalizací křemene a vznikem žil aplitického granitu v západní části tiského masívu.

3.2 Teorie zarovnaných povrchů

Zarovnané povrchy pokrývají velkou část pevnin a nachází se zejména v tektonicky klidných oblastech, kde dochází k dlouhému působení exogenních činitelů. Existují 2 hlavní typy těchto plání z pohledu jejich geneze, a to erozní a akumulární. První typ lze nalézt v nejrůznějších litologických a strukturních podmínkách, kdežto akumulární roviny jsou tvořeny takřka výhradně sedimenty buďto aluviálními, nebo lakustrinními a nachází se zejména při úpatích svahů. Geomorfologové se snaží tyto zarovnané povrchy dále kategorizovat např. dle jejich geneze a zavádí pro ně specifické termíny.

3.2.1 Parovina (peneplén)

Davis (1899) přichází s pojmem peneplén a lokalizuje jej do humidního klimatu. Dle autora se jedná o předposlední fázi geomorfologického Davisova cyklu. Povrch je zde pod neustálým působením srážek a následně říčních systémů snižován a postupně zarovnáván. Pro peneplény je typické, že se nejedná o absolutně rovné povrchy, nýbrž o zvlněný reliéf se zaoblenými vrcholy. Jedná se o sečný povrch, který působí na reliéf bez ohledu na různou odolnost hornin (odolnější horniny mohou tvořit suky konvexních tvarů, které se mírně zvedají nad okolní reliéf) a je neustále shora snižován. Obvykle jsou zde vyvinuty mocné vrstvy zvětralin. Vzhledem k tomu, že peneplény se vyvíjí postupně a změny na reliéfu jsou z časového hlediska velmi pozvolné, přichází Twidale (1983) s termínem *ultiplain*.

Část geomorfologů (Naumov, 1971; Baulig, 1956) je toho názoru, že v úvodních etapách vývoje peneplénu probíhala *pediplanace*, ve které dochází ke snižování povrchu za působení boční eroze, a původně se tedy jednalo o *pedimenty*. Až v další fázi dochází k plošnému splachu shora, který je pro peneplény tak typický.

3.2.2 Pediplén

Pro oblasti v aridním až semiaridním klimatu je užíván pojem *pediplain*. V rozporu s tímto tvrzením je mnoho geomorfologů, kteří tvrdí, že *pedimentace* může probíhat ve všech klimatomorfogenetických oblastech a liší se pouze její intenzitou. Mezi autory tohoto konceptu zarovnaných povrchů se řadí Maxson s Andersonem (1935) a King (1942 a 1953). Tento typ zarovnaného povrchu vzniká spojením *pedimentů* (tento termín byl zaveden Gilbertem, 1882), kdy povrch podléhá z několika různých směrů

exogenním vlivům (eolická činnost, kryogenní vlivy, působení teplotních rozdílů apod.), svahy následně díky tomu ustupují, až dojde ke spojení. Pediment se vyskytuje zejména při úpatích svahů a je oblastí, přes kterou putuje svahový materiál do nižších nadmořských výšek. Nedochozí zde k intenzivní erozi ani akumulaci a mocnost sedimentů zde tedy není nikterak závratná (může ji odnést jedna povodeň). Specifickým typem pedimentů (resp. pediplénů) jsou kryopedimenty, které vznikají působením kryogenních (mrazových) pochodů.

Někteří autoři (Vidal Romaní a Twidale, 1998) tvrdí, že tyto dva typy zarovnaných povrchů (peneplén a pediplén) se od sebe geneticky ani rychlostí vývoje neliší, a tak je ani nerozlišují a zahrnují je jednoduše do skupiny zarovnaných povrchů.

3.2.3 Exhumované (pohřbené) roviny (povrchy)

Thomas (1978) přichází s termínem exhumované roviny (příp. povrchy). Ty vznikají tak, že po rozlámání geologické jednotky je svrchní méně odolná vrstva hornin odnášena a na povrchu zůstává fosilní reliéf s tzv. inselbergy.

3.2.4 Etchplén

Dalším typem zarovnaného povrchu je etchplén, který poprvé zmiňuje Wayland (1933). Je pro něj typická vrstva zvětralin, jejíž mocnost dosahuje přibližně 3 m. V další fázi erozního cyklu, kdy je povrch vyzdvižen, odnáší exogenní činitelé tuto zvětralinu a výsledkem je obnažená bazální zvětrávací plocha, která je nadále vystavena zvětrávání. Není vyloučeno, že celý proces se může několikrát opakovat. Odolnost hornin a jejich rozpukání do velké míry ovlivňuje tvar a výšku bazální zvětrávací plochy, a tak etchplén, přestože se jedná o zarovnaný povrch, může být elevačně členitý. Na skutečnost dosti variabilních hloubek saprolitu a na to, že ve stejné nadmořské výšce se může nacházet hornina v různém stádiu zvětrání, poukázali Ollier (1965, 1984) a Bremer (1971, 1985). Tento jev byl nazván Büdelem jako divergentní zvětrávání. Navíc na bazální zvětrávací plochu působí i podzemní vody a vegetace, které urychlují zvětrávání a usnadňují cestu srážek do hloubky.

Této teorie využil Büdel (1957) k vytvoření konceptu dvoufázově zarovnávaného povrchu (odnos zvětralin = regolitu = saprolitu, zvětrávání bazální plochy). Tuto teorii potvrzuje zejména v oblastech střídavě vlhkých tropů, kde tomuto vývoji napomáhají pravidelné a extrémní srážkové rozdíly. Büdelův koncept se brzy ujal mezi vědci a byl

aplikován napříč celým světem (např.: pro zarovnané povrchy západní Evropy – Bakker a Levelt, 1964; pro Českou vysočinu – Czudek a Demek, 1970).

3.3 Geomorfologické formy granitického reliéfu

3.3.1 Inselberg

Termínem inselberg jsou označovány tzv. ostrovní hory, které se tyčí nad okolní zarovnaný povrch. Jedná se o termín, který má původ v německém jazyce, neboť ho poprvé použil německý geolog Wilhelm Bornhardt (1900) při svém výzkumu na území dnešní Tanzanie. Vytváří se v tropickém a subtropickém klimatu zejména na granitech a metamorfovaných horninách. Tento povrchový útvar lze však nalézt i na sedimentech (Ayers Rock, Olgas - Austrálie). Existuje stále mnoho názorů na genezi těchto útvarů a v literatuře se nachází několik možných definic inselbergů. Zpočátku Twidale (1968) tyto formy lokalizoval výhradně do oblastí tropických. Později ten samý autor, ale i jiní (Vidal Romaní, 1998; Birot 1958; Thomas, 1974...), nacházeli tyto formy v různých klimatických i morfologických oblastech (v Evropě byly popsány Penckem již v r. 1924). Po tomto zjištění jsou 2 varianty vysvětlení. Buď inselbergly mohou vznikat v různých klimatických podmínkách, nebo jsou paleoklimatickým indikátorem. Obecným trendem v geomorfologii je první možnost s tím, že příznivější podmínky pro jejich vznik poskytuje tropické klima, a to jak vlhké tak suché.

Obecnější definici těchto forem poskytl Young (1972), která, co se prostorového vymezení týče, obsahuje pouze lokalizaci do relativně homogenního okolního reliéfu. Němečtí geomorfologové rozlišují inselbergly z hlediska jejich výskytu na inselbergly poziční, které jsou situovány do oblastí s nízkou erozí (např. rozvodí), a na inselbergly tvořené velmi odolnými horninami. Dále bude však popsáno rozdělení jiné, a to na inselbergly tvořené balvany (boulder inselbergs, tors) a klenbové inselbergly (domed inselbergs, bornhardy).

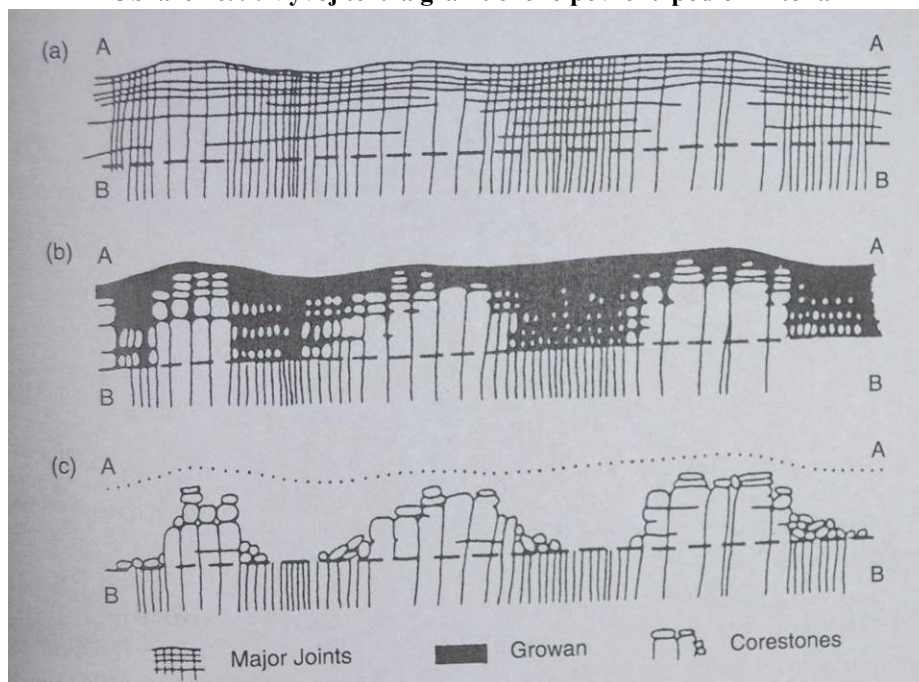
3.3.1.1 Blokované inselbergly, tory (boulder inselbergs, tors)

Tyto formy se váží na horniny se systémem puklin. Nejhojněji se vyskytují na granitech a dále na rulách, břidlicích, kvarcitech, diabasech, pískovcích a arkózách. Balvany (sféroidicky zvětralé corestones) se vyskytují v nejrůznějších oblastech a dosahují rozličných rozměrů, které jsou závislé na typu puklin a na mezerách mezi jednotlivými

balvany. Naprostá většina takových balvanů není ostrohranná, ale má zakulacený tvar (elipsoidický až kulatý). Některé z nich, díky zvětrávání spodních puklin nebo bloků pod nimi, jsou nestabilní a u nás je pro ně vcelku vžitě pojmenování viklan (v angličtině pak „perched blocks“, nebo „balanced blocks“). Často se pak přemísťují, valí či padají ze svahu dolů. Skupiny balvanů (kamenná stáda), které se vyskytují ve vrcholových partiích reliéfu, bývají také označovány termínem skalní věže či hrady (castle kopjes = koppies = rock towers).

Právě puklinatost hornin umožňuje hluboké zvětrávání, které je logicky intenzivnější v oblastech frekventovanějších puklin. Tyto procesy a vývoj zformuloval Linton (1955) jako dvoufázovou hypotézu (hloubkové zvětrávání bazální plochy a následná eroze a odnos zvětralin). Tento model je zobrazen na obrázku č. 9.

Obrázek č. 9: Vývoj torů a granitického povrchu podle Lintona



a - bazální zvětrávací plocha tvořená granitickými horninami s puklinovým systémem, nejintenzivnější hloubkové zvětrávání proniká podél hlavních puklin (major joints)

b - zvětralý granit (growan),

c - po odnosu zvětralin na povrchu zůstávají odolná jádra jednotlivých balvanů (corestones) a zbylá bazální zvětrávací plocha

zdroj: Linton, 1955

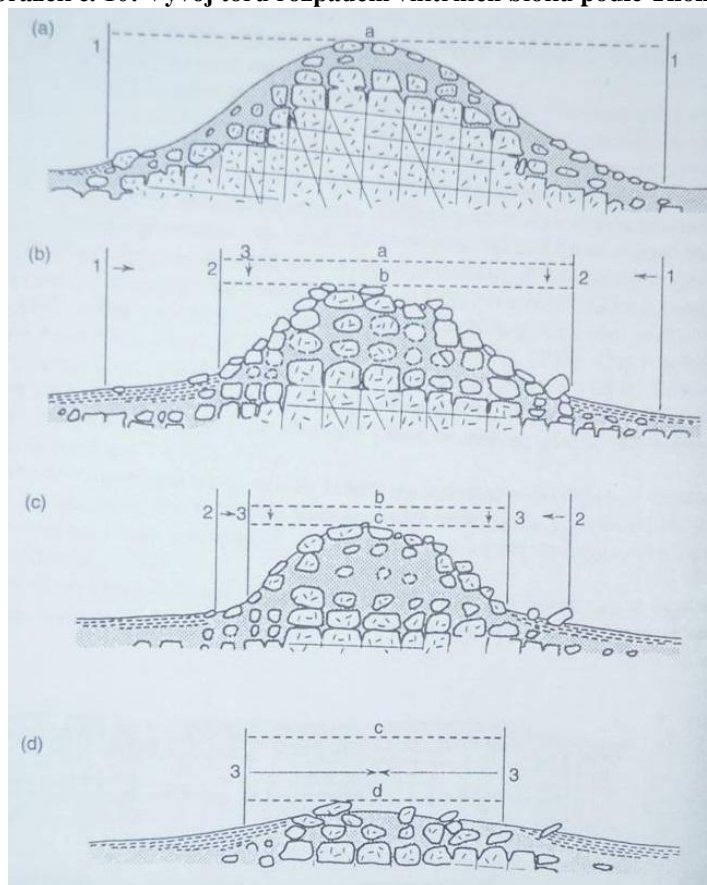
Je důležité brát na vědomí vztah mezi zvětráváním a denudací. Pokud je zvětrávání bazální plochy více intenzivní než eroze, nemohou být odkryty skalní bloky. V opačném případě zajistí intenzivnější eroze odkryv bazální zvětrávací plochy. Odkryté výchozy jsou poté vystaveny subaerickému zvětrávání. Zvětralininy jsou pak odnášeny pomocí různých exogenních činitelů, podle klimatu.

Hlavními procesy v takovém reliéfu jsou zvětrávání bazálního povrchu, eroze grusu (zvětralá, fragmentovaná hornina) a snižování povrchu, které může vést až k zániku torů.

Během třetihor bylo chemické zvětrávání velmi intenzivní a vytvářelo se tedy velké množství zvětraliny, která vzhledem ke klimatu byla odnášena za pomoci periglaciálních procesů. S tímto faktem přišel Linton ve svém výzkumu v jižní Anglii a prakticky shodně ho interpretovali na český masív Czudek a Demek (1971).

Kromě Lintonovy dvoufázové hypotézy jsou druhou tendencí Kingovy představy o vzniku torů (viz Obrázek č. 10). Ten tvrdí, že tory vznikají ústupem svahů, na jejichž úpatích vznikají pedimenty.

