



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

Diplomová práce

ROVINNÉ, PŘÍMKOVITÉ A VRÁSOVÉ STAVBY V BLANICKÉ ORTORULE

Vypracovala: Bc. Kateřina Moravcová

Vedoucí práce: RNDr. Petr Rajlich, CSc., Ph.D.

České Budějovice 2016

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že předkládanou diplomovou prací jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své diplomové práce, a to v nezkrácené podobě – v úpravě vzniklé vypuštěním vyznačených částí archivovaných pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách, a to se zachováním mého autorského práva k odevzdanému textu této kvalifikační práce. Souhlasím dále s tím, aby toutéž elektronickou cestou byly v souladu s uvedeným ustanovením zákona č. 111/1998 Sb. zveřejněny posudky školitele a oponentů práce i záznam o průběhu a výsledku obhajoby kvalifikační práce. Rovněž souhlasím s porovnáním textu mé kvalifikační práce s databází kvalifikačních prací Theses.cz provozovanou Národním registrem vysokoškolských kvalifikačních prací a systémem na odhalování plagiátů.

V Českých Budějovicích dne

.....

Bc. Kateřina Moravcová

PODĚKOVÁNÍ

Je mi milou povinností poděkovat mému školiteli RNDr. Petru Rajlichovi, CSc., Ph.D. za výborný výklad geologické problematiky, týkající se diplomové práce, za pomoc, kterou mi věnoval a za poskytnutí mnoha prostředků pro vlastní výzkum.

Ráda bych také poděkovala Mgr. Simoně Dvořáčkové, Ph.D. a Mgr. Janu Petrovi, Ph.D. za podporu a odborné rady, které mi při zpracování této práce věnovali.

Velké poděkování patří i mé rodině a příteli Tomášovi, kteří mě podporovali při psaní diplomové práce i po celou dobu mého studia. Poděkování si zaslouží i mí přátelé z řad studentů, kvůli kterým jsem prožila na této univerzitě jedny z nejkrásnějších let svého života.

ABSTRAKT

MORAVCOVÁ, K. (2016): Rovinné, přímkové a vrásové stavby v blanické ortorule. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Pedagogická fakulta. Katedra biologie.

Předkládaná diplomová práce se zabývá výzkumem blanické ortoruly a jejími planárními a lineárními strukturními prvky. Práce je rozdělena na rešeršní a výzkumnou část. Rešeršní část popisuje deformace geologických těles a obecně geologické strukturní prvky. Výzkumná část se zabývá strukturní analýzou 34 výchozů v zájmovém území. Popisuje výchozy z hlediska petrologické charakteristiky a geologických struktur, které byly měřeny a výsledná data zpracována formou diagramů. Během výzkumu byla provedena mikrostrukturní analýza jednoho vzorku blanické ortoruly a 12 vzorků bylo analyzováno pomocí přenosného spektrometru Delta Professional.

Klíčová slova: blanická ortorula, geologické struktury, spektrometr

ABSTRACT

MORAVCOVA, K. (2016): Planar, linear and fold structures of Blanik orthogneiss. The diploma thesis. University of South Bohemia in Ceske Budejovice. Faculty of Education. Department of Biology.

This MSc. thesis deals with a research of Blanik orthogneiss and its planar and linear structural elements. The work is divided into a theoretical and practical part. The theoretical part provides an overview deformation processes in geological bodies and resulting structures. The practical part provides a structural analysis of 34 outcrops in the area of interest. Outcrops are described in terms of petrological characteristic and its geological structures, which were measured. Final data were transformed into diagrams. One sample of the blanik orthogneiss was also subjected to microstructural analysis. Twelve samples were analyzed by a portable spectrometer Delta Professional.

Key words: Blanik orthogneiss, geological structures, spectrometer

OBSAH

1. Úvod	7
2. Literární přehled	8
2.1. Deformace a jejich geneze	8
2.2. Typy deformačních elipsoidů	9
2.3. Geologické struktury	12
2.3.1. Dělení struktur podle vzniku	12
2.3.2. Planární a lineární strukturní prvky	13
2.4. Vymezení zájmového území	28
2.5. Geomorfologie	28
2.6. Geologické poměry	29
2.6.1. Středočeský pluton a moldanubikum	29
2.6.2. Přehled geologie studovaného území	31
3. Metodika	39
3.1. Zájmové území výzkumu	39
3.2. Geologický profil Velkého Blaníku	39
3.3. Horninové výchozy CHKO Blaník	40
3.3.1. Pomůcky pro výzkum výchozů	42
3.3.2. Geologická měření výchozů	43
3.4. Mikrostrukturní analýza blanické ortoruly	44
3.5. Analýza vzorků pomocí spektrometru	45
4. Výsledky	47
4.1. Charakteristika strukturních prvků na jednotlivých lokalitách	47
4.1.1. Výchozy s výraznou lineací	47
4.1.2. Výchozy pouze s foliací	48
4.1.3. Výchozy s foliací i lineací	65
4.1.4. Výchozy s vlečnými vrásami	80

4.1.5. Výchozy s nezřetelnou foliací a lineací, většinou s turmalinizací.....	82
4.2. Geologické strukturní prvky blanické ortoruly - shrnutí	86
4.3. Mikrostrukturní analýza blanické ortoruly.....	109
4.4. Analýza vzorků pomocí spektrometru.....	110
4.5. Obsah práce z hlediska didaktického využití.....	116
5. Diskuze	119
6. Závěr.....	123
7. Seznam použitých zdrojů.....	125
8. Seznam příloh.....	133

1. ÚVOD

Ortorula, metamorfovaná hornina, je jednou z nejdůležitějších hornin na území Vlašimska. Vytváří krajinnou dominantu hory Blaník a jeho okolí na území CHKO Blaník.

Motivací pro vypracování diplomové práce je navázání na bakalářskou práci s názvem „*Geologie hory Blaník s návrhem na školní geologickou vycházku*“ (Moravcová, 2014), v které byla přehledně popsána geologická stavba hory Blaník a jejího vývoje, a kde byla také navržena geologická vycházka na horu Blaník pro žáky 9. třídy základní školy. Součástí práce byl i popis postupu měření geologickým kompasem. Práce obsahovala část praktickou, která zahrnovala měření a popis geologických struktur a následnou konstrukci bodových, průsečnicových, konturových a růžicových diagramů (Moravcová, 2014).

Cílem práce je poskytnutí přehledu geologických strukturních prvků na území CHKO Blaník a na základě posloupnosti jejich vzniku a charakteru vyslovení teorie o vývoji geologické stavby blanické ortoruly. Strukturní analýzou byla zkoumána především foliace, lineace, vlečné vrásky, krenulace, striace, pegmatitové žíly, zlomy a pukliny blanické ortoruly.

2. LITERÁRNÍ PŘEHLED

2.1. DEFORMACE A JEJICH GENEZE

Deformace je proces, při kterém se mění vnější tvar tělesa, jeho objem nebo se změni tyto dvě veličiny zároveň. Tyto změny jsou způsobeny vnějším napětím. Příčinou deformace geologických těles je pohyb litosférických desek (Kachlík, 2003).

Průběh deformace má tři základní stádia:

- elastická (pružná) deformace
- rupturní (křehká, tříštivá) deformace
- plastická deformace

Elastickou (pružnou) deformaci lze charakterizovat tak, že „*deformace těchto hmot roste úměrně s rostoucím napětím*“ (Jaroš a Vachtl, 1992) a je vratná. Tím se myslí, že deformace mizí po uvolnění napětí. U elastické deformace se projevuje mez elasticity (pružnosti) neboli hranice napětí. Za touto hranicí se hmota stává postupně plastickou a nemůže už dojít ke změně (ireverzibilní deformace) Jedná se tedy o plastickou deformaci. Tato deformace je závislá na čase. Podle ireverzibilní deformace se rozeznávají materiály křehké a duktilní. Křehké materiály jsou charakteristické ztrátou své soudržnosti pod mezí plasticity a porušují se tříštěním. Naopak duktilní materiály se porušují až nad mezí plasticity (Jaroš a Vachtl, 1992). Mezi těmito dvěma deformacemi se rozpoznávají přechodné deformace – např. duktilně – křehká. Vyjádřit se dají pomocí deformačních diagramů, které vyjadřují „*vzájemný vztah mezi přírůstkem napětí a přetvořením*“ (Marschalko a kol., 2004a).

Rupturní deformace nastává po překročení meze pevnosti materiálu. Výsledkem této deformace je porušení soudržnosti materiálu. Z hlediska křehkých materiálů se tato deformace vyvíjí z pružné deformace a to zvětšováním napětí. „*V duktilních materiálech se rupturní deformace vyvíjí z plastické deformace zvětšováním napětí nebo prodloužením jeho působení*“ (Jaroš a Vachtl, 1992).

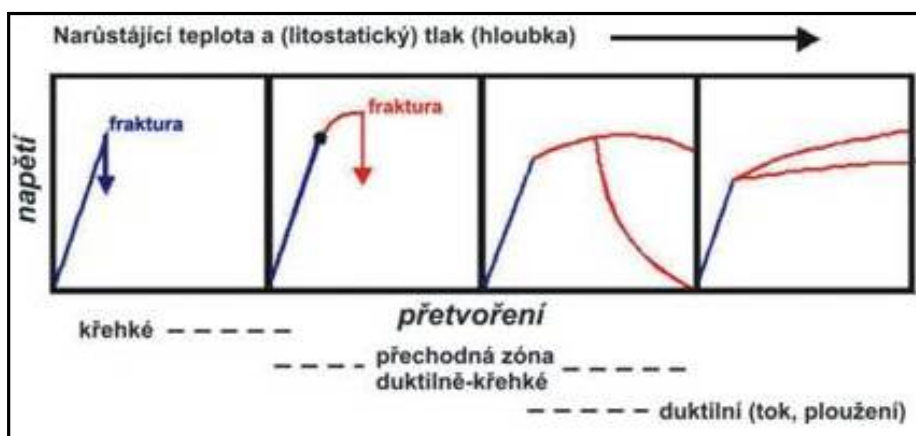
Mez pevnosti materiálů se charakterizuje jako „*mezní hodnota napětí, nad níž dochází k specifické deformaci, resp. porušení materiálu za rovněž specifikovaných termodynamických podmínek*“ (Jaroš a Vachtl, 1992).

Přetváření hornin závisí na vlastnostech horninové hmoty, tlaku, teplotě (Obr. 1), času, opakované námaze hmoty a případně na přítomných roztocích a fluidech.

Tlak se podílí na deformaci hornin v hlubších částech zemské kůry. Bylo zjištěno, že se zvyšuje v tříštění pevnost hornin a také zvyšuje plastický a elasticko – viskózní tok před dosažením meze tříštění.

Teplota má za úkol měnit vlastnosti a mechanické chování pevných látek. Pokud teplota roste, roste také pevnost hornin a tím dochází k rozšíření pole plasticity.

Čas hraje důležitou roli pro elasticitu a pevnost hornin. Pokud působí napětí dlouhodobě, roste interval mezi pevností hornin a jejich mezí elasticity.



Obrázek 1: Diagram vyjadřující vliv podmínek na průběh a charakter deformace

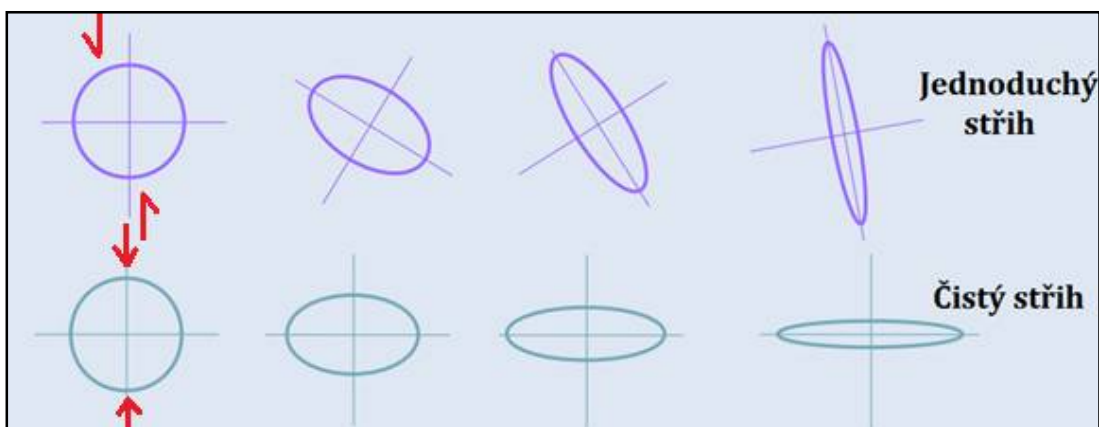
Zdroj: http://geologie.vsb.cz/geologie/KAPITOLY/6_GEO_STRUKTURY/6_geol_struktury.htm

Pro lepší pochopení jednotlivých typů deformací je uveden příklad deformace gumy, jílu, medu a kamenné soli. Pokud tyto věci dopadnou ze stejné výšky na betonovou podlahu, s každou se stane něco jiného. Guma se od podlahy odrazí a poskakuje a nedochází u ní k deformaci. Jíl vytvoří na podlaze jakýsi „koláč“ a tento tvar mu zůstane. Med se po dopadu roztéká a kamenná sůl se po dopadu roztříští a její tříštivá deformace je trvalá (Jaroš a Vachtl, 1992).

2.2. TYPY DEFORMAČNÍCH ELIPSOIDŮ

Napětí a tektonická síla se týká vzniku geologických struktur. Tektonické síly, které působí v litosféře, jsou vyvolány především tepelnou a gravitační energií. Vytváří anizotropní napěťové pole, které nejlépe vyjadřuje napěťový elipsoid.

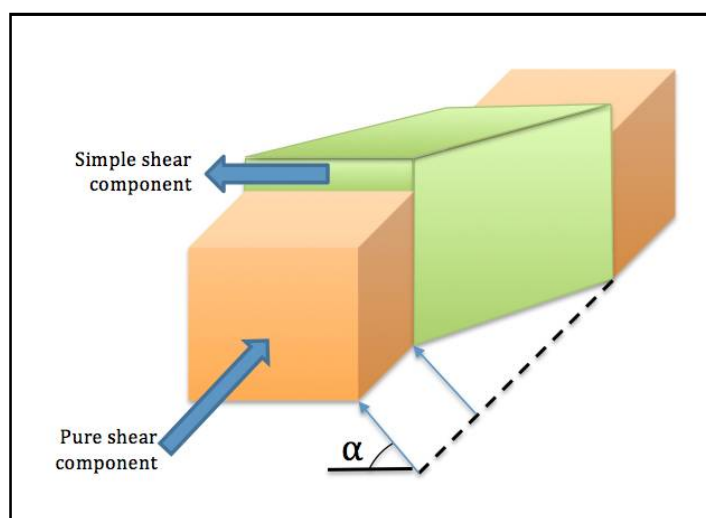
Z hlediska typů přetvoření ve střížných zónách se definuje jednoduchý (prostý) a čistý stříh (Obr. 2). U jednoduchého stříhu se jedná o rotační, nekoaxiální deformaci, při které dochází k úhlovému posunu částí horniny. Čistý stříh je nerotační, koaxiální deformací (Lexa, 2010).



Obrázek 2: Jednoduchý a čistý stříh (červené šipky znázorňují směr působení tlaku)

Zdroj: Lexa, 2010

Pokud dojde ke kombinaci jednoduchého a čistého stříhu, mluvíme o transpresi (čistý stříh je kolmý na rovinu XY) nebo o transtenzi (čistý stříh je kolmý na rovinu XZ). Transtenze je smyk s roztažením. Opakem transtenze je transprese, která se vysvětluje jako smyk se stlačením (Obr. 3) (Rajlich, 1993). Jedná se o poruchu deformace, která se odchyluje od jednoduchého stříhu kvůli stlačení, které je kolmé ke zlomové ploše. Tento pohyb má za následek vznik šikmého smyku (Dewey a kol. 1998).

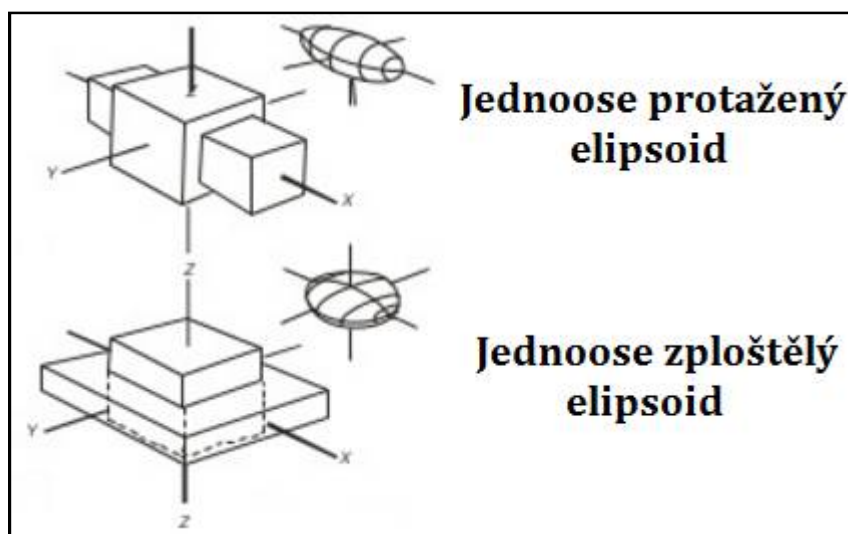


Obrázek 3: Jednoduchý model transprese

Zdroj: <https://en.wikipedia.org/wiki/Transpression>

Při deformaci se vytváří deformační elipsoid. Velikost deformace je závislá na tvaru a rozměrech elipsoidu a původní koule. Osy tohoto elipsoidu jsou pojmenovány písmeny A, B, C nebo X, Y, Z, kdy osa A naznačuje maximální protažení, osa B je osou střední a osa C naznačuje maximální zkrácení. Ve strukturní analýze se dá setkat s elipsoidem pohybovým, jehož osy jsou označeny a (největší pohyb hmoty), b (intermediární osa), c (nejmenší pohyb hmoty) nebo napět'ovým s osami σ_1 , σ_2 , σ_3 .

Koule o poloměru 1 se při homogenní deformaci přetváří v deformační elipsoid, který zahrnuje tři kolmé osy x, y a z, které určují konečnou deformaci. Rozeznává se několik typů homogenní deformace. První je jednoosé protažení, při kterém dochází k protažení v hlavním směru a hlavní směry kolmé se zkracují. Tím se koule mění na jednoosé protažený (prolátní) elipsoid (Obr. 4) U prolátní stavby naprosto převládají lineární prvky (**lineace**). U druhého typu dochází k jednoosému zkrácení v jednom hlavním směru a v kolmých směrech nastává protažení. Tak vznikne jednoosé zploštělý (oblátní) elipsoid (Obr. 4). Oblátní stavba má naprostou dominanci planárních prvků (**foliace**).

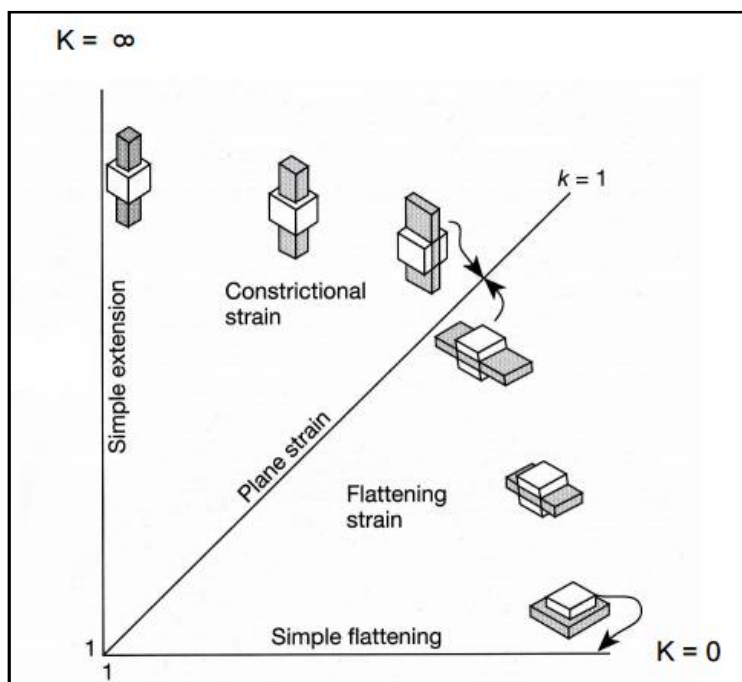


Obrázek 4: Jednoosé protažení a jednoosé zploštění elipsoidu

Zdroj: <http://www.slideshare.net/MTaherHamdani/lecture-11-strain>

Třetím typem je plošná (dvojosá) deformace, při které vznikne obecně trojosý elipsoid. V něm je střední osa stejně dlouhá, jako je průměr původní koule a u jedné osy dochází k protažení, u další ke zkrácení. Čtvrtým typem je celková (trojosá) deformace, při které vznikne obecně trojosý elipsoid, který může být protažený nebo zploštělý. Dochází tedy u všech třech os k protažení nebo zkrácení.

Na základě uvedených typů deformace vznikají různé typy deformačních elipsoidů. Těm se věnoval Flinn, který určil pět typů objemově stabilních elipsoidů Obr. 5) (Jaroš a Vachtl, 1992).



Obrázek 5: Flinnův diagram deformačních elipsoidů

Zdroj: <https://instruct.uwo.ca/earth-sci/201a/lecture%208.pdf>

2.3. GEOLOGICKÉ STRUKTURY

Prostorové uspořádání strukturních prvků v zemské kůře se nazývá geologickou strukturou. Jsou výsledkem deformačních procesů a zkoumá je strukturní geologie (Marschalko a kol., 2004a). Jejich uspořádání se projevuje tvary geologických těles a jejich uspořádáním a také určitým uspořádáním struktur uvnitř geologických těles (Přehled geologie, 2006).

2.3.1. Dělení struktur podle vzniku

Geologické struktury se rozdělují podle vzniku na primární a sekundární. Současné s horninou vznikaly primární struktury. Sekundární struktury se od nich liší tím, že vznikly porušením až rozrušením primárních struktur (Řehoř, 1999). Geologické těleso mění svůj tvar kvůli působení endogenních nebo exogenních sil na něj. Kvůli tomu se sekundární struktury mohou dále dělit na tektonické (diastrofické) a atektonické (nediastrofické).

2.3.1.1. Primární struktury

Tyto struktury vznikají „*současně se vznikem geologického tělesa*“ (Kachlík, 2003). Vyskytují se zejména v tělesech sedimentů a vyvřelin. V přeměněných horninách jsou zachovány jen za nízkého stupně přeměny. Vznikají tedy procesem vulkanismu a sedimentace.

Primární strukturou sedimentů je vrstva a její zvrstvení, bahenní praskliny, diskordance. Geneze je spojena s deformací podloží nebo s poklesem mořské hladiny.

Primární struktury magmatických hornin se dělí podle:

- tvaru utuhlých těles
- odlučnosti
- vnitřní stavby horniny

Tělesa, která utuhla několik kilometrů pod povrchem, se označují jako plutony nebo batholity. Pokud dojde k paralelnímu uložení vrstev za nepřerušeni sedimentace, jsou označovány jako konkordantní plutony. Právě mezi konkordantní tělesa jsou zařazovány také lakolity a lopolity (Kachlík, 2003). Opakem konkordance je diskordance. Jedná se o nesouhlasné uložení vrstev, kdy při jejich ukládání nedochází k sedimentaci nebo erozi (Bokr, 2004). Mezi diskordantní tělesa jsou zařazovány také plutony a batolity, dále pravé a ložní žíly a lávové proudy (Kachlík, 2003).

2.3.1.2. Sekundární struktury

Sekundární struktury se dělí na tektonické a atektonické (netektonické). Tektonické struktury vznikají za působení endogenních sil. Rozeznávají se dva typy – vrásové struktury vznikající ve více plastických horninách a zlomové struktury, které se za nízkých teplot chovají křehce.

Netektonické struktury vznikají v sedimentech nebo zvětralinách. Rozdělují se na diagenetické (např. konkrce, klastické žíly, stylolity), gravitační struktury (např. půdotok, hákování vrstev, sesuvy) a glaci tektonické struktury (např. mrazové klíny) (Kachlík, 2003).

2.3.2. Planární a lineární strukturní prvky

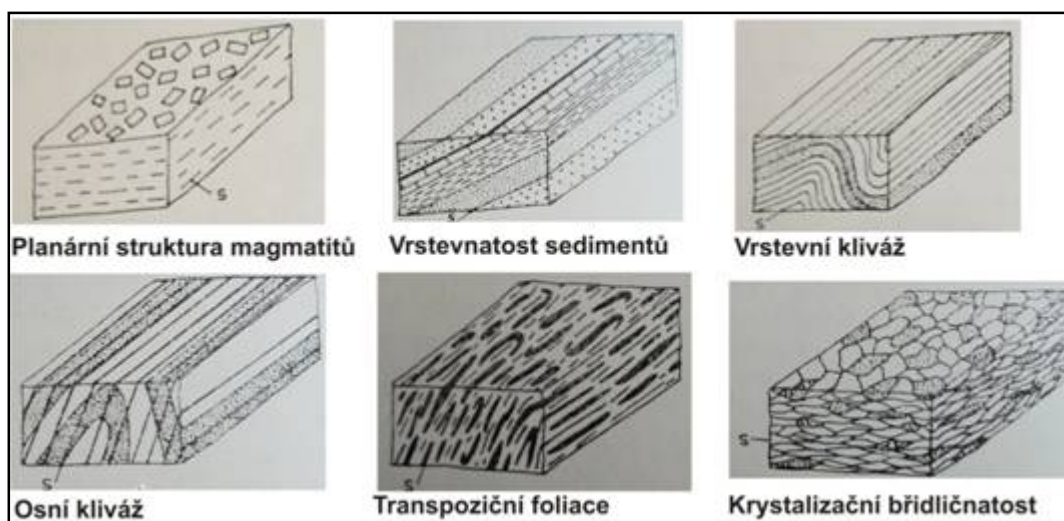
Při popisu tvarů geologických objektů se hledí na vnitřní geologickou stavbu tělesa, která je omezena planárními prvky. Podle geometrie (tvaru a formy deformačního elipsoidu) se geologické struktury rozdělují na planární (plošné, rovinné) a lineární (přímkové).

2.3.2.1. Planární strukturní prvky

Foliace

Foliaci lze rozdělit na primární a sekundární. Primární foliace je vytvořena především u sedimentárních hornin. Typická je tedy pro vrstevnatost. U vzniku této foliace záleží na kombinaci látkového složení, velikosti usazovaných částic a na přeryvech v sedimentaci. V magmatitech se objevuje magmatická vrstevnatost a magmatická foliace, která je chápána jako struktura laminárního toku. Sekundární foliace vzniká díky tektonické (např. kliváž, transpoziční foliace) a tektonometamorfní deformaci (krystalizační břidličnatost metamorfítů) (Jaroš a Vachtl, 1992).

Foliací tektonickou se rozumí nová plocha odlučnosti, podle které se hornina břidličnatě nebo lupenitě dělí. Vyvinula se v důsledku deformace kvůli stlačení a tektonickému pohybu v horninách. Vyskytuje se v místech zlomů a deformačních zón, protože vznikla za probíhajícího pohybu. Obvykle se tedy jedná o výsledek nějaké fyzické síly, která působila na minerály horniny. Pojem je odvozen od latinského slova folium, které v překladu znamená list. Ve strukturní analýze se značí „S“ (podle německých slov Schieferung = břidličnatost, Schichtung = vrstevnatost) (Jaroš a Vachtl, 1992). Způsobuje typické páskování v horninách postižených regionální metamorfózou. Terminologie typů foliací je značně matoucí. Skutečností je, že mnoho let nebyl původ těchto struktur značně pochopen. Podle Jaroše a Vachtla (1992) jsou základní typy foliací znázorněny na obrázku č. 6.



Obrázek 6: Základní typy foliací

Zdroj: Jaroš a Vachtl, 1992

Podle Parka (1989) existují 4 typy foliací:

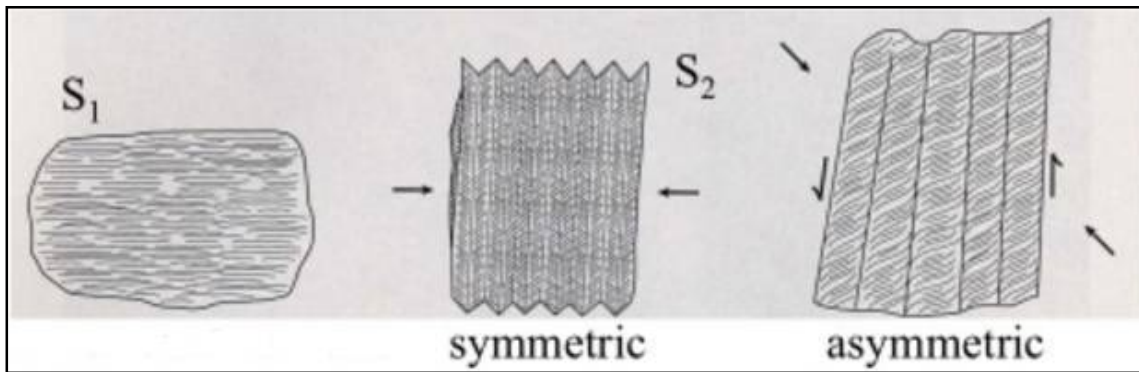
- břidličnatost – paralelní vyrovnávání minerálů nebo zrn
- kliváž lomu – těsně po sobě jdoucí sady fraktur
- svrašťení (vroubkující kliváž) – pruhovaná struktura
- kliváž tlakového rozpouštění - pruhování kvůli ukládání více rozpustných minerálů

Tyto typy foliací jsou konečnými. Může se ale mezi nimi objevovat kontinuální variace, kdy konkrétní příklad foliace může být zastoupen dvěma různými vlastnostmi ze čtyř těchto typů.

Břidličnatost je označení pro usměrněnou texturu. Vyskytují se v ní destičkovité, šupinkaté nebo sloupcovité minerály, které jsou uspořádány do rovnoběžných rovin (Pokorný, 2009). Nejlépe je vidět na jemnozrnných horninách, které prošly nízkým stupněm metamorfózy. Velmi dobře je patrná u fylitů, savorů naopak málo výrazná je u amfibolitů, některých mramorů a kvarcitů. Pod mikroskopem jsou patrné štěpné roviny, které odpovídají rovině zploštění deformovaných objektů, paralelní orientaci minerálů a shluků částic. Z toho vyplývá závěr, že paralelní orientace zrn a minerálů je kolmá k rovině štěpení v důsledku intenzivního stlačení. Následkem je otáčení minerálních látek a řízený růst nových minerálů ve směru štěpení (Park, 1989).

Kliváž lomu se skládá z fraktur, které leží blízko sebe a jsou rovnoběžné. Dá se odlišit od břidličnatosti, protože se skládá z jednotlivých rovin nazývaných mikrolitony. Vytváří se při křehké deformaci a nízkých teplotách a je typická např. pro pískovce. V jednom a tom samém výchozu nebo v sousedních vrstvách se může objevit břidličnatost i kliváž lomu zároveň.

Svrašťení (krenulace) je vrásnění v malém měřítku. Je způsobeno drobným skládáním velmi tenkých vrstev nebo lamel uvnitř výchozu (Obr. 7) Je zvýšeno selektivní rekrystalizací, kvůli které se určité složky koncentrují do vrstev. Velmi často je spojeno s deformací hornin, které již mají silné svrašťení kvůli dřívější deformaci. Tomuto procesu pomáhají roviny foliace, které mají laminovanou strukturu (Rajlich, 1993). Vyskytuje se v jemně zvrásněných horninách kvůli redistribuci fylosilikátů, které se dostávají do ramen a zámků drobných vrásek (Leichmann, 2013).



Obrázek 7: Vznik krenulace

Zdroj: <http://www.erictwelker.com/pressuresolution.htm>

U kliváže tlakového rozpouštění vznikají nové pruhy kvůli deformaci, při které určité složky v hornině migrují. Tento jev se vyskytuje u hornin, které prošly metamorfózou za nízkého stupně nebo u těch, kde metamorfóza neproběhla a je způsoben procesem tlakového rozpouštění. Někteří geologové (například Rajlich, 1993) však toto přerušení v hornině vysvětlují pohybem a ne tlakovým rozpouštěním.

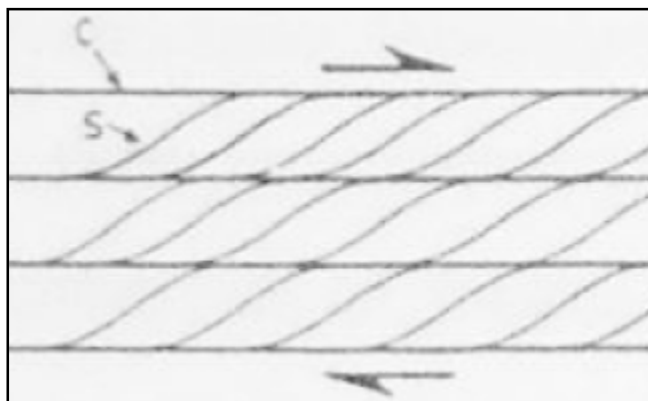
Kliváž

Do sekundárních tektonických struktur patří také kliváž. Jedná se o systém sekundárních ploch, které jsou hustě vyvinuté. Je složena z menších zón (domén), v kterých dochází k přepracování hornin z hlediska jejich orientace a vzhledu (Kachlík, 2003). Domény oddělují silně přepracované zóny tzv. litony (mikrolitony). Ty jsou někdy tak zřetelné, že skoro překrývají původní vrstevnatost, která je zaměněna za nepravou vrstevnatost tzv. pseudostratifikaci (Petránek, 2007b).

Z hlediska hustoty ploch se kliváž dělí na dva typy. Prvním typem je kliváž kontinuální, která má velmi hustě vyvinuté opakující se plochy. Druhým typem je kliváž oddálení, u které dochází k oddělení ploch kliváže a litonů, které jsou slabě deformované. Tento typ se může dělit na kliváž krenulační (dochází k deformaci minerálů v mikrolitonech) nebo puklinovou (bez deformace minerálů) (Kachlík, 2003).

Kliváž se vytváří u hornin za určitého stupně křehce - duktilní deformace (Kachlík, 2003). Závislost je také spjata s teplotou a tlakem. Se zvyšující se teplotou roste pohyb minerálů v hornině, dochází k jejich přeskupení a rekrytalizaci a vytváří se kliváž. Pokud teplota překročí 350 °C, vytváří se metamorfní břidličnatost nebo dojde k mylonitizaci hornin. Nejčastěji se tvoří v souvislosti s vývojem vrás, ale také při deformaci masivních

hornin. Při tom vznikají sekundární tektonické plochy (S-C), podle kterých se posunují jednotlivé domény horniny proti sobě.



Obrázek 8: Sekundární tektonické plochy S-C

Zdroj: Kachlík, 2003

Za rostoucí metamorfózy se kliváž mění. V metamorfovaných horninách se vyskytuje diskrétní krenulační kliváž. Dalším typem je extenzní krenulační kliváž, vyskytující se ve foliovaných horninách. Vzniká protažením ve směru foliace (Kachlík, 2003).

Ve více metamorfovaných horninách se uplatňuje krystalizace a rekrystalizace. Růst nových minerálů je usměrňován kliváží. Její starší vývojová stádia jsou zakryta rekrystalizací podél ploch kliváže. Tím je původní foliace zachována jen v reliktech nebo v porfyroblastech. Nově vzniká metamorfní foliace, kvůli které jsou plochy kliváže dominantní (Kachlík, 2003).