Obrázek č. 10: Vývoj torů rozpadem vnitřních bloků podle Thomase



a, b, c, d – snižování vrcholové partie; 1, 2, 3 – ústup svahů

Vnitřní rozpad je způsoben vyšší intenzitou zvětrávání, díky vlivu podzemní vody a laterálního zvětrávání, která vede k ustupování svahů.

zdroj: Thomas, 1978

3.3.1.2 Klenbové inselberg, bornhardt (domed inselbergs, bornhardts)

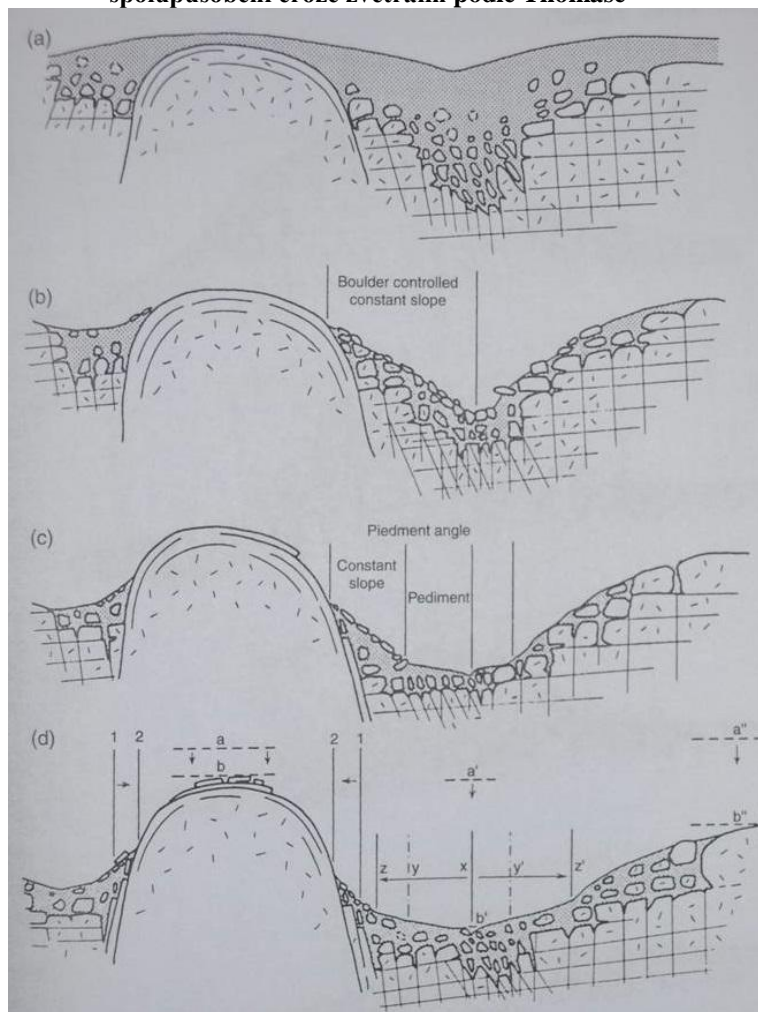
Termín bornhardt byl použit Willisem (1936) pro krystalické dómy (kupole) na počest německého geologa Bornhardta, který jako první popisoval inselberg. Tyto formy se vyvíjí na odolných horninách, zejména na žulách a v případě centrální Austrálie či Španělska i na pískovcích či slepencích. Svahy takových forem bývají strmé, ale tyčí se nad okolní povrch velmi proměnlivými výškami (od jednotek po stovky metrů). V případě malých výšek bývají označovány termíny „ruwary“ nebo „whalebacks“. Jejich horizontální tvary jsou kruhové až eliptické a ve většině případů jsou postiženy rozlámáním. Lze je nacházet osamocené či jako seskupení několika takových forem. Jejich vymezení vůči okolnímu reliéfu může být velmi ostré a na první pohled zřejmé, ale i značně obtížné bez známky modifikace sklonu. Bornhardty se vyskytují v nejrůznějších klimatických podmínkách od oblastí ekvatoriálních deštných lesů až po severní část Norska.

Většina studií tvrdí, že bornhardty nejsou závislé na typu horniny a argumentují stejnou litologií v jejich podhůřích. Někteří autoři jsou opačného názoru. Například Jeje (1973) při výzkumu v jihovýchodní Nigérii nachází inselberg na biotitických porfyrických granitech a nikoliv už na okolních rulách a břidlicích. Brooks (1978) dospěl k názoru, že inselberg se vyskytují ve větší míře na horninách, které byly vystaveny draselnému metasomatismu, nebo v plutonech, které obsahují hodně draslíku, případně v horninách, kde docházelo k nízkoteplotní krystalizaci křemene.

Na vznik forem inselbergů panují v současnosti 2 hlavní názory. King, Cotton, Howard, Pugh, Kesel, Selby a jiní jsou zastánci hypotézy paralelního ústupu svahů (scarp retreat hypothesis). Jedná se víceméně o pediplanaci, jejímž konečným výsledkem je snižování povrchu inselbergu na úroveň okolního terénu a vytvoření zarovnaného povrchu, konkrétně pediplénu.

Druhým názorem je teorie exhumace, která tvrdí, že inselberg se objevují na povrchu po odnesení nadložního materiálu (viz Obrázek č. 11). K zastáncům tohoto přístupu patří třeba Ollier, Boyé, Frisch, Thomas a Twidale. Obě teorie vzniku bornhardtů se podobají teoriím vysvětleným v předchozí kapitole. Hypotéza paralelního ústupu svahů připomíná Thomasův model vývoje torů rozpadem vnitřních bloků a teorie exhumace má analogii v Lintonově dvoufázové hypotéze.

Obrázek č. 11: Vývoj bornhardtů kontinuálním zvětráváním svrchní vrstvy horniny za spolupůsobení eroze zvětralin podle Thomase



snižování povrchu

a, b – nad vrcholem bornhardtů; a', b' - podél toku materiálu; a'', b'' - nad horninovým podkladem svahu

vývoj bočního svahu

1, 2 – ústup svahu pokrytého zvětralinou; x, y, z – rozšíření svahu pedimentu narušením konstantního sklonu; x', y', z' - rozšíření pedimentu ústupem pokryvu svahu

zdroj: Thomas, 1978

Při kontinuálním zvětrávání úpatí bornhardtů a odnosu odkrytého regolitu je snižován povrch okolí výrazně rychleji než je snižována vrcholová partie bornhardtů samotného. Zvětrávání a denudace střídavě působí na povrch v geologickém časovém měřítku, což má za následek až stovky metrů vysoké formy.

Bez ohledu na různé hypotézy vzniku bornhardtů je jisté, že k formování těchto tvarů je zapotřebí dlouhé období, a to nejlépe tektonicky klidné. Stáří bornhardtů odpovídá závislosti mezi rychlostí geomorfologických procesů, které je utváří, a jejich velikostí. Na zemském povrchu lze nalézt inselbergy staré desítky milionů let, ale i v současnosti odkrývané. Jedním z problémů je mimo jiné to, že se obtížně dá vysvětlit mohutnost

bornhardtů, které jsou velmi staré. Thomas (1974) to vysvětluje tak, že kupolovitý tvar klenutých inselbergů má na srážky efekt deštníku, který může být ještě zvýrazněn mocnou ochrannou vrstvou nadloží.

4. Metodický postup

4.1 Terénní práce

4.1.1 Mapování

Pomocí GPS (konkrétně přístroj Garmin eTrex 30) byly mapovány skalní stěny (jako linie) a akumulční oblasti balvanů (jako polygony).

V případě skalních stěn se jedná o lomené linie tvořené jednotlivými body. V zájmovém území se vyskytují skalní stěny o různé délce a výšce. Některé skalní stěny jsou tvořeny pouze 2 body a vytváří přímé linie, více bodů pak vytváří linie zpravidla delších skalních stěn a výsledným tvarem je tedy lomená linie.

Akumulční oblasti balvanů byly mapovány jako polygony. Tyto polygony mají různou rozlohu. V některých je pouze několik balvanů a v okolním terénu bez balvanů se jedná jen o jakýsi pomyslný ostrůvek. V případě, že balvany pokrývají značně rozlehlé území, bylo nutno při vytváření jednotlivých oblastí respektovat morfometrické charakteristiky terénu. Jako jednotlivé akumulční oblasti byly vymežovány takové, u kterých byl zjištěn podobný sklon a podobná orientace svahů. Bylo vycházeno z předpokladu, že části reliéfu s homogenními charakteristikami mají podobnou morfogenezi, morfochronologii a morfodynamiku (MINÁR a EVANS, 2008).

Elementarizace georeliéfu

Tvorba elementárních forem reliéfu je jedním z moderních přístupů geomorfologického mapování, který je aplikován a rozvíjen spolu s využíváním GIS (MENTLÍK a NOVOTNÁ, 2010). Území je na topické úrovni členěno na jednotlivé segmenty, které jsou z hlediska morfometrických charakteristik homogenní (MINÁR a EVANS, 2008). V dalších krocích geomorfologické analýzy jsou jednotlivým formám přiřazovány další atributy založené na morfogenezi, morfochronologii a morfodynamice (MENTLÍK a kol., 2006 a MENTLÍK a NOVOTNÁ, 2010). Na základě následně provedené regionalizace (spojování elementárních forem reliéfu se shodnými výše uvedenými

atributy) je zkoumána geneze a chronologie zkoumaného území. Na první pohled se zdá býti elementarizace reliéfu vcelku snadnou metodou, která je ovlivněna hlavně geometrickými diskontinuitami povrchu, nicméně autorovy sympatie k fuzzy přístupu (reliéf je nutné chápat komplexně, kdy jedna forma postupně přechází ve formu jinou) komplikovaly tvorbu elementárních forem.

Segmentaci reliéfu lze provádět pomocí několika možných přístupů, které se liší zejména v jejich morfogenetické či morfochronologické interpretaci, ale společným znakem je geometrická podobnost každé elementární formy (MINÁR a EVANS, 2008).

Mapování elementárních forem reliéfu je založeno na vnitřní homogenitě. Zdůrazňuje zejména morfometrickou homogenitu každé formy a její vyčlenění oproti okolnímu reliéfu (resp. morfometrickou odlišnost oproti okolním elementárním formám).

Elementarizace reliéfu zájmového území byla prvotně provedena z vytvořeného DMR, který byl vytvořen z LIDAR dat, v ArcGIS, a to na základě morfometrických diskontinuit. Hranice jednotlivých forem byly vymezovány zejména na základě diskontinuit orientací vůči světovým stranám a na základě podobného sklonu svahů. Následně byla provedena kontrola elementarizace v terénu, přičemž byly vymezeny pomocí GPS formy z DMR nezřetelné a některé hranice forem upraveny.

Výsledkem byla mapa elementárních forem reliéfu sloužící pro další kroky geomorfologické analýzy (MENTLÍK a NOVOTNÁ, 2010), tedy regionalizace akumulčních oblastí balvanů.

4.1.2 Měření skalních stěn a puklin

Každá skalní stěna má určitý směr a zároveň je orientovaná k některé světové straně. Pomocí buzoly byly tyto hodnoty změřeny ve formě azimutu, který je uváděn ve stupních. Výška skalních stěn (resp. jejich viditelné odkrytí) nabývá v jednotlivých případech různých hodnot. Vyšší výšky byly změřeny pomocí laserového dálkoměru Nikon Forestry Pro (viz Obrázek č. 12) a ke změření nižších výšek (cca do 5 m) posloužily v terénu vytvořené měřicí latě, které byly oryskovány po půl metru, případně pásmo.

Při mapování skalních stěn byly zaměřovány i příslušné pukliny. Pro všechny pukliny byl měřen, opět buzolou, jejich směr (v mnohých případech přibližně kolmý na směr

skalních stěn) a pomocí sklonoměru SILVA ClinoMaster byl měřen úklon každé pukliny, který nabývá hodnot 0 až 90°.

Obrázek č. 12: Používané přístroje v terénu



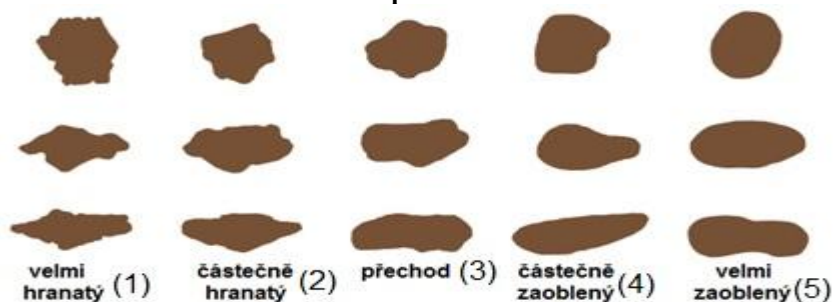
zdroj: VK Foto, 2016, MetroGreen, 2016 a Garmin, 1996-2016

4.1.3 Měření balvanů v akumulčních oblastech

Balvany byly měřeny ve třech na sebe kolmých osách (výška, délka, šířka) měřícími latěmi s přesností ± 10 cm (viz Obrázek č. 14). Podrobnější rozestupy rysek na dvoumetrových měřících latích by komplikovaly terénní výzkum, který by byl časově ještě náročnější, a navíc by hrozilo riziko větší chyby měření. Přesnější měření pomocí svinovacího metru, či pásma by bylo neproveditelné vzhledem k počtu balvanů a vzhledem k tomu, že měření (včetně zapisování) bylo prováděno někdy jednou a někdy dvěma osobami. Navíc značná velikost balvanů činí 10cm toleranci v měření zanedbatelnou.

Kromě měření balvanů ve třech na sebe kolmých osách bylo sledováno také zaoblení každého měřeného balvanu. Byla vytvořena tato stupnice (viz Obrázek č. 13): 1 – velmi hranatý, 2 – částečně hranatý, 3 – přechodný stupeň, 4 – částečně zaoblený, 5 – velmi zaoblený. Na základě pozorování pak byla k jednotlivým balvanům přiřazována některá z hodnot.

Obrázek č. 13: Schéma pro určení zaoblení balvanů



upraveno dle Wikimedia Commons, 2009

4.2 Zpracování dat

4.2.1 Skalní stěny, puklinové systémy

K vyhodnocení směrů skalních stěn, směrů puklin a jejich uklonění byl použit volně dostupný program Georient, ver. 9.5.1 (HOLCOMBE, 2015). Program vyhodnocuje orientovaná data (úsečky, nebo přímky resp. plochy) ve formě růžicových diagramů a stereografických projekcí a vizualizuje tak směry linií a ploch (např. puklinou může být proložena plocha) ve 2D (u přímek resp. ploch), případně 3D (u orientovaných úseček, vektorů), prostředí, což je v případě velkého množství naměřených dat nutné.

Aby Georient byl schopen zpracovat naměřená data správně, bylo nutno naměřená data upravit. Směry skalních stěn musely být převedeny tak, aby všechny náležely intervalu 0° až 180° a uklonění puklin bylo měřeno tak, že vodorovné pukliny měly hodnotu 0° a svislé pukliny 90° .

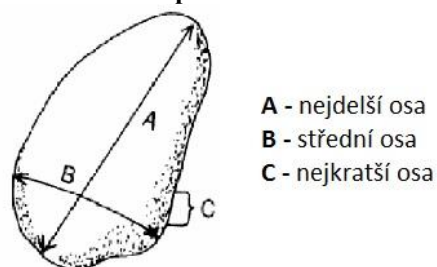
Kromě samotných směrů puklin byl v terénu měřen také jejich sklon. Směr a sklon každé pukliny byl zobrazen pomocí programu Georient do 3D prostředí, konkrétně na kulový vrchlík (tzv. stereonet).

4.2.2 Akumulační oblasti balvanů

4.2.2.1 Rozměry balvanů

Prvním měřeným rozměrem u každého balvanu byla výška (tedy vzdálenost nejvyšší části balvanu od okolního povrchu), která byla měřena zpravidla kolmo k povrchu. Dalším rozměrem byla délka, která dosahovala vždy větších hodnot než šířka, třetí měřený

Obrázek č. 14: Způsob měření balvanů



- A - nejdelší osa
- B - střední osa
- C - nejkratší osa

zdroj: HUBBARD a GLASER, 2005

rozměr. K tomu, aby byly počítány velikostní či tvarové charakteristiky každého balvanu, bylo nutno tyto tři rozměry seřadit od největšího po nejmenší. Z výšky, délky a šířky se tak staly osy a, b a c, přičemž musí platit: $a \geq b \geq c$ (viz Obrázek č. 14).

Po seřazení os dle velikosti byl počítán index velikosti každého balvanu a index tvaru následovně:

$$\text{index velikosti balvanu} = \sqrt[3]{a \times b \times c}$$

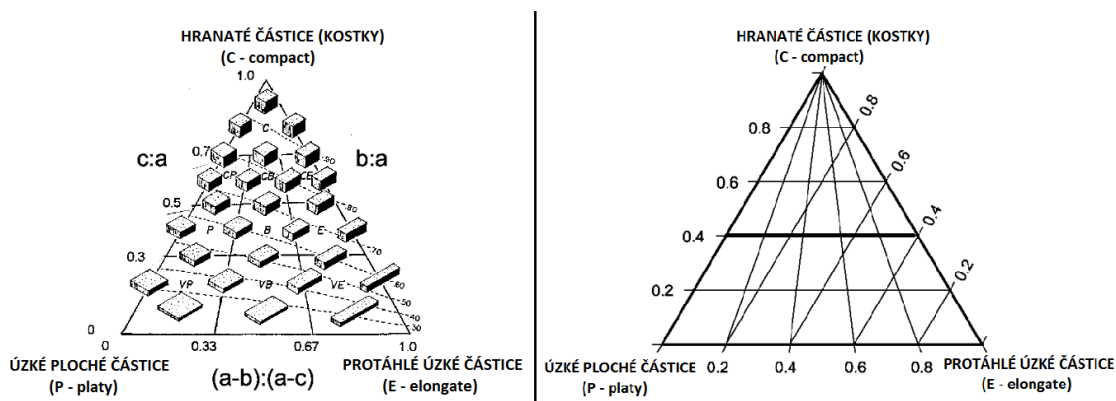
$$\text{index tvaru balvanu} = \sqrt[3]{\frac{b \times c}{a^2}}$$

zdroj: BUNTE a ABT, 2001

Tyto dva indexy byly počítány pro každý balvan a dále byly spočítány vybrané statistické ukazatele (průměr, maximum, minimum a variační koeficient) těchto indexů pro každou akumulární oblast, aby je bylo možno porovnávat.

Pro další analýzu tvaru balvanů v jednotlivých akumulárních oblastech byl použit Sneed and Folk diagram (BUNTE a ABT, 2001). Jedná se o trojúhelníkový graf, ve kterém jsou na jednotlivé strany trojúhelníku vynášeny poměry stran tak, jako tomu je na obrázku č. 15. K sestavení diagramů pro každou akumulární oblast byl použit program Excel, konkrétně rozšíření vytvořené GRAHAMAM a MIDGLEYEM (2000).

Obrázek č. 15: Sneed and Folk diagram



zdroj: BUNTE a ABT, 2001

Do trojúhelníkového Sneed and Folk diagramu (SNEED a FOLK, 1958) byla na osu c:a vynesena tzv. C₄₀ linie (MENTLÍK, 2006). Nad touto linií se vyskytují balvany víceméně pravidelné (resp. osa c dosahuje alespoň 40 % osy a), zatímco pod ní jsou balvany nepravidelné, jejichž osa c je významně kratší než nejdelší osa a. Od této linie je odvozena tzv. C₄₀ hodnota vyjadřující podíl nepravidelných balvanů. Např. C₄₀ = 30 % → 30 % balvanů v akumulární oblasti je nepravidelných (tzn. osa c nedosahuje ani 40 % osy a) a nachází se tedy ve Sneed a Folk diagramu pod C₄₀ linií.

4.2.2.2 Zaoblenost balvanů

Zaoblenost byla hodnocena vizuálně dle obrázku č. 13 a jednotlivé akumulční oblasti prezentují histogramy se zastoupením jednotlivých tříd zaoblení. Z histogramů byla spočítána hodnota RA (MENTLÍK, 2006), což je podíl hranatých balvanů (přesněji řečeno velmi hranatých + částečně hranatých) na všech v jednotlivých akumulčních oblastech.

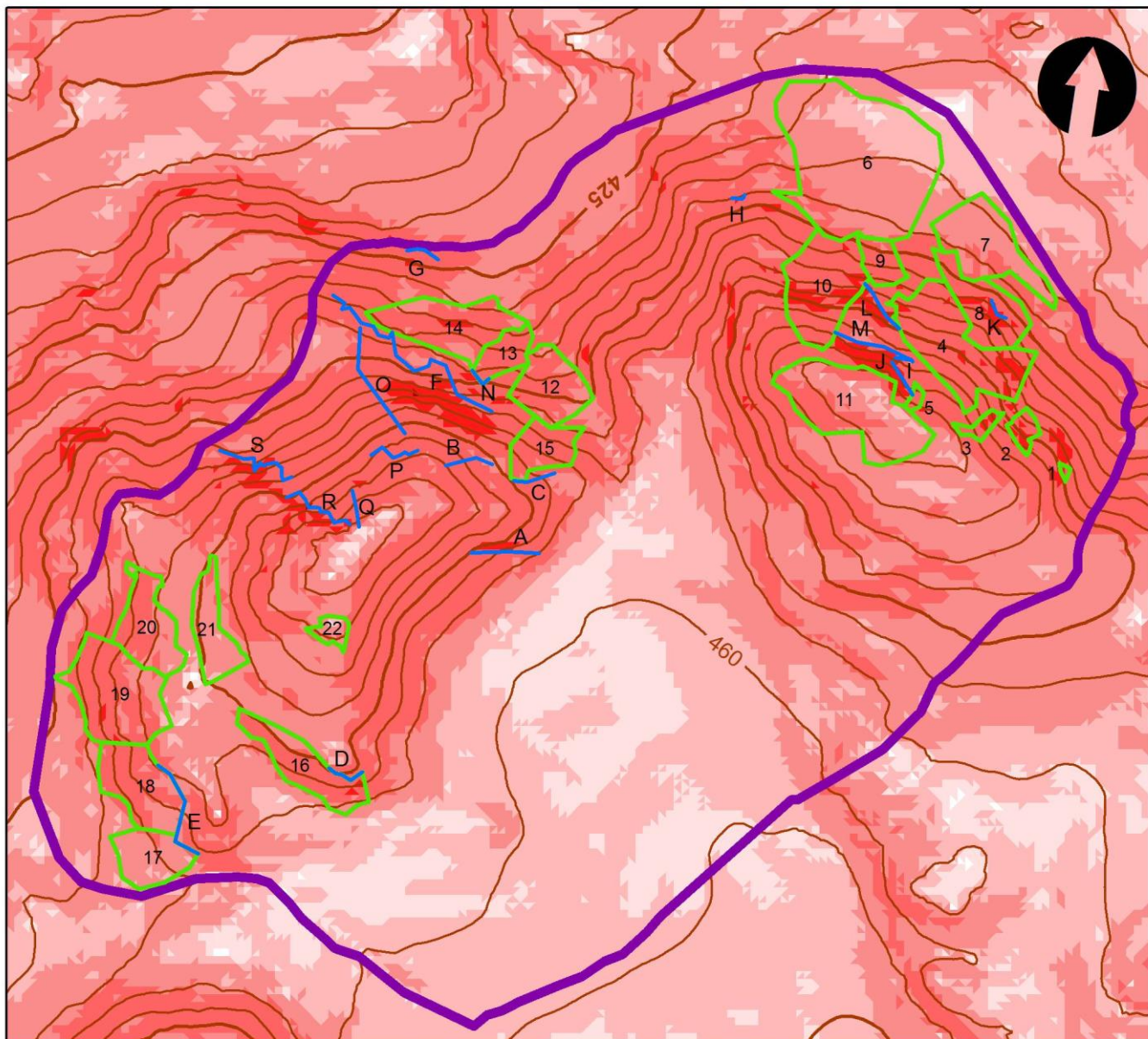
Po spočítání hodnot C_{40} a RA pro každou balvanitou akumulaci byl vytvořen graf, kde je na osu x vynášena hodnota C_{40} a na osu y hodnota RA (MENTLÍK, 2006). Do grafu bylo zaneseno všech 22 akumulčních oblastí, přičemž jejich blízkost v grafu je důsledkem podobných charakteristik tvaru a zaoblenosti balvanů v jednotlivých akumulcích.

5. Výsledky

5.1 Terénní mapování

Na obrázku č. 16 jsou k vidění výsledky GPS mapování, tedy lokalizace skalních stěn a akumulčních oblastí balvanů. Skalních stěn bylo v zájmovém území objeveno a zmapováno celkem 19 (A až S), akumulčních oblastí o různé rozloze pak 22. Rozdělení sklonů do jednotlivých tříd bylo provedeno podle Demka (1972).

Obrázek č. 16: Skalní stěny a akumulční oblasti balvanů zmapované v zájmovém území



vrstevnice

základní

hlavní

základní interval
vrstevnic je 5 m

sklony (ve stupních)

méně než 0,5

0,5 až 2,0

2,1 až 5,0

5,1 až 15,0

15,1 až 35,0

35,1 až 55,0

více než 55



zájmové území

0 200 m

1:4 250

terénní mapování

E

skalní stěny



akumulační oblasti balvanů

Zdroj: vlastní zpracování

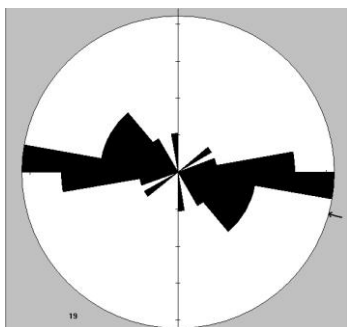
5.2 Směry skalních stěn a puklin

Tabulka č. 3: Měřené charakteristiky skalních stěn

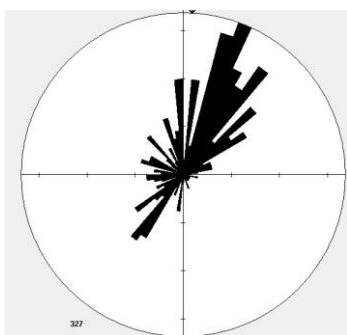
skalní stěna	body GPS	směr (azimut ve stupních)	orientace (azimut ve stupních)	výška odkrytí (v metrech)
A	010—012	81	159	4,4
B	013—015	82	359	8,4
C	017—019	76	338	5
D	020—024	82	188	6,6
E	025—030	150	251	10,5
F	031—048	92	6	29
G	050—053	110	18	5,6
H	054—057	176	265	4,2
I	141—142	96	8	8
J	143—144	129	46	13
K	199—201	114	19	7,5
L	204—209	138	46	9,5
M	234—236	94	346	18,4
N	292, 293, 296	106	6	11
O	408—410	128	210	9,5
P	411, 414—419	54	351	2,6
Q	420—423	138	238	2,15
R	424—435	95	9	6
S	436—449	112	8	4,3

Zdroj: vlastní zpracování

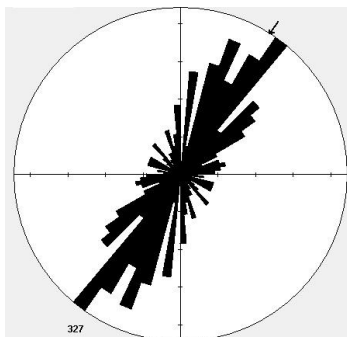
Obrázek č. 17: Směry skalních stěn



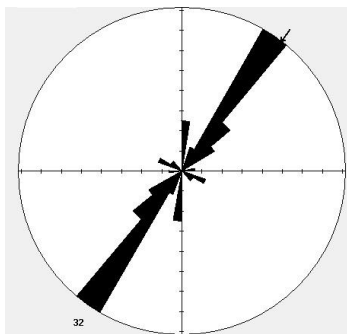
Obrázek č. 18: Směry puklin (polar lines)



Obrázek č. 19: Směry puklin (lines)



Obrázek č. 20: Směry puklin ve skalní stěně E



Z obrázku č. 17 je zřejmé, že naprostá většina skalních stěn (konkr. 17 z 19 tedy 89,47 %) má směr v hodnotě azimutu od 70° do 150° (resp. od 250° do 330°), z nichž největší množství skalních stěn (konkr. 7 z 19 tedy 36,84 %) nabývá hodnot 80° až 100° (resp. 260° až 280°). Zobecněním celé situace dojdeme k závěru, že skalní stěny jsou orientovány ve směru východo-západním.

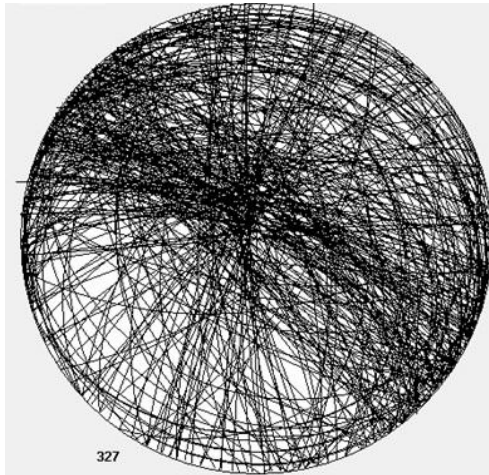
Obrázek č. 18 ukazuje směry puklin ve skalních stěnách. Pukliny byly zadávány do programu Georient jako polopřímky díky čemuž bylo možno zadávat hodnoty azimutu v intervalu 0° až 359° . Pukliny měly často směr kolmý na směr skalních stěn, což je zřejmé z obrázků č. 12 a 13. Pukliny jsou čteněji zastoupeny v severní polovině růžicového diagramu. Je to způsobeno tím, že skalní stěny jsou většinou orientovány na sever. V terénu byly jen 2 skalní stěny, které byly orientované k jihu.

Na obrázku č. 19 jsou také směry puklin, ale jsou zadávány jako linie s azimuty v intervalu 0° až 179° . Příčinou tvorby tohoto obrázku byla snaha objevit 2 základní na sebe kolmé směry puklin, které by potvrdily existenci S-puklin a Q-puklin, které jsou pro žuly typické. Teoreticky by tak jeden směr puklin měl být kolmý na směr skalních stěn (resp. rovnoběžný s orientací skalních stěn), což lze porovnáním obrázku č. 17 s obrázkem č. 18 a 19 potvrdit, a druhý směr puklin by měl být se směrem skalních stěn rovnoběžný. Vzhledem k tomu, že nad většinou skalních stěn byl půdní substrát a skalní stěny byly většinou odkryty pouze z její čelní strany (nikoliv shora), naprosto

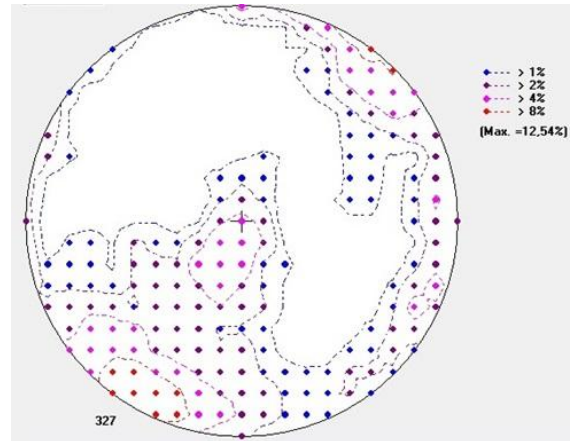
převažují pukliny, které jsou kolmé na směr skalních stěn.

Skalní stěna E byla jednou z mála, která byla částečně odkryta i shora. Na obrázku č. 20 je tedy zřejmé, že existuje i druhý směr puklin, který je rovnoběžný se směrem skalních stěn.

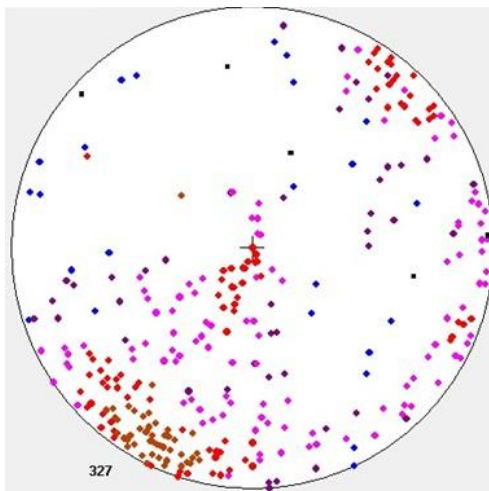
Obrázek č. 21: Stereonet zobrazující všechny pukliny jako roviny



Obrázek č. 23: Stereonet zobrazující oblasti s nejfrekventovanější puklinatostí

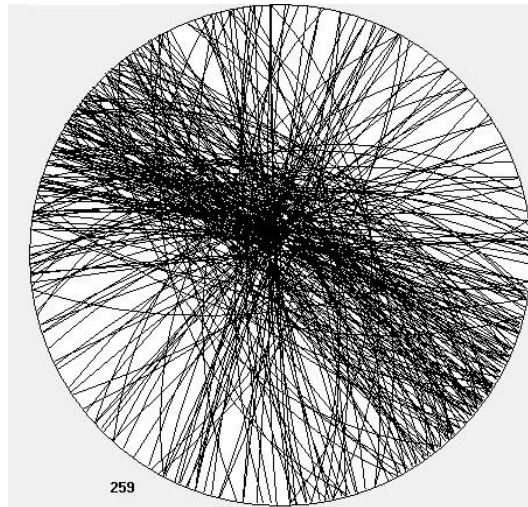


Obrázek č. 22: Stereonet zobrazující všechny pukliny jako body

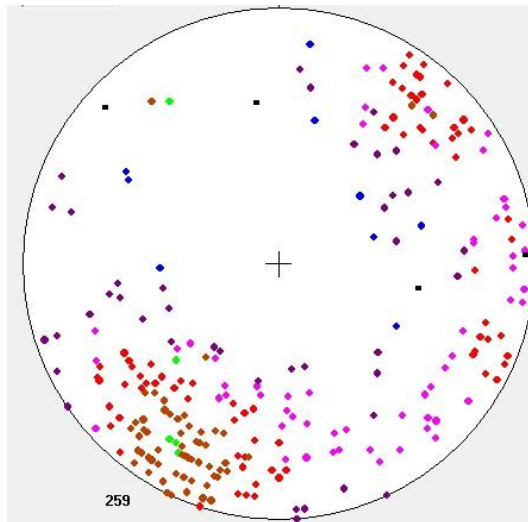


Vstupními daty pro obrázky č. 21, 22 a 23 byly směry a sklony všech měřených puklin. Vzhledem k tomu, že do programu byly vloženy i L-pukliny s malým úklonem, mohou být tyto obrázky značným způsobem zkresleny. Obrázky č. 24, 25 a 26 ukazují výsledky s již odfiltrovanými L-puklinami. Na těchto obrázcích byly respektovány pouze pukliny se sklonem vyšším než 40° .