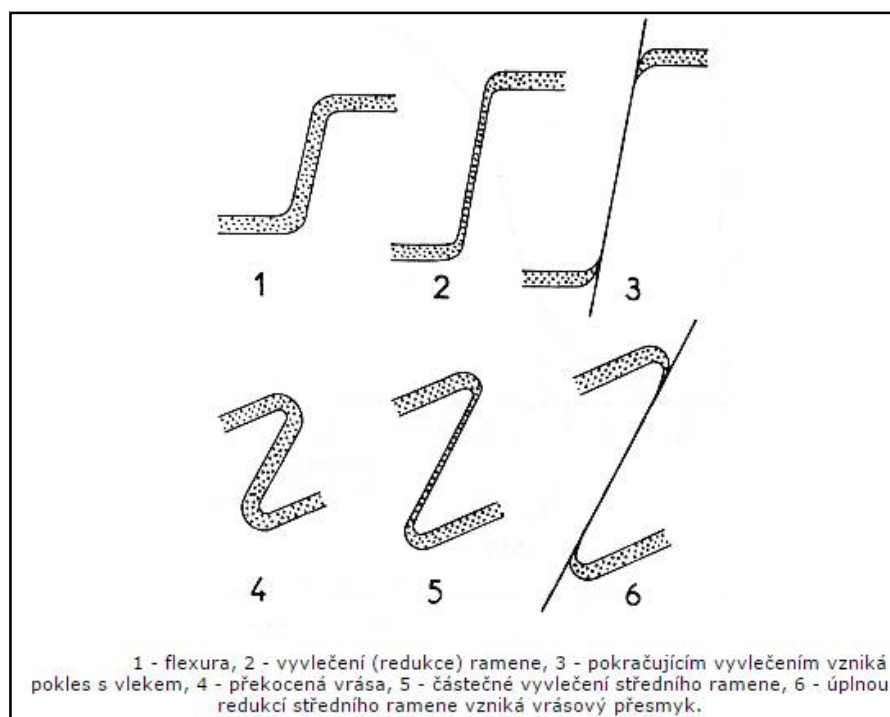
Zlomy

Zlomy (dislokace) lze charakterizovat způsobem, který se týká fraktur ploch porušení, podle kterých dochází k posunu dvou ker, které vznikly zlomem. Právě toto přemístění ker je charakteristické pro zlomové struktury (Přehled geologie, 2006). Za silného tlaku dojde k pohybu horninových desek. Při styku dvou desek dochází k vytlačování hornin vzhůru (Kaplan, 2012).

Zlomy většinou tvoří komplikované systémy, označované jako zlomové (dislokační) zóny. V nich se objevují pásma hornin, drcená a často nespojitá, označovaná jako kataklasity a mylonity (Marschalko a kol., 2004a).

U zlomů se rozeznávají dvě základní kry. Ta, která se nachází nad zlomovou plochou, se nazývá nadložní kra. Kra, vyskytující se pod zlomovou plochou, je označována jako kra podložní (Přehled geologie, 2006). Amplitudou zlomu se rozumí vzdálenost ker, ke které dojde během posunu. Lze rozeznat její složky, a to horizontální a vertikální.

Pohyb, který nastal podél zlomové plochy, dává vznik rýhování plochy, označované jako striace. Podle striace se pozná směr pohybu ker. Směr pohybu se také pozná podle vyvlečení vrstev (Obr. 9), které se vyskytuje u zlomů s vlekem (Petránek, 2007f).



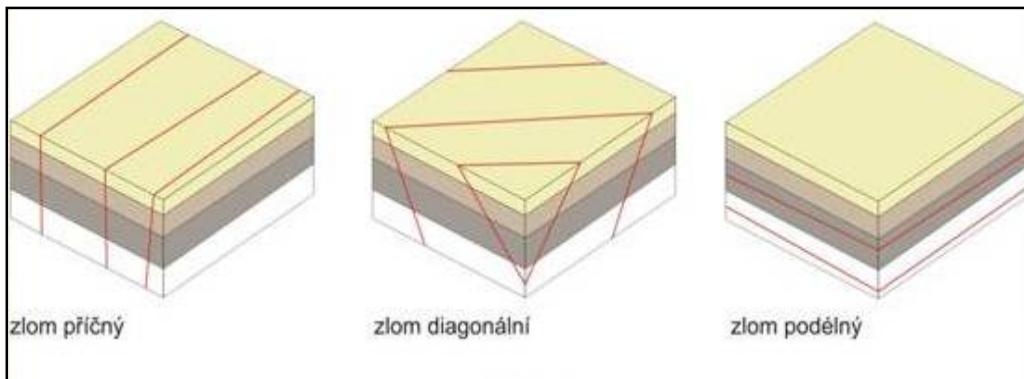
Obrázek 9: Vyvlečení vrstev

Zdroj: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?zlom>

Zlomy se dají dále charakterizovat podle různých hledisek:

- „podle orientace vůči vrstvám“ – zlomy kosé (diagonální), zlomy směrné a zlomy příčné (transversální)
- „podle orientace vůči regionálním strukturám“ – zlomy kosé (diagonální), zlomy příčné (transversální), zlomy podélné (longitudinální) (Obr. 10)
- „podle úklonu zlomových ploch“ – zlomy vodorovně ukloněné, zlomy ploše ukloněné, zlomy strmě ukloněné, zlomy vertikálně ukloněné (Petránek, 2007f)

- „podle pohybu sousedních ker“ – tahové zlomy, tlakové zlomy, střížné zlomy

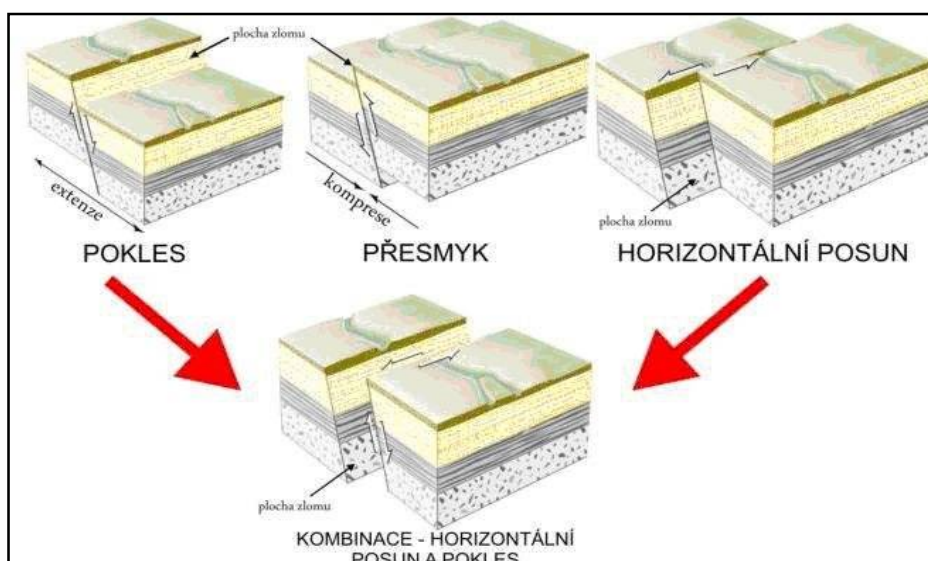


Obrázek 10: Klasifikace zlomu podle orientace vůči vrstvám

Zdroj: http://geologie.vsb.cz/PraktikaGeologie/KAPITOLY/8_GEOL_STRUKTURY/Geologick%C3%A9_struktury.htm

Zlomy se můžou dělit z hlediska pohybů sousedních ker a orientace zlomových spár na:

- tahové – kolmo ke zlomové spáře dochází k pohybu, jedná se o pokles (Obr. 11)
- tlakové – bez pohybu, u okrajů sousedních ker dochází často k drcení
jedná se o přesmyk (Obr. 11)
- střížné – na párových střížných zónách dochází k posunu – horizontální posun
(Obr. 11) (Kachlík, 2003)



Obrázek 11: Klasifikace zlomu podle pohybu ker a jejich pozice vůči zlomové ploše

Zdroj: <http://geol.jex.cz/menu/geologicke-struktury>

Pukliny

Pukliny se mohou definovat jako plošné fraktury, které mají velikost od cm – m. Způsobují rozpukání horniny, ale na rozdíl od zlomů nedochází podél trhliny k pohybu. V hornině jsou velmi dobře patrné (Petránek, 2007c).

Vznikají:

- 1) „*smrštěním při tuhnutí magmatitů – př. odlučné pukliny*
- 2) *smrštěním při vysychání sedimentů – př. desikační pukliny*
- 3) *účinky tektonických sil“ (Petránek, 2007c).*

Vznik souvisí s okolní teplotou a napětím, které se odvíjí od pohybu magmatu (Rajlich, 2001).

Podle vzniku za působení tektonických sil se rozeznávají pukliny tlakové, tahové a diagonální (střížné). Podle jejich orientace se rozlišují pukliny podélné (značeny S - Längsklüfte), příčné (značeny Q - Querklüfte) a ležaté (značeny L - Lagerklüfte) (Rajlich, 2001).

Četnost puklin závisí na mocnosti masivů a vrstev. Pukliny blízko sebe se vyskytují tam, kde jsou tenké vrstvy. Více oddálené pukliny jsou u mocnějších těles.

Pukliny se tvoří ve skupinách a nejčastěji jsou rovnoběžné. Pokud jsou stejné orientace, jde o puklinovou sadu nebo soustavu, které ve větším počtu představují puklinový systém. Pokud jsou pukliny různě orientované, jde o pukliny nesystematické.

S touto geologickou strukturou také souvisí její povrch. Ideální puklina je charakterizována rovnou hlavní plochou, která je ohraničena hrubou obrubou. Ta se rozšiřuje směrem ven od jejího povrchu. Na povrchu se mohou vyskytovat různé ornamenty, „*kteří indikují počátek propagace pukliny a také ukazují na směr, ve kterém je puklina propagována*“ (Lexa, 2010). Tyto znaky mohou být např. počátky, vochle („péra“) nebo žebra, která jsou kolmá na vochle.

Střížné zóny

Střížné zóny se definují jako plošná nebo zakřivená pásma, která jsou silně přetvořena. Jejich rozměry mohou být od několika milimetrů po stovky kilometrů. Jsou

charakterizovaná poměrem délky k šířce 5:1. Obklopují je horniny, které prošly nižším stupněm metamorfózy.

Klasifikují se na duktilní, duktilně křehké a křehké. Deformace u duktilních střížných zón vzniká duktilním tokem. Okolní horniny jsou zohýbané, jejich mocnost je často změněna, ale přesto jsou neporušené. Nejvíce se vyskytují v horninách krystalinika (granit, rula, gabro). Křehce duktilní střížné zóny prodělávají částečnou duktilní deformaci. U křehkých střížných zón se objevuje mezi bloky diskontinuita. Stěny prošly jen velmi malou metamorfózou. Na zónách se vyskytují křehké praskliny a jejich vznik závisí na elastických vlastnostech hornin (Rajlich, 1993).

Jejich vývoj je velmi často dlouhodobý (archaikum – současnost). Vznikají postupnými fázemi pohybu, mezi kterými se mohou objevit delší časové úseky. Pohyb probíhá po plochách kliváže. Podle směru a sklonu se rozdělují na násunové a poklesové střížné zóny a na horizontální posuny. Na jejich vzniku se podílí teplota, která způsobuje účast fylitů až po magmatity. Pokud je teplota nižší, proces vede k mylonitizaci. Pokud je teplota vyšší, dochází k plastické deformaci. Podle některých výzkumů vyšlo najevo, že určení směru pohybu je možné zjistit podle orientace planárních a lineárních strukturních prvků, např. podle lineace roztažení, striace a vrás a „vznikají nejprve kolmo na směr tektonického transportu“ (Rajlich, 1990). V duktilních doménách se tyto vrásy nejčastěji vyskytují rovnoběžně s lineací roztažení. Existuje 5 mechanismů deformace (reorientace původních vrás, dvojí stříh, konstrikční tok, toulcové vrásy a transprese), při kterých vznikají rovnoběžné vrásy s osou tektonického transportu.

Charakteristickými strukturami střížných zón jsou struktury asymetrické. Jsou důležité pro význam tektonického transportu. Jejich vývoj je závislý na duktilitě a typu deformace. Zařazují se do nich plochy S – C, tlakové stíny, Riedelovy stříhy aj. (Rajlich, 1990).

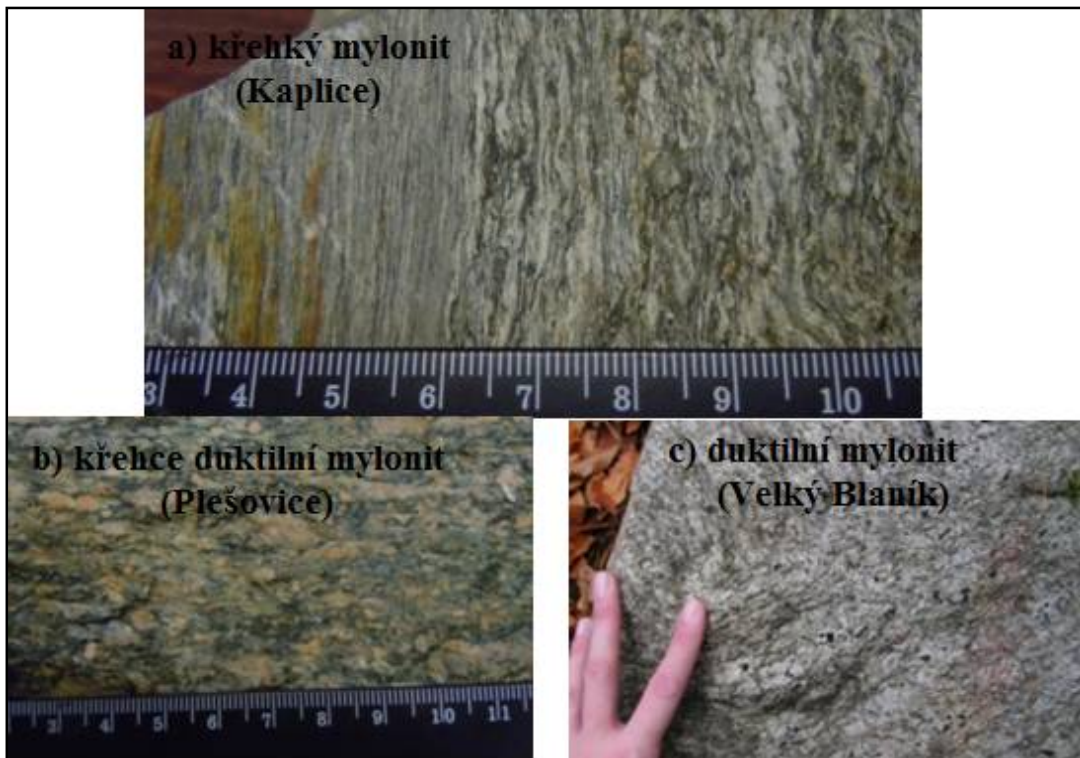
Střížné zóny doprovází metamorfóza hornin. Ta je závislá na úrovni v zemské kůře a na tepelném toku. Pohybem se vytváří diskontinuita, která zapříčiní lepší průnik tepla a fluid. Fluida způsobí deformaci horniny a uvolní napětí. Střížné zóny jsou proto často doprovázeny granulity, migmatity a diafority, a tím se může potvrdit, že s výjimkou kontaktní metamorfózy se ve střížných zónách mohou vytvořit všechny typy metamorfitů, kromě kontaktně metamorfovaných hornin (Rajlich, 1990).

Mylonitizace

Pojem mylonit je odvozen od řeckého slova mylos = mlýn. Znamená tak, že zrna horniny jsou zjemněna drcením. Příčinou je tektonický pohyb po zlomu v hornině. Existují tři úrovně přetváření, které se od sebe odlišují teplotním a hloubkovým stupněm, ve kterém deformace proběhla:

- a) úroveň křehkého porušení (blízko povrchu)
- b) úroveň křehce duktilního porušení ve středních hloubkách zemské kůry
- c) úroveň duktilního přetvoření v největších hloubkách (Rajlich, 1993)

Do kategorie a) patří křehké mylonity (Obr. 12a), do b) křehce duktilní mylonity (Obr. 12b) a do kategorie c) se řadí duktilní mylonity (Obr. 12c).

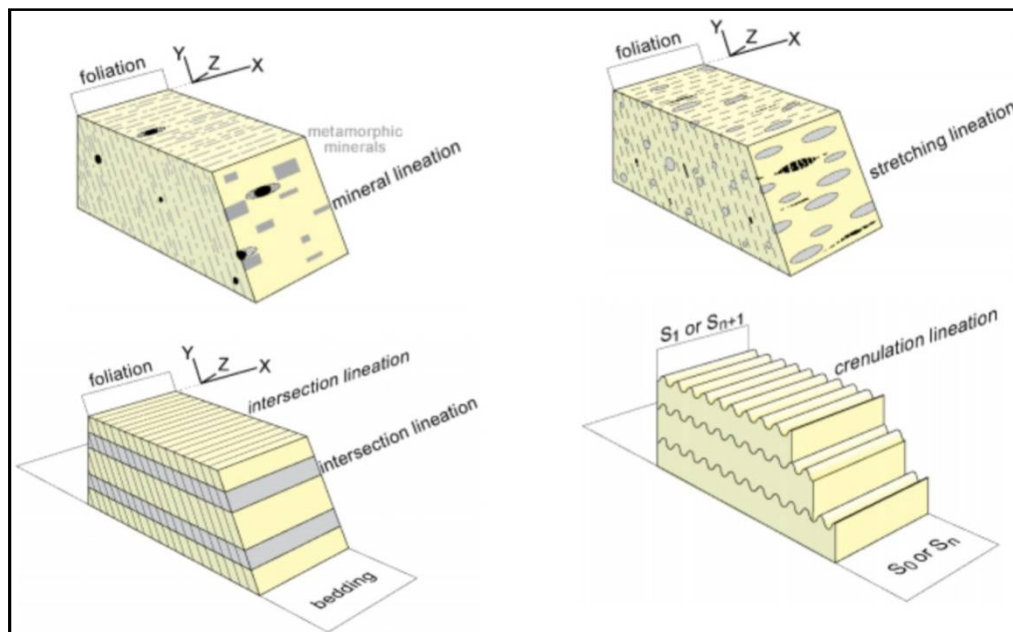


Obrázek 12: Mylonitizace (Foto: Moravcová, 2014)

2.3.2.2. Lineární strukturní prvky

Součástí geologických struktur jsou lineární prvky, které jsou v geologickém tělese uspořádány podle jeho strukturního tvaru (Marschalko a kol., 2004a). Mezi nejvýznamnější typy patří (Obr. 13):

- minerální lineace – orientace minerálních zrn na plochách foliace ve směru např. minerálního toku (Kachlík, 2003)
- lineace protažení – protažení částí hornin ve směru pohybu (Rajlich, 1990)
- intersekční lineace – pronikání dvou systémů ploch (př. kliváž a vrstevnatost)
- svraštění (krenulace) – vznik „mikrovrásek“ na vrstevních plochách (Kachlík, 2003)
- striace (rýhování) – vznik třením na zlomových plochách (Kachlík, 2003)



Obrázek 13: Typy lineací

Zdroj: www.files.ethz.ch

Název lineace je odvozen od latinského slova *linea* = přímka. Ve strukturní analýze se používá značení „L“. Je výsledkem mnohých strukturních dějů a procesů (Jaroš a Vachtl, 1992). Lineace poskytuje důležité informace týkající se pohybu a deformace geologických materiálů. Ve strukturní analýze se běžně používá pro vyhodnocení napětí a určení směru pohybu (Tikoff a Greene, 1996).

Podle genetické klasifikace geologických struktur se lineace rozlišuje na primární a sekundární. Primární lineace se vyskytuje ve vyvřelých a sedimentárních horninách. Vzniká zároveň s látkovou náplní původního geologického tělesa. Sekundární lineace vzniká při deformaci geologického tělesa. Většina těchto lineací je tektonického původu. Jedná se především o vrcholové linie vrás. Zařazuje se sem svraštění (krenulace), lineace

protažení, lineace intersekce, lineace rýhování nebo lineace růstu minerálů (Jaroš a Vachtl, 1992).

Lineace protažení (roztažení)

Obecně se jedná o protažení částí hornin ve směru pohybu. Jednotlivá zrna, agregáty nebo fragmenty libovolné velikosti se prodlužují a otáčejí v průběhu deformace (Cloos, 1946). Nerosty obsažené v hornině se roztahují „jako žvýkačka“ a jejich vzhled odpovídá stéblům. Proto jsou některé ortoruly označovány jako stébelnaté (dříve vláknité). Jejich vznik je spjat se smykovými zónami v žulách (Rajlich, 2010).

Někdy je tato lineace označována jako b-lineace. Důvod tohoto pojmenování je odvozen od tektonického osního kříže a, b, c, podle B. Sandera (1950).

Pojem lineace protažení je zaznamenán z hlediska rovnoběžnosti v elipsoidu přetvoření s jeho osou X. Existují následující typy lineace:

- a) minerální lineace (prizmatické minerály nebo částečně zploštělé – živec)
- b) lineace pomocí krystalizace minerálů
- c) agregátní lineace

U minerální lineace dochází k častějšímu přetvoření, pokud obsahuje starší zrna minerálů. Agregátní lineace je charakterizována protažením fosilií, vyrostlic minerálů, valounů atd. Pokud mají valouny a krystaly mezi delší a kratší osou menší rozdíl, jsou orientovány kolmo. U tohoto typu lineace jsou vřetena tvořena zrny křemene, která jsou rovnoběžně protažena. Pokud lineace vznikne přetržením vrstev, jsou tato zrna šikmá nebo kolmá na směr roztahování a na osu X, nacházející se v elipsoidu přetvoření. Jakmile jsou s osou X rovnoběžné osy vrás, je s ní souhlasná také průsečnicová lineace. Pokud dojde k poklesu duktility a narůstá křehké porušení hornin, podílí se na lineaci protažení méně a méně minerálů. Tím přechází lineace protažení do stádia rýhování = striace (Rajlich, 1993).

Projevem lineace protažení je přítomnost asymetrických vrás, tlakových stínů kolem granátových porfyroblastů, „foliačních ryb“, S-C tektoniky atd. Tyto asymetrické struktury udávají smysl pohybu (Rajlich, 1993).

Ke směru otáčení v lineaci roztažení a pohybu existují některá vybraná fakta:

1. U smykové zóny se nachází asymetrické struktury, které jsou rovnoběžné ve směru protahování hornin. S lineací roztažení leží v jedné rovině osa, která je největší osou asymetrických struktur.
2. Nejdelší osa X deformačního elipsoidu je rovnoběžná s lineací protažení.
3. Optické osy křemene jsou orientovány do bodového maxima, které je charakteristické úklonem ve směru maximálního protažení. Můžou také vytvářet stavby, jejichž původ je spatřen v nekoaxiální deformaci.
4. Planární prvky se protahují.
5. Lineace protažení je spatřována v tektonitech, které neobsahují vrásy (Rajlich, 1993).

Vrásy

Vrásy jsou příkladem duktilních (spojitých) deformačních struktur. Jedná se o jedny z nejběžnějších geologických struktur zemské kůry. Jejich tvar je dán periodicky se opakujícími vlnami. Při deformaci se mění jejich tvar, objem, ale celistvost původního tělesa je neměnná. Tvoří se pouze ve foliovaných horninách, které se chovají plasticky.

Vznik vrás je spjat s jeho kinematickou a dynamickou stránkou. Ve strukturní geologii se tak rozeznává deskriptivní a genetická klasifikace vrás. Z hlediska deformací vedoucích ke vzniku vrás, se rozlišují dva typy kinematického typu vrásnění. Jedná se o ohybové vrásnění (ohybově skluzné vrásnění), považované za pravé vrásnění a skluzné vrásnění považované za nepravé vrásnění (Jaroš a Vachtl, 1992).

Podle Kachlíka (2003) je vznik vrás vysvětlen:

- 1) *„ohybem vrstev, vyvolaným zkracováním prostoru paralelně s průběhem vrstev*
- 2) *ohybem vrstev, vyvolaným v důsledku napětí působícího šikmo nebo kolmo na stratifikaci vrstev*
- 3) *deformací již preexistujících vrás“ (Kachlík, 2003)*

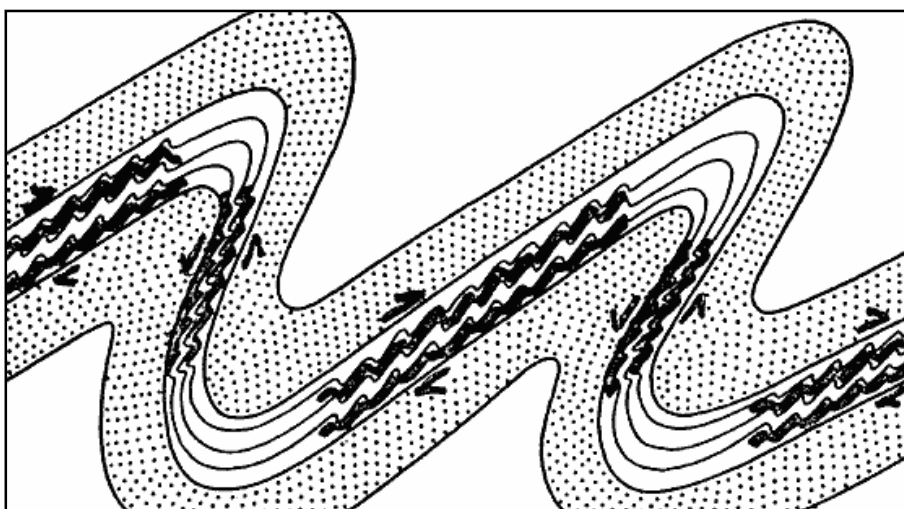
Elementárními částmi vrásy jsou antiklinála (sedlo), synklinála (koryto) a část vrásy, která tyto dva prvky spojuje, se nazývá rameno vrásy. Nejvyšším bodem vrásy je její vrchol, naopak nejnižším bodem je spodina. (Marschalko, 2004).

Rozměry vrásy určuje její šířka, délka a výška. Šířkou je myšlena vlnová délka, délkou délka v ose a výškou je značena amplituda vrásové vlny (Jaroš a Vachtl, 1992).

Dalšími strukturálními prvky jsou vrásová osa a osní rovina. Vrásová osa je přímka, která „je průsečnicí osní roviny s plochami zakřivenými ve vráse, je osou rotace strukturálních ploch ve vráse“ (Kachlík, 2003). Definicí osní roviny je „rovina proložená vrcholovými liniemi dílčích vrás ve zvrásněném souboru“ (Kachlík, 2003).

Vlečné vrásky

Vlečné vrásky (Obr. 14) jsou vrásky, jejichž vznik je spjat s mikrozlomy, které odlišují krenulační kliváž od jiných klivážových typů.



Obrázek 14: Schéma vlečné vrásky

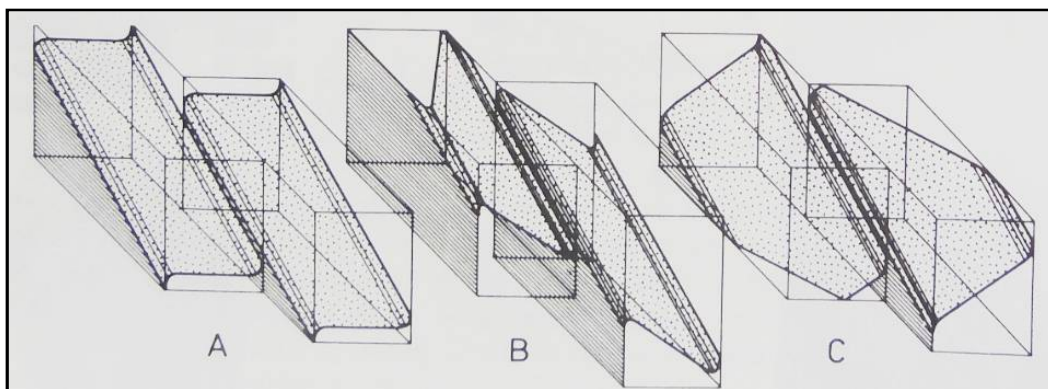
Zdroj: <http://www.earth.northwestern.edu/individ/brad/baraboo/geology/dragfolds.html>

Z hlediska typů vlečných vrás (Obr. 15) se dají rozeznat vrásky, které mají osy rovnoběžné v deformačním elipsoidu s osou λ tj. hlavní osy okamžité deformační elipsy při velkém úhlu. Částečně Riedelovy stříhy vznikají v rovině XZ smykového deformačního elipsoidu. Při sílící deformaci se mění úhel mezi vrásami a kliváží. Největší pohyb R stříhů nastává ve smyslu proti pohybu otáčení hodinových ručiček. Původní úhel mezi vrásami a zlomy se může změnit až na 170° . Úhel se takto rozevře při postupující transtenzi.

Druhým typem jsou krenulační vrásky, které vznikají podél vrásových rovin, které jsou za vyšší deformace rovnoběžné s kliváží. Kliváž je možné dále uvádět jako P stříhy. Jedná se o další stupeň smyku a s rameny stlačených krenulačních vrás jsou rovnoběžné. Rajlich (1993) objevil, že se kliváže sblíží do směru P smyků.

Dalším typem jsou vrásky vyššího řádu, u nichž jsou R stříhy přeorientovány za čistého stříhu vrásovou rovinou do roviny YZ prvního přírůstkového deformačního

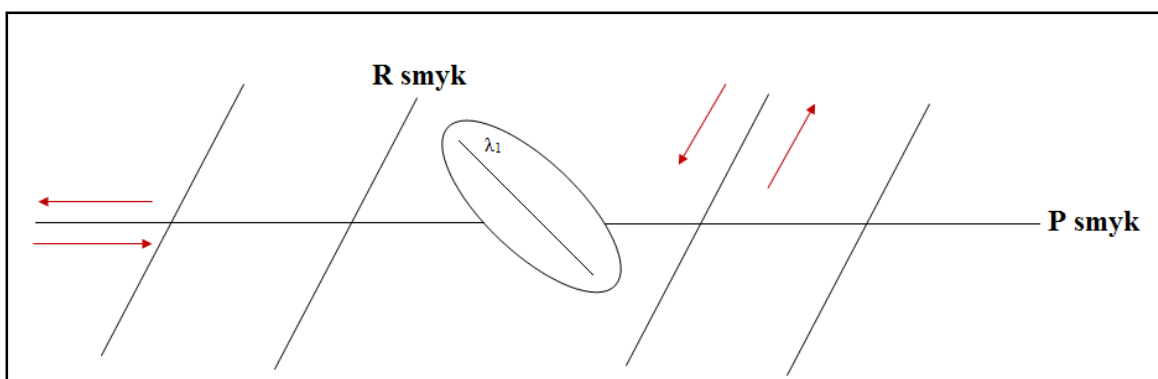
elipsoidu a dále smykem, který je zapříčiněn pohybovým skluzem vrstvy podél jejich hranic. Charakteristický vzor vlečných vrás je zapříčiněn roztažením vrásových ramen a nekoaxiální duktilní deformací (jednoduchým stříhem) mikrolitonů a jejich skluzu, který je kolmý na vrásovou osu. Ve směru smyku zůstává zachována slabá lineace nebo rýhování (Rajlich, 1993).



Obrázek 15: Typy vlečných vrás na narušených ukloněných zlomových plochách (A – Ukloněná plocha je kolmá ke kliváži, B – Reverzní vlečná vrása na ukloněné ploše šikmá na kliváž, C – Normální typ vrásy na ukloněné ploše šikmé na kliváž)

Zdroj: Rajlich, 1993

Pro shrnutí je tedy základem vzniku vlečných vrás smykové přetvoření. Ve foliované hornině vznikají praskliny, které se označují jako R smyky. Podél smyků se vytváří protichůdný pohyb a vzniknou P smyky (Obr. 16). Potom dochází k deformaci horniny, kdy se transprese začne zvyšovat.



Obrázek 16: R + P smyky a jejich pohyb

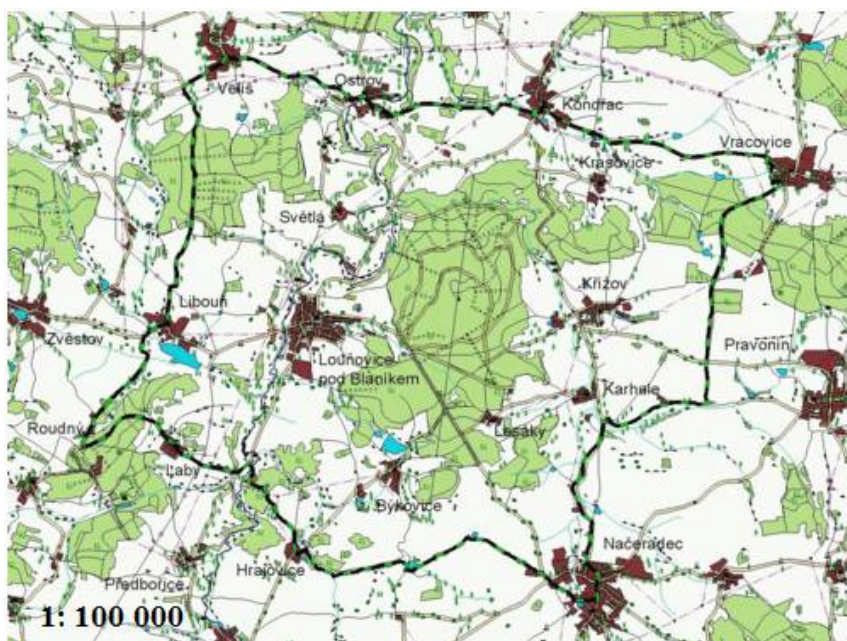
Zdroj: Vlastní zpracování

Aby tedy vlečná vrása vznikla, musí být v hornině přítomna foliace, R a P smyky, dojit k silné transpresi a zvětšenému objemu horniny. Vznik závisí také na zrnitosti, kvůli které je v některých horninách vytvořených vlečných vrás více, v některých méně.

2.4. VYMEZENÍ ZÁJMOVÉHO ÚZEMÍ

Zkoumané území, tvořené blanickou ortorolou, patří do CHKO Blaník a zahrnuje velkou část Podblanicka, jež se nachází ve Středočeském kraji v okrese Benešov na území Louňovic pod Blaníkem. Dominantou této krajiny je hora Velký Blaník (638 m n. m.).

Hranice CHKO Blaník (Obr. 17) tvoří okolní vesnice. S – obce Kondrac a Ostrov, SZ – obec Veliš, JZ – obce Roudný a Laby, J – obec Hrajevce, JV – Načeradec, SV – Vracovice.