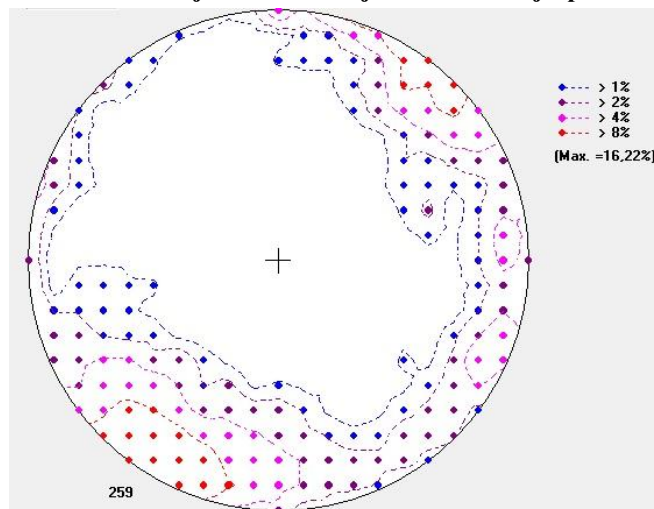
Obrázek č. 24: Stereonet zobrazující S a Q pukliny jako roviny



Obrázek č. 25: Stereonet zobrazující S a Q pukliny jako body



Obrázek č. 26: Stereonet zobrazující oblasti s nejfrekventovanější puklinatostí S a Q puklin



5.3 Akumulační oblasti balvanů

Tabulka č. 4: Vybrané charakteristiky akumulčních oblastí balvanů

akumulační oblast	rozloha (v m ²)	počet balvanů	průměrný index velikosti balvanu (v cm)	průměrný index tvaru balvanu	průměrné zaoblení balvanu	C ₄₀ (v %)	RA (v %)
1	44	4	319	0,7904	2,75	0	50
2	354	10	267,5	0,7756	2,4	10	50
3	255	18	216,1	0,7488	2,39	16,67	50
4	3 626	75	276,1	0,7513	2,56	16	49,33
5	116	3	456,1	0,5658	2,67	66,67	33,33
6	8 273	91	189,8 (239,1)	0,5697 (0,7053)	1,87	79,12 (27,47)	80,22
7	2 415	68	198,1 (249,6)	0,601 (0,7036)	2,28	69,12 (26,47)	64,71
8	1 873	64	251,2	0,6953	2,28	31,25	64,06
9	691	12	309,9	0,6849	2	25	75
10	2 838	64	262,3	0,7447	2,48	28,13	57,81
11	3 902	53	231,3	0,6877	3,79	30,19	1,89
12	1 759	38	240,5	0,6479	2,16	50	71,05
13	819	27	288,1	0,705	2,15	37,04	74,07
14	2 487	86	241,6	0,6863	1,98	45,35	79,07
15	1 190	36	355	0,7219	2,64	27,78	41,67
16	1 924	59	215,6	0,693	2,83	27,12	28,81
17	1 471	35	198,8 (250,5)	0,5246 (0,6551)	2,34	85,71 (42,86)	62,86
18	2 194	75	226,7	0,6648	2,23	30,67	62,67
19	3 282	154	206,6	0,6883	2,77	27,92	37,01
20	1 889	134	143,6	0,6739	2,8	39,55	36,57
21	1 402	71	148,2	0,589	2,99	77,46	25,35
22	353	34	181,1	0,7033	3,06	29,41	26,47

Zdroj: vlastní zpracování

U akumulčních oblastí 6, 7 a 17 byla zdvojnásobena výška všech balvanů. Důvody této operace jsou uvedené v kapitole 5.3.1 u příslušných akumulčních oblastí. Výsledky po zdvojnásobení výšky balvanů jsou uvedené v závorce.

Tabulka č. 5: Vybrané statistické ukazatele vypočítaných indexů v jednotlivých akumulacích oblastech balvanů

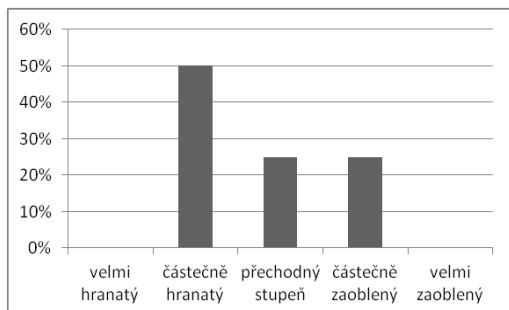
akumulační oblast	index velikosti balvanů				index tvaru balvanů			
	průměr (v cm)	maximum (v cm)	minimum (v cm)	variační koeficient	průměr	maximum	minimum	variační koeficient
1	319	414	252	0,214	0,790	0,934	0,613	0,177
2	267,5	432	157	0,383	0,776	0,907	0,617	0,118
3	216,1	407	142	0,313	0,749	0,924	0,517	0,170
4	276,1	483	122	0,314	0,751	0,964	0,406	0,173
5	456,1	537	320	0,259	0,566	0,624	0,509	0,102
6	189,8	345	98	0,268	0,570	0,928	0,322	0,191
7	198,1	355	93	0,269	0,601	0,914	0,334	0,239
8	251,2	507	119	0,358	0,695	0,955	0,344	0,175
9	309,9	412	157	0,257	0,685	0,954	0,376	0,213
10	262,3	547	101	0,318	0,745	0,929	0,481	0,166
11	231,3	448	135	0,278	0,688	0,956	0,357	0,197
12	240,5	447	179	0,247	0,648	0,941	0,376	0,241
13	288,1	495	186	0,240	0,705	0,970	0,531	0,147
14	241,6	476	106	0,328	0,686	0,976	0,303	0,220
15	355	772	186	0,335	0,722	0,949	0,448	0,202
16	215,6	423	99	0,333	0,693	0,936	0,355	0,192
17	198,8	304	80	0,265	0,525	0,796	0,296	0,228
18	226,7	483	111	0,348	0,665	0,908	0,413	0,198
19	206,6	570	99	0,371	0,688	0,980	0,307	0,201
20	143,6	416	63	0,384	0,674	1,000	0,357	0,181
21	148,2	404	50	0,442	0,589	0,898	0,336	0,177
22	181,1	452	90	0,469	0,703	0,992	0,381	0,216

Zdroj: vlastní zpracování

Index velikosti a index tvaru balvanů byl počítán pro každý balvan dle vzorců uvedených v kapitole 4.2.2.1. Čím vyšší je hodnota indexu velikosti, tím větší je balvan, a čím více se index tvaru blíží jedné, tím je balvan pravidelnější (jeho měřené osy jsou si podobnější). Jelikož je v každé balvanité akumulaci různý počet balvanů, byly počítány různé statistické ukazatele, aby byly akumulacní oblasti porovnatelné (konkr. byly vybrány: aritmetický průměr, maximum, minimum a variační koeficient). Variační koeficient je ukazatelem, který vyjadřuje v relativních číslech rozdílnost jednotlivých balvanů v každé akumulaci. Čím je tato hodnota menší, tím jsou si balvany (buď velikostně, nebo tvarově) v jednotlivých akumulacích podobnější.

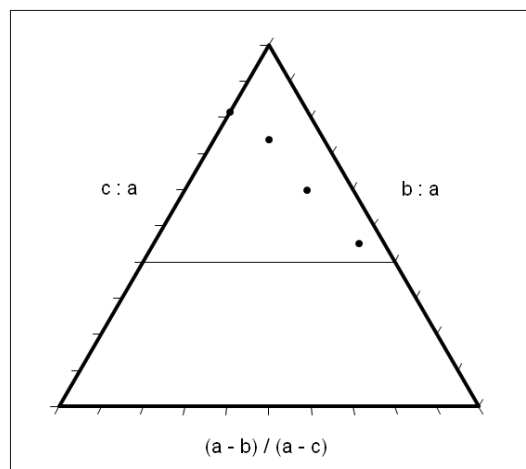
5.3.1 Zaoblenost a tvar

Obrázek č. 27: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 1



RA = 50 %

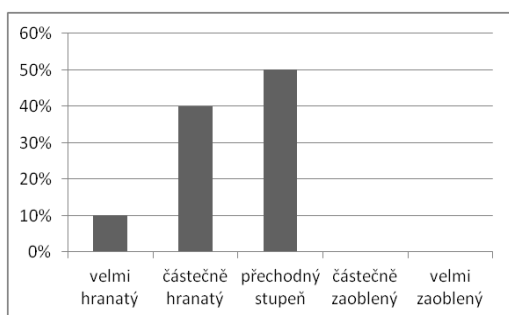
Obrázek č. 28: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 1



$C_{40} = 0 \%$

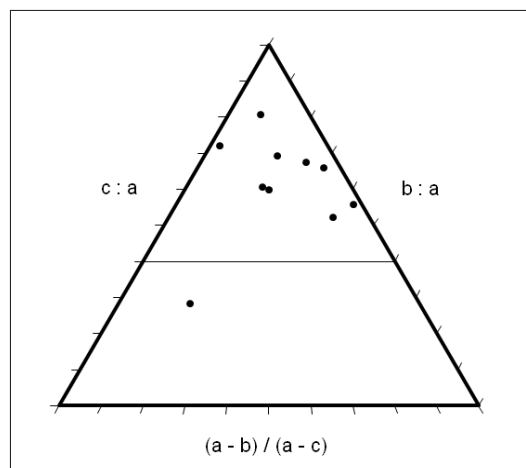
Akumulační oblast 1 je s rozlohou 44 m² nejmenší ze všech a je tvořena pouze 4 balvany. Důvodem vymezení této oblasti je zejména absence balvanů v jejím okolí. Vzhledem k malému počtu balvanů jsou výsledné hodnoty RA a C_{40} spíše orientační a jejich porovnávání s ostatními je nutno brát s rezervou. Faktem však je, že všechny balvany jsou víceméně pravidelné. Akumulační oblast se nachází v příkrém svahu a poblíž se nevyskytuje žádná skalní stěna.

Obrázek č. 29: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 2



RA = 50 %

Obrázek č. 30: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 2

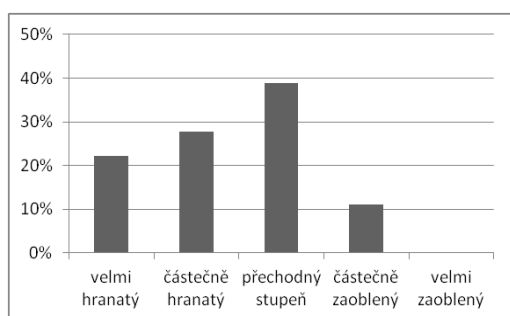


$C_{40} = 10 \%$

Ve druhé akumulční oblasti se nachází celkem 10 balvanů, z nichž pouze jeden je nepravidelný. Co se týče rozlohy, řadí se mezi 5 nejmenších (354 m²) a je vymezena ze stejného důvodu jako tomu je u akumulční oblasti 1. 50 % balvanů je spíše hranatých.

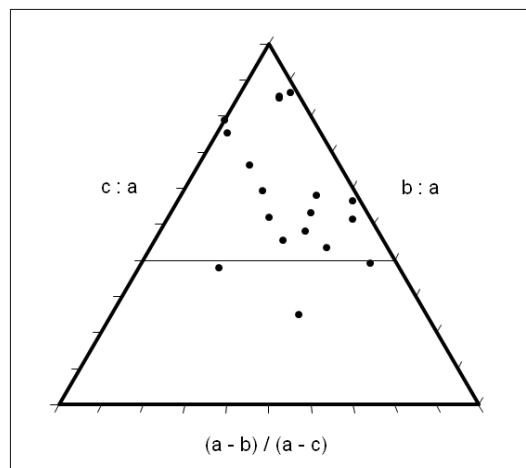
Průměrný index velikosti balvanu je 267,5 cm (7. největší), což je ovlivněno dvěma faktory. Jednak se nad akumulací nevytváří žádná skalní stěna, ze které by odpadávaly menší balvany v závislosti na rozestupech puklin, a druhým důvodem je opět pozice oblasti v příkrém svahu, po kterém dochází k odnosu půdního substrátu, díky čemuž jsou balvany dostatečně odhaleny.

Obrázek č. 31: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulaci 3



RA = 50 %

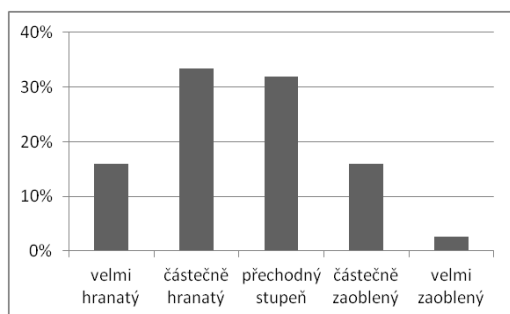
Obrázek č. 32: Sneed and Folk diagram pro akumulaci 3



$C_{40} = 16,67 \%$

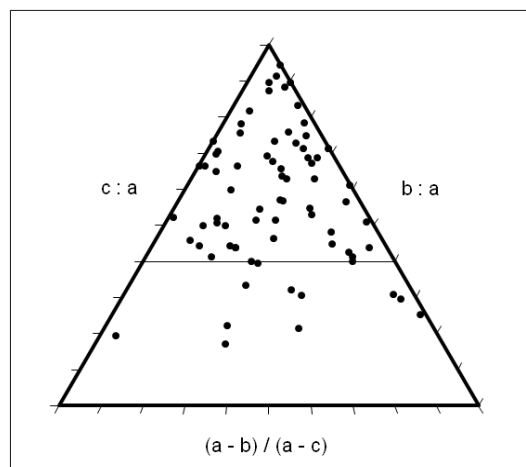
Akumulaci patří opět k těm nejmenším (255 m²) s malým počtem balvanů (18). 9 balvanů je velmi hranatých, nebo částečně hranatých a z hlediska tvaru se jedná o oblast se čtvrtým největším podílem pravidelných balvanů (průměrný index tvaru = 0,7488, $C_{40} = 16,67 \%$). Akumulaci se nachází poblíž vrcholu Spáleného vrchu, kde je charakter reliéfu spíše rovinný.

Obrázek č. 33: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 4



RA = 49,33 %

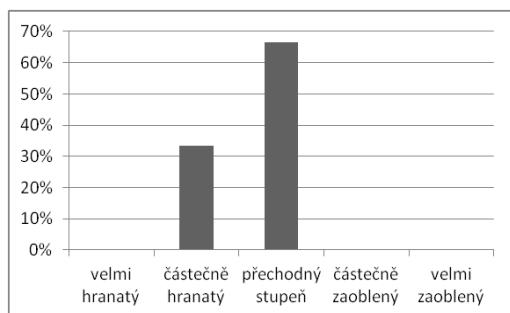
Obrázek č. 34: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 4



C₄₀ = 16 %

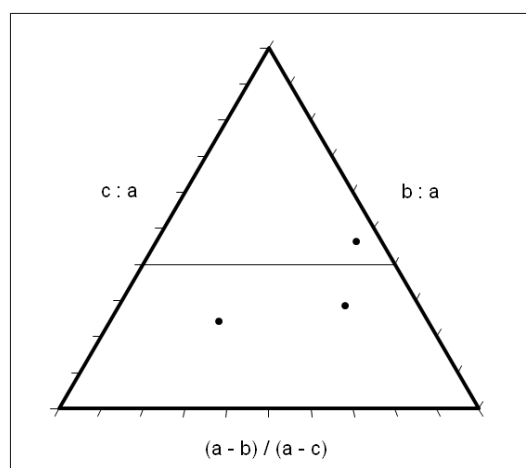
V akumulční oblasti 4 se nachází balvany všech tříd zaoblenosti (49,33 % hranatých) a pouze 16 % balvanů je nepravidelných. Průměrný index velikosti balvanu je 276,1 cm (6. největší). Nicméně se zde nachází velké spíše zaoblené balvany, ale i na první pohled menší, které jsou více hranaté. Nad částí akumulční oblasti se totiž vyskytují skalní stěny (konkr. I, J, L a M) a existuje pravděpodobnost, že právě odlamováním jednotlivých bloků se do této oblasti dostávají hranatější a menší balvany.

Obrázek č. 35: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 5



RA = 33,33 %

Obrázek č. 36: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 5

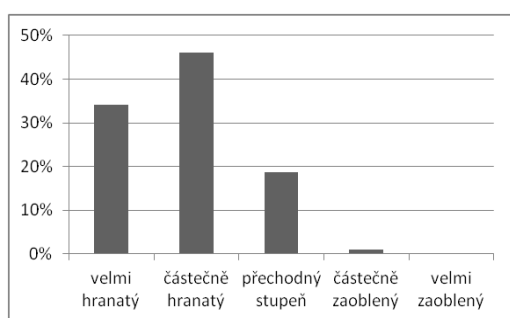


C₄₀ = 66,67 %

Pátá akumulční oblast je, co se rozlohy týče, druhou nejmenší a je tvořená jen 3 velkými balvany. Průměrný index velikosti balvanů v této oblasti je s dostatečným odstupem největší ze všech akumulčních oblastí. V terénu je zřejmé, že se jedná o zbytek skalní stěny J, od které je akumulční oblast oddělena svahem, který je pokryt

půdním substrátem bez balvanů. Právě v tomto místě oddělení byla zřejmě v minulosti skalní stěna s větší frekvencí puklin a vznikly tak menší balvany, které se ploužením mohly dostat do místa současné akumulární oblasti 4, případně zvětraly na jemný gruss, který byl odnesen. Výška jednotlivých balvanů dosahuje 8 až 9 m, což se výrazně liší od ostatních rozměrů, a jedná se tedy o nepravidelné balvany. L-pukliny zde zřejmě nejsou tak frekventované jako pukliny vertikální, a tak je právě výška dominantním rozměrem balvanů.

Obrázek č. 37: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 6

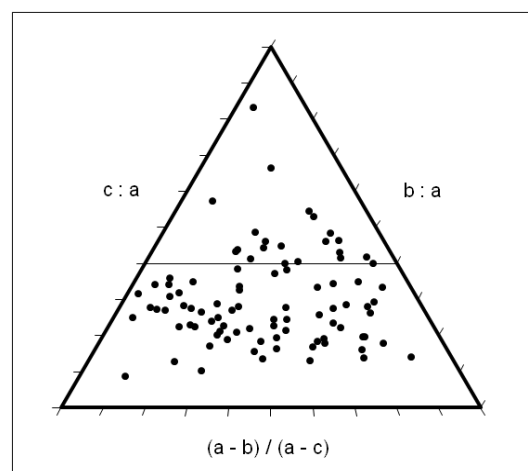


RA = 80,22 %

Akumulační oblast 6 je největší, rozkládá na 0,83 ha. Její součástí je 91 balvanů. V naprosté většině případů se jedná o hranaté a nepravidelné balvany, zejména díky jejich malé výšce. Oblast se nachází na víceméně rovinatém terénu pod svahem s velkým sklonem. Rychlost odnosu půdního substrátu ze svahu nad touto oblastí je vyšší než odnos půdy z této oblasti, díky čemuž se zde hromadí půdní substrát. Balvany tedy působí dojmem, jakoby se „utápěly“ v okolní půdě.

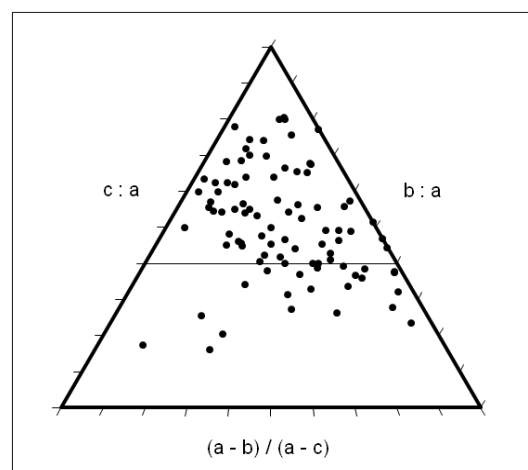
Změřená výška balvanů je tedy díky tomu neporovnatelně menší než další rozměry, což se odráží i na hodnotě C_{40} (79,12 %). Obdobná situace je také v akumulárních oblastech

Obrázek č. 38: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 6



$C_{40} = 79,12 \%$

Obrázek č. 39: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 6 (výška balvanů byla vynásobena 2)



$C_{40} = 27,47 \%$

7, 17 a 21. Všechny balvany v této oblasti jsou si jak velikostně tak i tvarově nejpodobnější než je tomu v ostatních akumulčních oblastech.

Na obrázku č. 39 je zobrazen výsledek po zdvojnásobení výšky každého balvanu. Hodnota C_{40} se rapidně změnila ze 79,12 % na 27,14 %. Mimo to je ovlivněn i průměrný index velikosti balvanů (ze 189,8 cm na 239,1 cm) a také průměrný index tvaru balvanů (z 0,5697 na 0,7053).

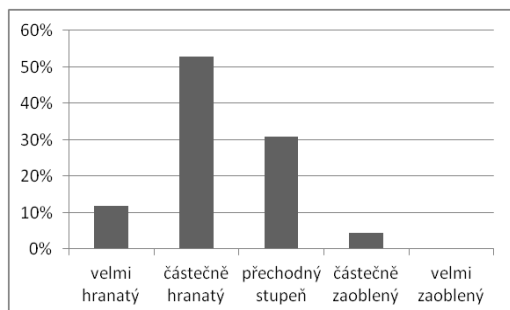
V této akumulaci byl také objeven jasný důkaz antropogenní činnosti (viz Obrázek č. 22). Na jednom z balvanů jsou v pravidelných rozstupech zřetelné stopy zřejmě po nějakém klínku, pomocí kterého byl žulový materiál vymlacován k dalšímu užití.

Obrázek č. 40: Antropogenní činnost na konkrétním balvanu



foto: BOŘEK, 2015

Obrázek č. 41: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 7



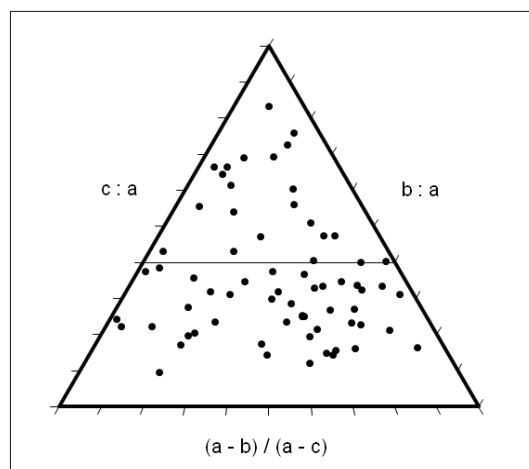
RA = 64,71 %

Sedmá oblast se nejvíce podobá akumulční oblasti 6 v průměrném indexu velikosti a tvaru balvanů. Podobnost lze nalézt i v zastoupení jednotlivých tříd zaoblenosti. Z tohoto důvodu by se dalo spekulovat o sloučení těchto oblastí v jednu. Vzhledem k pravidlům elementarizace reliéfu k tomu však nedošlo, neboť mají tyto dvě oblasti různou orientaci ke světovým stranám. Navíc mezi oblastmi byla část povrchu nepokrytá balvany. Pravidelných balvanů

je v této oblasti procentuelně o něco více. Důvodem může být blízkost skalní stěny K, z níž se sem dostaly některé balvany, které nejsou tolik „utopené“ v půdním substrátu.

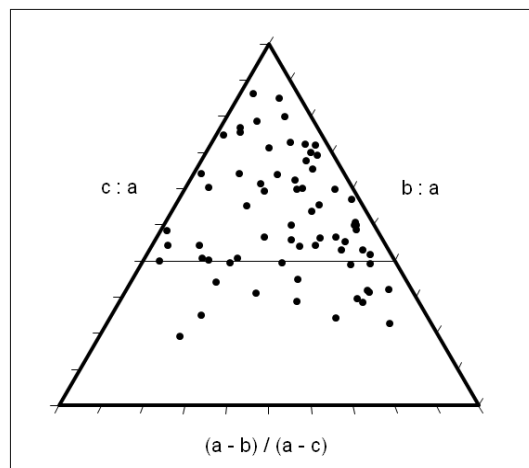
Po vynásobení výšky každého balvanu dvěma je rázem nepravidelných balvanů pouze 26,47 %. Průměrný index velikosti se zvětšil ze 198,1 cm na 249,6 cm a průměrný index tvaru balvanů se z původní hodnoty 0,601 změnil na 0,7036.

Obrázek č. 42: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 7



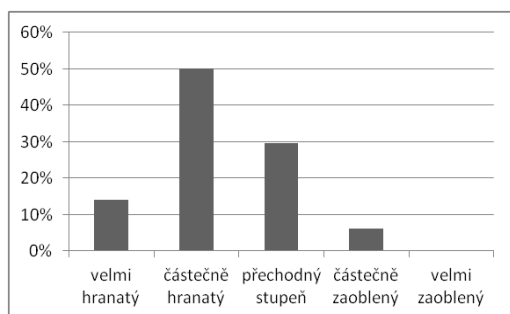
$C_{40} = 69,12 \%$

Obrázek č. 43: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 7 (výška balvanů byla vynásobena 2)



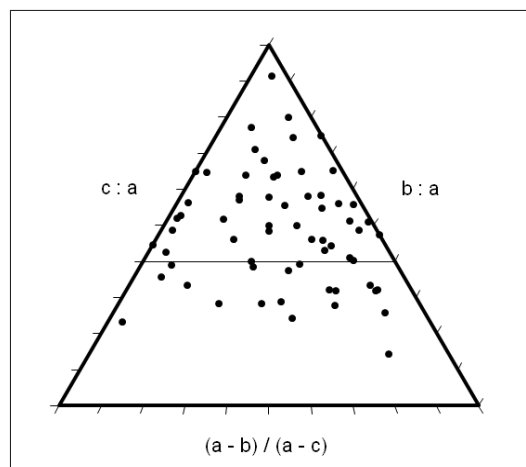
$C_{40} = 26,47 \%$

Obrázek č. 44: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 8



RA = 64,06 %

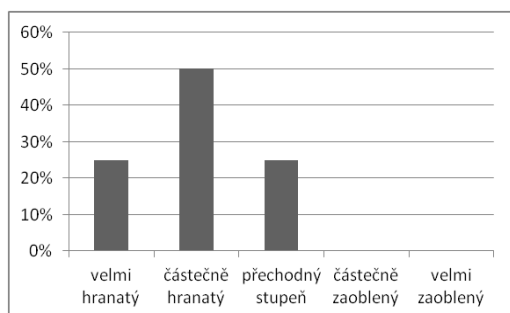
Obrázek č. 45: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 8



C₄₀ = 31,25 %

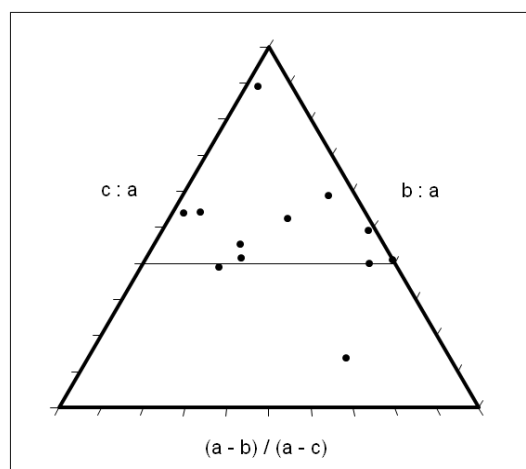
Akumulační oblast 8 se nachází ve svahu nad sedmou akumulční oblastí. V této oblasti se nachází také skalní stěna K, která je mezi boulderisty nazývána „Pyšná věž“. Oblast tvoří 64 balvanů a je 1 873 m² velká.

Obrázek č. 46: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 9



RA = 75 %

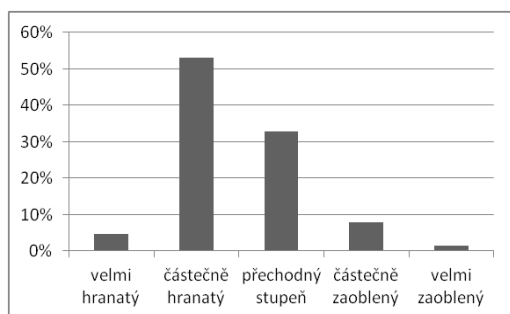
Obrázek č. 47: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 9



C₄₀ = 25 %

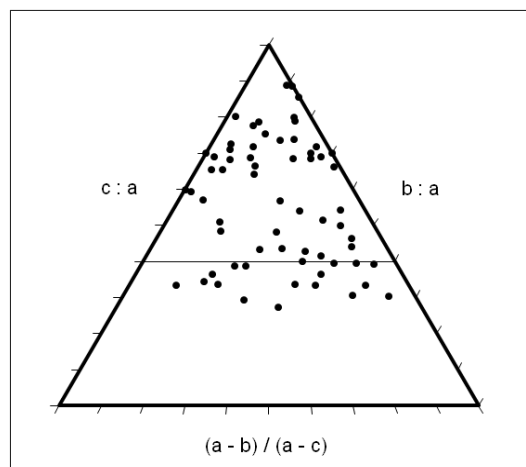
Akumulační oblast 9 je tvořena 12 balvany, které se nachází na 691 m². Přítomnost balvanů je zde podmíněna zejména existencí skalní stěny L. Jedná se ze 75 % o hranaté a pravidelné balvany. Průměrný index velikosti balvanů dosahuje 309,9 cm, což je čtvrtá nejvyšší hodnota. Jedná se tedy o velké hranaté bloky, jejichž pravidelný tvar závisí zejména na rozložení jednotlivých puklin ve skalní stěně L.

Obrázek č. 48: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 10



RA = 57,81 %

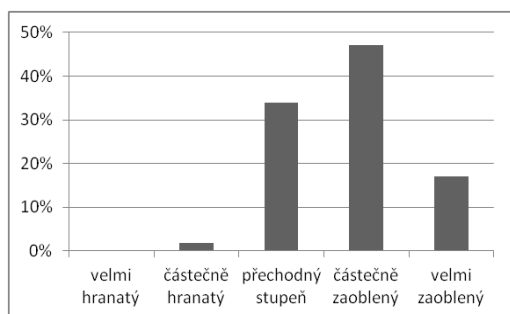
Obrázek č. 49: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 10



C₄₀ = 28,13 %

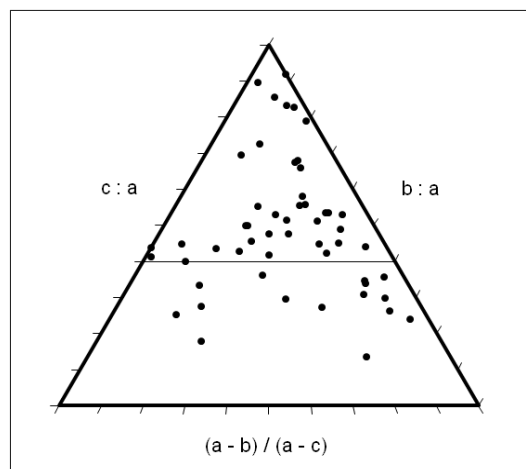
V akumulční oblasti 10, která má rozlohu 2838 m², je 64 balvanů. 57,81 % balvanů je hranatých a zřejmě pochází ze skalní stěny M. Vyskytují se zde i balvany zaoblené, které dle všeho vznikají tak, že po dlouhou dobu ve stejné poloze odolávají chemickému zvětrávání. Často se mimochodem zaoblené balvany vyskytují na nejvyšších místech skalních stěn, které jsou shora odkryté. Mohlo by se zdát, že tato oblast je z hlediska prostorového velmi podobná akumulční oblasti 9 a hodnoty RA a C₄₀ si budou tedy také blízké. Není tomu tak, a to zejména z toho důvodu, že v této oblasti je výraznější proces postupného odhalování balvanů, zatímco v akumulční oblasti 9 dochází k nahromadění balvanů spadem ze skalní stěny L.