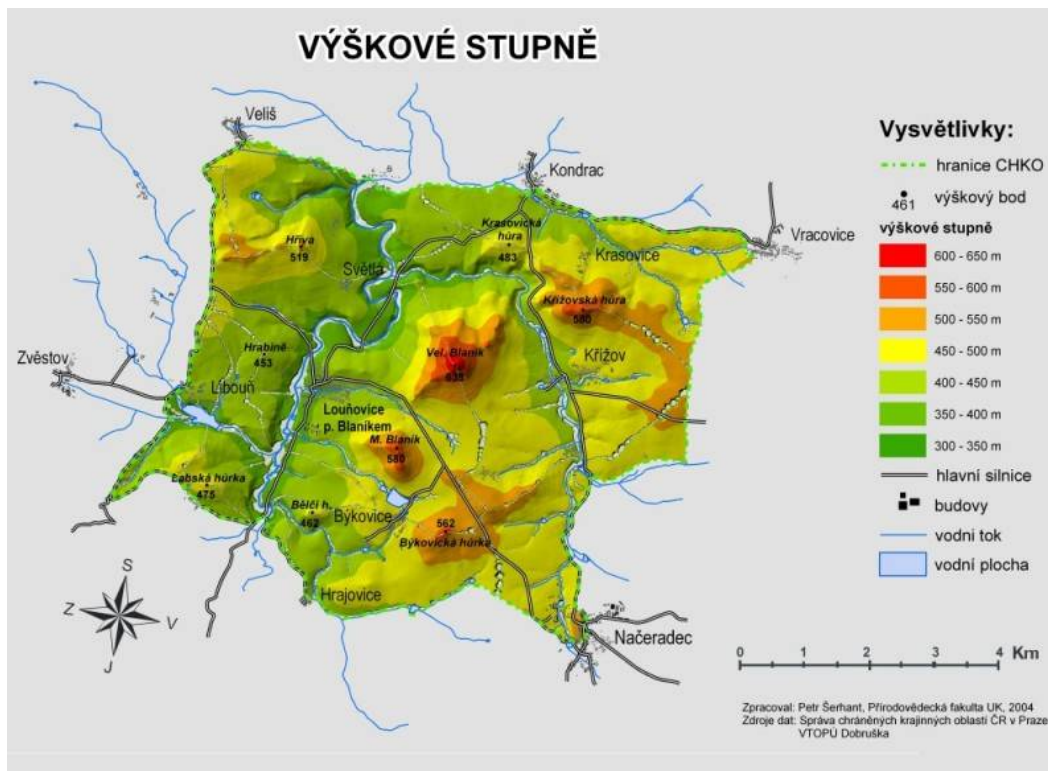
Obrázek 17 : Vymezení CHKO Blaník

Zdroj: <http://www.kct-tabor.cz/gymta/ChranenaUzemiCR/Blanik/>

2.5. GEOMORFOLOGIE

Zkoumané území patří do subprovincie Českomoravské vrchoviny a do oblasti Středočeské pahorkatiny. V této oblasti se nachází Vlašimská pahorkatina a Mladovožická pahorkatina (Bína a Demek, 2012).

V CHKO Blaník se dá setkat s nadmořskou výškou od 366 m n. m. do 638 m n. m (Obr. 18). Průměrná nadmořská výška činí 400 – 450 m n. m. V oblasti se rozkládá mnoho vrcholů a hřbetů. Jsou to Malý Blaník (580 m), Krasovická hůra (483 m), Křížovská hůra (580 m), Býkovická hůrka (562 m), Bělčí hora (463 m), Hříva (519 m), Slepíčí skála (478 m), Labská hůrka (475 m), Hrabíně (453 m) a mnoho dalších nepojmenovaných vrcholů (Správa CHKO Blaník, 2016). Všechny tyto kóty jsou tvořeny blanickou ortorolou.



Obrázek 18: Výšková členitost CHKO Blaník

Zdroj: <http://blanik.ochranaprirody.cz/res/archive/102/014235.jpg?seek=1382513731>

2.6. GEOLOGICKÉ POMĚRY

2.6.1. Středočeský pluton a moldanubikum

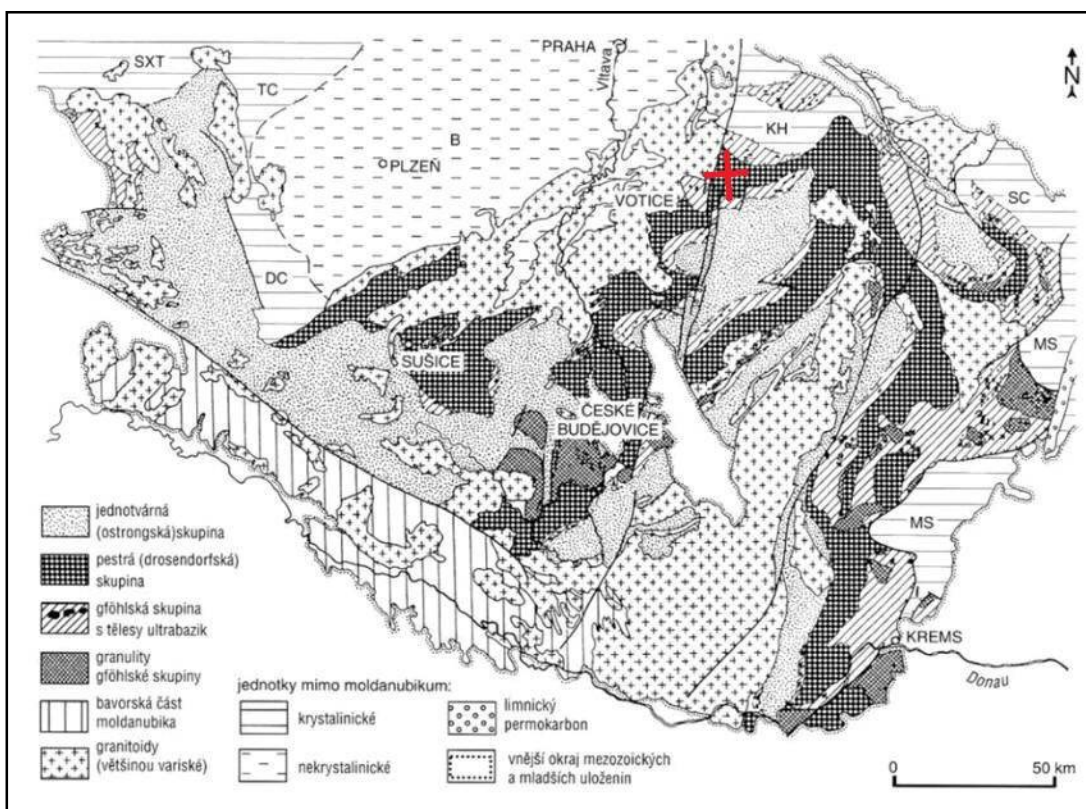
Oblast CHKO Blaník spadá do dvou základních celků. Prvním celkem je středočeský pluton, který zasahuje do západní části oblasti. Tvoří ho převážně diority, granodiority a porfyrické žuly. Jedná se o hlubinné vyvěřeliny.

Druhý celek se nazývá moldanubikum (Obr. 19). Jedná se o nejrozsáhlejší a nejstarší (zřejmě protetickou) geologickou jednotku Českého masivu (Chábera, 1962). Nachází se mezi tokem Vltavy a Dunaje a zasahuje do jižní a západní části Českého masivu. Je tvořeno silně metamorfovanými krystalickými břidlicemi hercynského stáří. (Svoboda, 1964).

Převládající horninou pro moldanubikum je pararula (biotitická, sillimanit – biotitická a muskovit – biotitická), která se zformovala z jílovitých břidlic.

Podle Chábery (1962) je geneze moldanubika velmi složitá kvůli tomu, že jednotlivé jeho části vznikly různými horotvornými pochody. Došlo k mnoha vrásněním, u

kterých se předpokládá, že to nejstarší mělo zřejmě alpinotypní stavbu. Mladší vrásnění se podílelo na vzniku kleneb a prohybů. Podle Nekudy (2005) došlo ještě k zvrásnění do antiklinorních a synklinorních pásem, při kterém došlo k rozlámání moldanubika a k jeho narušení poruchami, do kterých se dostaly intruze magmatu varijských masivů.



Obrázek 19: Litologická charakteristika moldanubika s vyznačenou lokalizací blanické ortoruly

Zdroj: Mísař a kol., 1983

Moldanubikum je členěno na tři litotektonické podjednotky – ostrongská (monotónní), drosendorfská (pestrá) a gföhlská. Ostrongská skupina je charakteristická horninami jako biotit - cordieritické pararuly a migmatity vzniklé metamorfózou. Akcesorickými minerály jsou sillimanit, granát, kyanit atd. jako vložkovité horniny se zde vyskytují kvarcité, ortoruly, erlany a eklogity.

Drosendorfská jednotka je tvořena převážně biotit - sillimanitickými pararulami a migmatity. Pestré vložky v těchto horninách tvoří kvarcité, grafitické horniny a mramory. Teploty a tlaky u metamorfózy hornin dosahovaly vyšších hodnot než u monotónní skupiny. Teplotní a tlakové hodnoty se shodují s hodnotami gföhlské jednotky. Mnoho výzkumů a nálezů vedlo řadu autorů k tomu, že pestrá skupina je proterozoického stáří (Grygar, 2001).

Strukturně nejvyšší jednotkou moldanubika je gřohlská jednotka. Hlavními horninami jsou leukokratické migmatity a ortoruly. Zde se vyskytují eklogity, peridotity a granuly. U metamorfických procesů je teplota odhadována kolem 1000 °C a tlak 1,4 – 2 GPa (Verner a kol., 2008). Nejvíce je tato jednotka rozšířena v jihočeské a moravské části moldanubika.

Z hlediska zkoumaného území se jedná o severní část moldanubika, která leží mezi středočeským plutonem, moldanubickým plutonem a kutnohorsko-svrateckým krystalinikem. Území je tvořeno horninami ostronské a drosendorfské jednotky. Jedná se o biotitové a sillimanit – biotitové pararuly a migmatity. Tyto tělesa prodělala intruze, při které došlo k přeměně původních sillimanit – biotitových pararul na cordierit – biotitové pararuly až migmatity. Tyto migmatity mají větší podíl K₂O, který způsobuje vyšší zastoupení K-živce (Štelcl a Vávra, 2007).

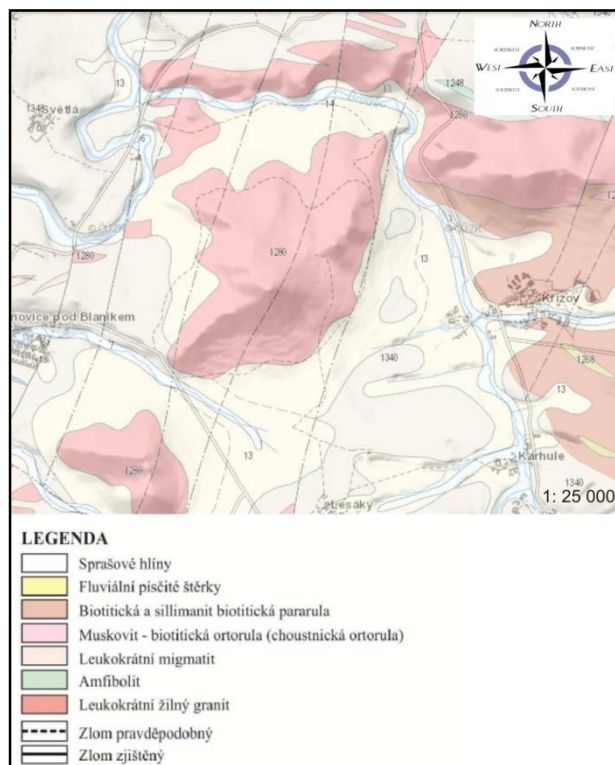
Ve vymezené oblasti se dále nachází vyšší výskyt dvou typů ortorul. Jedná se o muskovit – biotitové až biotitové ortoruly a dvojslídne až muskovitové ortoruly, které se vyznačují přítomností turmalínu.

2.6.2. Přehled geologie studovaného území

2.6.2.1. Blanická ortorula

V oblasti moldanubika jižních Čech je skupina více nepravidelných těles blanické ortoruly, protažených V – Z (Obr. 20), nacházejících se mezi obcemi Louňovice pod Blaníkem a Miřeticemi. Tělesa zaujímají plochu 8 km² a tvoří 18 km dlouhý pás vedoucí od Mladé Vožice přes Velký Blaník k údolí Želivky. Někdy jsou tyto ortoruly nazývány žulorulou kvůli částečné metamorfóze žuly a ruly (Breiter, 2003).

Z hlediska petrologického složení je převažující horninou muskovit – biotitická až biotit – muskovitická ortorula s krystaly turmalínu (skoryl), který je zde hojný kvůli přítomnosti boru. Ten se původně vyskytoval v sedimentárním protolitu v jílových minerálech – illitu, avšak během metamorfózy se dostal do sousedních ortorul (Breiter, 2003). Minerální složení horniny je následující: „*křemen 28,8%, albit 32,3%, K-živce (ortoklas + mikroklin) 25%, biotit 2,3%, muskovit 5,5%, turmalín 2,9%, granát 1,2%*“ (Klečka a spol., 1991). Akcesorickými minerály jsou apatit, sillimanit a ilmenit. V minimálním množství se v ortorule



Obrázek 20: Těleso blanické ortoruly

Zdroj: Digitální mapová aplikace GEOČR50 (www.geology.cz)

může vyskytovat kasiterit, triplit, fluorit. Zirkon, gahnit a ferrocolumbit se vyskytují vzácně.

Chemicky je poměrně homogenní, obsah SiO_2 kolísá v rozmezí 72 – 75%. S přibývajícím obsahem Si klesá obsah Al, P a Fe a množství prvků Na, K, Rb, Sr a Zr se téměř nemění (Breiter, 2003). Alkalicko – živcový granit je protolitem této ortoruly. Jeho stáří se datuje na ~ 470 Ma (Breiter a kol., 2005).

2.6.2.2. Vznik a vývoj CHKO Blaník

Z hlediska vývoje geologického podkladu je známá řada odlišných názorů geologů. Jedni se přiklání k utváření podkladu do období starohor. V prvohorách mělo proběhnout variské vrásnění, při kterém docházelo ke zdvihání a prohýbání metamorfovaných hornin. Granodiority a diority byly intrudovány do zemské kůry. Ve stejné době měly vzniknout migmatity. Koncem prvohor se mělo vytvořit vlivem vrásnění mnoho zlomů, včetně Blanické brázdy (Zemek, 2001).

Podle teorie tektonických desek mělo dojít během variské orogeneze k metamorfóze prvohorních hornin, které se nacházely ve spodní a střední hloubce

kontinentální kůry. V největších hloubkách tak měly vzniknout granulity přeměnou kyselých vyvřelých hornin. Tyto granulity společně s peridotity a serpentinity měly být tektonickými pochody začleněny do komplexů pararul.

Kvůli vysokým teplotám mělo dojít k natavování hornin a ke vzniku migmatitů nebo mělo dojít k jejich úplnému roztavení. Tím vznikla tavenina, která stoupala k zemskému povrchu. Po chladnutí měla hmota vykristalizovat a vznikly granity a granodiority. Zvláštní typ hornin, nacházejících se v moldanubiku, jsou durbachity. Ty měly vzniknout při tavení hornin zemského pláště Země a následně mělo dojít ke spojení roztavené hmoty s jinými roztavenými horninami (Poláček, 2011).

Rajlich (2007) považuje Čechy za 2 mld let starý meteoritický kráter, ve kterém mělo dojít k metamorfóze hornin, současně s impaktem. Z přechodné dutiny kráteru se měly uvolnit úlomky hadců a spodní kůry (granulity, migmatity a durbachity). Došlo k jejich promísení s břidlicemi a vápenci a posléze k jejich sjednocení.

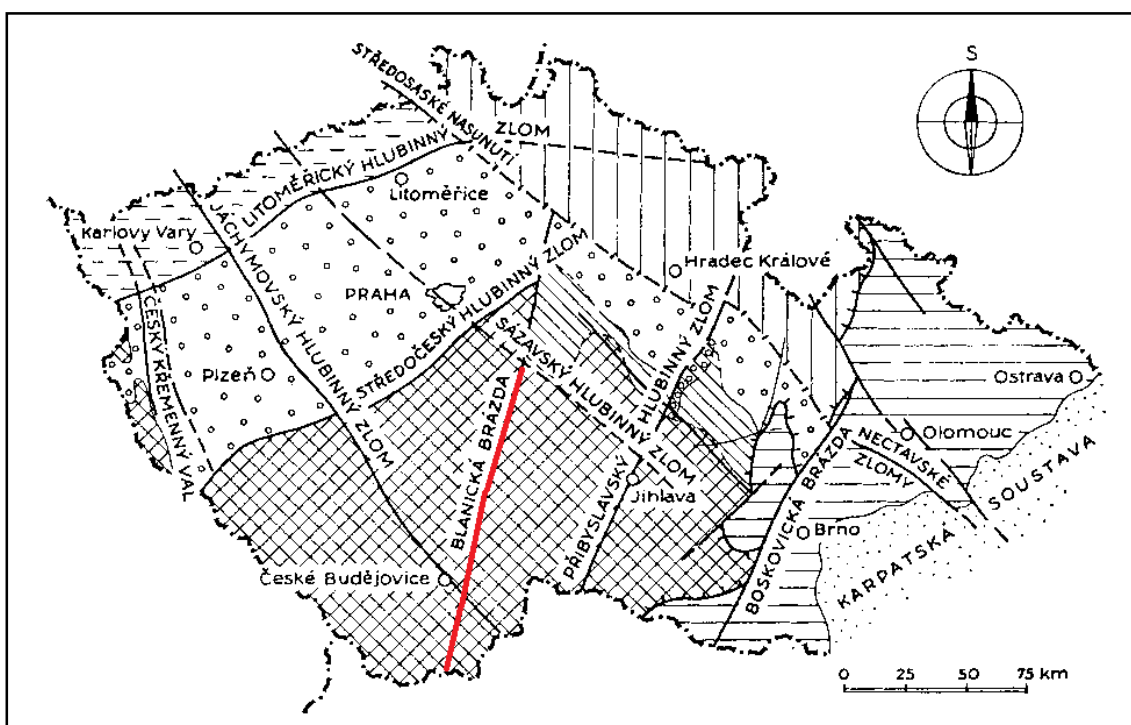
Podobným úlomkem je nejspíše blanická ortorula (Rajlich, ústní sdělení). Více než 2 mld let stará žula podlehla plastické deformaci, kdy se minerály seskupily do plošné stavby a došlo k prostupu fluid. Pod silným tlakem byla žula přetvořena na ortorulu (Obr. 21) a vlivem fluid došlo k tvorbě nových minerálů – muskovitu, biotitu a turmalínu (Rajlich, ústní sdělení).



Obrázek 21: Přeměna choustnické žuly na ortorulu (Foto: Moravcová, 2014)

2.6.2.3. Blanická brázda

Na styku moldanubického a středočeského plutonu se v oblasti Podblanicka nachází Blanická brázda. Jedná se o jednu z největších zlomových struktur v rámci Českého masivu. Byla vytvořena v mladším paleozoiku hercynským vrásněním. Brázda je dlouhá cca 180 km a široká v rozmezí od 2 – 25 km, vedoucí od Českého Brodu až k Českým Budějovicím a dále k hranicím s Rakouskem, je tedy SSV – JJZ směru (Obr. 22) (Nouza, 1988). Na území Rakouska se označuje jako „Rodelská linie“, která je charakteristická mocnými mylonitovými pásmy.



Obrázek 22: Znáornění průběhu Blanické brázdy

Zdroj: Mísař a kol., 1983

Z hlediska ložiskové geologie je metalogenetickou jednotkou, kde jsou ložiska rud vázána na zlomovou tektoniku. Nachází se zde naleziště Ag-Zn-Pb zrudnění, která se začala těžit cca ve 14. století, konkrétně ve Stříbrné Skalici, Ratibořských Horách ve Staré Vožici a v Rudolfově. V oblasti bylo těženo také zlato nízké ryzosti. Známými lokalitami jsou Roudný a Dobrá Voda (Stehlík, 2011).

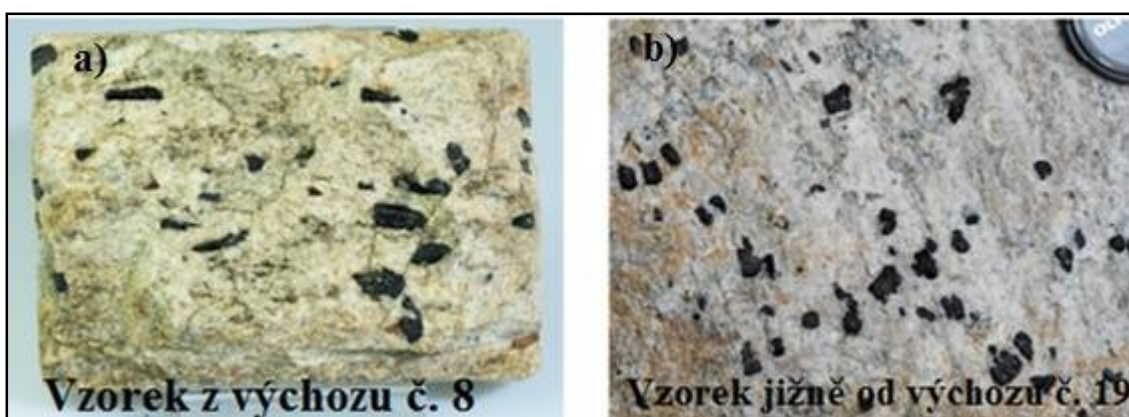
Mimo studované území je Blanická brázda tvořena permskými šedočernými sedimenty nebo tmavšími červenými sedimenty, tvořící šest ostrůvků reliktního charakteru. Největší z nich se nalézá v oblasti Českého Brodu, dva u Českých Budějovic a tři na západ od Vlašimi.

V oblasti Blanické brázdy probíhala řada výzkumů. V okolí Vlašimi byl v mylonitové výplni zjištěn kalcit, fluorit, pyrit a sádrovec (Pokorný a kol., 2005)

2.6.2.4. Mineralogické jevy studované oblasti

Turmalinizace

V rámci blanické ortoruly se turmalín vyskytuje na většině výchozů. Většinou se jedná o menší krystaly až na výjimky. Větší krystaly se dají spatřit na výchozech č. 8 (Obr. 23a) a také v blízkosti výchozu č. 19 (Obr. 23b), které obsahují cca 3 cm velké krystaly turmalínu.



Obrázek 23: Turmalinizovaná blanická ortorula (Foto: Moravcová, 2015)

Turmalinizace je procesem tvorby turmalínových a křemenoturmalínových hornin. Patří do pneumatolytických pochodů, což je proces, kdy se za teplot cca 400 – 600 °C uvolňují z tuhajícího magmatu těkavé látky (v tomto případě bor). Tímto způsobem vznikne turmalín (Petránek, 2007e). Jedná se o černý borosilikát sodíku nebo draslíku, hořčíku a železa. Jeho vznik je vázán na světlé drobnozrnné žuly, které neobsahují slídy. Konkrétně jde o aplity a leukogranity.

Jev je spojený s průnikem boronosných fluid do horniny. Fluidum je označení pro roztoky, které mají více než 360 °C, tudíž mohou rozpouštět minerály a jejich složky přemísťovat. Do horniny tak přináší bor a dochází ke krystalizaci na úkor starších minerálů, hlavně plagioklasu, biotitu a železitých sloučenin. Na horninách se objevují kolem turmalínu bílá místa kvůli tomu, že do turmalínu se soustřeďují prvky (Fe), které tmavě zbarvují horninu. Tento způsob se nazývá konkrecionární růst. Jev je pozorován na turmalínových sluncích (Obr. 24) v aplitické žule. Jedná se o radiálně paprscité agregáty turmalínu, které vznikají na úkor biotitu a trojmocného železa (Rajlich, 2010). Konkrétně

na zkoumaných lokalitách v rámci diplomové práce jsou turmalínová slunce makroskopicky nápadná. Dosahují velikosti několika cm.



Obrázek 24: Turmalínová slunce (Foto: Moravcová, 2014)

Šokové křemeny

Tato kapitola je do diplomové práce zařazena proto, že šokové křemeny byly nalezeny v oblasti výzkumu, konkrétně severně od výchozů č. 1 a 2 na poli, kde se vyskytovaly jako samostatné úlomky (Obr. 25a,b,c).

Během meteorického impaktu dochází ke vzniku a šíření zvukové vlny, která může vést k poruše atomových vazeb strukturní mřížky křemene. K takovému impaktu ve střední Evropě mělo podle Rajlich (2007) dojít před cca 2 mld let, kdy několik kilometrů mocný meteorit dopadl do hloubky cca 40 km. Tím, že se změní struktura mřížky, dojde např. ke snížení lomu světla na 1,473 – 1,486 a dvojlomu na cca 0,003. U křemene tedy dojde ke změně jeho struktury – „*od podoby velkých krystalů křišťálu přes jejich kavitační šlírování až na zvukově drcené křemeny s rovinnými deformačními plochami (planar deformational features, PDF)*“ (Rajlich, 2014).

Lamely

Charakteristickým prvkem v křemeni jsou bílé lamely (šlíry), které jsou vidět v každém vzorku (Obr. 25b,d). Mohou se protínat, aniž by jedna lamela porušovala druhou. Materiál, který se vyskytuje mezi lamelami, je čistý průhledný křišťál, který může „vymazávat“ (zmizí bílá barva a objevuje se tmavý křišťál) část lamel. (Rajlich,

videozáznam - <http://slideslive.com/38890068/cechy-jako-impaktni-krater>). Aby byl křemen označen jako šokový, musí být velikost mezi dvěma lamelami menší než 1 um (Rajlich, 2007).

Lamely se nacházejí i v jiných nerostech v Čechách. Do těchto nerostů patří šokový beryl z oblasti Písecka, živec z durbachitů a pegmatitů a apatit z lokality Dobřejovice (Rajlich, 2014).

Štěpnost (planar deformational features, PDF)

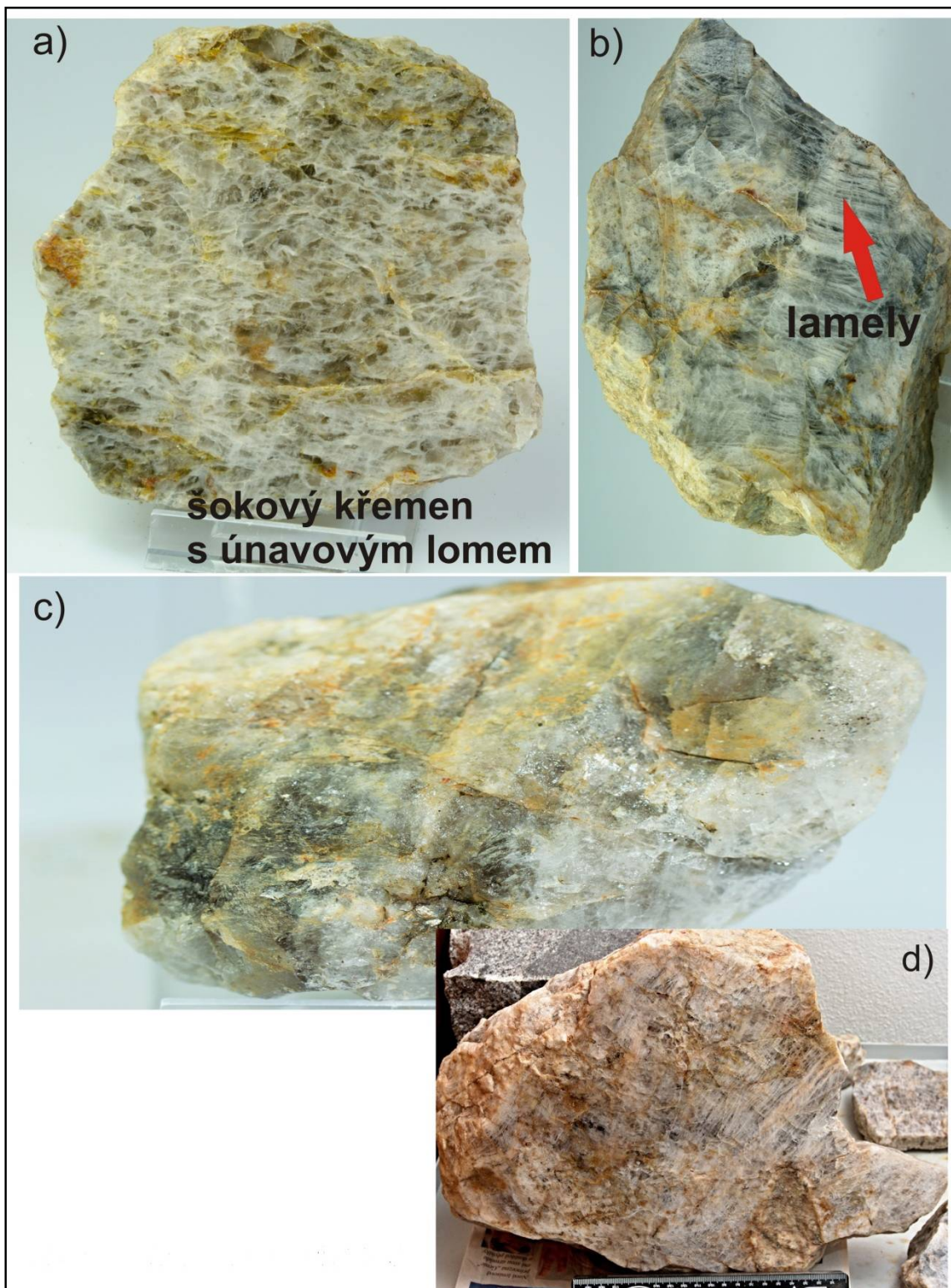
Na každém vzorku šokového křemene je vidět pravidelná štěpnost. Lesk prasklinek a trhlinek je charakterizován jako skelný až mastný. Křemeny se tak lesknou podle určitých plošek a právě tato štěpnost je považována za projev nějakého šoku (Rajlich, videozáznam).

Kavitace

Se šokovým křemenem souvisí pojem kavitace (tvorba dutinek). Dutiny mají nepravidelné tvary a usměrnění. Některé vznikly jako kulaté bubliny a posléze byly přetvořeny těmi mladšími, které mají menší tvar. Podmínkou pro vytvoření kavitace v křemeni je stejné chování křemene jako vody. Projev kavitace v křemeni je vysoce energetická událost s hranicí nad 40 GPa (Rajlich, 2014).

Uzavřeniny v křemenech

Opačným případem k šokovému křemeni je mléčný křemen. Je neprůhledný kvůli tomu, že obsahuje spoustu menších uzavřenin. Tyto uzavřeniny křemen ztrácí spolu se silící energií dopadu meteoritu. Existují tedy původní křemeny s uzavřeninami, poté křemeny s uzavřeninami, ale bez bublin a poté křemeny bez uzavřenin. Vědci provedli výzkum, při kterém došlo ke kalibraci v GPa. Zaměřili se na to, jak probíhá ztráta bublin v křemenech. Síla energie šoku má vliv na existenci bublin. Do 0,5 GPa se s bublinami nic neděje, cca od 12, 4 GPa mizí bubliny úplně a objevuje se čistý křišťál (Rajlich, videozáznam).



Obrázek 25: Vzorky šokového křemene z CHKO Blaník (Foto: Moravcová, 2015)

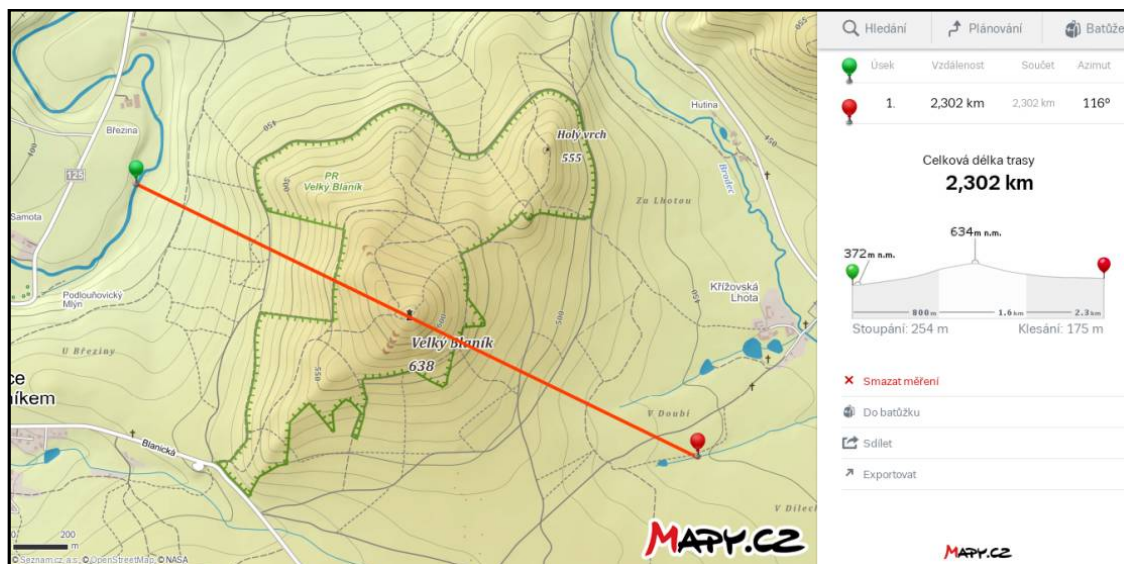
3. METODIKA

3.1. ZÁJMOVÉ ÚZEMÍ VÝZKUMU

V rámci diplomové práce bylo vymezeno zájmové území, které je převážně vztaženo na CHKO Blaník. Na území byl proveden terénní výzkum, při kterém došlo ke zmapování a měření geologických struktur na 34 výchozech. Měření bylo provedeno od 19. 7. 2014 do 25. 10. 2014 a poté od 11. 7. 2015 do 12. 9. 2015 pod dohledem vedoucího práce. Celkově výzkum probíhal ve 23 dnech. Dny byly určeny podle příznivého počasí.

3.2. GEOLOGICKÝ PROFIL VELKÉHO BLANÍKU

Do diplomové práce byl vložen výškový profil hory Blaník. K jeho vytvoření byl použit webový portál www.mapy.cz. Vycházelo se z turistické mapy. Zde bylo využito nástroje měření vzdáleností, kde se zadávají dva výchozí body tak, aby procházela výsledná přímka přes vrchol hory Blaník a zároveň i přes celou jeho šíři. Jeden z modulů nástroje měření vzdáleností pak dokáže zobrazit profil zadané přímky (trasy) (Obr. 26). Dále byly nalezeny v geologické mapě nadmořské výšky geologických hranic ortoruly a pararuly a ty pak přeneseny do výškového profilu. Takto zhotovený profil je umístěn v diskuzi diplomové práce (Obr. 119).