Obrázek č. 50: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulaci 11



RA = 1,89 %

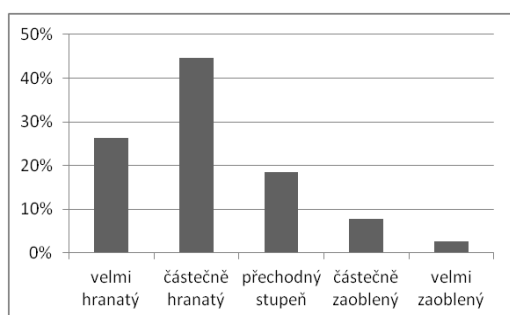
Obrázek č. 51: Sneed and Folk diagram pro akumulaci 11



$C_{40} = 30,19 \%$

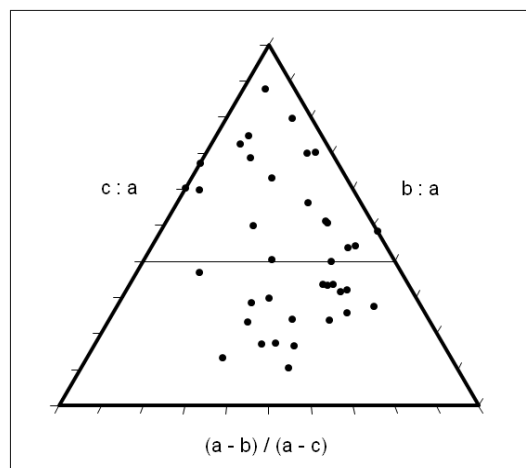
Akumulační oblast 11 se nachází na samotném vrcholu Spáleného vrchu. Nejnižší hodnota RA (1,89 %) je v porovnání se všemi ostatními akumulací do očí bijící. Prakticky se tu vyskytují pouze zaoblené balvany (celkem jich bylo změřeno 53), z nichž 30,19 % je nepravidelných. Postupným odnosem půdního substrátu jsou zde balvany odhalovány a chemickým zvětráváním zakulacovány.

Obrázek č. 52: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulaci 12



RA = 71,05 %

Obrázek č. 53: Sneed and Folk diagram pro akumulaci 12

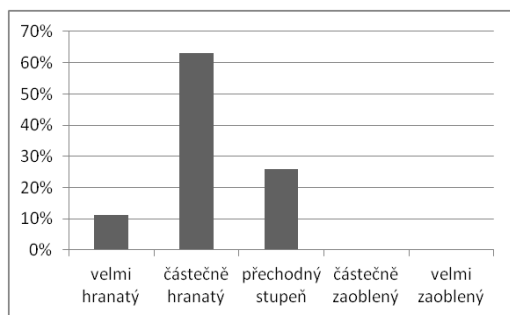


$C_{40} = 50 \%$

1 759 m² je rozloha akumulaci 12. Nachází se zde 38 balvanů, z toho 71,05 % je hranatých (podobně jako tomu je u oblastí 13 a 14). Tyto tři oblasti mají silnou vazbu na skalní stěnu F (a částečně i N). Skalní stěna F je ze všech nejdelší, ale také nejvyšší. V nejvyšším místě dosahuje bezmála 30 m. Přesto se zde, sice v malém počtu, vyskytují i balvany zaoblené, na rozdíl od 13. a 14. akumulaci. V nejvyšším místě této

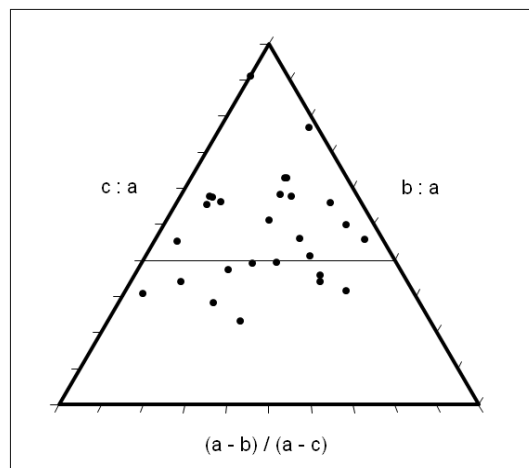
oblasti (v okolí hranice mezi akumulčními oblastmi 12 a 15) se nachází jakýsi stupeň, který je tvořený právě zaoblenými a dosti velkými balvany. Pod touto pomyslnou hrází je sklon svahu o něco menší, což může být důvodem pomalejšího odnosu půdy, a tedy i méně odkrytých balvanů. V důsledku toho je průměrný index velikosti balvanů v této oblasti nejmenší ze 4 oblastí (12, 13, 14 a 15) v této části zájmového území.

Obrázek č. 54: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 13



$$RA = 74,07 \%$$

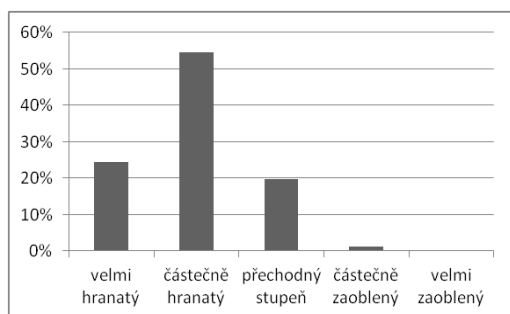
Obrázek č. 55: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 13



$$C_{40} = 37,04 \%$$

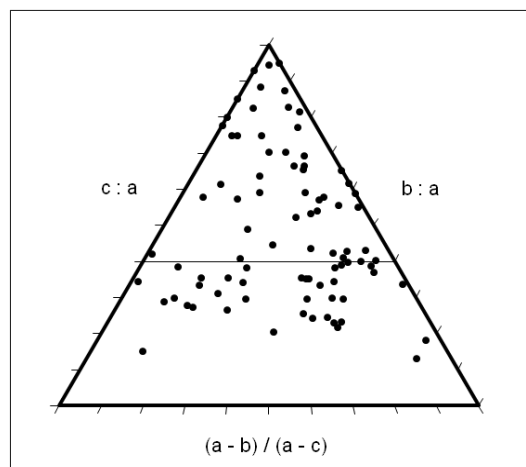
Akumulční oblast 13 s 27 balvany má rozlohu 819 m². Necelé $\frac{3}{4}$ balvanů jsou hranaté a 37,04 % je nepravidelných. Ze všech oblastí je průměrný index velikosti (309,9 cm) pátým nejvyšším. Skalní stěna M tvoří z části hranici této oblasti a dost možná se jedná o veliký sesunutý skalní blok z dominantní skalní stěny F. Ze skalní stěny M jsou pak dále odlamovány velké a zároveň hranaté balvany, které se v této akumulční oblasti nacházejí.

Obrázek č. 56: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 14



RA = 79,07 %

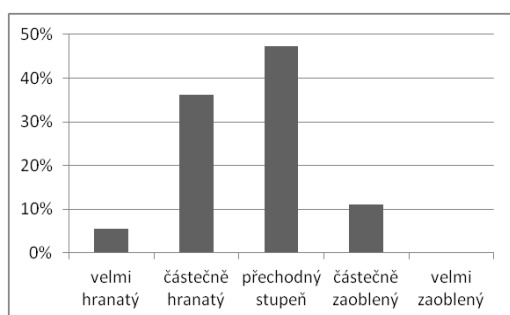
Obrázek č. 57: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 14



C₄₀ = 45,35 %

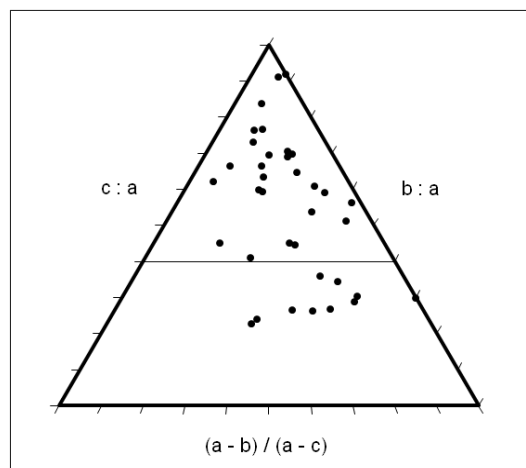
Akumulační oblast 14 je ve všech charakteristikách velmi podobná oblasti 13 a lze uvažovat o jejich sjednocení. Pozorovatelný rozdíl je snad jen ve velikosti balvanů (průměrný index velikosti = 241,6 cm). Důvodem je zřejmě to, že skalní stěna F není v části nad akumulční stěnou 14 tak vysoká. Skalní bloky zde tedy nejsou tak velké jako je tomu u předešlé akumulční oblasti, což má za následek i menší balvany.

Obrázek č. 58: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 15



RA = 41,67 %

Obrázek č. 59: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 15

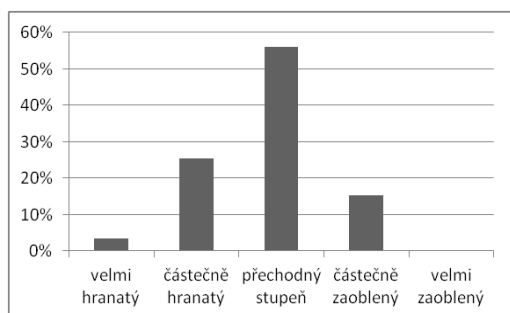


C₄₀ = 27,78 %

Akumulační oblast 15 má 1190 m² a bylo v ní změřeno 36 balvanů. 41,67 % balvanů je hranatých a 27,78 % nepravidelných, což se vcelku výrazně liší od akumulčních oblastí 12, 13 a 14, které se nacházejí v této části zájmového území. Akumulační oblast se však nachází ve vyšší nadmořské výšce a ve svahu s vyšším sklonem. Zároveň se tato oblast již neváže ke skalní stěně F. Nad touto oblastí se vyskytuje skalní stěna C. Lze se

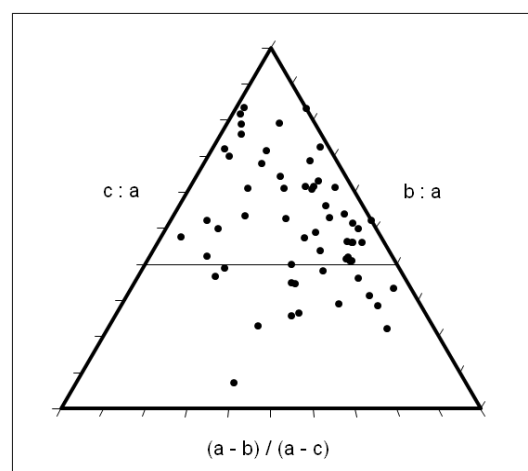
domnívat, že v minulosti byly skalní stěny B a C spojeny v jednu, která byla v prostřední části postižena frekventovanějšími puklinami, a docházelo zde díky tomu k intenzivnějšímu chemickému zvětrávání, což vedlo k následnému rozrušení až k oddělení na dvě skalní stěny.

Obrázek č. 60: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 16



RA = 28,81 %

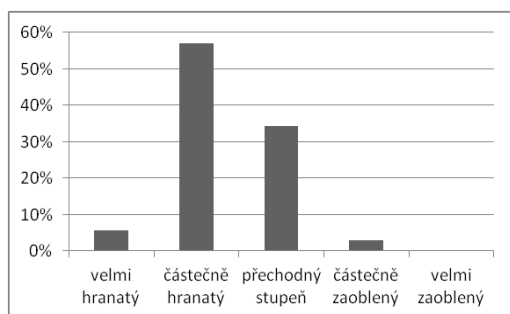
Obrázek č. 61: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 16



$C_{40} = 27,12 \%$

Akumulční oblast 16 je charakteristická malým počtem hranatých balvanů, které jsou navíc ve většině případů pravidelné. Vzhledem k tomu, že část hranice této oblasti tvoří skalní stěna D, je to celkem zvláštní, neboť pod skalní stěnou jsou předpokládány spíše hranaté balvany. Skalní stěna D je však na první pohled odlišná od všech ostatních. Není tak kompaktní a je tvořena spíše balvany s větší zaobleností. Byla totiž odkrývána shora a zřejmě vcelku pomalým tempem. Díky tomu balvany postupně podléhaly chemickému zvětrávání, které je zakulacovalo, a pukliny ve skalní stěně byly ze stejného důvodu rozšiřovány. Rozloha této oblasti je 1924 m² a nachází se zde 59 balvanů.

Obrázek č. 62: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 17



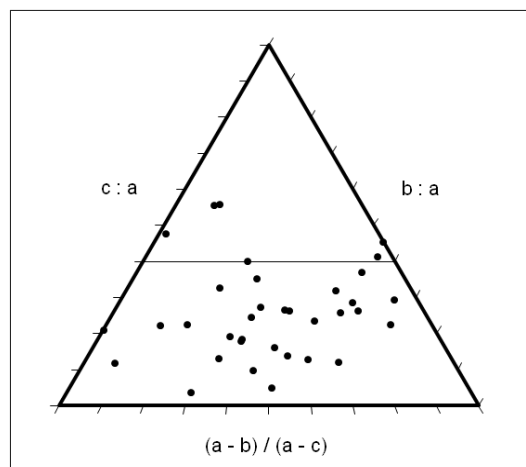
RA = 62,86 %

Akumulační oblast 17 leží v rovinném terénu, rozkládá se na 1471 m² a obsahuje 35 balvanů. Rychlost odnosu půdního substrátu není, obdobně jako například v akumulčních oblastech 6 a 7, nijak veliká, a z toho důvodu je výška jednotlivých balvanů neporovnatelně menší než ostatní rozměry. Výsledkem je 85,17 % nepravidelných balvanů a šestý nejmenší průměrný index velikosti balvanů. 62,86 % balvanů je hranatých.

Po zdvojnásobení výšky všech balvanů v této oblasti došlo k těmto změnám:

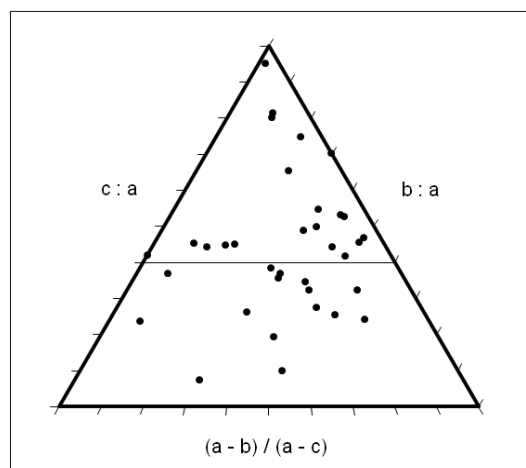
- C₄₀ z 85,17 % na 42,86 %,
- průměrný index velikosti balvanů ze 198,8 cm na 250,5 cm,
- průměrný index tvaru balvanů z 0,5246 na 0,6551.