Obrázek 26: Tvorba výškového profilu

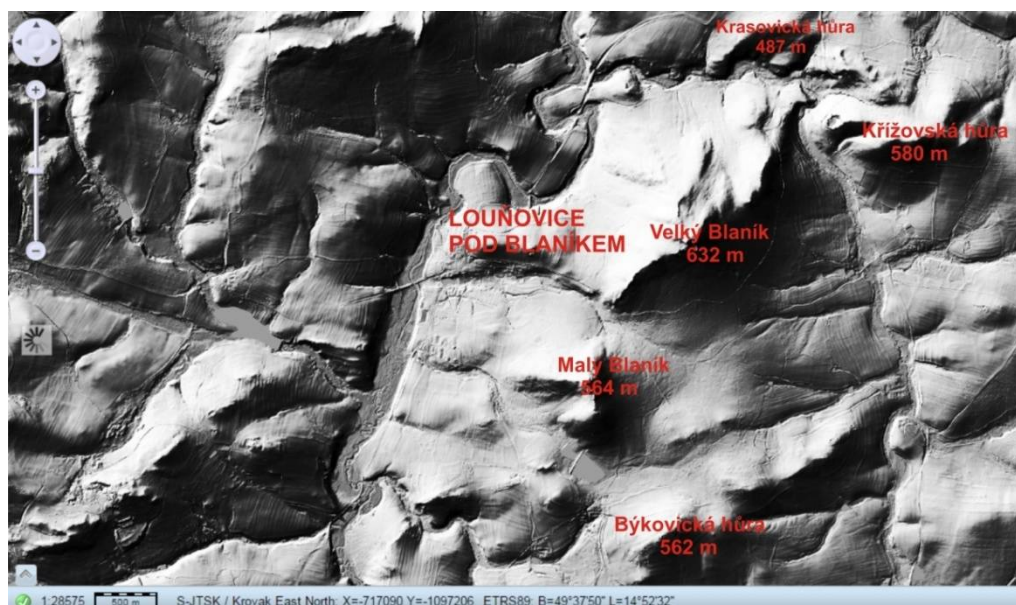
Zdroj:

<https://mapy.cz/zemepisna?mereni-vzdalenosti&x=14.8773106&y=49.6412700&z=15&rm=95ST.xV8K0bsNi1c>

3.3. HORNINOVÉ VÝCHOZY CHKO BLANÍK

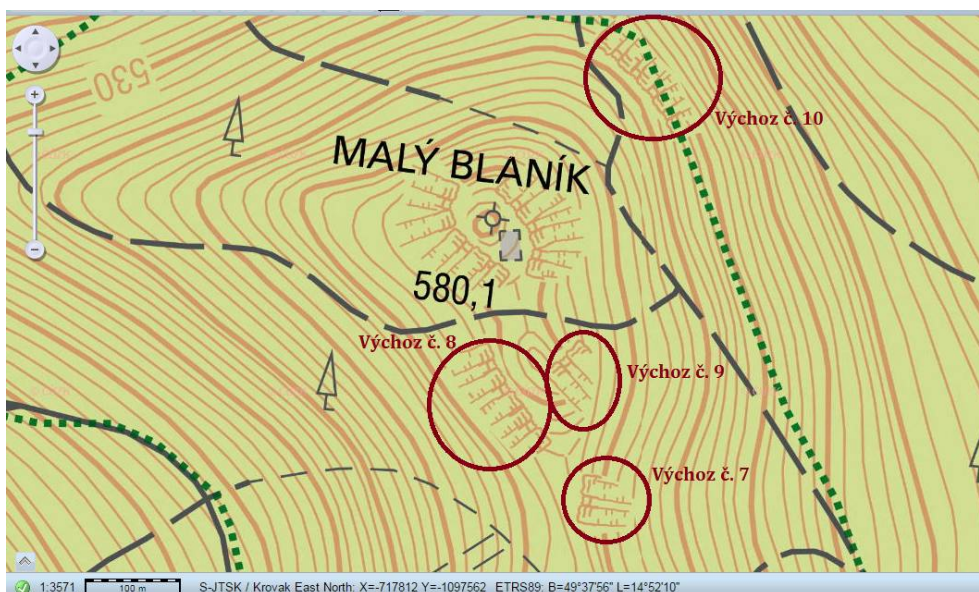
Průzkum výchozů na horách Velký a Malý Blaník a v jejich okolí začal již se psaním bakalářské práce na téma Geologie hory Blaník s návrhem na školní geologickou vycházku (Moravcová, 2014). V práci byly popsány detailněji 4 výchozy, nacházející se na hoře Velký Blaník, které byly vybrány náhodně. Konkrétněji šlo o Lokalitu č. 1 a 2, nacházející se na jižním a jihozápadním svahu Velkého Blaníku, kamennou lavici, která je v blízkosti lokality č. 1 a Veřejovou skálu, ležící na severním svahu hory. Do diplomové práce byly tyto 4 výchozy také zařazeny.

Z hlediska diplomové práce byly výchozy v CHKO Blaník lokalizovány pomocí lidarových snímků (Obr. 27 a 28), pomocí nichž se skenuje zemský povrch. Snímky byly nalezeny na internetových stránkách www.cuzk.cz.



Obrázek 27: Lidarový snímek zkoumané oblasti

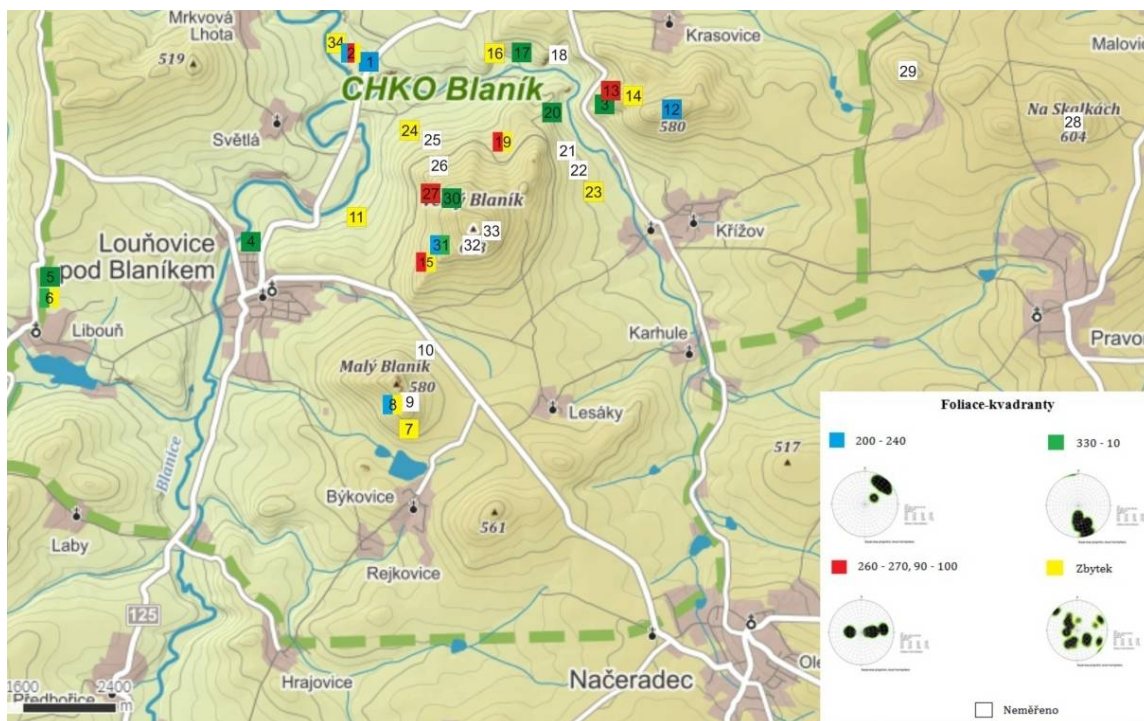
Zdroj: Vlastní zpracování podle ČÚZK



Obrázek 28: Ukázka lokalizace výchozů na Malém Blaníku

Zdroj: Vlastní zpracování podle ČÚZK

Pro lepší orientaci byla sestrojena mapa oblasti v programu Corel Draw, ve které jsou jednotlivé výchozy očíslovány podle pořadí zkoumání. Dále jsou vymezeny barevně podle dominantních směrů foliace z výsledných měření (Obr. 29).



Obrázek 29: Mapa jednotlivých výchozů

Zdroj: Vlastní zpracování (Corel Draw)

Do diplomové práce byly výchozy rozděleny podle toho, který strukturní prvek u nich převládá. Jedná se o výchozy s výraznou lineací, výchozy pouze s foliací, výchozy s foliací i lineací, výchozy s vlečnými vrásami a výchozy s nezřetelnou foliací a lineací, většinou s turmalinizací. Avšak na jednotlivých výchozech je vidět velké množství dalších geologických struktur. Proto byla vytvořena výsledná tabulka, která dokumentuje jednotlivé výchozy s jejich strukturními prvky a zařazena do kapitoly výsledky.

3. 3. 1. Pomůcky pro výzkum výchozů

Pro výzkum a zdokumentování horninových výchozů byly potřeba některé podstatné pomůcky (Obr. 32). Mezi ně se řadí geologický kompas pro měření strukturních prvků, zápisník a tužka pro zaznamenání poznámek. Pro odebrání vzorků posloužilo geologické kladívko. Pro očištění výchozů byl potřeba barel s vodou (5 l) a ostříkovač. Voda byla nabrána nejčastěji v Brodeckém potoce. Dalšími potřebnými pomůckami byli rýžový kartáč, koště a drátěné koště, které sloužili k odstranění mechů, lišejníků, řas, jehličí a listů z některých výchozů. Z hlediska čištění výchozů je uvedena ukázka skalního bloku blanické ortoruly. (Obr. 30 a 31).



Obrázek 30: Skalní blok před čištěním (Foto: Moravcová, 2014)



Obrázek 31: Skalní blok po čištění (Foto: Moravcová, 2014)

Některé výchozy byly hůře dostupné, proto pro zpřístupnění terénu byla potřeba mačeta. Posledními důležitými pomůckami byl fotoaparát Olympus pen PL – 7 se stativem, kterým bylo zdokumentováno vše potřebné.



Obrázek 32: Pomůcky pro výzkum a zdokumentování výchozů (Foto: Moravcová, 2014)

3. 3. 2. Geologická měření výchozů

Z hlediska výzkumu horninových výchozů byl zkoumán směr a sklon především foliace, lineace, vlečných vrás, krenulace, striace, pegmatitových žil, zlomů a puklin v blanické ortorule. Měření bylo provedeno geologickým kompasem značky Freiberg, při

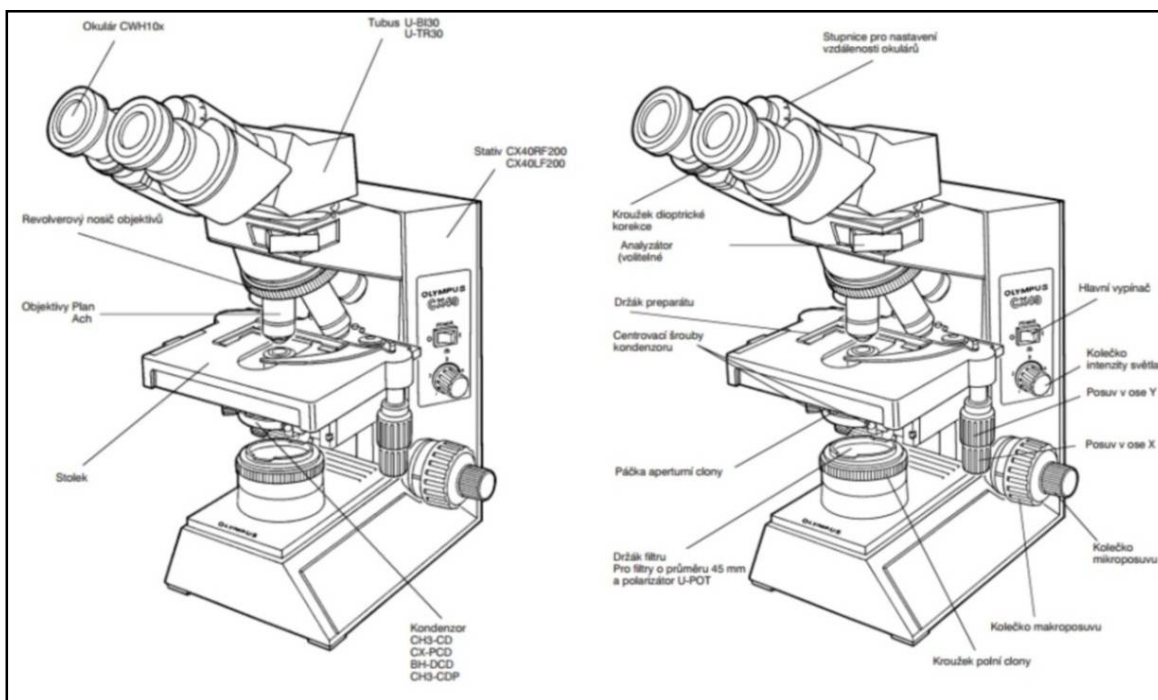
kterém byly údaje zapisovány pomocí hornického zápisu. Kvůli možnosti nepřesného měření bylo provedeno u některých geologických struktur více měření. Metodika práce s geologickým kompasem a formy zápisů jsou uvedeny v bakalářské práci Moravcové (2014).

Naměřené soubory dat planárních a lineárních prvků byly zpracovány pomocí bodových, průsečnicových, konturových a růžicových konstrukčních diagramů v programu Stereonett 8. Princip vynášení dat těchto prvků do projekce je takový, že planární prvky (zlomy, pukliny, žíly...) se v projekci vynášejí jako velké oblouky (průsečnicový diagram), kdežto lineární prvky (lineace, rýhování, osy vrás...) jako body (bodový diagram). U růžicového diagramu se směr a směr úklonu geologické struktury vynášejí po obvodu kružnice od severu a četnosti se znázorní na přímkách, které vedou středem kružnice. Mohou být vytvořeny ve formě histogramů nebo polygonů (ČVUT, 2016). Konturový diagram se od ostatních liší tím, že se z něj dá zjistit směr úklonu ale i velikost geologického prvku (Marschalko a kol., 2004b).

3.4. MIKROSTRUKTURNÍ ANALÝZA BLANICKÉ ORTORULY

Pro diplomovou práci byl zhotoven výbrus blanické ortoruly z výchozu č. 3 firmou Ing. Petra Pauliše, sídlící v Kutné Hoře.

Výbrus byl pozorován polarizačním mikroskopem Olympus CX 40 (Obr. 33). Jedná se o mikroskop, kterým lze měřit a pozorovat jednotlivé horniny, minerály nebo mikrofosilie. Dále pomůže charakterizovat optické vlastnosti látek (Gregerová a kol., 2002).



Obrázek 33: Polarizační mikroskop Olympus CX 40

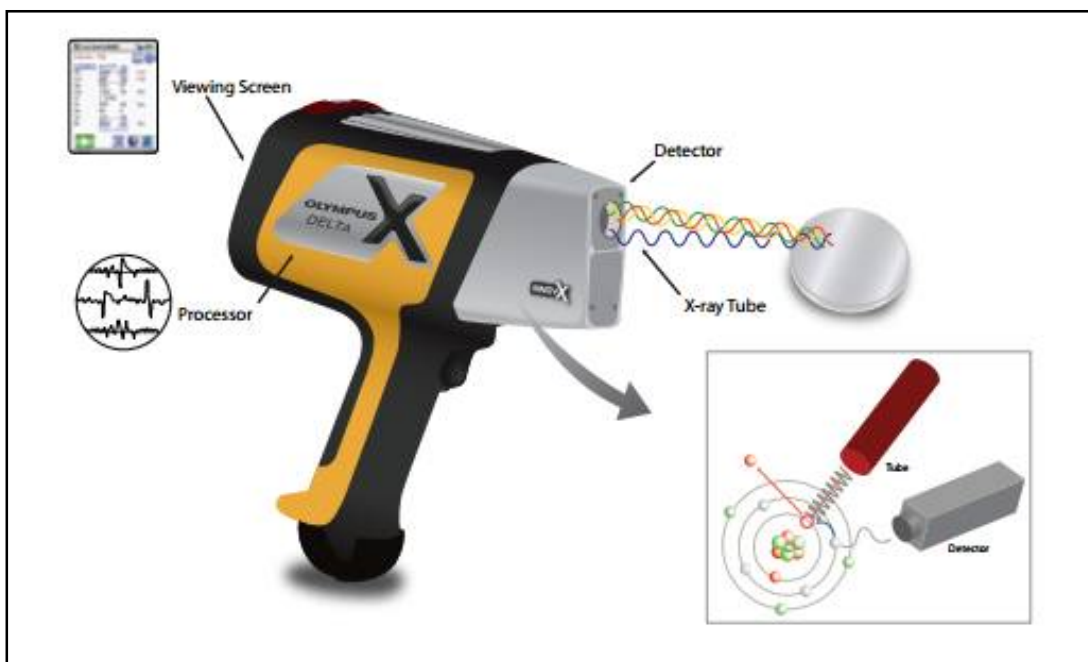
Zdroj: http://opticalservice.cz/download/navody/Olympus_CX40.pdf

Během pozorování výbrusu blanické ortoruly byly zhotoveny fotografie vzorků, které jsou zařazeny do výsledků práce.

3.5. ANALÝZA VZORKŮ POMOCÍ SPEKTROMETRU

V rámci diplomové práce byla 31. 10. 2014 provedena analýza vybraných vzorků ze zkoumané oblasti. Studium předcházeli semináře týkající se analýzy horninových vzorků pomocí spektrometru. Jednalo se o firmu BAS Rudices. r. o., která je dodavatelem a prodejcem řady spektrometrů, analyzátorů a spektrofotometrů.

Pro analýzu byl použit spektrometr DELTA PROFESSIONAL (Obr. 34). Jedná se o ruční spektrometr, který ihned určí chemické složení vzorku. Ten by měl být zbaven povrchových nečistot a jeho velikost by měla překrýt měřicí otvor, jehož šířka je 9 mm. V případě použití fokusace může být vzorek velký 3 mm (Ševčík, ústní sdělení). Mezi jeho přednosti patří kvalita provedení, výkonnost, rychlost (analýza za 1 s), přesnost a spolehlivost. Kompaktní rentgenové lampy mají výkon 4W a pro určení lehkých prvků (Mg, Al, Si, P a S) mají možnost využít proudu až 200 uA.



Obrázek 34: Spektrometr Delta Professional

Zdroj: http://www.spektrometry.cz/analyzatory/delta_professional.pdf

Princip tohoto přístroje je založen na ED-XRF (energy dispersive x-ray fluorescence). Dříve se používal pouze v laboratořích, ale dnes díky kompaktnosti, nízké hmotnosti a bateriovému napájení se dá použít v různých podmínkách. Má v sobě zabudovanou RTG lampu, výkonný SDD nebo SiPIN detektory, kteří umožňují citlivost pro prvky, jako jsou Mg, Al, Si, P, S atd. a kalibrace.

Přístroj se zapne stisknutím spouště, při kterém se aktivuje RTG lampa, která vyšle na vzorek vysokoenergetický svazek fotonů. Záběr paprsku je široký 9 mm, dá se však zúžit až na 3 mm (kdy se míří na jednotlivá zrna) (Ševčík, ústní sdělení). Fotony ve vzorku vyrazí elektrony z orbit K, L, M jednotlivých atomů. Při této reakci vznikne energie, která je přesně měřitelná a na displeji přístroje se objeví chemické složení vzorku, který byl měřen. Celé měření trvá pár vteřin a neopakuje se, protože přístroj umí vyčíslit ihned chybu. Metoda měření je neinvazní a nedestruktivní, protože všechny vyražené elektrony ze vzorku se vrací zpět na své místo (Ševčík, 2015).

Jednotlivé vzorky, které byly analyzovány pomocí spektrometru, jsou popsány v kapitole výsledky.

4. VÝSLEDKY

4.1. CHARAKTERISTIKA STRUKTURNÍCH PRVKŮ NA JEDNOTLIVÝCH LOKALITÁCH

Tato kapitola zahrnuje popis a geologická měření všech 34 výchozů ve zkoumaném území. Výchozy jsou rozděleny podle toho, který strukturní prvek u nich převládá. Samozřejmě se ale na výchozech našly i jiné struktury, a proto byla pro přehlednější orientaci vytvořena následující tabulka.

Tabulka 1: Strukturní prvky jednotlivých výchozů

	Foliace (P)	Lineace (L)	Vrásová rovina (P)	Krenulace (L)	Kren.vrásky (L)	Striace (L)	Pegmat.žila (P)	Pukliny (P)	Zlomy (P)	Smyky (P)
Výchoz č. 1	X	X	X							
Výchoz č. 2	X	X	X	X	X	X	X		X	
Výchoz č. 3	X		X					X		
Výchoz č. 4	X	X						X		
Výchoz č. 5	X	X	X							
Výchoz č. 6	X		X							
Výchoz č. 7	X									
Výchoz č. 8	X				X			X		
Výchoz č. 9								X		
Výchoz č. 10			X							X
Výchoz č. 11	X									
Výchoz č. 12	X	X	X							X
Výchoz č. 13	X	X		X						
Výchoz č. 14	X					X				
Výchoz č. 15	X							X		
Výchoz č. 16	X	X	X				X			X
Výchoz č. 17	X	X	X				X			X
Výchoz č. 18	X	X						X		
Výchoz č. 19	X	X	X					X		
Výchoz č. 20	X	X								
Výchoz č. 21	X									
Výchoz č. 22	X							X		
Výchoz č. 23	X	X		X	X					
Výchoz č. 24	X	X	X		X				X	X
Výchoz č. 25	X	X	X		X			X		X
Výchoz č. 26					X		X			
Výchoz č. 27	X	X	X					X		
Výchoz č. 28										
Výchoz č. 29										
Výchoz č. 30	X	X	X	X				X		X
Výchoz č. 31	X		X		X		X	X	X	X
Výchoz č. 32			X			X	X	X		X
Výchoz č. 33						X		X		X
Výchoz č. 34	X	X	X							

Zdroj: Vlastní zpracování

4.1.1. Výchozy s výraznou lineací

Výchoz č. 17

Muskovit – biotitická pararula je označena jako snadno přístupný výchoz č. 17 (Obr. 35). Nachází se za výchozem č. 16 nad potokem Brodec. Jeho rozměry jsou cca 2 x 2,5 x 1,5 m.



Obrázek 35: Výchoz č. 17 (Foto: Rajlich, 2015)

Výchoz je charakteristický tzv. litony. Uvnitř výchozu je vidět vlečná vrása a z hlediska jejích okrajů se jedná o okraje smykové. Pro výchoz jsou typické intrafoliační vrásky, které se nacházejí uvnitř dominantní foliace, jejíž plochy upadají pod středními úhly k S. Výrazná je minerální lineace, která směřuje pod mírnými úhly k Z. Výchoz je protkán nepatrnými pegmatitovými žilkami, které směřují k jihozápadu pod úhlem 57° (Tab. 2).

Tabulka 2: Měření výchozu č. 17

Foliace	Lineace	Pegmatitová žíla
2/24	272/3	230/60
8/28	282/12	223/54

Zdroj: Vlastní měření

4.1.2. Výchozy pouze s foliací

Výchoz č. 3

Jako výchoz č. 3 je označena západní část Křížovského lomu, která je dobře přístupná (Obr. 36). Jedná se o opuštěný stěnový lom pod Křížovskou hůrou. Zaujímá plochu 1,7538 ha (Správa CHKO Blaník, 2016). Výchoz byl rozdělen na tři části (výchoz č. 3, 13 a 14), protože probíhalo měření na více stranách lomu a to na straně západní,

severní a severovýchodní. Na těchto stranách lomu jsou dominantní různé geologické struktury.

Lom se nachází cca 6 km jižně od Vlašimi a cca 2 km severozápadně od obce Křížov. V tomto místě se vyskytuje blanická ortorula, která je dvojslídňá až muskovitická. Takové ortoruly se vyskytují v okolí Blaníku, Mladé Vožice, u Keblova a Přibyslavic. Tato hornina je středně až hrubě zrnitá. Má bílou až šedou barvu. Obsahuje K-živec, křemen, plagioklas, muskovit a méně biotit. Z hlediska akcesorických minerálů obsahuje blanická ortorula turmalín, který odpovídá skorylu, dále granát – almandin (Obr. 37), apatit a zirkon.

Nachází se zde silně podrcené horniny, které tvoří pukliny. Je možné vidět žlutozelené uranové slídy. Pravděpodobně se jedná o autunit (Pauliš a kol., 2007). Uranové slídy slouží jako doklad hydrotermální mineralizace. To znamená, že rozrušenými horninami pronikaly horké roztoky, a když došlo k poklesu teplot, vysrážely se uranové slídy (Rozkošný, 2006).



Obrázek 36: Výchoz č. 3 (Foto: Rajlich, 2014)



Obrázek 37: Granát v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2014)

Na západní stěně lomu je možno identifikovat metamorfní foliaci upadající pod středními úhly k severu (Tab. 3).

Tabulka 3: Měření výchozu č. 3

Foliace
2/43
8/46

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 14

Jako výchoz č. 14 byla označena severozápadní část Křížovského lomu (Obr. 38). Jedná se o více skalních bloků, které jsou polorozpadlé a více zvětralé. Blanická ortorula obsahuje stejné minerály jako na západní a severní stěně lomu, avšak v této části se už skoro nevyskytuje granát. V ortorule byly viděny Riedlovy stříhy¹ (Obr. 39).



Obrázek 38: Severozápadní část lomu (Foto: Rajlich, 2014)

¹ Jedná se o „*křehké střížné fraktury v okolí zlomové plochy*“ (Marschalko a kol., 2004). Vznikají na počátku vývoje zlomu a při větší deformaci zanikají.



Obrázek 39: Riedelovy stříhy (Foto: Moravcová, 2014)

Strukturní analýzou byla zjištěna foliace, jejíž plochy upadají pod mírnými úhly k SZ. Sklon foliace je totožný jako v severní části lomu – výchoz č. 13. Stavba také zaznamenává striaci, vyskytující se na zlomu, směřující pod mírnými až středními úhly k JV (Tab. 4).

Tabulka 4: Měření výchozu č. 14

Foliace	Striace
306/32	111/38
310/35	
302/28	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 5, 6

Terénní výzkum probíhal také v obci Libouň, cca 2 km od obce Louňovice pod Blaníkem. Na konci vesnice směrem na obec Velíš se nachází dva výchozy označené čísly 5 a 6. Jsou dobře přístupné z hlediska umístění u hlavní silnice. Svah je dlouhý cca 150 m a vysoký 2 m.

Svah je narušen procesem soliflukce². Jedná se o „*pomalý pohyb půdního a zvětralinového materiálu po svahu dolů*“ (Petránek, 2007d). K pohybu dochází, když je

² Jedná se o „*pomalý pohyb půdního a zvětralinového materiálu po svahu dolů*“ (Petránek, 2007d). K pohybu dochází, když je svah značně prosycen vodou, a když opakovaně mrzne a taje.

svah značně prosycen vodou, a když opakovaně mrzne a taje. Přítomné zde jsou soliflukční vlečné vrásky.

V těchto výchozech se nachází metasedimentární sekvence pararul a sekvence ortorul s výraznými projevy selektivního zvětrávání na křemenu. (+/- migmatit). Ortorula se nachází ve strukturním podloží, pararula ve strukturním nadloží. Rula se rozpadá na prach díky procesu zvětrávání (Obr. 40). Je zde patrné kaolinické zvětrávání³(Obr. 41).



Obrázek 40: Rozpadající se rula (Foto: Moravcová, 2014)



Obrázek 41: Kaolinické zvětrávání (Foto: Moravcová, 2014)

Strukturní analýza vypovídá o viditelnosti foliace u obou dvou výchozů, méně znatelná lineace byla měřena pouze u výchozu č. 5, kdy směřuje pod středními úhly k SV.

³ Jde o přeměnu silikátů, nejvíce živců na minerál kaolinit. Zvětrávání musí probíhat pod vlivem chemických roztoků a za přítomnosti kyselých dešťů (Rajlich, ústní sdělení)

Foliace u výchozu č. 5 upadá pod mírnými až středními úhly k JV (Tab. 5). U výchozu č. 6 je foliace jiná, kdy její plochy upadají pod středními úhly k SZ (Tab. 6).

Tabulka 5: Měření výchozu č. 5

Foliace	Lineace
142/38	87/38
128/38	62/46
129/32	58/37
	62/56

Zdroj: Vlastní měření

Tabulka 6: Měření výchozu č. 6

Foliace
357/38
332/46
332/56
328/37
308/38

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 7

Výchoz č. 7 se nachází na jižním svahu Malého Blaníku směrem od Býkovického rybníka. Jedná se o kvádrovitý rozpad ortorul, který zaujímá plochu cca 8 m² a je dobře dostupný (Obr. 42). Minerální složení výchozu je křemen, živec, muskovit, biotit a akcesorický turmalín. Granát v tomto výchozu je ojedinělý.

Byla zde měřena pouze foliace, lineace je nepatrná. Plochy foliace upadají pod strmými úhly k JZ (Tab. 7).



Obrázek 42: Výchoz č. 7 na Malém Blaníku (Foto: Moravcová, 2014)

Tabulka 7: Měření výchozu č. 7

Foliace
242/72
248/75

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 8

Výchoz č. 8 (Obr. 43) se nachází také na Malém Blaníku a zaujímá plochu 13 m². Od výchozu č. 7 je vzdálen cca 200 m a vykazuje také dobrou přístupnost. Jedná se o kvádrovitý rozpad ortoruly, která kromě křemene, živce, muskovitu a biotitu obsahuje velké krystaly turmalínu (Obr. 46). Takové velké krystaly jsou vidět pouze na blocích ortoruly v blízkosti Brodeckého potoka (Obr. 45). Krystaly turmalínu mají velikost cca 2 – 3 cm.



Obrázek 43: Výchoz č. 8 (Foto: Moravcová, 2014)



Obrázek 44: Krystaly turmalínu na výchozu č. 8 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 45: Krystaly turmalínu u Brodeckého potoka, severně od výchozu č. 19 (Foto: Rajlich, 2015)

Z hlediska strukturní analýzy byla identifikována strmá foliace, krenulační vrásy a měřen kvádrovitý rozpad ortorul podle směru puklin. Foliační plochy upadají pod strmými, ale i mírnými úhly k JZ. Stavba zaznamenává také krenulační vrásy upadající v jedné části výchozu pod mírnými úhly k S, v druhé části výchozu pod strmými úhly k SSV. Pukliny, podle kterých dochází ke kvádrovitému rozpadu ortorul, upadají k severovýchodu pod úhlem 70° (Tab. 8).

Tabulka 8: Výchoz č. 8

Foliace	Krenulační vrásy	Kvádrovitý rozpad Ortorul
207/78	359/22	58/70
206/70	6/70	
222/78		
208/68		
186/28		

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 11

Výchoz č. 11 se nachází mezi obcemi Louňovice pod Blaníkem a Kondrací, západně od hory Velký Blaník. Jedná se o ortoruly s deskovitým rozpadem, které obsahují více biotitu a jsou méně turmalinické. Jejich rozměr je cca 4 x 7 x 3 m. Na výchozu byla identifikována foliace s plochami upadajícími pod středními úhly k SV (Tab. 9).

Tabulka 9: Měření výchozu č. 11

Foliace
31/37
32/52
38/45

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 15

Kamenná lavice je označena jako výchoz č. 15, nacházející se jihozápadně od hory Velký Blaník (Obr. 46). Z hlediska velikosti patří k menším skalním výchozům s rozměry 5 x 1,5 x 2 m s dobrou dostupností. Je tvořena blanickou ortorulou s jejími typickými minerály. Obsahuje akcesorický granát s velikostí zrn 0,5 – 1 cm.

Strukturní analýzou byla identifikována foliace s plochami upadajícími pod mírnými až středními úhly k SV až V. Lavici tvoří jeden systém puklin upadající pod mírnými úhly k Z až SZ (Tab. 10) (Moravcová, 2014).



Obrázek 46: Výchoz č. 15 (Foto: Moravcová, 2014)

Tabulka 10: Měření výchozu č. 15

Foliace	Pukliny
90/28	280/20
76/30	285/10
82/34	275/25
94/31	272/30
80/26	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 21

Snadno přístupný výchoz č. 21 s rozměry 8 x 6 x 4 m je tvořen pararulou (Obr. 47). Nachází se jižním směrem od výchozu č. 20. Jde o jemnozrné kvarcitické pararuly s malými erlanovými proplásky. Pararula má výraznou metamorfni foliaci, která navazuje na původní vrstevnatost (Obr. 48). Ubírá se pod středními úhly k SZ (Tab. 11).



Obrázek 47: Výchoz č. 21 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 48: Pararula a její metamorfní foliace (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 11: Měření výchozu č. 21

Metamorfní foliace
332/53
341/43
341/49
343/46

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 22

Jižně od výchozu č. 21 se nachází snadno přístupný výchoz č. 22 s rozměry cca 6 x 20 x 5 m (Obr. 49). Pravděpodobně se jedná o vápencový lom. Na místě je vidět rozbořená šachta (Obr. 50). Výchoz tvoří kvadratické pararuly, vápence a erlany. Vidět je výrazná metamorfní foliace upadající pod středními úhly k SSZ až S (Tab. 12).



Obrázek 49: Výchoz č. 22 (Foto: Rajlich, 2015)



Obrázek 50: Vstupní šachta (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 12: Měření výchozu č. 22

Metamorfní foliace
352/49
357/52

Zdroj: Vlastní měření

Výchozem č. 25 je snadno přístupná zříčená skála s rozměry cca 1,5 x 2 x 1 m, nacházející se na SSZ svahu Velkého Blaníku (Obr. 51). Jedná se o výchoz, který je tvořen blanickou ortorulou, vyskytují se zde velké vyrostlice živce, obsahuje křemen,

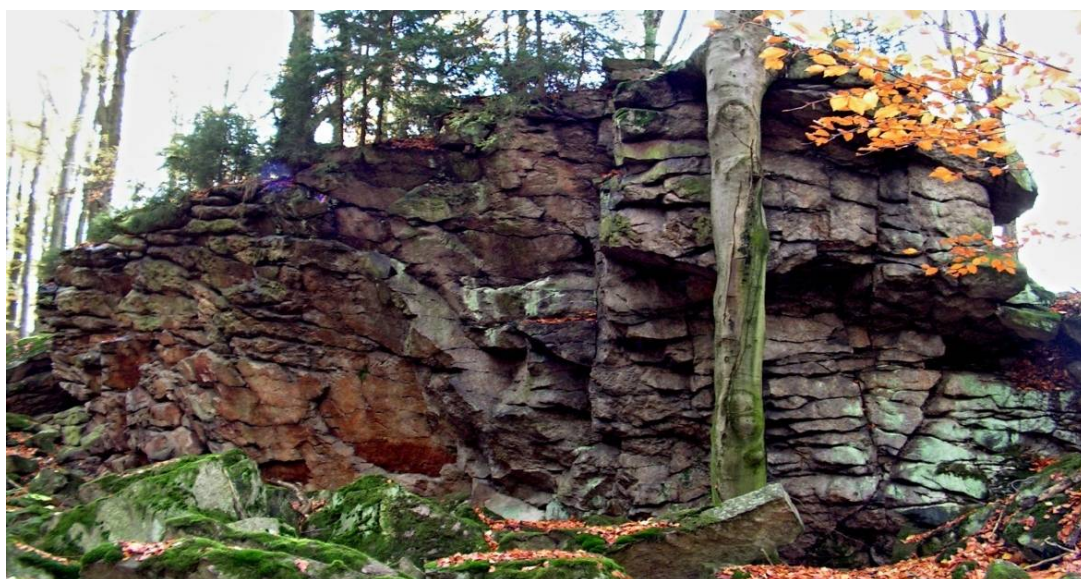
slídy a je pro něj typická turmalinizace. Ortorula je silně provrásněná. Patrné jsou zde krenulační vrásky. Protože se jedná o výchoz, který není na místě vzniku (tzv. výchoz „in situ“), nedošlo zde k měření.



Obrázek 51: Výchoz č. 25 (Foto: Rajlich, 2016)

Výchoz č. 31

Skalní výchoz č. 31, který je dobře dostupný, je umístěn na jihozápadním svahu Velkého Blaníku, cca 300 m od rozhledny. Jeho rozměry jsou 20 x 5 x 6 m (Obr. 52).



Obrázek 52: Výchoz č. 31 (Foto: Moravcová, 2014)

Výchoz tvoří páskovaná ortorula. Zrna draselného živce mají průměr 0,5 – 1 cm. Na některých místech se dají nalézt křemenné kapsy. V některých místech ortorula přechází do jemnozrnnější formy s viditelnější foliací. Lze si všimnout 2 zrnitostních velikostí podle toho, jaké minerály převládají. Jedna poloha je charakteristická jemnozrnností, obsahující malé krystalky turmalínu, bez výskytu granátu. Druhá poloha je až mylonitická a obsahuje výpotky granátů a větší krystaly turmalínu.

Na výchozu jsou vidět krenulační vrásy, které měří cca 3 – 6 cm, jejich amplituda se pohybuje okolo 1 cm. Vrásové roviny upadají pod středními úhly k JZ. Nachází se zde také pegmatitová žilka o mocnosti 1 – 2 cm. Je složená z křemene, živce a muskovitu. Směřuje k SZ pod úhlem 60°.

V JJV části výchozu je vidět porucha se sdruženými puklinami – zlom. (Obr. 53). Tvoří ho jemnozrnná ortorula, kterou střídají křemenné a živcové pásy malých mocností a neobsahuje granát ani krystaly turmalínu.