Obrázek č. 63: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 17



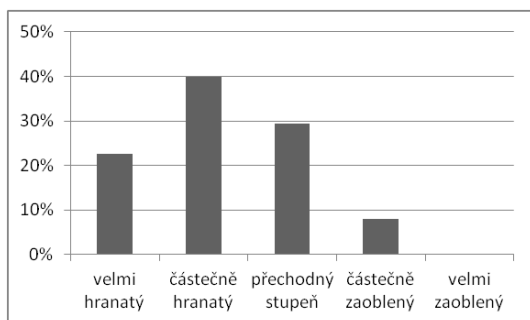
C₄₀ = 85,71 %

Obrázek č. 64: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 17 (výška balvanů byla vynásobena 2)



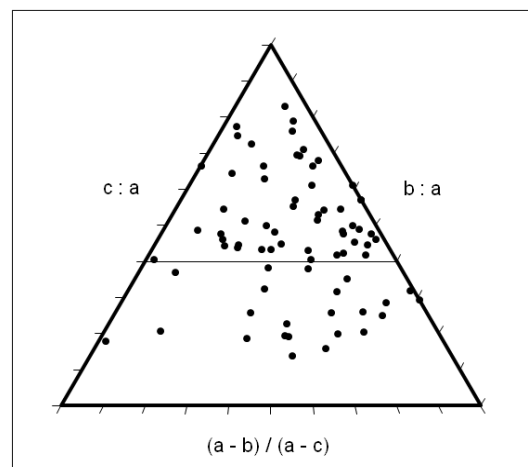
C₄₀ = 42,86 %

Obrázek č. 65: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 18



RA = 62,67 %

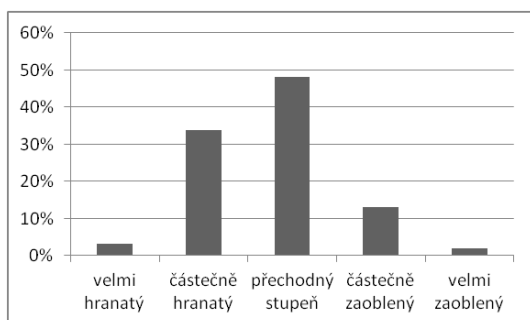
Obrázek č. 66: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 18



C₄₀ = 30,67 %

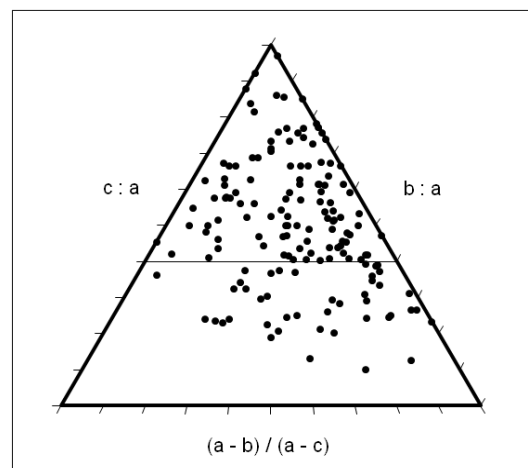
Akumulární oblast 18 se 75 balvanů má rozlohu 2194 m². Většina balvanů je ve vazbě na skalní stěnu E, ze které sem odpadávají hranaté skalní bloky. 62,67 % balvanů je hranatých a 30,67 % nepravidelných. V nejnižší části této oblasti a v části, která je blíže akumulární oblasti 19, nabývá terén na svažitosti a balvanů jsou zde více zaoblené.

Obrázek č. 67: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 19



RA = 37,01 %

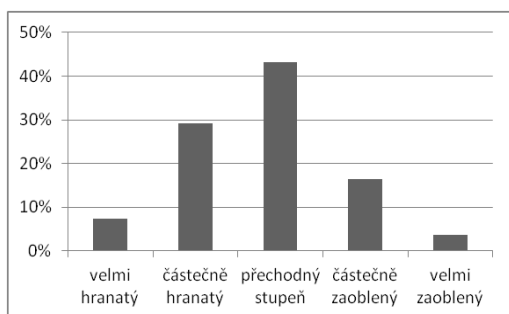
Obrázek č. 68: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 19



C₄₀ = 27,92 %

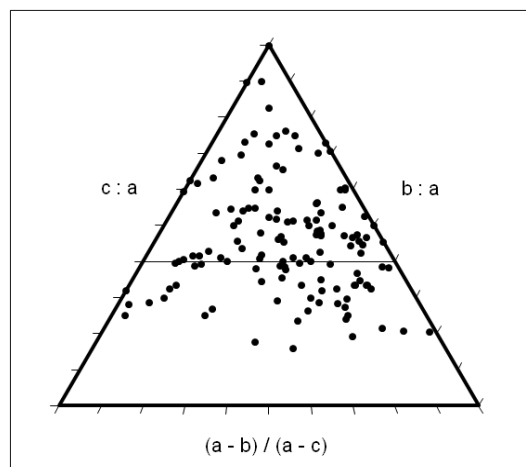
V akumulární oblasti 19, která má rozlohu 3282 m² a obsahuje 154 balvanů (nejvíce ze všech), dochází k postupnému odnosu půdy a odhalování jednotlivých balvanů (podobně jako v akumulárních oblastech 15, 16, 20 a 22). Takřka 63 % balvanů je spíše zaoblených, což nasvědčuje tomu, že balvanů nejsou odlamovány ze skalní stěny a postupným zvětráváním in situ jsou zaoblovány. Ovlivňuje to i kompaktnost jednotlivých balvanů (pouze 27,92 % balvanů je nepravidelných).

Obrázek č. 69: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 20



RA = 36,57 %

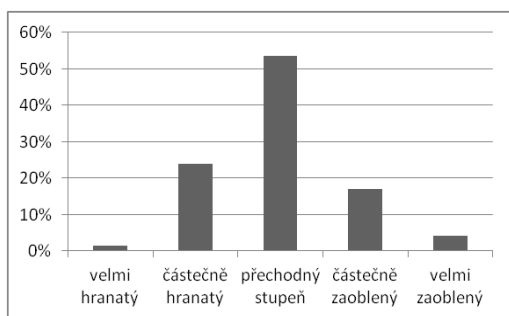
Obrázek č. 70: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 20



$C_{40} = 39,55 \%$

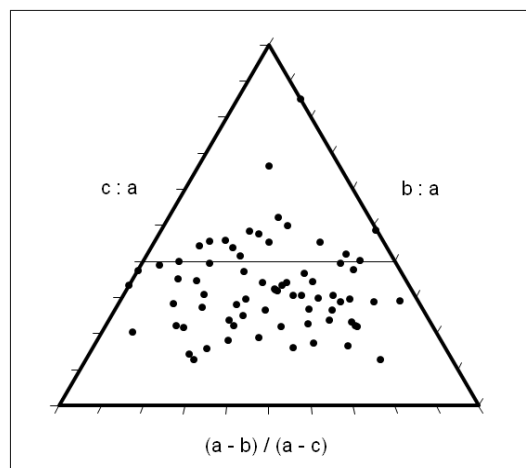
Akumulční oblast 20 je z hlediska tvaru balvanů a procesů, které v ní probíhají, víceméně totožná s předešlou akumulční oblastí 19. Rozdíl je snad jen v tom, že svah zde není tak příkrý a balvany v důsledku toho nejsou tolik odkryté. Odráží se to jednak na procentuálním zastoupení nepravidelných balvanů (39,55 %) a také na průměrném indexu velikosti (143,6 cm), který je o více než 60 cm menší.

Obrázek č. 71: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 21



RA = 25,35 %

Obrázek č. 72: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 21

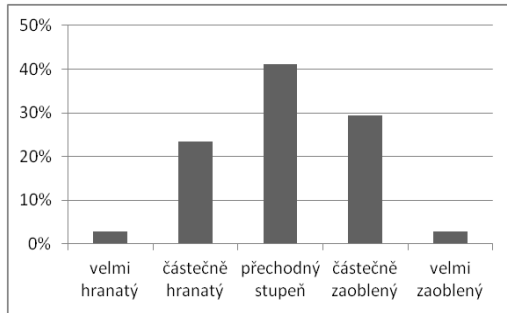


$C_{40} = 77,46 \%$

Akumulční oblast 21 s rozlohou 1402 m² a se 71 balvany se nachází v relativně rovinném terénu, nad kterým je svah. Balvany zde díky tomu nejsou postiženy takovým odkryvem a výsledkem je nemožnost změření výšky celého balvanu a vysoké zastoupení nepravidelných balvanů (77,46 %), jejichž index velikosti je tím také

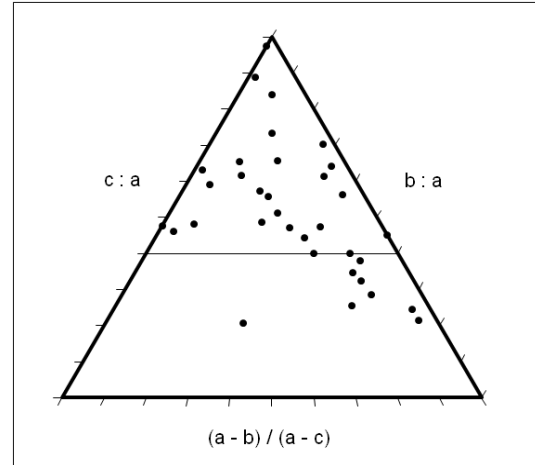
ovlivněn (v průměru pouze 148,2 cm). Pouze 25,35 % balvanů je hranatých, neboť se v blízkosti nenachází skalní stěna, která by je poskytovala.

Obrázek č. 73: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulční oblasti 22



$$RA = 26,47 \%$$

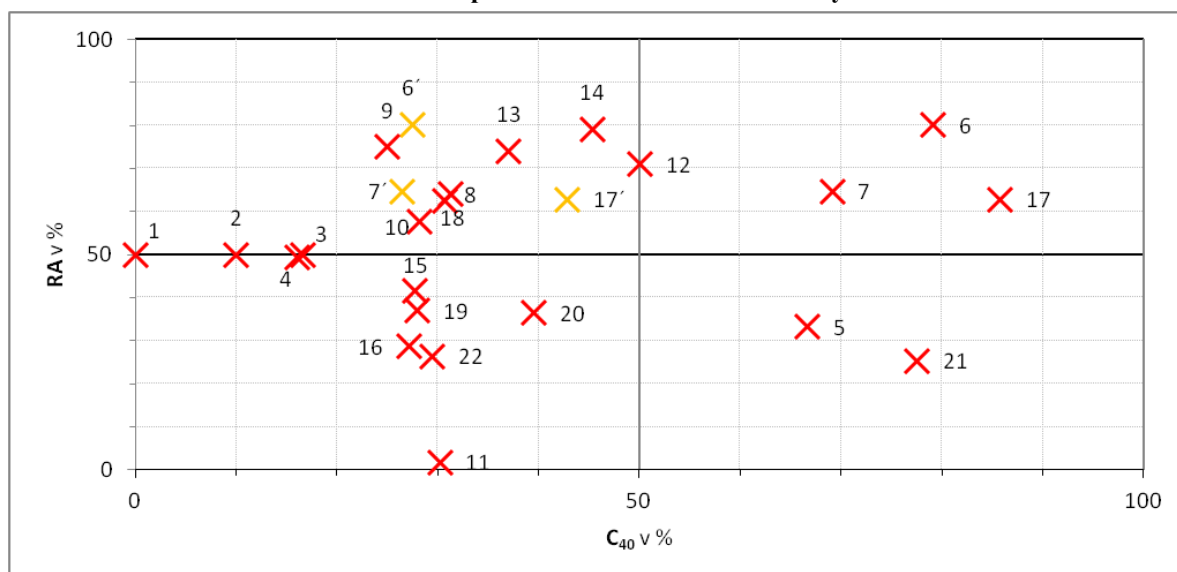
Obrázek č. 74: Sneed and Folk diagram pro akumulční oblast 22



$$C_{40} = 29,41 \%$$

Poslední akumulční oblast 22 je nejvýše položenou oblastí na vrchu Kozinec. Nenachází se však na samotném vrcholu. Ten není na rozdíl od Spáleného vrchu pokryt balvany. I co se týče rozlohy, je tato oblast výrazně menší než akumulční oblast 11 a dosahuje pouhých 353 m² (čtvrtá nejmenší). Změřeno zde bylo 34 balvanů. Převažují zde zaoblené balvany (26,47 % je hranatých) a většina je pravidelných (29,41 % nepravidelných).

Obrázek č. 75: Zaoblení a pravidelnost balvanů v balvanitých akumulacích



Na obrázku č. 75 jsou zastoupeny všechny akumulční oblasti (1 až 22). Oranžové křížky (6', 7' a 17') zastupují výsledky po zdvojnásobení výšky všech balvanů v balvanitých akumulacích 6, 7 a 17. Na osu x je vynášena hodnota C_{40} . Čím je tato hodnota vyšší (symboly jsou více vpravo), tím více nepravidelných balvanů je v příslušných akumulacích. Osa y pak reprezentuje hodnotu RA, tedy podíl hranatých balvanů. Čím vyšší je hodnota RA (symboly jsou v horní části grafu), tím více hranatých balvanů tvoří příslušnou akumulční oblast. V levém horním rohu by se tedy nacházely akumulace, které jsou tvořeny převážně balvany připomínajícími krychle a v levém dolním rohu by balvany byly podobné koulím. V pravé části grafu jsou pak akumulace, ve kterých je většina balvanů nepravidelných (jedna z měřených os je výrazně větší).

Přesně polovina akumulací dosahuje v hodnotě C_{40} 20 až 40 %. V těchto akumulčních oblastech se nachází tedy pouze 20 až 40 % nepravidelných balvanů. Je to důkaz, že pukliny na granitech mají relativně pravidelné uspořádání a frekvence S, Q a L puklin se od sebe nijak výrazně neliší. V pravé horní části grafu se nacházejí akumulace 6, 7 a 17. Jedná se o víceméně rovinné oblasti, kde se v důsledku denudace hromadí kolem jednotlivých balvanů půdní substrát z vyšších míst. Díky tomu je změřená výška jednotlivých balvanů výrazně menší než ostatní rozměry, což má vliv na hodnotu C_{40} .

Akumulční oblasti 9, 12, 13 a 14 dosahují nejvyšších hodnot RA, což znamená, že jsou tvořeny převážně hranatými balvany. Tyto oblasti se totiž vyskytují v bezprostřední

blízkosti skalních stěn (viz Obrázek č. 16), ze kterých jsou v důsledku hloubkového zvětrávání bazální plochy odlamovány skalní bloky, které jsou spíše hranaté.

Naopak v dolní části grafu jsou akumulace 5, 11, 16, 19, 20, 21 a 22. Tyto oblasti se nachází na samotných vrcholech zájmového území, případně v horních částech svahů, v jejichž blízkosti se nenachází skalní stěny, ze kterých by byly odlamovány hranatější skalní bloky.

Závěr

Co se týče vyhodnocení směrů skalních stěn, je zřejmé, že převažuje směr západ-východ (resp. szz.-jvv. až sz.-jv) (viz Obrázek č. 16 a Obrázek č. 17). Této skutečnosti odpovídá i tvrzení z Breiterova článku (viz str. 18), který zmiňuje vliv variské orogeneze na nedaleko vzdálený tiský masív. Ten byl údajně postihnut tektonickým pohybem od západu k východu, což mělo za následek deformace ve střížných zónách ve směru sz.-jv. a sv.-jz. Směr sz.-jv. mají také některé geologické zlomy v okolí zájmového území (viz Obrázek č. 4 a 8).

Balvanité akumulace lze, dle mého názoru, rozdělit na dva typy. Prvním typem jsou akumulace, které se vyskytují ve vyšších nadmořských výškách (na samotných vrcholech a ve vyšších částech svahů) a nad nimiž se nevyskytují skalní stěny. Takové akumulační oblasti jsou tvořeny ve větší míře zaoblenými balvany. Nadložní povrch je v důsledku erozních procesů odnesen do nižších partií reliéfu, následkem čehož je odkrytí bazální zvětrávací plochy (skalního masívu). Skalní masív je pak vystaven chemickému zvětrávání (tzv. etchingu). To se projevuje zakulacováním jednotlivých balvanů a vytvářením tzv. corestones. V případě, že je odkryta bazální zvětrávací plocha ve větší mocnosti, je zvětrávání intenzivnější podél puklin ve skalním masívu, které jsou díky tomu rozšiřovány. Tento proces má za následek odlomení části skalního masívu (skalního bloku), který padá do nižších partií reliéfu. Důkazem je fakt, že v akumulačních oblastech bezprostředně pod skalními stěnami se vyskytují tyto skalní bloky (často jsou na nich k vidění pukliny), které jsou hranatější. Tyto akumulační oblasti jsou tedy druhým typem. Tyto akumulace se nachází pod skalními stěnami, tedy v nižších partiích reliéfu, a jsou tvořeny hranatějšími a často méně pravidelnými balvany.

Vrátím-li se tedy k jednotlivým modelům vývoje, které jsou uvedeny v rozboru literatury (viz Obrázky č. 9, 10 a 11, str. 21–25), připadá mi, vzhledem k naměřeným datům a vypočítaným skutečnostem, nejpravděpodobnější Lintonův model vývoje granitického reliéfu (viz Obrázek č. 9). Souhlasím zejména s Lintonovou dvoufázovou hypotézou (1 - hloubkové zvětrávání bazální plochy, 2 - následná eroze a odnos zvětralin). Otázkou zůstává, zda mohou tyto dva procesy působit současně, nebo se v průběhu času střídají. Osobně si myslím, že oba procesy působí současně, s tím, že se v závislosti na klimatických faktorech mění jejich intenzita. Druhý Thomasův model (viz Obrázek č. 10), který hovoří zejména o ustupování svahů, však nepovažuji za model, který by byl výlučně v rozporu s tím prvním. Hlavním procesem v tomto modelu je ustupování svahů. To však, dle mého názoru, může být způsobeno právě hloubkovým zvětráváním skalní stěny a následným spadem skalních bloků do oblasti úpatí svahu. Nejmarkantnější je tento proces pod skalní stěnou F v akumulčních oblastech 12, 13 a 14. Řekl bych tedy, že Lintonův a Thomasův model se vzájemně nevylučují a jsou spíše v komplementárním vztahu.

Tato situace se podobá geomorfologickému sporu o rozlišování, či nerozlišování penepfénu a pediplénu (viz str. 20–21). Hledání důkazů o tom, že není třeba rozlišovat tyto dva typy zarovnaných povrchů, by mohlo být námětem pro další výzkumy, byť by byly zřejmě mezi částí geomorfologů nepopulární, vzhledem k tomu, že by mohlo dojít k ochuzení odborné terminologie.

Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Geomorfologické členění zájmového území (10)

Tabulka č. 2: Rozdíly v chemickém složení petrohradského biotitického granodioritu a tiského biotitického granitu (19)

Tabulka č. 3: Měřené charakteristiky skalních stěn (34)

Tabulka č. 4: Vybrané charakteristiky akumulčních oblastí balvanů (38)

Tabulka č. 5: Vybrané statistické ukazatele vypočítaných indexů v jednotlivých akumulčních oblastech balvanů (39)

Seznam obrázků

Obrázek č. 1: Geografická poloha zájmového území (9)

- Obrázek č. 2: Nadmořské výšky v zájmovém území (10)
- Obrázek č. 3: Povrchové výskyty převážně variských plutonitů na našem území (11)
- Obrázek č. 4: Geologické složení čistecko-jesenického masívu (13)
- Obrázek č. 5: Povodí Podvineckého potoka (15)
- Obrázek č. 6 a 7: Cibulovité odlupování žul (17)
- Obrázek č. 8: Schematická geologická mapa tiského masívu a jeho blízkého okolí (19)
- Obrázek č. 9: Vývoj torů a granitického povrchu podle Lintona (23)
- Obrázek č. 10: Vývoj torů rozpadem vnitřních bloků podle Thomase (24)
- Obrázek č. 11: Vývoj bornhardtů kontinuálním zvětráváním svrchní vrstvy horniny za spolupůsobení eroze zvětralin podle Thomase (26)
- Obrázek č. 12: Používané přístroje v terénu (29)
- Obrázek č. 13: Schéma pro určení zaoblení balvanů (29)
- Obrázek č. 14: Způsob měření balvanů (30)
- Obrázek č. 15: Sneed and Folk diagram (31)
- Obrázek č. 16: Skalní stěny a akumulární oblasti balvanů zmapované v zájmovém území (33)
- Obrázek č. 17: Směry skalních stěn (35)
- Obrázek č. 18: Směry puklin (polar lines) (35)
- Obrázek č. 19: Směry puklin (lines) (35)
- Obrázek č. 20: Směry puklin ve skalní stěně E (35)
- Obrázek č. 21: Stereonet zobrazující všechny pukliny jako roviny (36)
- Obrázek č. 22: Stereonet zobrazující všechny pukliny jako body (36)
- Obrázek č. 23: Stereonet zobrazující oblasti s nejfrekventovanější puklinatostí (36)
- Obrázek č. 24: Stereonet zobrazující S a Q pukliny jako roviny (37)
- Obrázek č. 25: Stereonet zobrazující S a Q pukliny jako body (37)

- Obrázek č. 26: Stereonet zobrazující oblasti s nejfrekventovanější puklinatostí S a Q puklin (37)
- Obrázek č. 27: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 1 (40)
- Obrázek č. 28: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 1 (40)
- Obrázek č. 29: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 2 (40)
- Obrázek č. 30: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 2 (40)
- Obrázek č. 31: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 3 (41)
- Obrázek č. 32: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 3 (41)
- Obrázek č. 33: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 4 (42)
- Obrázek č. 34: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 4 (42)
- Obrázek č. 35: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 5 (42)
- Obrázek č. 36: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 5 (42)
- Obrázek č. 37: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 6 (43)
- Obrázek č. 38: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 6 (43)
- Obrázek č. 39: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 6 (výška balvanů byla vynásobena 2) (43)
- Obrázek č. 40: Antropogenní činnost na konkrétním balvanu (44)
- Obrázek č. 41: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 7 (45)
- Obrázek č. 42: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 7 (45)
- Obrázek č. 43: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 7 (výška balvanů byla vynásobena 2) (45)
- Obrázek č. 44: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 8 (46)
- Obrázek č. 45: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 8 (46)
- Obrázek č. 46: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 9 (46)
- Obrázek č. 47: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 9 (46)
- Obrázek č. 48: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 10 (47)

Obrázek č. 49: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 10 (47)

Obrázek č. 50: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 11 (48)

Obrázek č. 51: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 11 (48)

Obrázek č. 52: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 12 (48)

Obrázek č. 53: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 12 (48)

Obrázek č. 54: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 13 (49)

Obrázek č. 55: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 13 (49)

Obrázek č. 56: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 14 (50)

Obrázek č. 57: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 14 (50)

Obrázek č. 58: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 15 (50)

Obrázek č. 59: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 15 (50)

Obrázek č. 60: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 16 (51)

Obrázek č. 61: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 16 (51)

Obrázek č. 62: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 17 (52)

Obrázek č. 63: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 17 (52)

Obrázek č. 64: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 17 (výška balvanů byla vynásobena 2) (52)

Obrázek č. 65: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 18 (53)

Obrázek č. 66: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblasti 18 (53)

Obrázek č. 67: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 19 (53)

Obrázek č. 68: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 19 (53)

Obrázek č. 69: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 20 (54)

Obrázek č. 70: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 20 (54)

Obrázek č. 71: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 21 (54)

Obrázek č. 72: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 21 (54)

Obrázek č. 73: Zastoupení tříd zaoblenosti v akumulární oblasti 22 (55)

Obrázek č. 74: Sneed and Folk diagram pro akumulární oblast 22 (55)

Obrázek č. 75: Zaoblení a pravidelnost balvanů v balvanitých akumulacích (56)

Seznam použité literatury a elektronických informačních zdrojů

ARCDATA Praha. *Digitální vektorová geografická databáze České republiky ArcČR 500*. verze 3.2. Zeměměřičský úřad, Český statistický úřad. Praha, 2014.

BALATKA, Břetislav. Skalní zajímavosti na Žihelsku. *Lidé a země*. Praha: 1977, r. 26, s. 280–281.

BOŘEK, Patrik. *Vývoj počtu obyvatel v oblasti vnitřní periferie Plzeňského kraje*. Plzeň: 2014. 15 s.

BREITER, Karel. *Granitoidy tiského masivu*. In: Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003 [online]. Praha: Česká geologická služba, 2004. str. 13–16, ISBN 80-7075-617-9. [cit. 3. 4. 2014]. Dostupné z: [http://www1.sysnet.cz/projects/env.ris/ekodisk-new.nsf/e75c7074f3a42826c1256b0100778c9a/3bce9d80f19d5e36c125709300499639/\\$FILE/str.%201-48.pdf](http://www1.sysnet.cz/projects/env.ris/ekodisk-new.nsf/e75c7074f3a42826c1256b0100778c9a/3bce9d80f19d5e36c125709300499639/$FILE/str.%201-48.pdf)

BUNTE, Kristin a Steven R. ABT. *Sampling Surface and Subsurface Particle-Size Distributions in Wadable Gravel- and Cobble-Bed Streams for Analyses in Sediment Transport, Hydraulics, and Streambed Monitoring* [online]. USDA Forest Service: Washington, D.C., 2001. [cit. 29. 2. 2016]. Dostupné z: http://www.fs.fed.us/rm/pubs/rmrs_gtr074.pdf

ČESKÁ GEOLOGICKÁ SLUŽBA. *Geologická mapa České republiky 1:50 000* [WMS služba]. ČGS: Praha, 26. 2. 2012 (revize 1. 2. 2015).

ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Rastrové ekvivalenty topografických map* [WMS služba]. Praha, 2014.

ČESKÁ INFORMAČNÍ AGENTURA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Rozvodnice základních povodí* [WMS služba]. Praha, 2015.

DEMEK, Jaromír. *Manual of detailed geomorphological mapping*. Praha: Academia, 1972. 344 s.

DEMEK, Jaromír a Jaroslav ZEMAN. *Typy reliéfu Země*. Praha: Academia, 1979. 327 s.

eTrex 30. In: *Garmin Ltd.* [online]. Garmin Ltd., 1996-2016 [cit. 23. 2. 2016]. Dostupné z: <https://buy.garmin.com/en-US/US/into-sports/discontinued/etrex-30/prod87774.html>

FEDIUK, Ferry. *Průvodce pro exkurzi České geologické společnosti konané 28. září 1993: Vybrané vyvřeliny mezi Rakovníkem, Kralovicemi, Žihlí a Blatnem*. Praha: GEOHELP Praha, 1993. 10 s.

Geoprohlížeč ČÚZK [online]. Praha: ČÚZK, 2010 [cit. 3. 12. 2014]. Dostupné z: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/>

GRAHAM, David J. a Nicholas G. MIDGLEY. Graphical representation of particle shape using triangular diagrams: An excel spreadsheet method. In: *Earth Surface Processes and Landforms* [online]. 2000, 25 (13), 1473–1477. [cit. 7. 3. 2016] Dostupné z: <http://www.lboro.ac.uk/microsites/research/phys-geog/tri-plot/index.html>

HOLCOMBE, Rod. *GEOorient, ver. 9.5.1* [software]. 2015. Dostupné z: http://www.holcombe.net.au/software/roth_software_georient.htm

HUBBARD, Bryn a Neil GLASSER. *Field techniques in glaciology and glacial geomorphology*. 1. vydání. Chichester: Wiley, 2005. 400 s. ISBN 13-978-0-470-84426-7.

CHLUPÁČ, Ivo, ŠTORCH, Petr a kol. Regionálně geologické dělení Českého masívu na území České republiky. *Čas. Mineral. Geol.* [online]. Praha: 1992, roč. 37, č. 4, str. 258-275. [cit. 18. 3. 2015] Dostupné z: http://www.geology.upol.cz/Soubory/Regionalne_geologicka_klasifikace_Ceskeho_Masivu.pdf

Kameny v české krajině. [vzdělávací dokument dostupný online] Režie Ljuba VÁCLAVOVÁ. Česko, 2008 [cit. 21. 11. 2014] Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/porady/10169540098-kameny-v-ceske-krajine/20857223221/>

KETTNER, Radim. Žulové balvany u Žihle a Tisu. *Zvláštní otisk z Časopisu věda přírodní*. 1930, roč. 17, č. 6–8, str. 170–175.

MENTLÍK, Pavel. *Geomorfologická analýza a tvorba GmIS okolí Prášilského jezera a jezera Laka na Šumavě (Česká republika)*. Bratislava: Univerzita Komenského v Bratislavě, 2006. Disertační práce. 252 s.

MENTLÍK, Pavel, JEDLIČKA, Karel, MINÁR, Jozef a Ivan BARKA. Geomorphological information system: physical model and option of geomorphological analysis. In: *Geografie – Sborník České geografické společnosti*. 2006, roč. 111, č. 1.

MENTLÍK, Pavel a Marie NOVOTNÁ. Elementary forms and „scientific reliability“ as an innovative approach to geomorphological mapping. In: *Journal of Maps*. 2010, 564-583. ISSN 1744-5647

MĚSTO KRYRY. Schillerova rozhledna. In: *Oficiální stránky města Kryry* [online]. Kryry, 2016. [cit. 29. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.kryry.cz/schillerova-rozhledna/>

MINÁR, Jozef a Ian S. EVANS. Elementary forms for land surface segmentation: The theoretical basis of terrain analysis and geomorphological mapping. In: *Geomorphology*. 95, 2008. str. 236–259

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ. *Geomorfologické členění ČR* [datová sada]. Zpracovatel: MGE DATA. Praha, 2014

Nikon Laser Forestry Pro. In: *VK Foto* [online]. VK Foto, 2016. [cit. 23. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.vkfoto.cz/nikon-laser-forestry-pro/>

Rounding and sphericity. In: *Wikimedia Commons* [online]. Wikimedia Commons, 2009. [cit. 27. 2. 2016]. Dostupné z: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Rounding_%26_sphericity_EN.svg

Silva Clino Master Tree Height Measurer. In: *MetroGreen* [online]. MetroGreen, 2016. [cit. 23. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.metrogreen.co.nz/Products/Arborist/Arborist-Diagnostic-Instruments/Silva-Clino-Master-Tree-Height-Measurer/>

SNEED, E. D a R. L. FOLK. Pebbles in the lower Colorado River, Texas, a study of particle morphogenesis. In: *Journal of geology*. 66, (2), 1958: 114–150.

ŠTĚPÁNEK, Petr. Kozinec – granodiorit (petrohradský typ). In: *lokalita.geology.cz* [online]. Praha: ČGS, 3. 5. 2012 [cit. 14. 3. 2015]. Dostupné z: <http://lokalita.geology.cz/3523>

Výskyt monolitických kamenných objektů v ČR. In: *Smircikrize* [online]. Společnost pro výzkum kamenných křížů při Městském muzeu v Aši, 2015. [cit. 21. 11. 2014]. Dostupné z: <http://www.smircikrize.cz/>

VÝZKUMNÝ ÚSTAV VODOHOSPODÁŘSKÝ T. G. MASARYKA. *Databáze DIBAVOD* [datová sada]. Praha, 2014

Abstrakt

BOŘEK, Patrik. *Geomorfologie žulových balvanů v čistecko-jesenickém masívu v oblasti Petrohradu u Jesenice*. Kralovice, 2016. 66 s. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni. Fakulta ekonomická.

Klíčová slova: čistecko-jesenický masív, eroze, etching, hloubkové zvětrávání, Sneed and Folk diagram

Bakalářská práce se zabývá granitickým reliéfem v oblasti Petrohradu u Jesenice (konkr. oblast Spáleného vrchu a Kozince), který patří k čistecko-jesenickému masívu. Hlavním cílem je posoudit jednotlivé modely vývoje granitického reliéfu získané z odborné literatury a určit ten nejpravděpodobnější pro tuto oblast. Díky terénnímu výzkumu byly objeveny skalní stěny a balvanité akumulace a změřeny jejich morfometrické charakteristiky. Hlavním výstupem je mapa zobrazující zmapované objekty a mnoho grafů, které vyhodnocují směry skalních stěn a jejich puklin a tvary a zaoblení balvanů v jednotlivých balvanitých akumulacích. Na základě těchto výstupů jsou pak predikovány procesy, které jsou porovnány s jednotlivými modely vývoje granitického reliéfu.

Abstract

BOŘEK, Patrik. *Geomorphology of granite boulders in Čistá-Jesenice massif in area of Petrohrad u Jesenice*. Kralovice, 2016. 66 p. Bachelor thesis. University of West Bohemia in Pilsen. Faculty of Economics.

Keywords: Čistá-Jesenice massif, erosion, etching, deep weathering, Sneed and Folk diagram

This bachelor thesis deals with the granite relief in the area of Petrohrad u Jesenice (specifically area of Spálený hill and Kozinec hill), which belongs to the Čistá-Jesenice massif. The main goal is to assess individual models of evolution of granite relief gained from scientific literature and to determine which one has the highest probability of occurrence in this area. Rock walls and boulders accumulations were discovered thanks to the field research and their morphometric characteristics were measured. The main output is the map, which depicts the mapped objects and many graphs, which assess directions of rock walls, directions of joints, shape and roundness of boulders in the individual boulders accumulations. On the basis of these outputs there are predicted processes, which are then compared with individual models of evolution of granite relief.