Obrázek 53: Zlom výchozu č. 31 (Foto: Moravcová, 2014)

Proběhlo zde měření několika geologických struktur. Plochy foliace upadají k SZ pod středními až strmými úhly. Průběh vrstev je SV – JZ. Výchoz tvoří tři systémy puklin, z nichž nejvýraznější je systém subhorizontální. První systém puklin směřuje k SZ pod úhlem 35°. Druhý systém puklin upadá k SV pod úhlem 30°. Z hlediska

třetího systému puklin jde o pukliny, které upadají k SSV pod úhlem 70° (Moravcová, 2014). (Tab. 13).

Tabulka 13: Měření výchozu č. 31

Foliace	Pukliny	Pegmatitová žíla	Vrásová rovina	Zlom	Porucha	Smyk
338/55	340/35	345/60	135/40	93/83	52/73	266/80
346/62	330/35	340/55	152/65		219/82	265/81
332/48	60/35	330/65	150/70			268/80
354/58	75/25		155/50			
340/52	20/70		162/50			

Zdroj: Vlastní měření

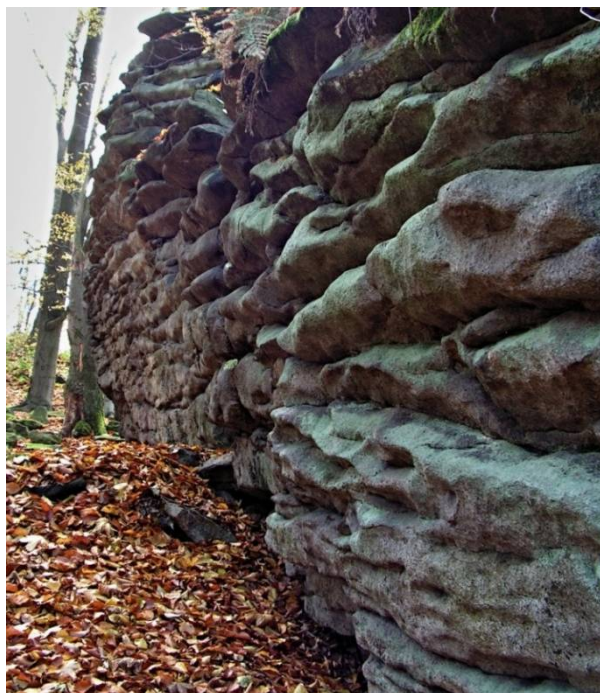
Výchoz č. 32

Dobře přístupný skalní výchoz č. 32 se nachází na jižním svahu Velkého Blaníku cca 50 m od rozhledny. Měří přibližně 25 x 8 x 7 m (Obr. 54). Zde je blanická ortorula méně provrásněna než u skalního výchozu č. 31. Charakteristickými minerály jsou turmalín a granát. Turmalín zde tvoří poměrně velká turmalínová slunce. Vyskytuje se zde také pegmatitová žilka, která směřuje k JV pod úhlem 50°.



Obrázek 54: Výchoz č. 32 (Foto: Moravcová, 2014)

Charakteristickým prvkem je matracovitě zvětrávání podél vodorovných puklin (Obr. 55). Při tomto zvětrávání jsou vidět klivážové domény menšího řádu a vystupují jako pozitivní v reliéfu, protože jsou méně zvětralé.



Obrázek 55: Matracovitě zvětrávání (Foto: Moravcová, 2014)

Střížné zóny jsou méně výrazné a upadají k SV pod úhlem 75° . Vrásové roviny jsou rovnoběžné se zlomovou plochou (Tab. 14). Pro shrnutí skalní výchozy č. 31 a č. 32 mají stejnou orientaci rovin vrás, což dokazuje to, že v minulosti tyto skalní výchozy tvořily jedno skalní defilé. U výchozu č. 30 mají roviny vrás odlišnou orientaci. To může znamenat, že mezi výchozy č. 30, 31 a 32 probíhá zlom, nebo že se drobnější vrásky týkají větší vrásové struktury s nelineární vrásovou rovinou.

Výchoz tvoří 2 systémy puklin. První systém směřuje pod mírnými úhly k SV, druhý také pod mírnými úhly, ale k JV (Tab. 14).

Tabulka 14: Měření výchozu č. 32

Systém puklin	Pegmatitová žíla	Vrásová rovina	Striace	Smyk
25/30	130/70	165/60	102/85	64/75
30/35	135/60	130/40		
145/20	135/32	148/55		
128/30				

Zdroj: Vlastní měření

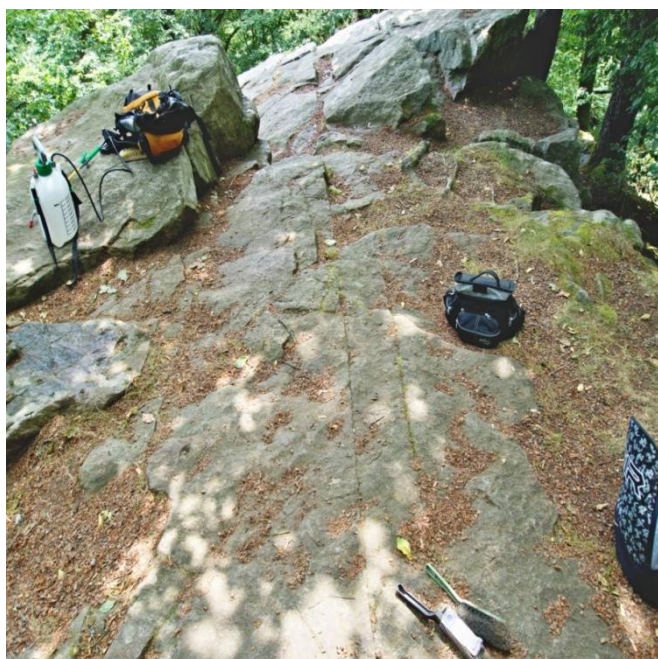
Výchoz č. 33

Cca 20 m od rozhledny na Velkém Blaníku leží hůře přístupný skalní výchoz č. 33 (Obr. 56 a 57). Jeho rozměry jsou cca 7 x 10 x 6 m. Je tvořen opět typickou blanickou ortorulou s menšími krystalky turmalínu.

Na výchozu jsou vidět systémy puklin a střížné zóny s vertikální striací. Generační směr smyků upadá k V pod úhlem 58°. Smyky se dají označit jako „anostomozní“, tedy větvcí se (Rajlich, ústní sdělení). Byl měřen jeden systém puklin, který upadá pod strmými úhly k JZ (Tab. 15).



Obrázek 56: Výchoz č. 33 (Foto: Rajlich, 2015)



Obrázek 57: Výchoz č. 33 (Foto: Rajlich, 2015)

Tabulka 15: Měření výchozu č. 33

Pukliny	Generační směr smyků
226/74	88/58
219/71	

Zdroj: Vlastní měření

4.1.3. Výchozy s foliací i lineací

Výchoz č. 13

Výchozem č. 13 se rozumí severní část Křížovského lomu (Obr. 58).



Obrázek 58: Severní stěna Křížovského lomu (Foto: Moravcová, 2014)

Na výchozu je makroskopicky vidět muskovit, méně biotit, K-živec, křemen, místy malá zrna turmalínu a granátu.

V hornině je vidět krenulace. Dále je zde pěkně vidět foliační plocha s lineací (Obr. 59).



Obrázek 59: Foliační plocha s lineací (Foto: Moravcová, 2014)

Z hlediska strukturní analýzy byla identifikována foliace, která je v severní části lomu velmi znatelná. Její plochy upadají pod mírnými úhly k Z. Minerální protažení křemene a živců bylo změřeno 286/28 a 287/45. Na plochách byla měřena geologickým kompasem také striace, která zřejmě vznikla na povrchu horniny během posunu ledovce. Upadá k severu pod úhlem 60° (Tab. 16).

Tabulka 16: Měření výchozu č. 13

Foliace	Lineace	Striace
265/28	286/28	8/66
264/32	287/45	13/58
269/29		

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 4

Další z lokalit je výchoz č. 4 nacházející se na začátku vesnice Louňovice pod Blaníkem (Obr. 60). Jedná se o svah cca 1,5 m vysoký a 5 m široký, který je snadno přístupný, protože leží hned u hlavní silnice.

Vyskytuje se zde živcová pararula s muskovitem, rozpadající se podél ploch foliace. Foliace spadá k severu pod úhlem 28°. Vyskytující se sklon u lineace je velmi nízký, pohybuje se okolo 16°. Směr lineace je orientován k severozápadu (Tab. 17).



Obrázek 60: Výchoz č. 4 (Foto: Rajlich, 2014)

Tabulka 17: Měření výchozu č. 4

Foliace	Lineace
1/22	291/18
2/28	287/16
8/33	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 12

Výchoz č. 12 (Obr. 61) leží na vrcholu Křížovské hůry s 580 m n. m. Nachází se mezi obcemi Krasovice a Křížov, severovýchodně od hory Velký Blaník. Tento výchoz patří k těm menším z hlediska výzkumu, měří cca 1 x 2 x 1 m. Je tvořen blanickou ortorulou celkem pravidelně páskovanou, místy porušenou vrásami. Turmalín je akcesorický a jeho krystaly jsou poměrně malé oproti jiným lokalitám.

Charakteristickými strukturními prvky pro tento výchoz jsou foliace a lineace. Foliační plochy směřují pod mírnými úhly k JZ. Lineace směřuje k západu pod mírnými

úhly. Měřena byla také vrásová rovina upadající pod středními úhly k V (Tab. 18).



Obrázek 61: Výchoz č. 12 (Foto: Rajlich, 2014)

Tabulka 18: Měření výchozu č. 12

Foliace	Lineace	Vrásová rovina
236/28	260/25	92/52
234/26	272/32	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 16 a 18

Výchozy č. 16 a 18 se nacházejí severně od hory Velký Blaník v blízkosti potoka Brodec. Jedná se o výchozy, u kterých dochází ke styku ortoruly s pararulou. Nachází se tedy v blízkosti kontaktu těchto dvou hornin.

Výchoz č. 16 je tvořen blanickou ortorulou s rozměry cca 1 x 3 x 1 m (Obr. 62). Je téměř dobře přístupný. Jeho důležitou geologickou strukturou je přítomnost vlečných vrás (Obr. 63). Ve výchozu je vidět střížná zóna, kolem které se vytvořila vlečná vrása. Na výchozu jsou vidět mladé křemenoživcové žilky, které jsou mladší než smyk a také mocnější pegmatitové žíly. Také zde lze spatřit zátrhy Riedelových smyků.



Obrázek 62: Výchoz č. 16 (Foto: Rajlich, 2015)

Další charakteristikou výchozu je lineace charakteru protažení minerálních zrn, která zůstává zachována z původní stavby. Jedná se o roztahování hornin ve směru blízkém pohybu.

Strukturální analýzou byla určena průsečnicová foliace tzn., že došlo k protnutí roviny smyku s foliací (Rajlich, ústní sdělení). Plochy foliace směřují pod mírnými úhly k SSV. Lineace upadá pod mírnými úhly k SV. Měřeny také byly vrásové roviny, které se ubírají pod mírnými úhly k SSV. Pegmatitové žíly směřují k jihozápadu pod úhlem 69° (Tab. 19).



Obrázek 63: Vrásy výchozu č. 16 (Foto: Rajlich, 2015)

Tabulka 19: Měření výchozu č. 16

Foliace	Lineace	Vrásová rovina	Pegmatitová žíla
16/26	63/28	18/34	199/70
19/28	60/22	16/30	196/74
	79/40	13/23	201/63
		17/20	205/68

Zdroj: Vlastní měření

Mocným výchozem je výchoz č. 18 nacházející se za výchozem č. 17 u potoka Brodec (Obr. 64). Je tvořen muskovit – biotitickou pararulou obdobně jako výchoz č. 17. Z geologických struktur je patrná foliace a lineace. Bohužel zde nedošlo ke geologickému měření z hlediska špatného počasí.



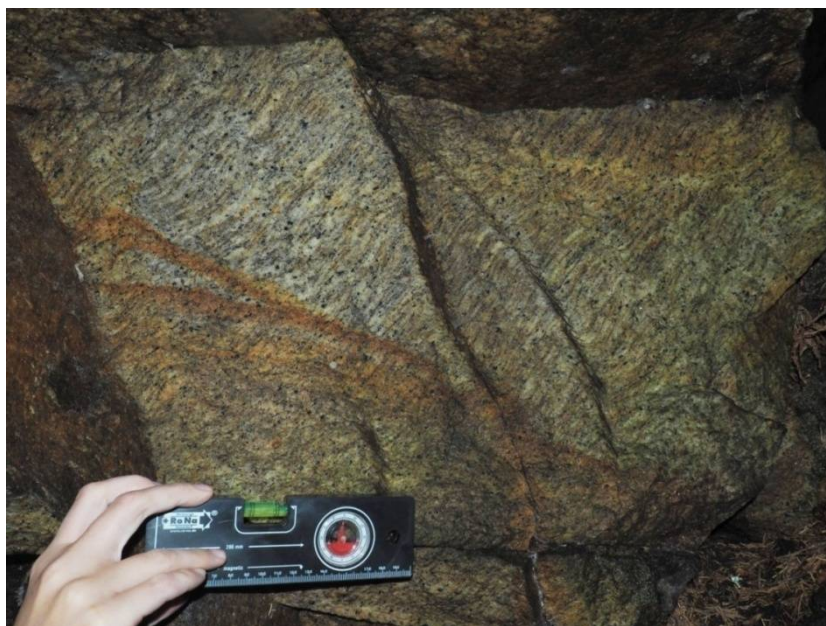
Obrázek 64: Výchoz č. 18 (Foto: Moravcová, 2015)

Výchoz č. 19

Dalším zkoumaným výchozem je výchoz č. 19 (Obr. 65), nacházející se na západ od Křížovského lomu. Jedná se o blanicovou ortorulu s rozměry 6 x 10 x 5 m, která obsahuje křemen, živec, muskovit, méně biotit a krystalky turmalínu, které jsou velmi malé. Jejich průměr je cca 0,5 cm. Typickými geologickými strukturami jsou foliace, méně je vidět lineace, vrásky a vlečné vrásky, které jsou křehce porušené (Obr. 66).



Obrázek 65: Výchoz č. 19 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 66: Detailnější stavba výchozu č. 19 (Foto: Rajlich, 2015)

Z hlediska strukturní analýzy geologického měření zde byly měřeny prvky jako je foliace, lineace, vrásová rovina a vlečné vrásy. Foliační plochy upadají pod mírnými úhly k V. Intersekční lineace směřuje pod mírnými úhly k Z. Vrásové roviny upadají pod středními až strmými úhly k Z (Tab. 20).

Tabulka 20: Měření výchozu č. 19

Foliace	Lineace	Vrásová rovina
95/31	262/19	247/61
112/24	273/23	262/66
98/24		265/66
		261/69
		252/58

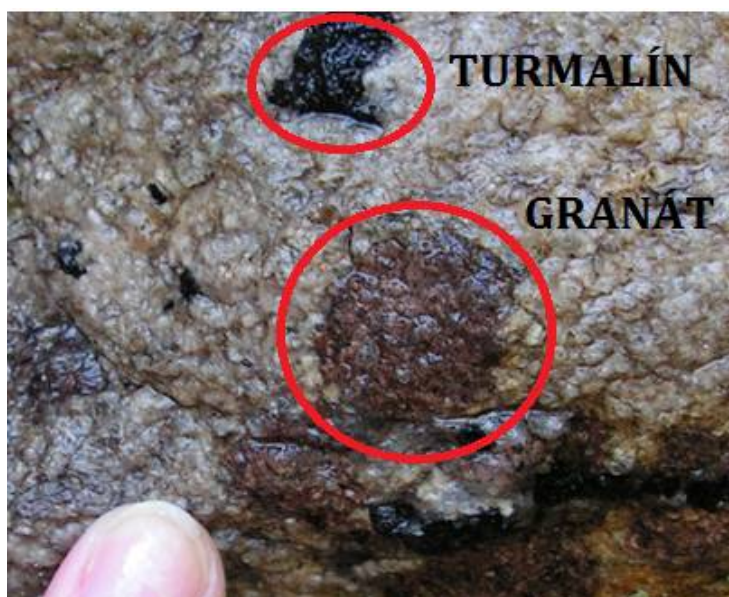
Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 20

Dalším výchozem je snadno přístupný výchoz č. 20 (Obr. 67), který se nachází severovýchodně od hory Velký Blaník. Jde o typickou blanickou ortorulu s rozměry cca 0,5 x 2 x 1 m s většími krystaly turmalínu a většími vyrostlicemi granátu (Obr. 68). Jedná se o roubíkovou stavbu, pro kterou jsou typické podlouhlé protažené útvary. Může se zde pozorovat strmá foliace a intersekční lineace. Plochy foliace upadají pod středními úhly k S. Lineace spadá pod mírnými úhly k SZ (Tab. 21).



Obrázek 67: Výchoz č. 20 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 68: Granát s turmalínem (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 21: Měření výchozu č. 20

Foliace	Lineace
2/60	282/15
352/59	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 23

Výchoz č. 23 (Obr. 69) s dobrou přístupností s rozměry cca 0,5 x 3 x 1,5 m se nachází jižně od výchozu 22. Jedná se o muskovit – biotitickou pararulu, jemně kvarcitickou. Patrná je zde foliace, lineace, krenulace a hodně sevřené vrásy, které mají dm rozměry. V řezu kolmo na protažení jsou vidět čočky eklogitů.

Z hlediska geologického měření byla změřena foliace, jejíž plochy upadají pod středními úhly k SZ. Lineace směřuje stejně jako foliace k SZ pod mírnými úhly. Měřeny zde byly také osní roviny krenulačních vrás, které mají hodnotu 331/5 (Tab. 22).



Obrázek 69: Výchoz č. 23 (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 22: Měření výchozu č. 23

Foliace	Lineace	Krenulace
329/53	299/30	331/5
322/48	302/30	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 24

Snadno dostupný výchoz č. 24 (Obr. 70) s rozměry cca 10 x 15 x 8 m se nachází severozápadně od hory Velký Blaník. Tvoří ho výrazně foliovaná ortorula, o které se může říct, že v podloží převládá lineací stavba, zatímco v nadloží provrásnění. Provrásnění je spojeno se zlomem, který je sinistrální. Jeho rovina má směr sklonu a sklon 270/32.



Obrázek 70: Výchoz č. 24 (Foto: Moravcová, 2015)

Na výchozu jsou patrné krenulační vrásy (Obr. 71) upadající pod mírnými až středními úhly k SV. Výrazný je poruchový zlom, který má severovýchodní směr a sklon 60° (Tab. 23).



Obrázek 71: Krenulační vrásy výchozu č. 24 (Foto: Moravcová, 2015)

Z hlediska strukturní analýzy bylo zjištěno, že plochy foliace upadají pod středními úhly k JV. Lineace se ubírá západním směrem pod úhlem 33°. Hlavní metamorfní stavba zaznamenává vrásové struktury s rovinami upadajícími pod středními úhly k JZ až Z (Tab. 23).

Tabulka 23: Měření výchozu č. 24

Foliace	Lineace	Vrásová rovina	Krenulační vrásy	Rovina smyku	Zlom
152/48	267/32	292/31	23/32	270/32	28/60
	262/33	270/37			

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 27

Výchoz č. 27 (Obr. 72), snadno přístupný, leží cca 50 m západně od Veřejové skály. Jeho rozměry jsou cca 3 x 10 x 6 m. Je tvořen opět blanickou ortorulou, ve které je vidět mnoho menších vrás. Za všimnutí stojí stará lineace, která upadá pod středními úhly k JZ. Foliační plochy upadají pod mírnými úhly k Z. Stavba zaznamenává vrásové struktury (Obr. 73) s rovinami upadajícími pod strmými úhly k V (Tab. 24).



Obrázek 72: Výchoz č. 27 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 73: Vrásy výchozu č. 27 (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 24: Měření výchozu č. 27

Foliace	Lineace	Vrásová rovina
265/15	258/59	85/70

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 30

Významným, snadno dostupným výchozem č. 30 je Veřejová skála (Obr. 74), ke které se váže pověst o blanických rytířích. Nachází se severozápadně od rozhledny na Velkém Blaníku. Z hlediska velikosti patří k jednomu z největších výchozů v této práci, měří cca 20 x 15 x 10 m.



Obrázek 74: Výchoz č. 30 (Foto: Moravcová, 2014)

Je tvořen blanicovou ortorulou s jejími typickými minerály. Živec tvoří čočky, které jsou dobře vidět. Turmalín zde tvoří typická turmalínová slunce o velikosti 1,5 – 3 cm. Na výchozu nejsou patrné velké vrásy, ale spíše krenulace. Převažují zde střížné zóny. Typickými geomorfologickými prvky jsou tafoni (Obr. 75). Jedná se o prohlubně v žulách, které jsou vytvořeny tropickým zvětráváním. Na „stropu“ menších tafonů je vidět stará lineace.

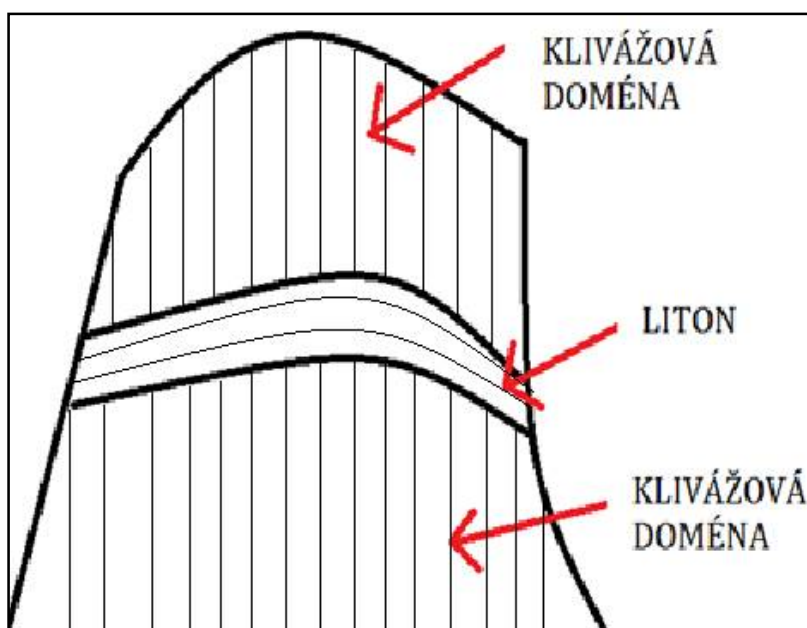


Obrázek 75: Tafoni (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 76: Šikmý řez napříč klivážovou doménou (Foto: Moravcová, 2015)

Další strukturou jsou litony, což jsou oblasti mezi klivážovými doménami (oblast drcení). Ve skalním výchozu je převaha klivážových domén nad litony (Obr. 76 a 77).



Obrázek 77: Schéma klivážových domén, litonu a jejich vnitřní stavba

Zdroj: Vlastní zpracování

Z hlediska strukturní analýzy byla identifikována foliace s plochami upadajícími pod strmými úhly k SZ. Zajímavé je, že lineace směřuje k Z u všech výchozů kromě výchozů č. 5, 16 a 34. Skálou probíhá jeden systém puklin, který má severozápadní

směr a sklon 30°. Hlavní metamorfnní stavba zaznamenává vrásové struktury s rovinami upadajícími pod mírnými až středními úhly k JZ (Tab. 25) (Moravcová, 2014).

Tabulka 25: Měření výchozu č. 30

Foliace	Pukliny	Vrásová rovina
340/75	350/45	238/25
336/80	323/20	243/30
345/70	334/25	260/35
350/85		
342/75		

Zdroj: Vlastní měření

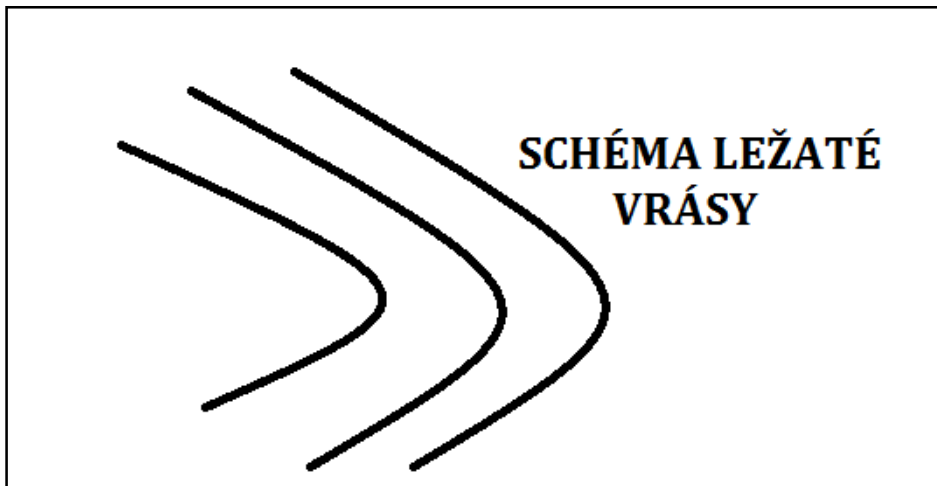
Výchoz č. 34

Severovýchodně od obce Světlá při pravém břehu řeky Blanice se nachází výchoz č. 34. Jedná se o mocný výchoz s rozměry cca 8 x 12 x 6 m s velmi jemnozrnnými biotitickými pararulami (Obr. 78) s čočkami pegmatitu. Je zřejmé, že mezi výchozem č. 2 a výchozem č. 34 je přechod mezi pararulou a ortorulou.



Obrázek 78: Struktura pararuly (Foto: Rajlich, 2015)

Celý výchoz je hodně provrásněn, nachází se zde také velká ležatá vrása (Obr. 79).



Obrázek 79: Schéma vrásy ve výchozu č. 34

Zdroj: Vlastní zpracování

Dalším charakteristickým jevem je tzv. Toulcová vrása. Osy vrásy se uklánějí k SSZ pod úhlem 15°

Z naměřených hodnot je patrné, že plocha foliace upadá pod středními úhly k SSV. Lineace má JV směr, jejíž sklon činí 12° (Tab. 26).

Tabulka 26: Měření výchozu č. 34

Foliace	Lineace	Toulcová vrása – osa
12/43	102/12	352/14
		358/15

Zdroj: Vlastní měření

4.1.4. Výchozy s vlečnými vrásami

Výchoz č. 1

Skalním výchozem č. 1 je torzo bloku (Obr. 80), nacházející se na pravém břehu řeky Blanice, severovýchodně od obce Světlá v blízkosti silnice vedoucí z obce Louňovice pod Blaníkem na Kondrac. Jedná se o blanickou ortorulu s dobrou přístupností o rozměrech 1,5 x 2 x 1 m s muskovitem a turmalínem.

Z hlediska strukturní analýzy byla identifikována metamorfní foliace charakteru páskování s plochami upadajícími pod středními úhly k JZ. Tyto stavby nesou lineace charakteru protažení křemeno – živcových minerálů ve směru foliace. Hlavní metamorfní stavba zaznamenává vlečné vrásy (Obr. 80) s rovinami upadajícími pod mírnými až středními úhly k SZ (Tab. 27).



Obrázek 80: Výchoz č. 1- příklad vlečných vrás (Foto: Rajlich, 2014)

Tabulka 27: Měření výchozu č. 1

Foliace	Lineace	Vrásová rovina
219/72	222/73	42/31
224/58	218/64	37/28
207/62	225/68	

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 2

Výchoz č. 2 (Obr. 81) je označen jako skalní blok s dobrou přístupností, ležící západně od výchozu č. 1. Je tvořen opět blanickou ortorulou s rozměry 1,5 x 2 x 1 m, která obsahuje makroskopicky více biotitu a minimum turmalínu.

Na skalním bloku je vidět metamorfní foliace s plochami upadajícími pod středními úhly k JZ. Stavba nese lineace charakteru protažení křemene a živce směřující pod středními až strmými úhly k JZ. Měřena byla také vrásová rovina vlečných vrás, která upadá k východu pod úhlem 35°. Krenulační vrásové roviny upadají pod mírnými až středními úhly k SZ a jejich osy upadají k SV pod strmými úhly. Za povšimnutí stojí rovněž zlom upadající pod středním úhlem k SV s kinematickými indikátory v podobě rýhování (striace) indikujícími levostranný horizontální posun. Poslední geologickou strukturou, která byla měřena, je pegmatitová žíla směřující k jihovýchodu pod úhlem 74° (Tab. 28).



Obrázek 81: Výchoz č. 2 (velikost mačety cca 50 cm) (Foto: Rajlich, 2014)

Tabulka 28: Měření výchozu č. 2

Foliace	Lineace	Vrásová rovina	Krenulace	Kren. vrásky	Zlom	Striace	Pegmat. žíla
221/70	238/51	61/29	302/24	32/58	56/58	120/18	148/73
216/63	254/36	94/42	306/27	39/62			152/75
224/72		86/35					
239/70							

Zdroj: Vlastní měření

4.1.5. Výchozy s nezřetelnou foliací a lineací, většinou s turmalinizací

Výchoz č. 9

Na Malém Blaníku se nachází výchoz č. 9 (Obr. 82). Je umístěn v blízkosti zříceniny barokního kostela sv. Máří Magdalény, který se nachází na samotném vrcholu hory. Jeho rozměry jsou 4 x 6 x 2 m a je hůře přístupný. Tvoří ho blanická ortorula s mnoha menšími krystaly turmalínu. Granát se zde nevyskytuje.



Obrázek 82: Výchoz č. 9 (Foto: Moravcová, 2014)

Strukturní analýzou byl určen jeden výrazný puklinový systém, který upadá pod strmými úhly k JV (Tab. 29).

Tabulka 29: Měření výchozu č. 9

Pukliny
130/85
134/81

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 10

Dalším zkoumaným výchozem na Malém Blaníku je výchoz č. 10 (Obr. 83) s rozměry 2,5 x 7 x 5 m. Leží SV od zříceniny kostela sv. Máří Magdalény asi 200 m a je hůře přístupný, protože se jedná o skalní řícení. Výchoz tvoří poměrně hojně malá zrna turmalínu.



Obrázek 83: Výchoz č. 10 (Foto: Moravcová, 2014)

Hlavní metamorfní stavba zaznamenává vrásové struktury s rovinami upadajícími pod středními úhly k SV (Tab. 30).

Tabulka 30: Měření výchozu č. 10

Vrásová rovina
25/30
6/40

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 26

Jako výchoz č. 26 (Obr. 84) je označena hůře dostupná skála s rozměry cca 7 x 10 x 5 m, která leží jižně od výchozu č. 25. Nachází se v blízkosti Veřejové skály. Jedná se opět o blanickou ortorulu typického složení s krystaly turmalínu a granáty. Pro výchoz jsou charakteristické krenulační vrásy a pegmatitové žíly (Obr. 87).



Obrázek 84: Výchoz č. 26 (Foto: Moravcová, 2015)



Obrázek 85: Pegmatitová žíla s krystaly turmalínu (Foto: Moravcová, 2015)

Tabulka 31: Měření výchozu č. 26

Vrásová rovina	Osa vrásy
272/29	75/12
273/25	72/13
	73/9

Zdroj: Vlastní měření

Výchoz č. 28

Na skalkách je jméno hůře přístupné hory nacházející se jižně od obce Vracovice. Měří 604 m n. m a je označena jako výchoz č. 28 (Obr. 86). Z hlediska umístění již nepatří do CHKO Blaník. Jedná se nejspíš o lom, který je zarostlý jehličnatými stromy a křovím, proto zde není uveden rozměr výchozu. Je tvořen blanickou ortorulou, která je muskovitizovaná a turmalinizovaná. Není zde vidět lineace z hlediska ztráty biotitu. Nebyly zde měřeny žádné geologické struktury.



Obrázek 86: Výchoz č. 28 (Foto: Moravcová, 2015)

Výchoz č. 29

Granův vrch je hora ležící východně od obce Krasovice a jižně od Vracovic. Měří 562 m n. m. a již nepatří do CHKO Blaník. V této práci je označen jako výchoz č. 29. Jedná se o kamenné eluvium blanické turmalinizované ortoruly, tudíž se zde nenachází žádný výchoz, proto zde neproběhlo geologické měření.

4.2. GEOLOGICKÉ STRUKTURNÍ PRVKY BLANICKÉ ORTORULY - SHRNU TÍ

Foliace blanické ortoruly

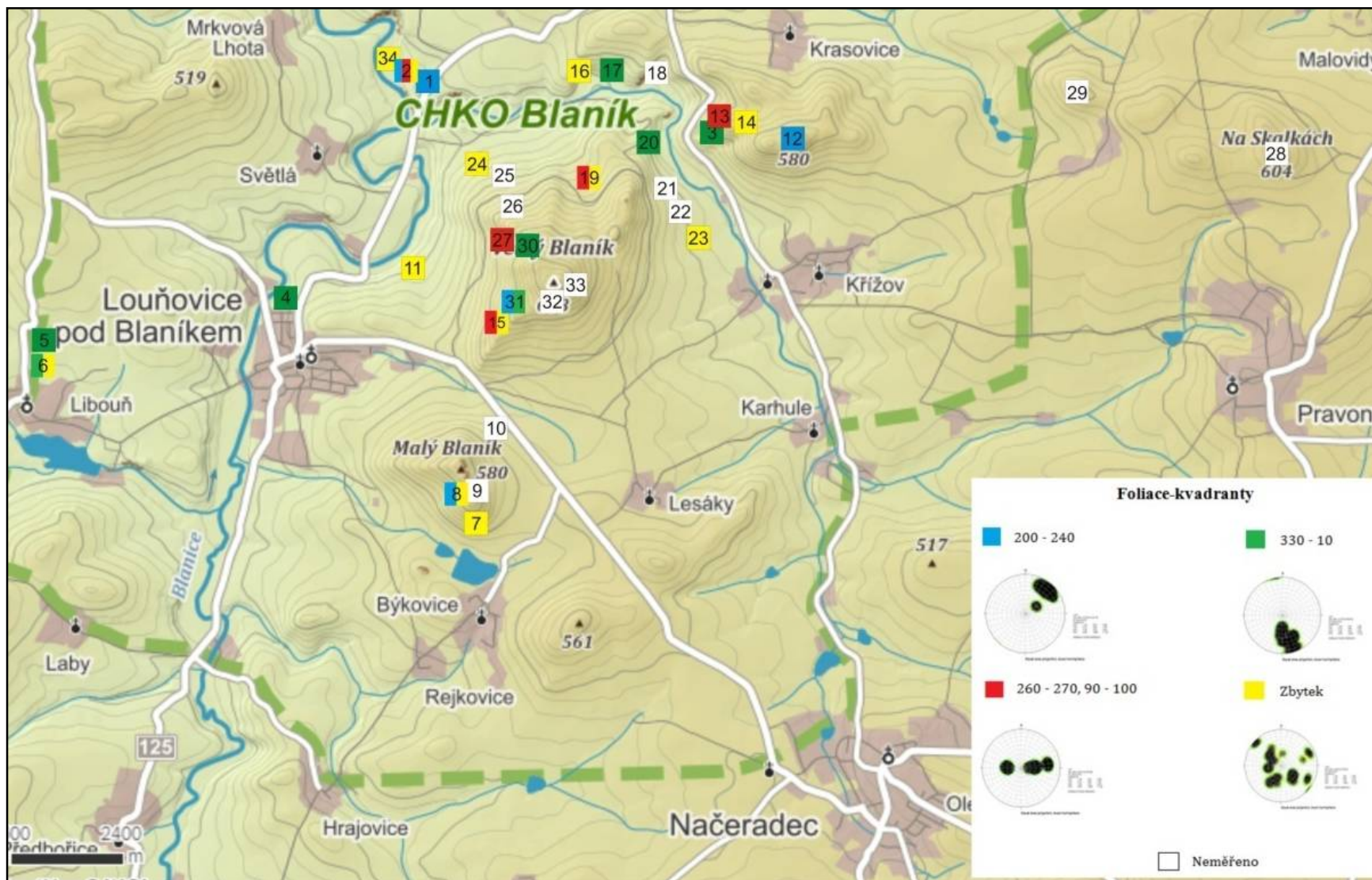
Blanická ortorula je poměrně značně foliovaná (Obr. 87). Podle kvadrantů foliace zde nejsou výrazné směry ploch foliací. Nachází se zde výchozy, u kterých

převládá určitý směr. Dominantní směr foliace byl změřen 240° - 280° s hlavním úklonem k severu.



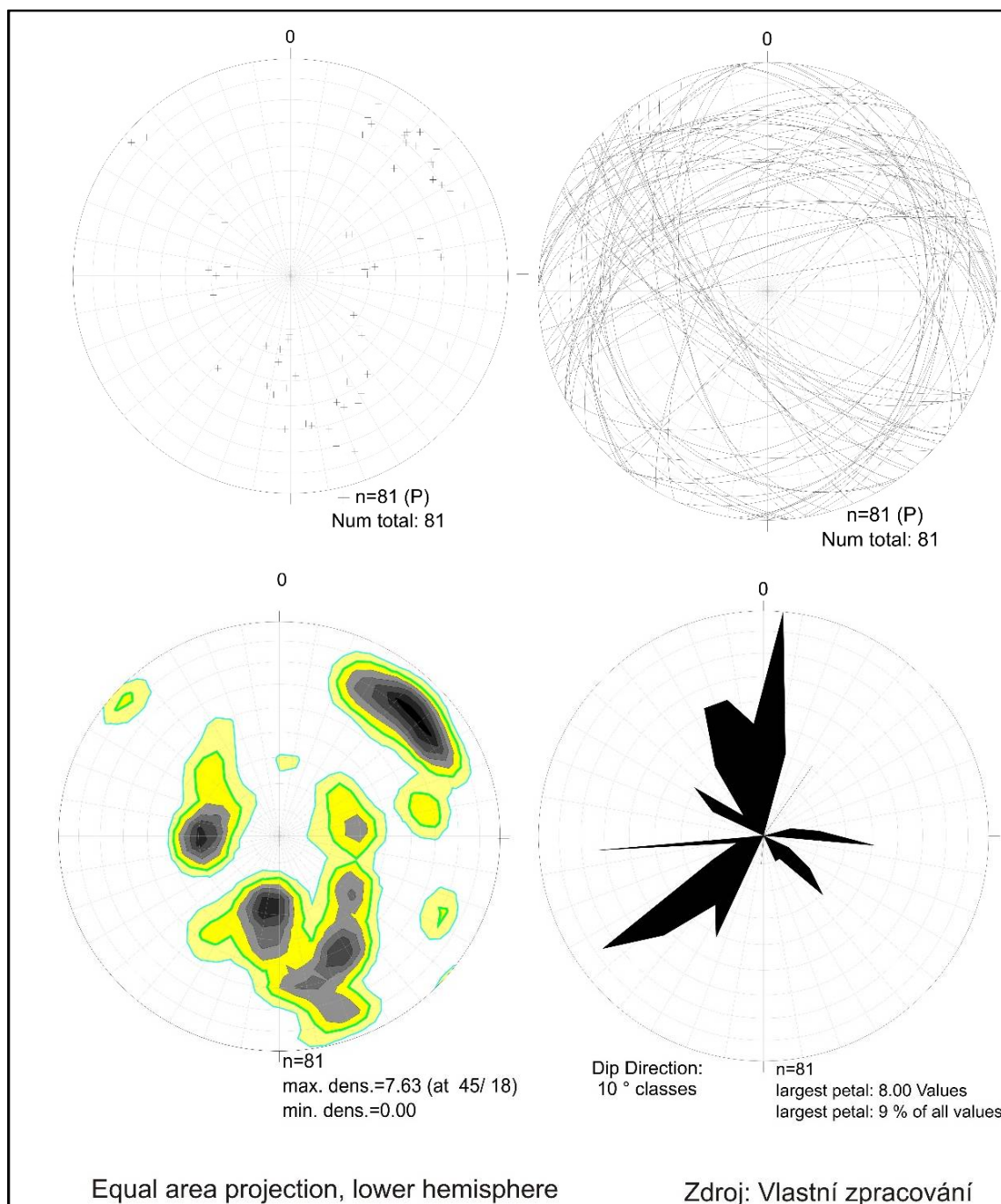
Obrázek 87: Foliace v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2015)

U souhrnného diagramu foliace (Obr. 89) byl sestrojen spádníkový diagram, který sloužil k tomu, aby se foliace roztřídily do jednotlivých směrů. Byly určeny čtyři dominantní směry foliace, které jsou podle zhotovených diagramů JZ, S, V-Z a odlišná měření od dominantních směrů, která byla zahrnuta do kvadrantu „zbytek“. Dominantní směr foliace JZ (Obr. 90) byl změřen na výchozech č. 1 a č. 12 a dále na výchozech č. 2, č. 8 a č. 31, kde se vyskytuje i směr jiný. Foliace směřující k S (Obr. 92) byla geologickou analýzou zjištěna u výchozů č. 3, 4, 5, 17, 20 a 30 a částečně na výchozech č. 6 a 31, na kterých se také vyskytuje ještě jiný směr. Směr foliace V-Z (Obr. 91) byla změřena na výchozech č. 13 a č. 27 a také na výchozech č. 2, 15 a 19, kde byl naměřen i směr jiný. Výchozy, které byly zařazeny do kvadrantu „zbytek“ jsou výchozy takové, kde byly naměřeny směry foliace různé (Obr. 93). Jedná se o výchozy č. 7, 11, 14, 16, 23, 24 a 34 a výchozy č. 2, 6, 8, 15 a 19 byly částečně zařazeny také do kvadrantu „zbytek“ a částečně u nich převládá některý z dominantních směrů. Pro přehlednější interpretaci byla sestrojena mapa zkoumaného území s výchozy, na kterých byla měřena foliace (Obr. 88).

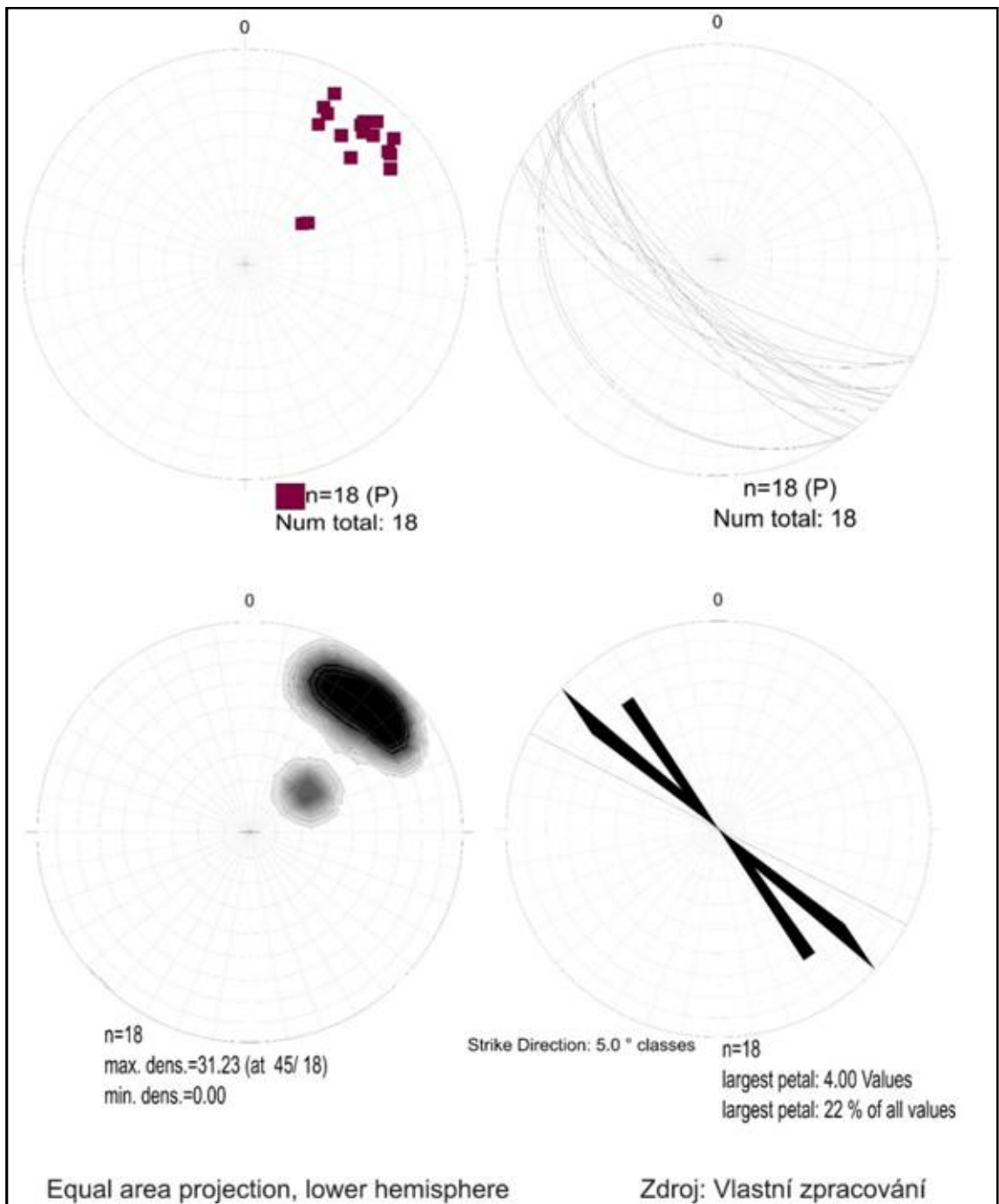


Obrázek 88: Mapa zkoumaného území s výchozí měřených foliací

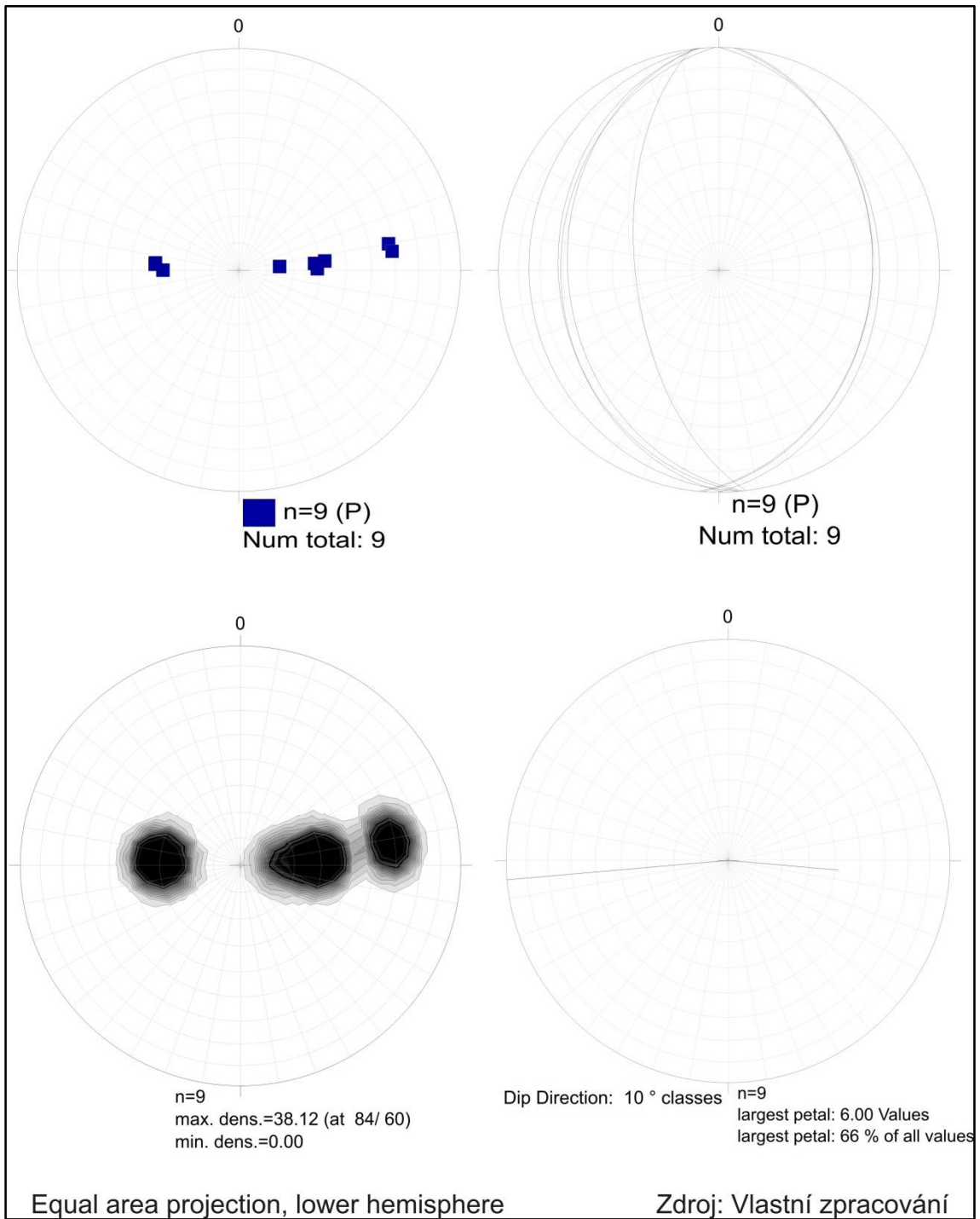
Zdroj: Vlastní zpracování (Corel Draw)



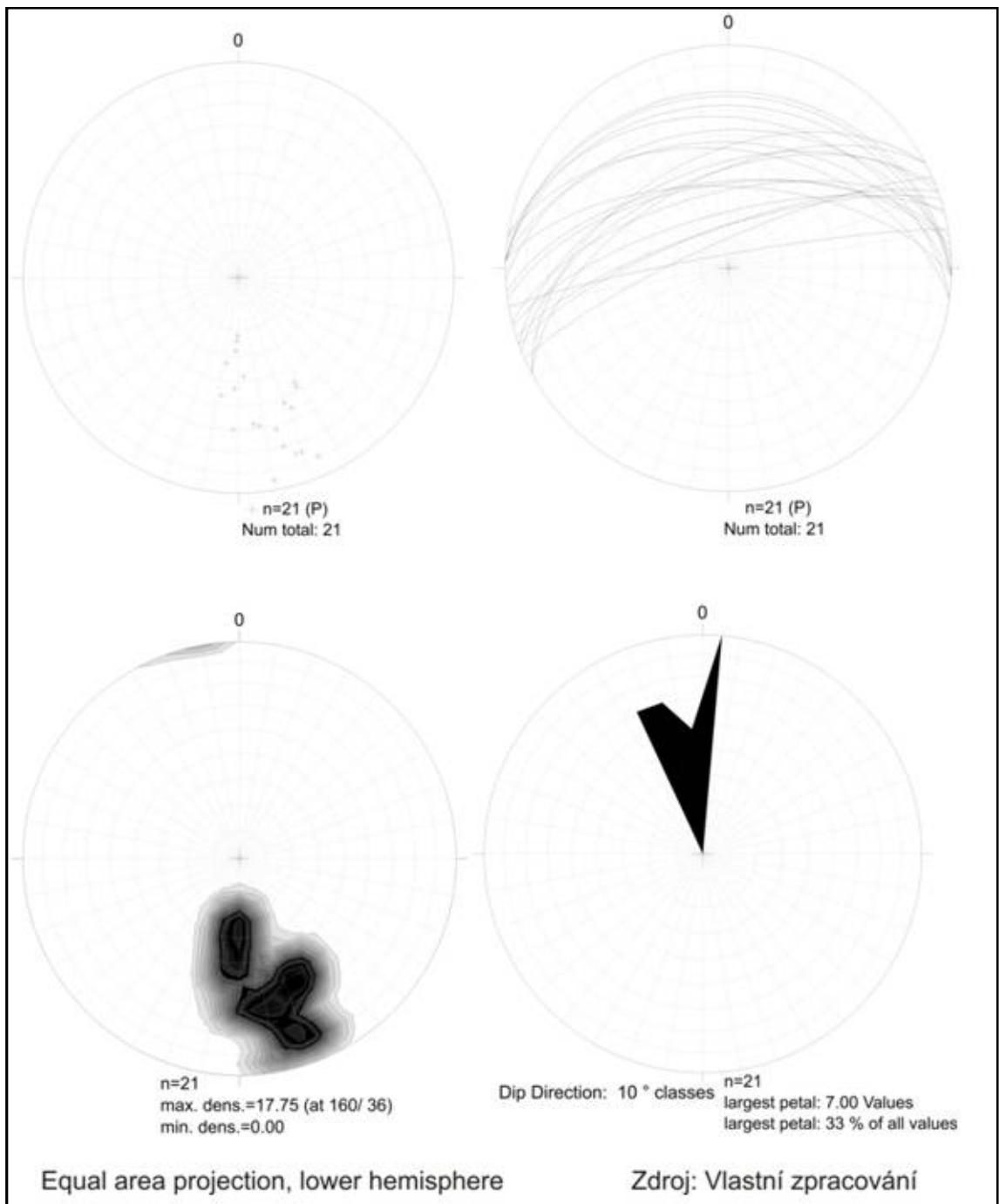
Obrázek 89: Souhrnné diagramy foliace



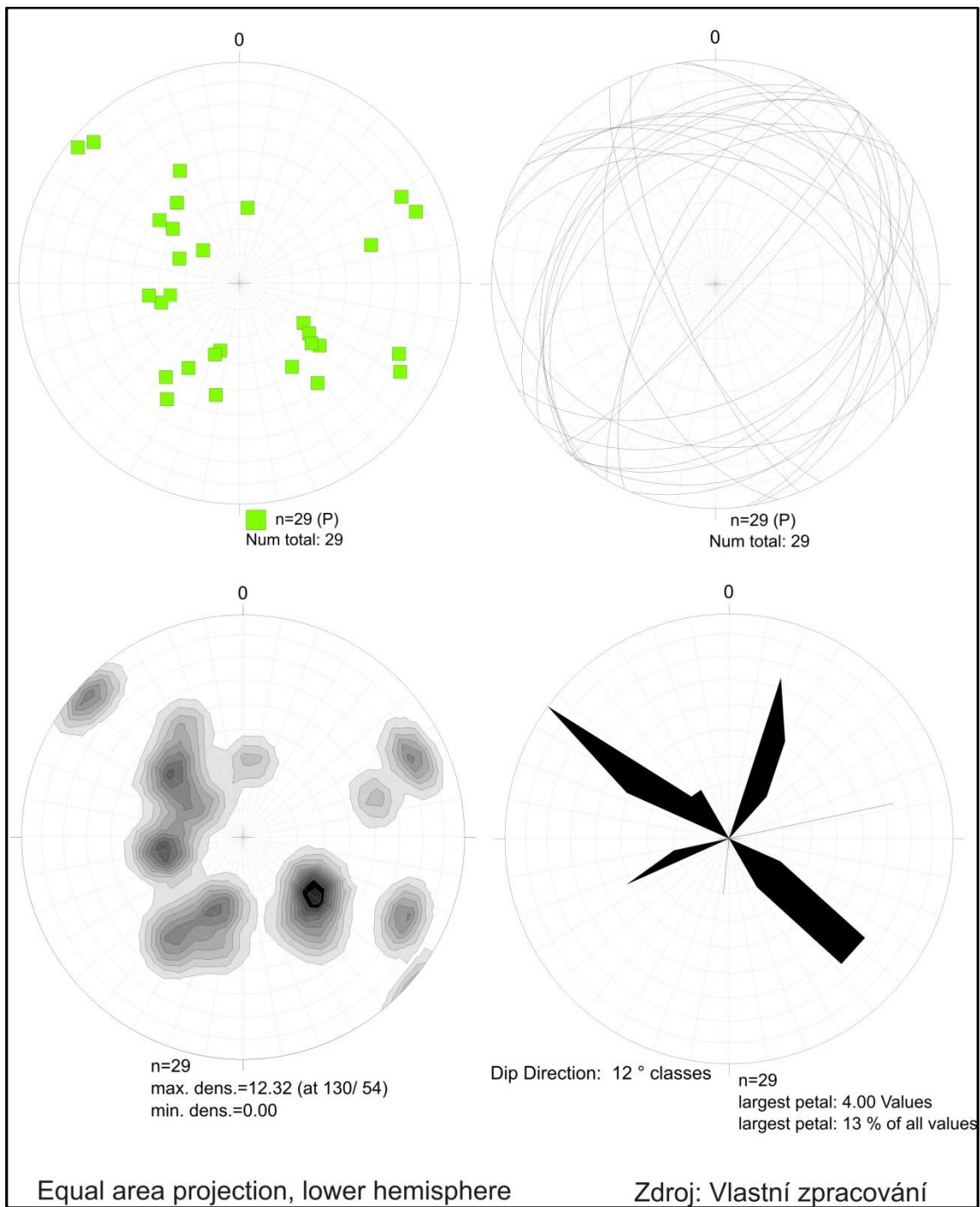
Obrázek 90: Foliace směru 200-240



Obrázek 91: Foliace směru 260-270, 90-100



Obrázek 92: Foliace směru 330-10



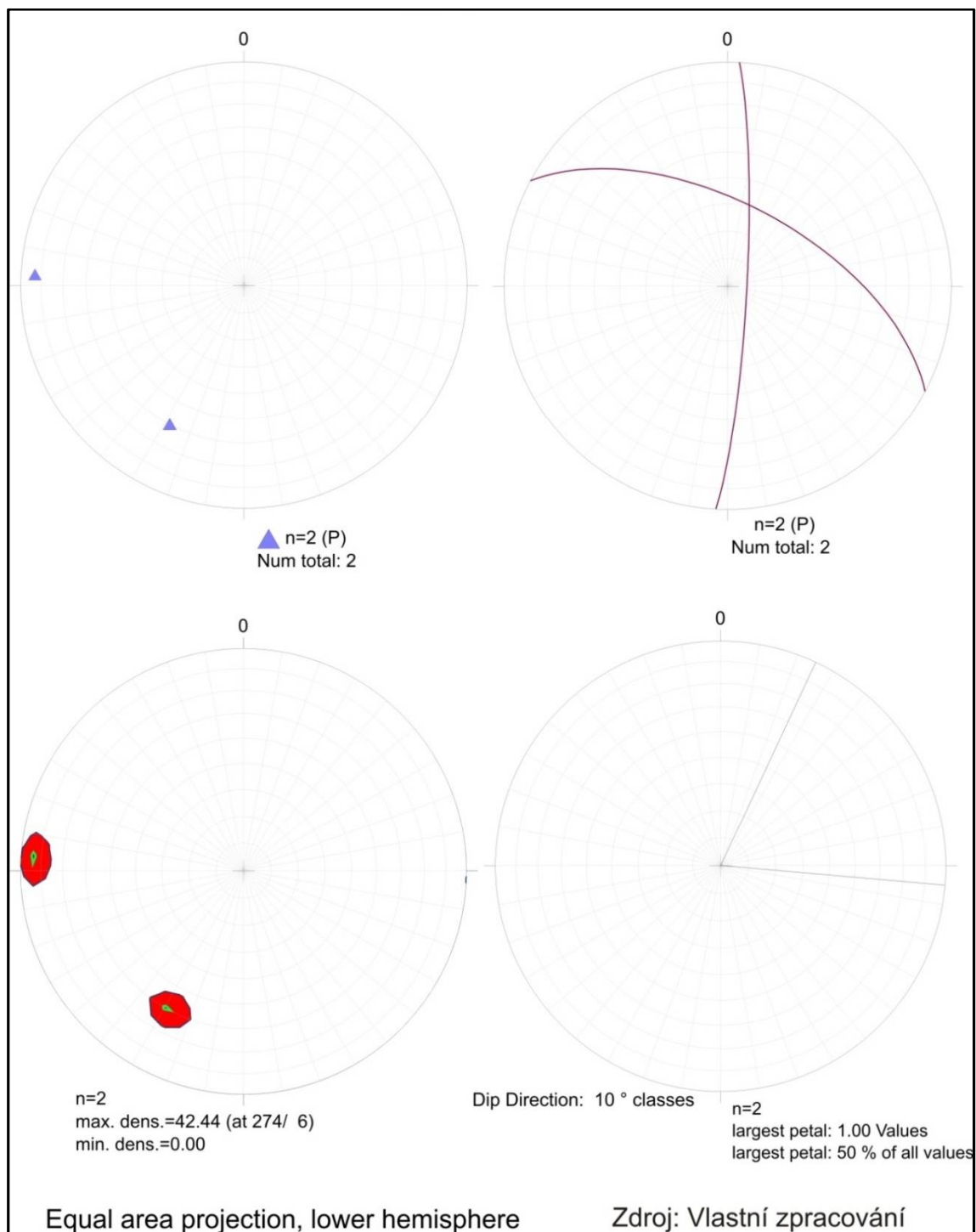
Obrázek 93: Foliace směru-zbytek

Zlomy v blanické ortorule

Na zkoumaném území byla z hlediska strukturní analýzy provedena dvě měření v rámci výchozů č. 2 a č. 24 (Obr. 94). První zlom má směr SSV-JJZ, zlom druhý SZ-JV (Obr. 95).



Obrázek 94: Zlomy v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2015)



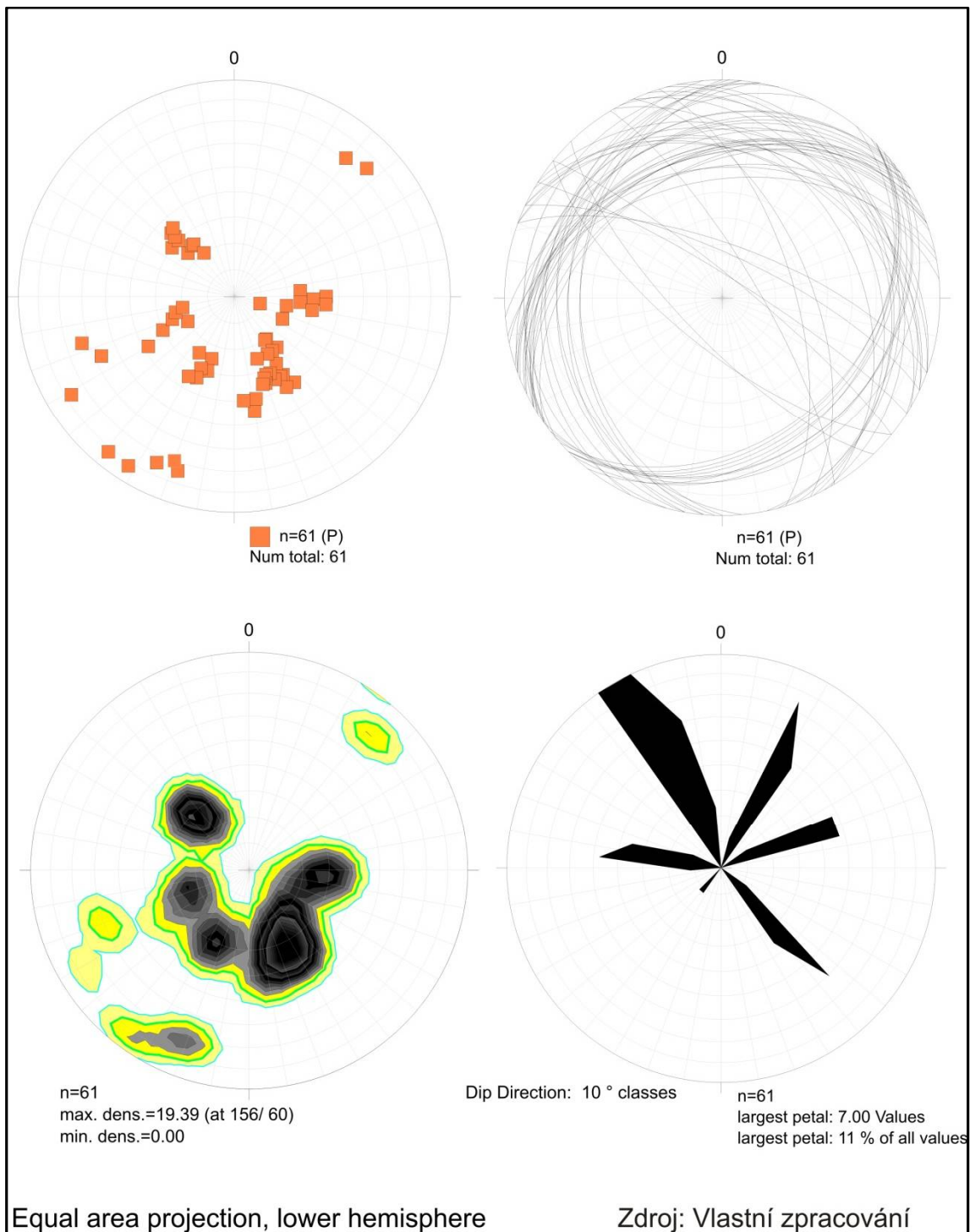
Obrázek 95: Souhrnné diagramy zlomů

Pukliny v blanické ortorule

Tyto geologické struktury se vyskytují téměř na každém zkoumaném výchozu. Většinou jde o rovnoběžné pukliny (Obr. 96), které tvoří puklinový systém. Z hlediska strukturní analýzy bylo provedeno 61 měření. Pukliny se nachází na výchozu č. 9, kde jeden puklinový systém upadá pod strmými úhly k JV. U výchozu č. 15 se nachází také jeden puklinový systém, který upadá pod mírnými úhly k Z až SZ. Naopak u výchozu č. 31 se nachází 3 puklinové systémy, jejichž směr je orientován k SZ až SSV. Výchoz č. 32 je tvořen 2 puklinovými systémy, které upadají pod mírnými úhly k SV a JV. Zbytek puklin na výchozech lze označit za chaotický (Obr. 97).



Obrázek 96: Pukliny v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2015)



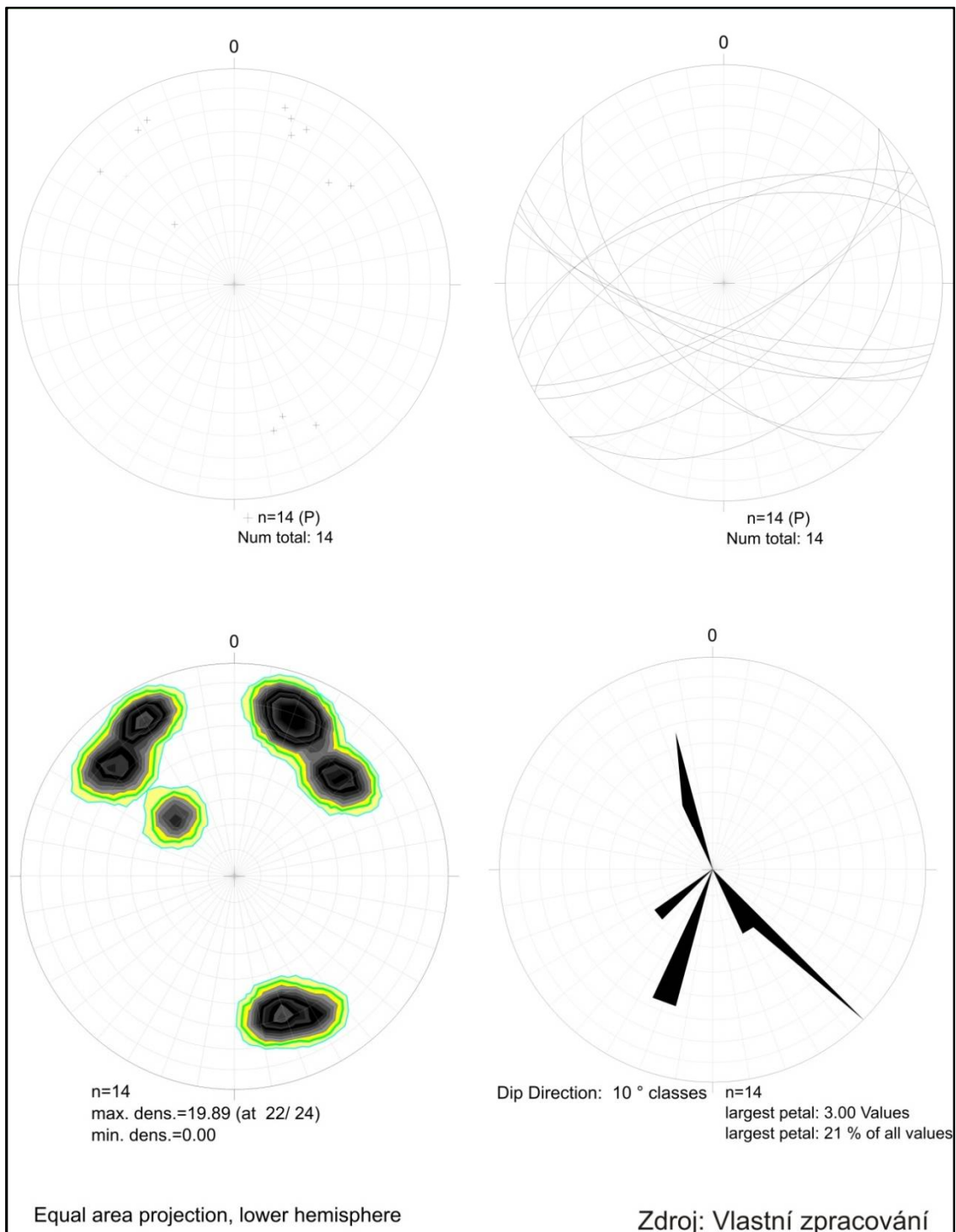
Obrázek 97: Souhrnné diagramy puklin

Pegmatitové žíly v blanické ortorule

U pegmatitových žil bylo provedeno 14 měření (Obr. 99). Nelze u nich určit hlavní směr, protože každá je svým způsobem svá, proto se u nich nachází více směrů. Pegmatitová žíla ve sledovaném území byla patrná u výchozu č. 2. Upadá pod strmým úhlem k JV. Její mocnost je cca 5 cm, délka 30 cm. Další pegmatitová žíla byla spatřena na výchozů č. 16 a č. 17, kdy obě upadají k JZ pod strmými úhly. Obě jsou menší než žíla výchozu č. 2. Poslední žíla, která byla brána v patrnosti a je také tvořena pegmatitem, je žíla výchozu č. 31 (Obr. 98) Její rozměry jsou 4 x 40 cm.



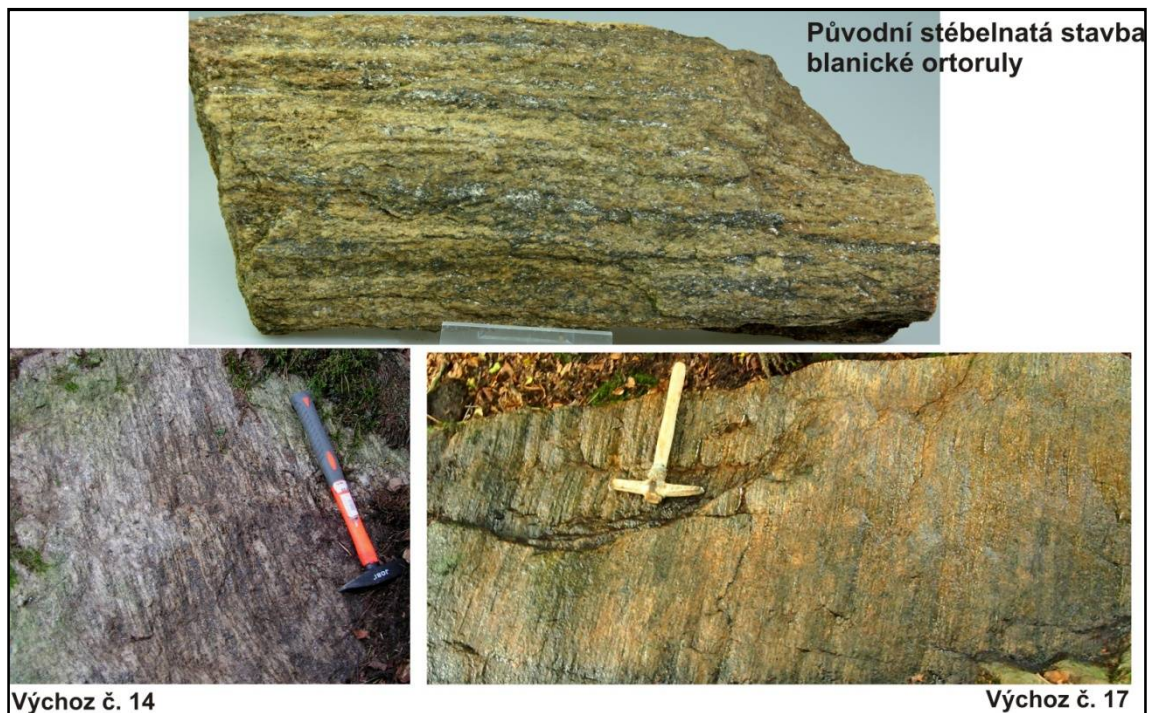
Obrázek 98: Pegmatitová žíla v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2014)



Obrázek 99: Souhrnné diagramy pegmatitových žil

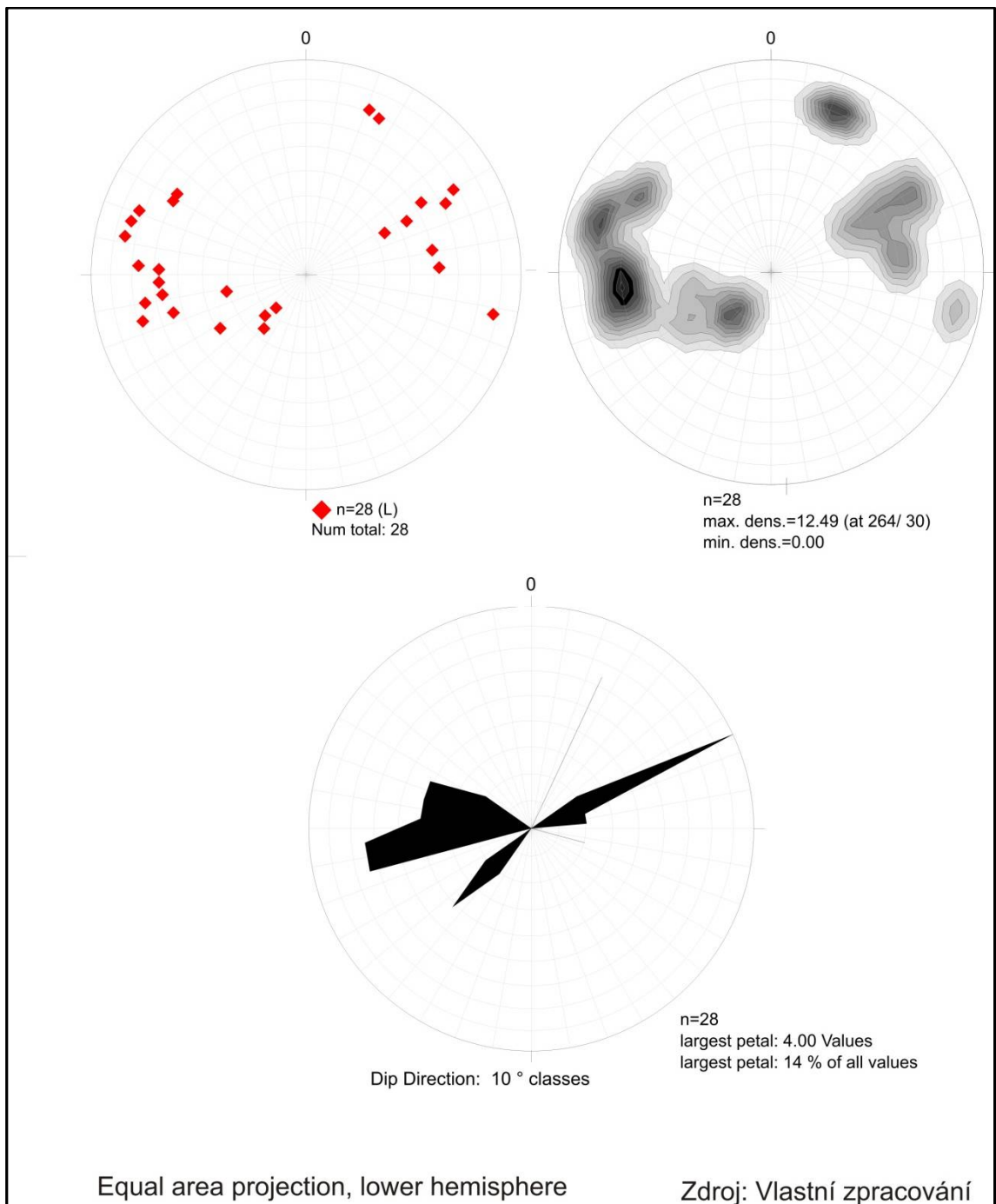
Lineace protažení v blanické ortorule

Obecně se dá tvrdit, že lineace protažení (Obr. 100) se vyskytuje všude, kde došlo k pohybu. Na Blaníku a v jeho okolí je situace taková, že místy je původní lineace protažení těžko patrná. Na některých místech jsou vidět náznaky lineace, někde se však tento strukturní prvek úplně rozplývá. To proto, že se do horniny dostaly nové nerosty a tím se zdůraznila více plošná stavba (foliace) a lineární stavba zmizela (Rajlich, ústní sdělení).



Obrázek 100: Lineace protažení v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2015)

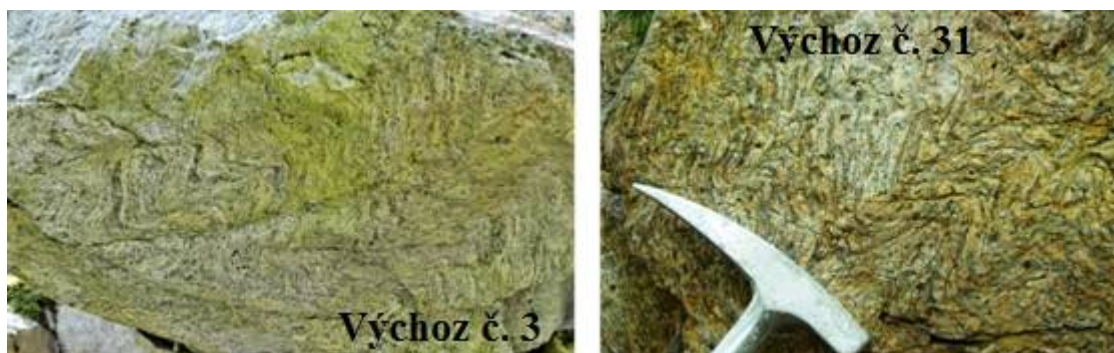
Diagramy lineace určují nejvýraznější směr V-Z (Obr. 101). Tento směr se nachází jak ve vlečných vrásách, tak v místech bez vlečných vrás. Tento lineární prvek byl měřen na výchozech č. 1, 2, 4, 5, 12, 13, 16, 17, 19, 20, 23, 24, 27, 30 a 34.



Obrázek 101: Souhrnné diagramy lineace

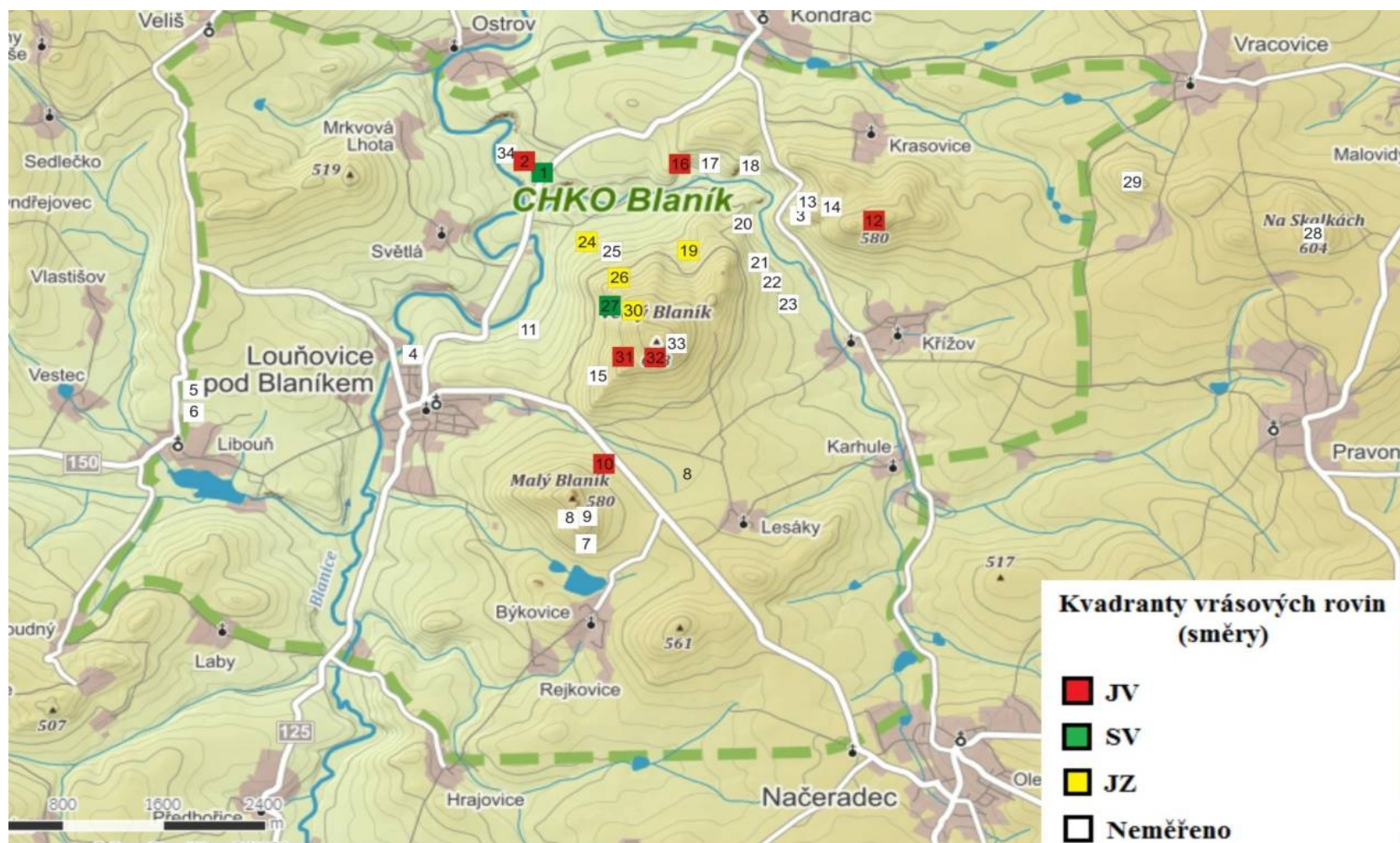
Vrásky v blanické ortorule

V blanické ortorule se vyskytuje nespočetně druhů vrás (Obr. 102). Ať už z hlediska pozice osní roviny nebo podle velikosti úhlu sevřeného rameny vrás. Vrásové roviny byly měřeny na mnoha zkoumaných výchozech. U výchozu č. 34 byla měřena Toulcová vrása, která jinde z hlediska zkoumaného území nebyla spatřena.



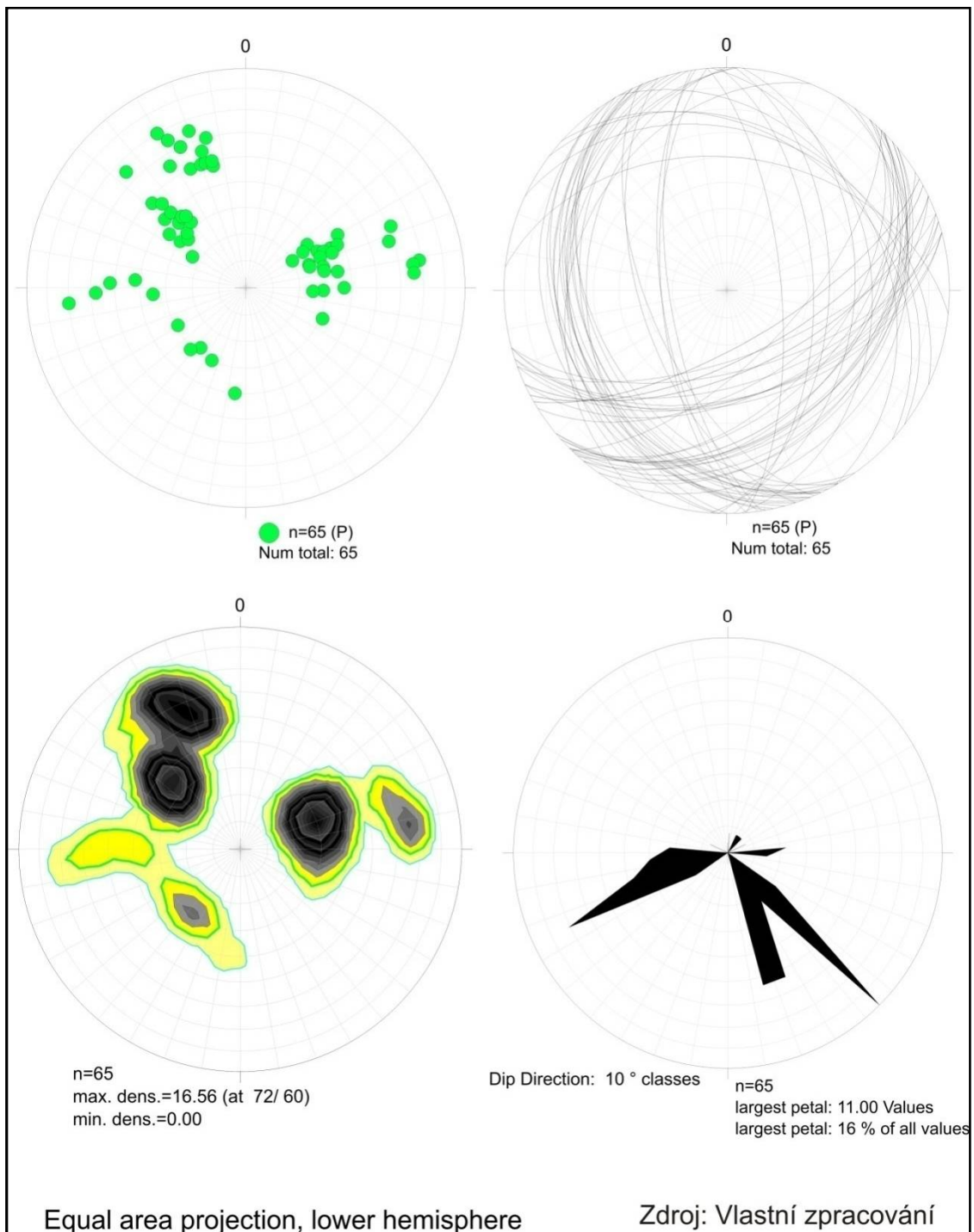
Obrázek 102: Vrásky v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2014 a 2015)

Podle sestrojených diagramů (Obr. 104) byly vytvořeny kvadranty vrásových rovin. Dominantními směry jsou JV, SV a JZ. Převládajícím směrem vrásových rovin je JV, který byl naměřen u výchozů č. 2, 10, 12, 16, 31 a 32. Jako druhý dominantní směr vrás lze označit JZ, který lze naměřit na výchozech č. 19, 24, 26 a 30. Vrásky směřující k SV byly naměřeny na výchozech č. 1 a 27. Podle sestrojené mapy (Obr. 103) si lze všimnout, že vrásky, které směřují k JZ, byly naměřeny na výchozech, které se vyskytují severně od hory Velký Blaník. Znamená to tedy, že v minulosti došlo v této oblasti k nějakému určitému pohybu.



Obrázek 103: Mapa zkoumaného území s výchozy měřených rovin vrás

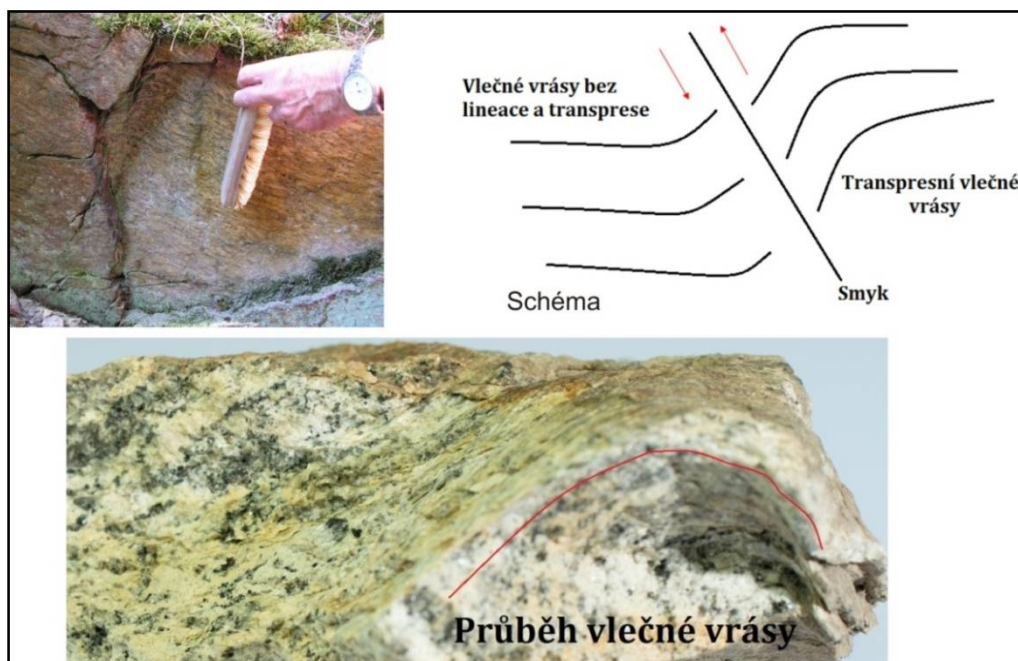
Zdroj: Vlastní zpracování (Corel Draw)



Obrázek 104: Souhrnné diagramy vrásových rovin

Vlečné vrásky blanické ortoruly

Na výchozu č. 12 byly pozorovány vlečné vrásky (Obr. 105). Jejich vrásová rovina upadá pod středními úhly k V. Pro lepší dokumentaci bylo sestrojeno schéma vlečných vrás a jejich příslušného smyku (Obr. 105).



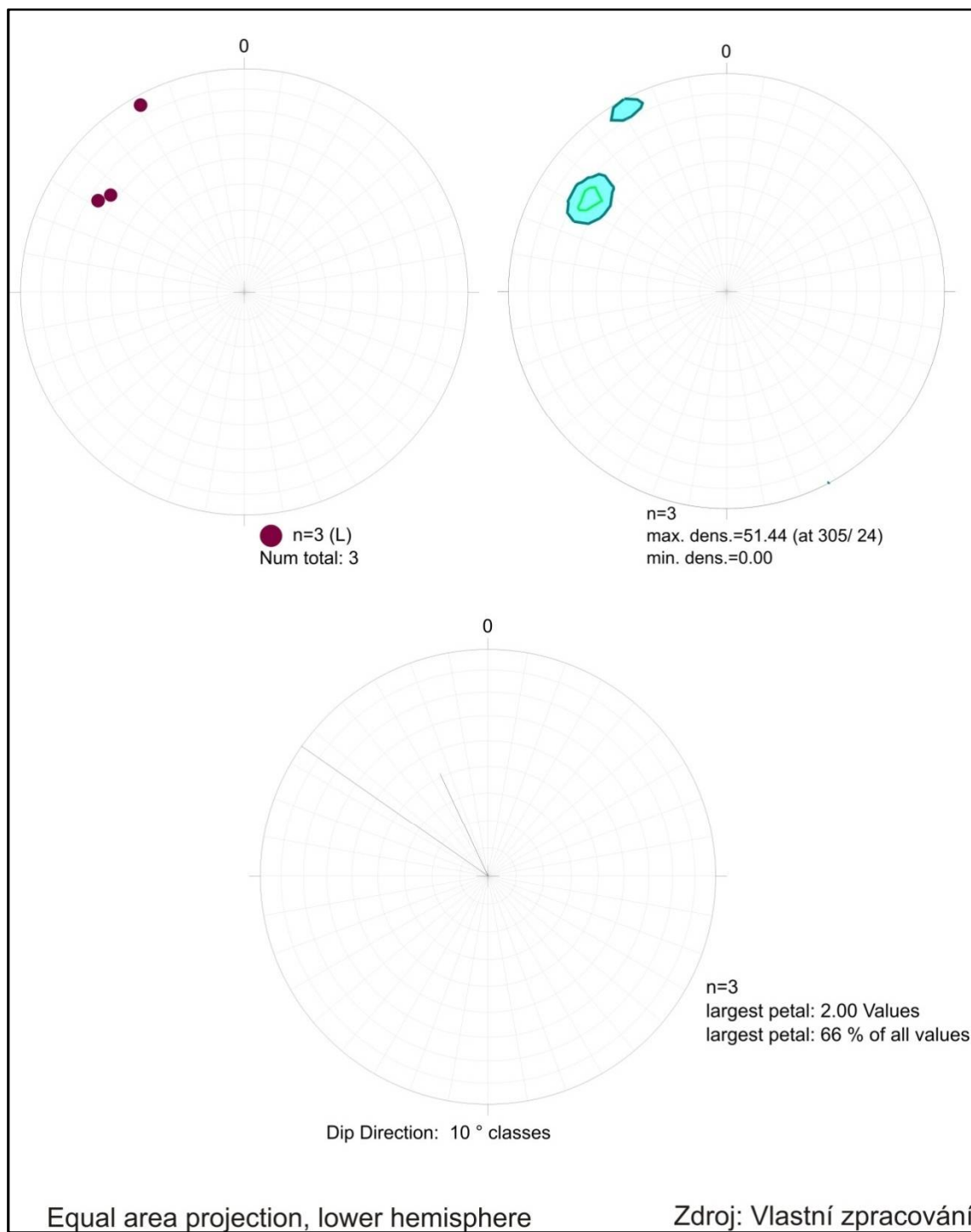
Obrázek 105: Vlečná vrása výchozu č. 12 (Foto: Moravcová, 2014)

Krenulace a krenulační vrásky v blanické ortorule

Ve sledovaném území také byla zaznamenána krenulace a krenulační vrásky (Obr. 106). Krenulace upadá k SZ (Obr. 107) a byla zjištěna u výchozů č. 2 a 23, krenulační vrásky mají směr S-J (Obr. 108) a byly měřeny na výchozech č. 2, 8, 24 a 30.



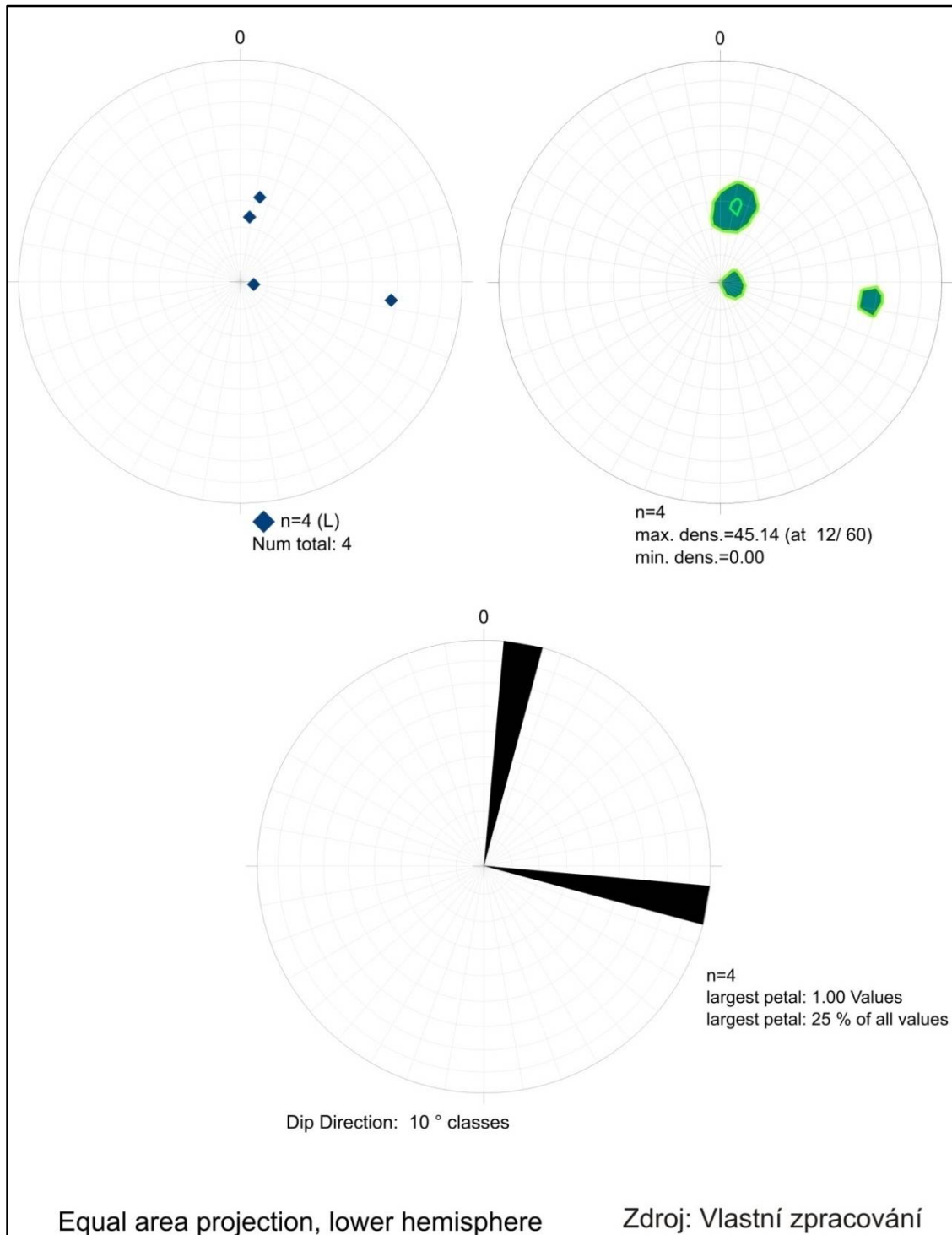
Obrázek 106: Krenulační vrásky v blanické ortorule (Foto: Moravcová, 2013)



Obrázek 107: Souhrnné diagramy krenulace

Rýhování (striace) v blanické ortorule

Z hlediska rýhování (striace) byla v blanické ortorule provedena pouze 4 měření, konkrétně na výchozech č. 2, 13, 14 a 32. Z diagramů je patrné, že směr striace je SSV a JJV (Obr. 109).



Obrázek 109: Souhrnné diagramy rýhování (striace)

4.3. MIKROSTRUKTURNÍ ANALÝZA BLANICKÉ ORTORULY

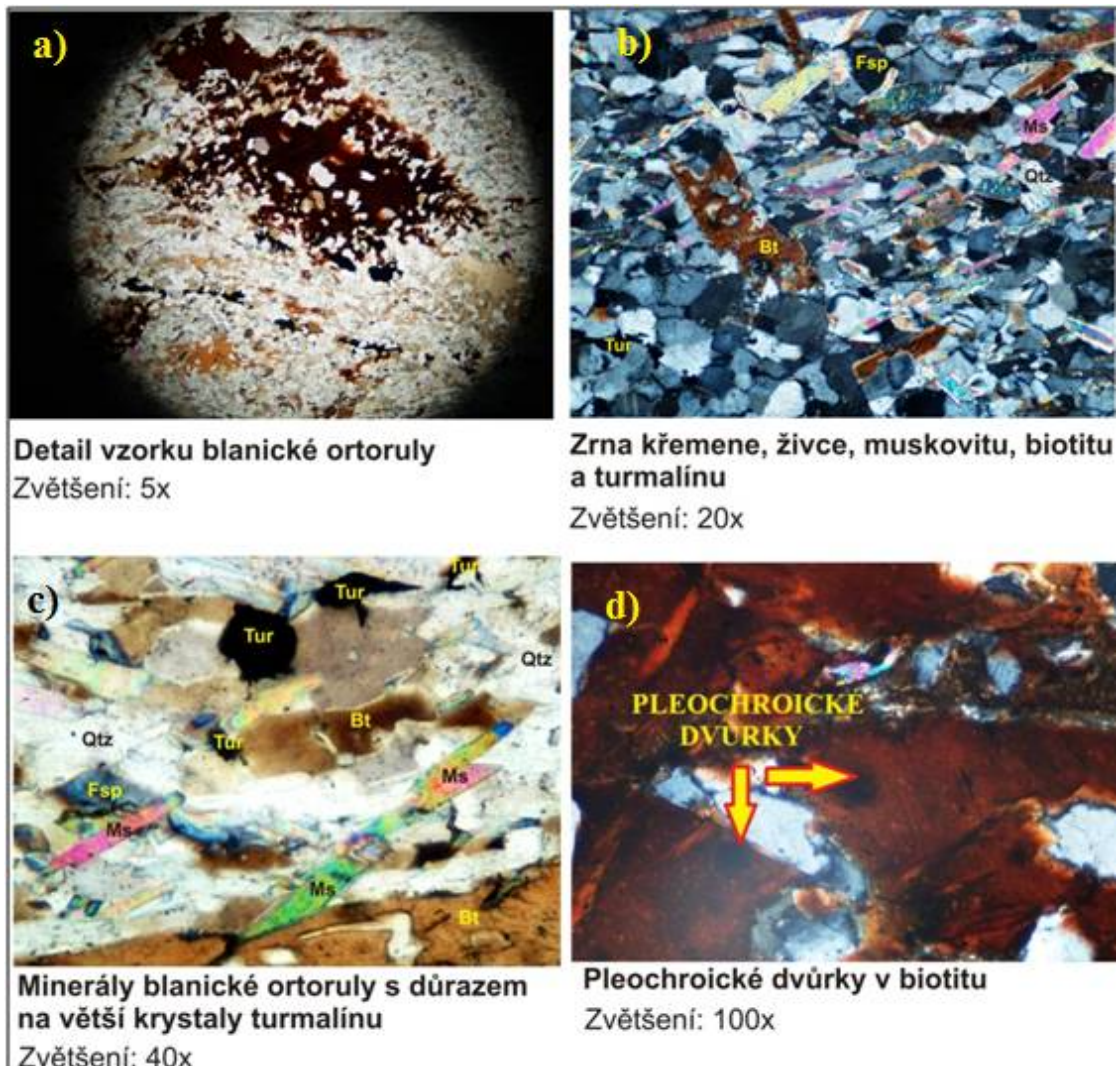
Blanická ortorula je středně zrnitá hornina s lepidogranoblastickou strukturou, kdy zrna křemene a plagioklasu jsou isometrická nebo mírně anisometrická a jsou v nadbytku vůči biotitu (Dudek a kol., 1962).

Po provedení mikrostrukturní analýzy blanické ortoruly z výchozu č. 3 se došlo k závěru, že nejvíce je v hornině zastoupen křemen (Qtz) (Obr. 110b), jehož rozměry jsou cca 1,25 x 1 mm. Jedná se o oxid, složený z SiO_4 , jehož symetrie je trigonální až hexagonální. (Gregerová a kol., 2002). Tento oxid může být také považován za nejjednodušší formu tektosilikátu. Křemen má ve výbrusu rekrystalovaná i nerekrystalovaná zrna. Hranice mezi jednotlivými skupinami krystalů je ostrá.

Živec (Fsp) je tektosilikát jednoklonné nebo trojklonné soustavy. Ve výbrusu se nachází dva druhy živců, sodnovápenaté a draselné, které lehce převažují. Zrna draselného živce mají nepravidelné tvary a jsou hypautomorfně omezená.

Ortorula obsahuje dva druhy slíd, biotit a muskovit. Biotit (Bt) patří do třídy silikátů s monoklinickou symetrií (Gregerová a kol., 2002). Ve výbrusu je silně pleochroický a také ho lze označit za poikylitický tzn., že prorůstá horninou a zachycuje zrna jiných minerálů. Obsahuje pleochroické dvůrky (Obr. 110d). Jedná se o tmavé lemy nebo kroužky, které obsahují radioaktivní nerosty, např. apatit, zirkon. Kvůli těmto nerostům je vidět rozpadání biotitu, kdy se poruší struktura nerostu. Muskovit (Ms) je ve výbrusu vidět v podobě droboučkových šupinek, které mají vysoké interferenční barvy. Patří do třídy silikátů, jeho symetrie je monoklinická. (Gregerová a kol., 2002).

Dalším minerálem, který je ve výbrusu vidět, je turmalín – skoryl (Tur) (Obr. 110c). Patří do třídy silikátů. Jeho symetrie je trigonální. Ve výbrusu jsou vidět větší i menší krystaly, které jsou hypautomorfně až xenomorfně omezené.



Obrázek 110: Přehled mikroskopických snímků blanické ortoruly (Foto: Moravcová, 2015)

4.4. ANALÝZA VZORKŮ POMOCÍ SPEKTROMETRU

Pro chemické složení hornin bylo analyzováno 12 vzorků ze studované oblasti. Jednalo se o ortoruly, pararuly a jeden vzorek vápence (Tab. 33). Podrobnější tabulka chemické analýzy je k dispozici v přílohách (Příloha II.).

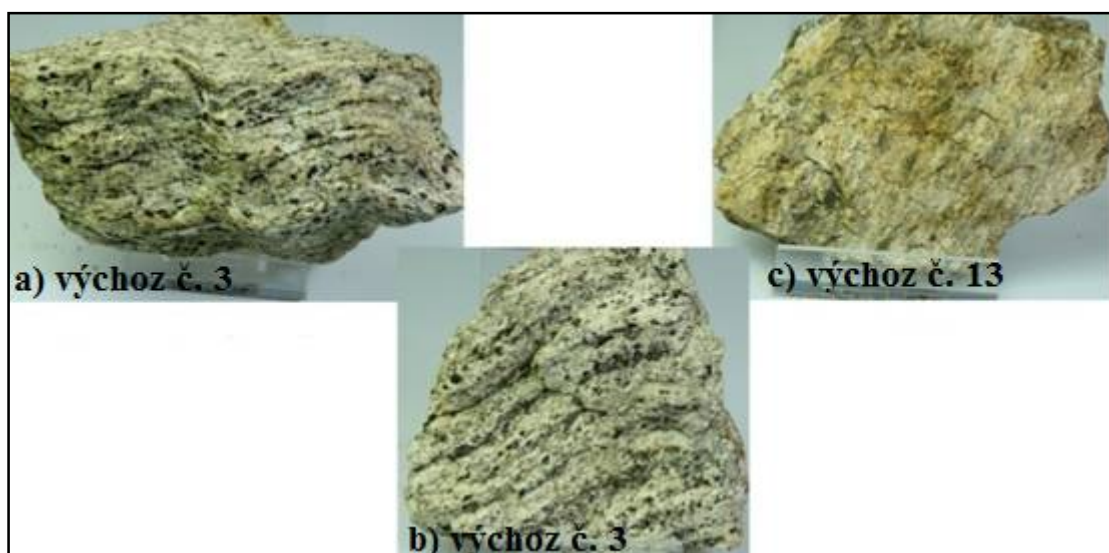
Tabulka 32: Vzorky hornin a jejich chemická analýza

Výsledek	Si	Ti	Al	Fe	Mn	Mg	Ca	K	P	Cl	S	Sr
Křížovská hůra (Výchoz č. 12)	28,03	0,2195	9,11	1,9283	0,0208	ND	ND	3,405	0,5692	ND	0,0501	0,0076
Vápencový lom (Výchoz č. 22)	3,002	0,1083	0,77	0,6526	0,0257	ND	40,87	0,018	ND	ND	0,079	0,6081
Výchoz č. 21	22,01	0,3304	5,95	4,4105	0,4432	ND	5,695	0,148	0,3215	ND	0,1678	0,1606
Malý Blaník (Výchoz č. 8)	19,15	0,7006	9,69	5,0652	0,0645	ND	0,138	3,375	0,3553	ND	ND	0,0037
Malý Blaník (Výchoz č. 9)	19,88	1,6633	6,68	6,1381	0,3549	1,79	1,902	2,551	0,6394	ND	ND	0,0414
Velký Blaník (Výchoz č. 30)	29,68	0,1146	5,08	0,6924	0,0147	ND	ND	2,625	0,2679	ND	0,0628	0,0028
Kontakt ruly a ortoruly (výchoz č. 17)	22,73	0,6612	9,31	3,8757	0,0449	ND	ND	3,165	0,2924	ND	ND	0,0043
Kontakt ruly a ortoruly (výchoz č. 18)	26,45	0,1466	4,61	0,9493	0,0723	ND	0,124	2,022	0,424	ND	0,3276	0,0029
Křížovský lom (Výchoz č. 13)	29,74	ND	5,86	0,5846	0,0122	ND	ND	4,242	0,198	ND	0,0475	0,0065
Křížovský lom (Výchoz č. 3)	25,18	0,219	10,4	1,2329	0,025	ND	ND	4,76	0,2737	ND	ND	0,0051
Křížovský lom (Výchoz č. 3)	28,75	0,0776	9,71	0,849	0,0431	ND	ND	3,991	0,3443	ND	ND	0,002
Výchoz č. 34	27,03	0,5433	10,5	3,846	0,0517	ND	ND	5,299	0,0492	ND	ND	0,0052

Zdroj: Vlastní zpracování

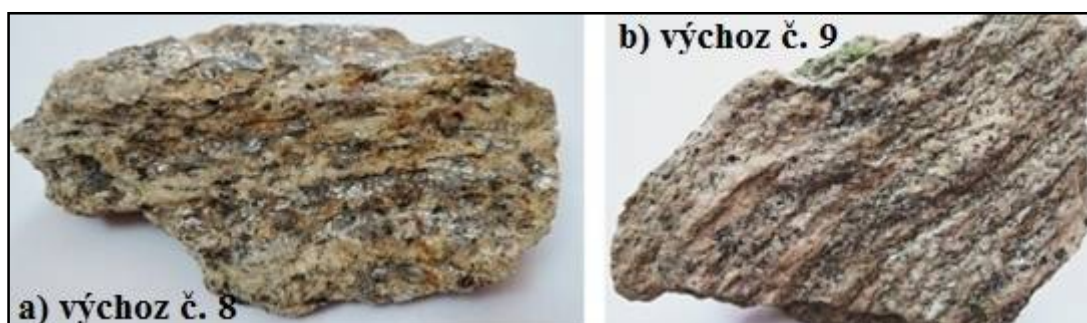
Z Křížovského lomu, označovaném v diplomové práci jako výchozy č. 3 a 13 byly analyzovány z výchozu č. 3 dva vzorky (Obr. 111a,b), z výchozu č. 13 jeden vzorek (Obr. 113c). U výchozu č. 3 se jedná o vzorky blanické ortoruly, které jsou muskovitické a turmalinické. Jsou popsány souhrnně, protože se vyznačují velmi podobnými hodnotami obsahu jednotlivých prvků. Z hlediska chemického složení obsahují průměrně kolem 8% Al; 27% Si (cca 60% SiO₂); cca 0,3% P; 4,3% K; a 57,02% lehkých elementů. U ostatních prvků se jedná o stopovou koncentraci (Tab. 33).

Z výchozu č. 13 Křížovského lomu byl sebrán vzorek blanické ortoruly (Obr. 111c), který neobsahuje turmalín. Z hlediska chemického složení se trochu liší od dvou předchozích vzorků. Obsahuje méně Al, je více křemičitý a je v něm zastoupeno větší % lehkých elementů. Ostatní podíl prvků je zaznamenán v tabulce (Tab. 33, Příloha II). Ve srovnání se dvěma předchozími vzorky zde byl určen navíc obsah rtuti. Mnoho prvků nebylo přístrojem určeno.



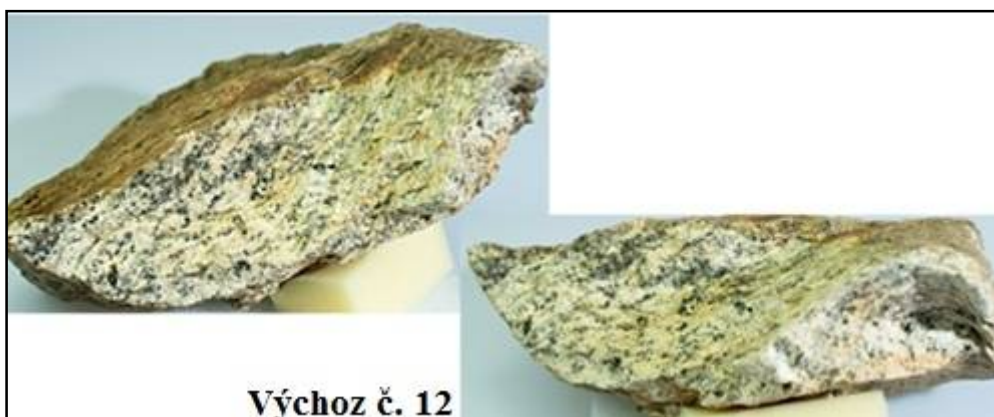
Obrázek 111: Vzorky z Křížovského lomu – výchoz č. 3 a č. 13 (Foto: Moravcová, 2015)

V lokalitě Malý Blaník, konkrétně u výchozů č. 8 a 9, byly sebrány 2 vzorky blanické ortoruly. Chemickým složením se poněkud liší. Vzorek z výchozu č. 8 (Obr. 112a) obsahuje více Al, navíc byly určeny prvky Cu, Y a Pb. Z výchozu č. 9 vzorek (Obr. 112b) obsahuje oproti předešlému více Ca, Ti a Mn. Navíc byly určeny prvky jako Mg, Cr, W a Hg. V zastoupení dalších prvků se oba vzorky spolu velmi shodují. Obsahují cca 19,5% Si; 0,4 P; 3% K; 5,5% Fe. Obsah ostatních prvků lze označit za stopovou koncentraci.



Obrázek 112: Blanická ortorula Malého Blaníku – výchoz č. 8 a č. 9 (Foto: Moravcová, 2015)

Na vrcholu Křížovské hůry (výchoz č. 12) byl sebrán jeden vzorek celkem pravidelně páskované blanické ortoruly (Obr. 113). V hornině je krásně vidět geologická struktura v podobě vlečné vrásky. Z hlediska chemického složení obsahuje větší množství Al a Si. Na ostatní prvky nebude kladen důraz z hlediska malé koncentrace.



Obrázek 113: : Blanická ortorula z Křížovské hůry – výchoz č. 12 (Foto: Moravcová, 2015)

Dva vzorky muskovit – biotitické pararuly byly sebrány z výchozů č. 17 (Obr. 114 a,b) a 18 (Obr. 114c). Pomocí spektrometru se zjistilo, že vzorek z výchozu č. 17 obsahuje více Al, K, Ti a Fe než vzorek z výchozu č. 18. Navíc u něj byly určeny prvky jako Ni, Cu, As a W. Naopak u vzorku z výchozu č. 18 bylo zastoupeno větší množství Si a navíc u něj byly určeny prvky S, Ca a Ba. V ostatním zastoupení prvků si jsou vzorky podobné (Tab. 33, Příloha II).



Obrázek 114: Vzorky z výchozů č. 17 a č.18 (Foto: Moravcová, 2015)

U výchozu č. 21 byl sebrán vzorek jemnozrné kvarcitické pararuly (Obr. 115a) s erlanovými proplásky. Vzorek je křemičitého charakteru s mírnou příměsí Fe.

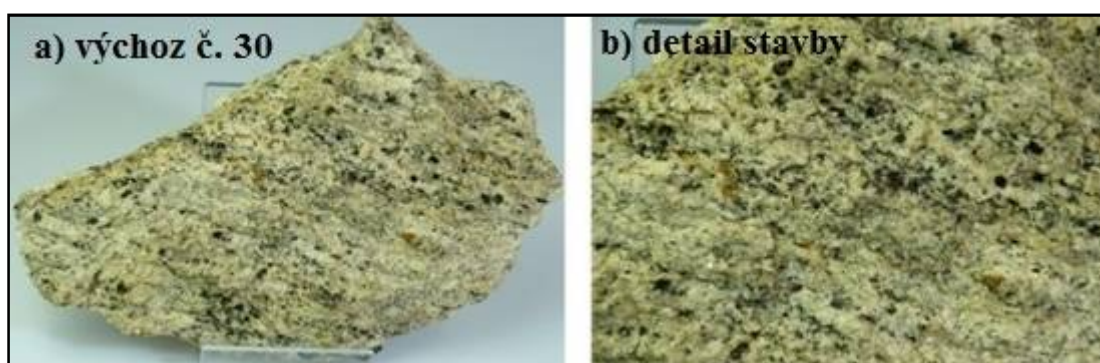
Vzorek vápence pochází z výchozu č. 22 (Obr. 115b). Obsahuje velké množství Ca. Ze všech vzorků obsahuje nejvíce Sr, naopak nejméně Si a má jednu z nejmenších hodnot zastoupených lehkých elementů. Sr je jasným indikátorem archaického stáří

(Rajlich, ústní sdělení). Je jediným vzorkem, který obsahuje 0,0017% Au. Dále obsahuje větší množství stopových koncentrací různých prvků (Tab. 33, Příloha II).



Obrázek 115: Vzorky z výchozů č. 21 a č. 22 (Foto: Moravcová, 2015)

Jako výchoz č. 30 je označena Veřejová skála na Velkém Blaníku. I zde byl sebrán vzorek blanické ortoruly pro potřebnou analýzu (Obr. 116a,b). Podle chemické analýzy obsahuje jednu z největších koncentrací Si (29,68%). Ostatní chemické prvky jsou z hlediska % zastoupení podobné jako u ostatních ortorul (Tab. 33, Příloha II.).



Obrázek 116: Blanická ortorula Velkého Blaníku – výchoz č. 30 (Foto: Moravcová, 2015)

Vzorek z výchozu č. 34 je jemnozrnnou biotitickou pararulou (Obr. 117). Podle chemického složení obsahuje ze všech vzorků nejvíce Al (10,48%) a K (5,2987%). Také má zvýšenou koncentraci Si. Naopak ze všech studovaných vzorků obsahuje nejméně lehkých elementů. Ostatní prvky se vyskytují v malém množství (Tab. 33, Příloha II.).



Obrázek 117: Pararula výchozu č. 34 (Foto: Moravcová, 2015)

Dále jsou porovnávány chemické prvky zastoupené v analyzovaných vzorcích podle tabulky 33 a přílohy II. Jejich důležitost je určena podle maximálního a minimálního zastoupení. Mezi tyto prvky patří: křemík (Si), titan (Ti), hliník (Al), železo (Fe), mangan (Mn), hořčík (Mg), vápník (Ca), draslík (K), fosfor (P), chlor (Cl), síra (S) a stroncium (Sr). Zastoupení Si se v jednotlivých vzorcích mnoho neliší. Pouze u vzorku vápence z výchozu č. 22 bylo stanoveno jeho zastoupení na 3,002%. Naopak nejvíce se vyskytuje ve výchozu č. 13, nacházející se v Křížovském lomu. Obsah Ti byl zaznamenán ve vzorku ortoruly z výchozu č. 9. Jeho zastoupení činí 1,6633%. Naopak nejméně byl identifikován v Křížovském lomu u výchozu č. 3. U výchozu č. 13 nebyl spektrometrem určen. Hodnoty Al u vzorků kolísaly v rozmezí od 0,7 – 10,5%. Nejnižší hodnota byla zjištěná u vzorku z vápencového lomu, naopak nejvyšší hodnota byla naměřená u vzorku pararuly z výchozu č. 34. Obsah Fe se v jednotlivých vzorcích značně liší. Nejnižší hodnota byla určena ve vzorku ortoruly z výchozu č. 13, který se nachází v Křížovském lomu. Naopak nejvyšší množství Fe bylo naměřeno ve vzorku z výchozu č. 9, jehož lokalizace je na hoře Malý Blaník. Hladinu Mn lze označit ve vzorcích za minoritní. Tzn., že jeho obsah je velmi malý. Mezi vzorky se nachází nejvíce Mn ve výchozu č. 21. Jedná se o jemnozrnnou kvarcitickou pararulu s erlanovými proplásky. Mg byl naměřen pouze u výchozu č. 9 s hodnotou 1,79%. Ca byl obsažen jen v některých vzorcích. Je samozřejmé, že se ho nejvíce vyskytuje ve vápenci z výchozu č. 22. Nejmenší zastoupení bylo stanoveno v pararule z výchozu č. 18. Hodnoty K kolísaly v rozmezí 0,018% - 5,299%. Zastoupení draslíku je velice důležité, protože ukazuje na muskovitost horniny. Nejmenší obsah byl spektrometrem

naměřen ve vzorku vápence z výchozu č. 22, naopak nejvíce K se vyskytlo v pararule z výchozu č. 34. U P se jedná o hodnoty stopové koncentrace. Největší množství se vyskytuje ve vzorku ortoruly z výchozu č. 12, nejméně v pararule z výchozu č. 34. U vzorku vápence nebyl jeho obsah spektrometrem naměřen. Cl nebyl u žádného vzorku identifikován. S byla naměřená jen u některých vzorků. Nejvíce byla zastoupena v pararule z výchozu č. 18. Vyšší obsah Sr byl naměřen ve vzorku vápence z výchozu č. 22. Jedná se o jasný indikátor archaického stáří. Sr vstupuje spíše do mřížky, která vzniká za vyšších teplot. V této oblasti mají archaické mramory vyšší obsah Sr (Rajlich, ústní sdělení).

4.5. OBSAH PRÁCE Z HLEDISKA DIDAKTICKÉHO VYUŽITÍ

Diplomová práce poskytuje ucelený přehled geologie CHKO Blaník. Práce by se tak dala využít i pro didaktické účely. V bakalářské práci Moravcové (2014) již byla navrhována geologická vycházka pro žáky 9. třídy. Na základě informací v diplomové práci by se konala přednáška spolu s poznáváním hornin v Domě přírody Blaníku pro žáky 9. tříd ZŠ (Obr. 118b).

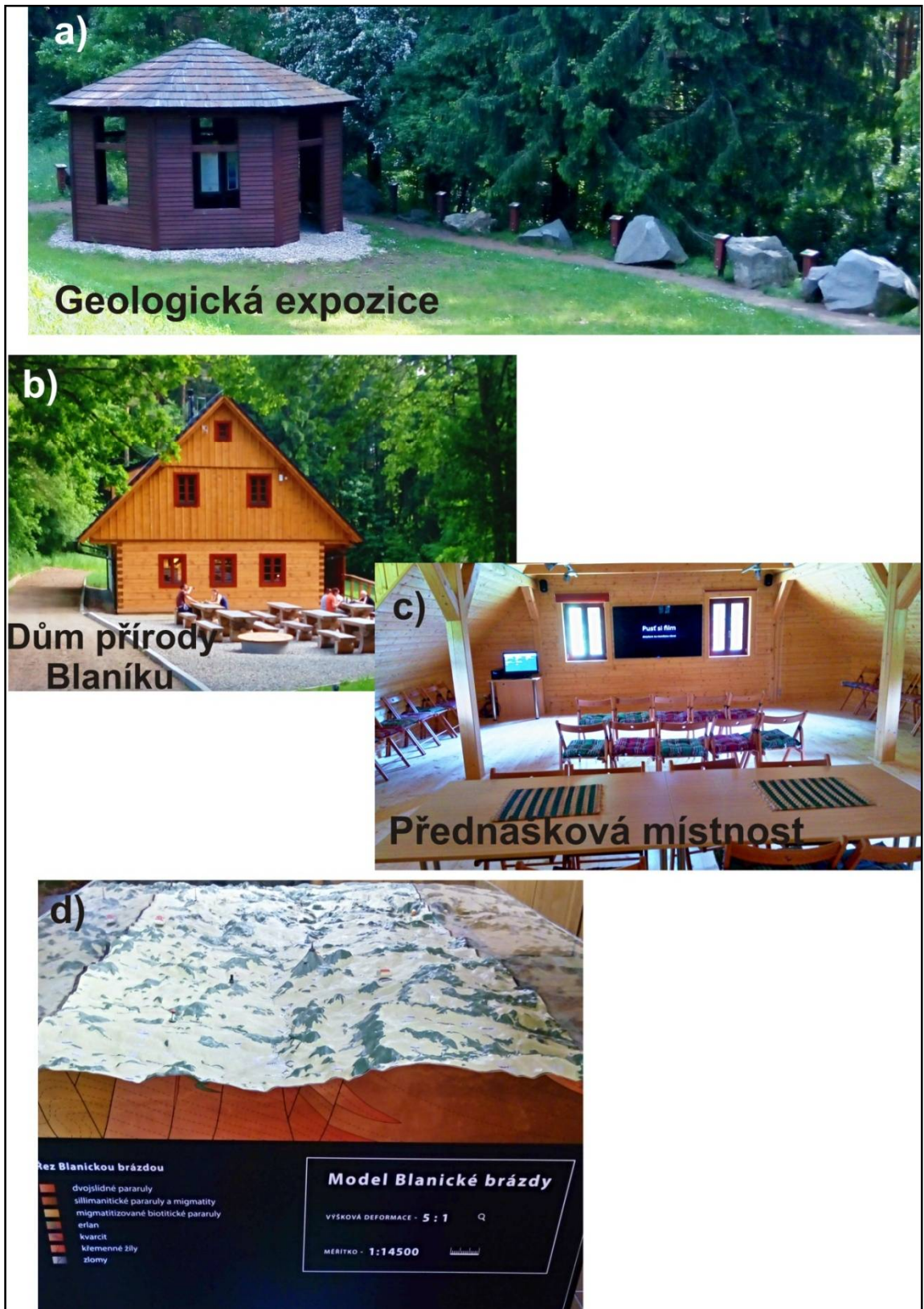
Dům byl postaven v roce 2015 a nachází se nedaleko obce Krasovice poblíž geologické expozice pod horou Velký Blaník. V domě jsou umístěné expozice, které jsou věnované přírodním, geologickým a kulturně – historickým zajímavostem Podblanicka. V přízemí se nachází interaktivní model Blanické brázdy (Obr. 118d) mezi Sázkou a Mladou Vožicí. Ten představuje tvar a strukturu příkopové propadliny. V 1. patře je místnost (Obr. 118c), ve které jsou umístěny stoly a židle, televize, DVD přehrávač a některé publikace o Podblanicku.

Z hlediska časové náročnosti by se jednalo o cca 4 hodiny. Žáci by s sebou potřebovali zápisník, tužku a pracovní list vytvořený učitelem. Z hlediska prostorových požadavků by byla zajištěna místnost v Domě přírody Blaníku spolu se židlemi a stoly, televizí a DVD přehrávačem.

Při příchodu žáků do Domu přírody Blaníku by jim byl rozdán pracovní list, který by v průběhu přednášky žáci vyplňovali. Na úvod by bylo zmíněno geografické vymezení studované oblasti. Po něm by následoval kratší výklad u modelu Blanické brázdy – kudy prochází, jaké horniny ji tvoří a jak vznikla. Poté by se žáci přesunuli do 1. patra, kde by jim byl promítnutý 2D film vytvořený Agenturou ochrany přírody a

krajiny České republiky o geologii CHKO Blaník. Film trvá cca 6 minut. V něm se žáci z úvodu dozvědí o Blaníku jako fenoménu z hlediska krajinného, přírodovědného, historického, kulturního a turistického. Dále se v něm pojednává o pararulách a ortorulách a o tom, jak se stal Blaník krajinnou dominantou. Žáci také uslyší o mrazových srubech a kamenných mořích. Na film by navázala detailnější přednáška v rámci geologie CHKO Blaník, kterou by doprovázela powerpointová prezentace spolu s fotografiemi. Přednáška by podrobněji doplnila informace z filmu – co je to ortorula, jak vznikla, jaké je její petrologické složení. Více by byl probrán vznik a vývoj CHKO Blaník. Z hlediska strukturních prvků by bylo pojednáno o puklinách, zlomech, žilách a pro představu vysvětlena okrajově foliace a lineace (nadstavba učiva 9. tříd). Po přednášce by byl prostor pro dotazy a následnou diskusi.

Aby bylo okolí Domu přírody Blaníku plně využito, navštívili by žáci také geologickou expozici (Obr. 118a). Její charakteristika je popsána v bakalářské práci Moravcové (2014). Bylo by pojednáno o vzorcích z geologické expozice a na některých ukázány geologické struktury, které byly probrány na přednášce. V pracovním listu by také byly zahrnuty úkoly týkající se expozice, konkrétněji poznávání vystavených vzorků hornin a informací se jich týkající. Po vyplnění pracovního listu by jej žáci odevzdali učiteli a jeho zkontrolování by proběhlo následující hodinu přírodopisu ve školní třídě.



Obrázek 118: Dům přírody Bláníku s geologickou expozicí (Foto: Moravcová, 2016)

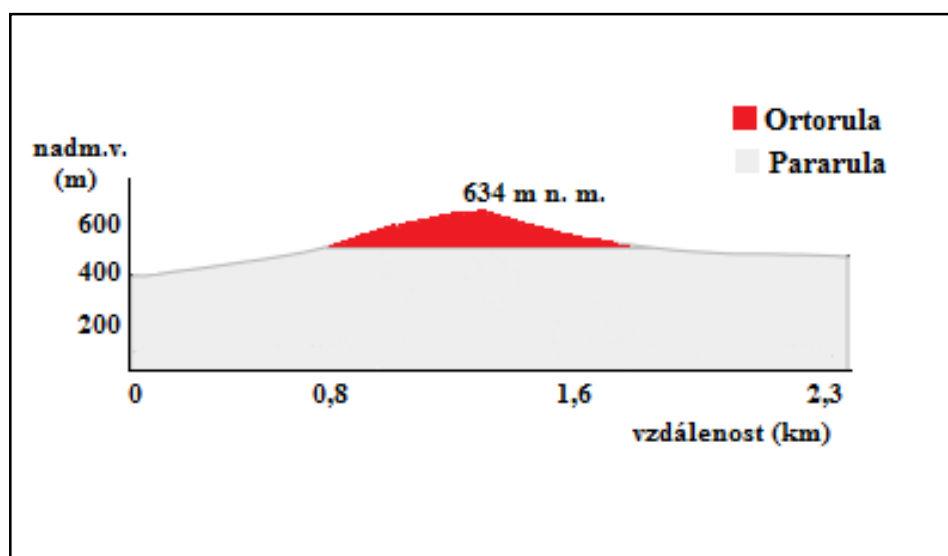
5. DISKUZE

V rámci moldanubika existují o jeho vývoji dvě představy – geotektonická (respektive tektonometamorfní, Schulmann a kol., 2005) a impaktová (Rajlich, 2007).

Podle tektonometamorfního modelu (Schulmann a kol., 2005) došlo v období mezi 360 – 340 Ma ke ztluštění kořene orogenu a k jeho rychlému výstupu, což vedlo ke vzniku plochých planárních struktur. Kolem 330 Ma došlo k rozsáhlému natavení vlivem pronikajících tavenin moldanubického plutonu a následně v období mezi 325 – 335 Ma k transpresi. Podle tohoto modelu je za protolit blanické ortoruly považována alkalicko-živcová žula stará 470 Ma (Breiter a kol., 2005). Tato žula podle něj vznikla pravděpodobně přetavením sedimentárních hornin bohatých muskovitem a borem.

Naopak Rajlich (2007) považuje Čechy za 2 mld let starý meteoritický kráter, ve kterém mělo vlivem impaktu dojít k metamorfóze hornin. Podle něj před cca 2 mld let dopadl do střední Evropy několik kilometrů mocný meteorit do hloubky cca 40 km. Během impaktu se uvolnily úlomky hadců a spodní kůry, které se nyní vyskytují v podobě granulitů, migmatitů a durbachitů. Během meteorického impaktu došlo mimo jiné i k poruše atomových vazeb strukturní mřížky křemene a ke vzniku šokového křemene (Rajlich, 2014). Přítomnost šokového křemene v blanické ortorule je tedy podle Rajliche jasným důkazem působení impaktu během vzniku této ortoruly. Blanická ortorula tak představuje podle Rajliche (ústní sdělení) jeden z uvolněných úlomků spodní kůry, jehož protolitem je více než 2 mld let stará žula, která podlehla plastické deformaci a byla přetvořena na ortorulu, ve které vlivem fluid došlo k tvorbě nových minerálů – muskovitu, biotitu a turmalínu. Tomuto stáří odpovídá také vysoký obsah Sr ve vápenci z výchozu č. 22 (Rajlich, ústní sdělení). Během jakýchkoliv metamorfních, ale i pneumatolytických pochodů může docházet k migraci prvků a tím i nabohacování, ochuzování či re-ekvilibraci Sr. Podle Procházky (2007) jde spíše o to, že moldanubické mramory (nedolomitizované) mají vyšší obsah Sr než většina jiných vápenců a mramorů Českého masívu, což je jeden z argumentů proti jejich prvohornímu stáří (metamorfóza sotva může být příčinou těchto rozdílů). Stáří hornin je možné přesně měřit pouze konvenčními izotopickými metodami, jako například Rb - Sr. Avšak z celého moldanubika se izotopy Sr měřily v podstatě jen v Rakousku (v ČR jen na jedné, navíc dost exotické lokalitě).

V metodice diplomové práce je popsána tvorba výškového profilu Velkého Blaníku. Profil je založen na nadmořských výškách hranic geologických jednotek (Obr. 119). Podle Rajlichy (ústní sdělení) představuje Velký Blaník skalnatý útvar, který je nazýván tektonický klip neboli bradlo.⁴ Z hlediska pořadí pochodů došlo ke smyku, kdy se ze žuly stala ortorula, poté vznikl muskovit, biotit a turmalín. Tím, že vznikaly nové nerosty, došlo k utěsnění skály, která se stala nepropustnou a vytvořila se krajinná dominanta. Vrchol Velkého Blaníku tvoří ortorula, pod ní se nachází pararula. Stejný případ je možné sledovat i na Choustníku.



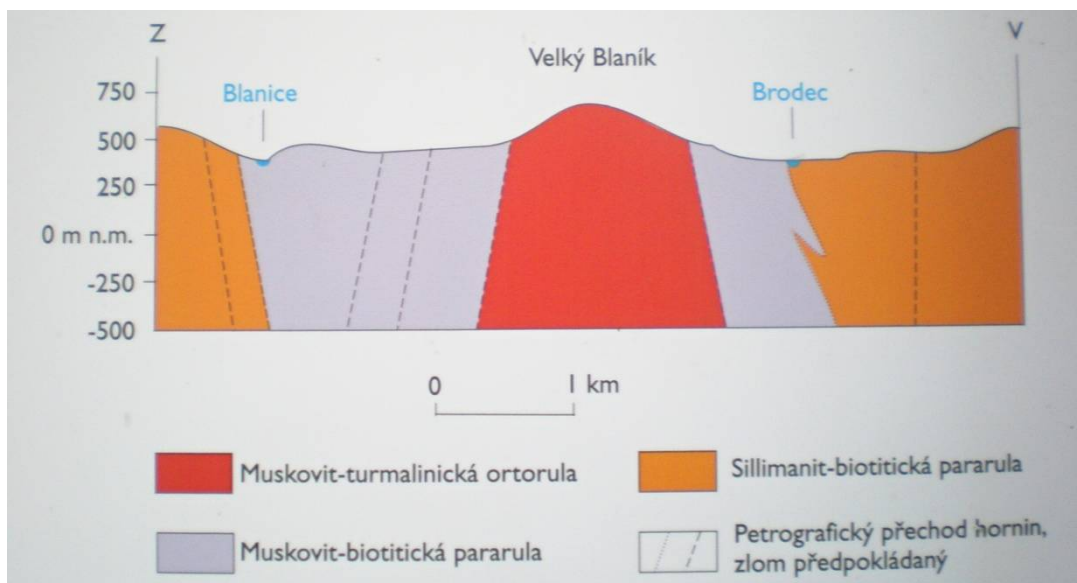
Obrázek 119: Výškový geologický profil Velkého Blaníku

Zdroj:

<https://mapy.cz/zemepisna?mereni?vzdalenosti&x=14.8773106&y=49.6412700&z=15&rm=95ST.xV8K0bsNi1c> + vlastní zpracování

V rámci naučné stezky S rytířem na Blaník byl zhotoven Českou geologickou službou v roce 2007 geologický řez Velkého Blaníku (Obr. 120). Podle jejich interpretace tvoří Velký Blaník muskovit – turmalinická ortorula, která zasahuje až pod zemský povrch.

⁴ Jedná se o tektonicky oddělený útržek, v případě Blaníku jde o útržek ortoruly



Obrázek 120: Schematický geologický řez Velkého Blaníku (Foto: Moravcová, 2015) Blanická ortorula obsahuje poměrně velké množství geologických struktur. Nejvýraznějším prvkem je foliace doprovázená rekrystalizací. V blanické oblasti byly zjištěny tři dominantní směry foliace – S, JZ a V-Z. Kryl (2011, 2013) zde rozlišuje dvě generace foliace 1. starší, strmou - submagmatickou, a 2. mladší, plochou - metamorfní, na níž je vyvinuta lineace se znaky levostranného násunu. Rajlich (ústní sdělení) považuje V-Z minerální lineaci danou orientací zrn / nebo protažením křemenů a živců za reliktní submagmatické struktury, jež představuje nejstarší (archaickou) geologickou strukturu blanické ortoruly. Východozápadní směr lineace se vyskytuje také například v přibyslavské ortorule a Krušných horách. Podle Rajliche (ústní sdělení) se jedná o staré stavby související s impaktem, což implikuje, že tyto stavby jsou starší než 2 mld let.

Vrásy různých amplitud (větší vrásy, menší vlečné vrásy i malé krenulační vrásy) vznikly po foliaci, ale nejspíš ještě před pneumatolytickou mineralizací, protože jednotlivá zrna fylosilikátů nenesou žádné známky deformace. Přítomnost toulcových a vlečných vrás, krenulace i kliváže poukazuje na deformaci v režimu transprese. Orientace rovin těchto vrás poukazuje na subhorizontální sinistrální pohyb ve směru od východu k západu. Podle Rajliche (ústní sdělení) jsou tyto vrásy pravděpodobně spojeny s impaktem, jsou mechanickým projevem impaktu a jsou vývojově starší než biotitizace, muskovitizace, turmalinizace a rekrystalizace.

Drobné šupiny muskovitů usměrněné podle zvrásněné rekrystalované křemenoživcové matrix poukazují na pneumatolytické procesy, jako je muskovitizace.

Některá velká poikilitická zrna biotitů, které jdou napříč rekrystalovanou matrix a uzavírají drobná zrna křemenů a živeců mohou poukazovat na proces biotitizace, ale také na opačný proces, kdy křemen a živec prorůstají staršími zrny biotitu (tzv. pinning windows microstructures). Zrna a shluky automorfně omezených turmalínů, v jejichž blízkosti došlo k vymizení biotitů, indikují pozdější turmalinizaci na úkor biotitů, což podporuje spíše druhou zmiňovanou teorii o vzniku poikilitických zrn biotitu (Kryl, 2013).

Střížné zóny vznikají v křehce-duktilním materiálu a pukliny v křehkém materiálu, tudíž většinou vznikají jako poslední geologické struktury.

6. ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce se zabývá geologickými strukturními prvky blanické ortoruly na hoře Velký a Malý Blaník a v jejich okolí.

Vlastní výzkum se týkal 34 výchozů v zájmovém území, u nichž byla provedena strukturní analýza geologických prvků doplněná o petrologickou a mikrostrukturní studii. Většina výchozů je tvořena blanickou ortorulou (muskovit – biotitickou až biotit – muskovitickou ortorulou). Další přítomné horniny jsou tvořeny pararulou (muskovit-biotitickou a kvarcitickou) a vápencem.

Mikrostrukturní studie potvrdila, že z hlediska minerálního složení je blanická ortorula tvořena křemenem, albitem, K-živcem, muskovitem, biotitem, turmalínem (tvoří v hornině turmalínová slunce) a granátem. Sillimanit a apatit lze považovat za velmi akcesorické minerály. V oblasti byla zaznamenána přítomnost šokových křemenů. Mikrostrukturní charakter jednotlivých minerálních fází poukazuje na postupný vývoj jednotlivých minerálních fází během rekrystalizace, biotitizace, muskovitizace a turmalinizace.

Strukturní analýza ukázala, že z hlediska planárních strukturních prvků je v blanické ortorule nejvýrazněji vyvinuta foliace, jež má charakter páskování upadající pod mírnými, středními a na některých lokalitách strmými úhly k JZ, S a V-Z. Dalším strukturním prvkem jsou pukliny. Jedná se převážně o rovnoběžné pukliny, které upadají pod mírnými až strmými úhly k SZ nebo JV. U pegmatitových žil nelze specifikovat dominantní směr, protože každá je svým způsobem svá. Poslední planární měřenou strukturou jsou zlomy, které upadají pod středními úhly k SV – V. Z lineárních strukturních prvků byla měřena lineace, jež má v některých případech charakter protažení křemeno – živcových pásků. Její dominantní směr byl naměřen V-Z. Druhou nejvýraznější lineární strukturou jsou vrásy, jejichž vrásově roviny jsou nejčastěji ukloněné pod mírnými až středními úhly k JV, SV a JZ. Vlečné a krenulační vrásy vznikají smykovým přetvořením v transpresním režimu ve foliované hornině a poukazují na deformaci v režimu sinistrální transprese, během které docházelo k subhorizontálnímu pohybu od východu k západu. Na několika lokalitách byla měřena striace (rýhování), která upadá pod mírnými až středními úhly k SV a JV.

Ze strukturní analýzy vyplývá, že v blanické ortorule se nachází relikty starší minerální lineace. Vlivem vysokoteplotní deformace došlo k rekrystalizaci, vzniku foliace a zvrásnění. Během mladší pneumatolytické přeměny došlo k muskovitizaci a turmalinizaci.

Z některých zkoumaných lokalit byly odebrány vzorky ortoruly, pararuly a vápence a pomocí spektrometru byla provedena jejich analýza (Příloha II). Z měření vyplývá, že ortoruly jsou tvořeny cca 50 – 60% SiO₂, Si cca 20 – 30%. Al se podílí cca 5 – 10%, K je zastoupen 2 – 4,7% a Fe 0,5 – 6,1%. Další prvky tvoří menší stopové koncentrace. Vzorky pararul č. 17 a č. 34 jsou křemičitého charakteru s obsahem 22 – 26% Si a větším množstvím Al – 9,31% a 10,5%. Nejvyšší obsah draslíku byl zjištěn ve vzorku z výchozu č. 34 (5,3%). Třetím analyzovaným vzorkem byl vápenec, který obsahuje 40,87% Ca, a ze všech vzorků má nejvyšší obsah Sr – 0,6081%, které je jasným indikátorem archaického stáří (Rajlich, ústní sdělení). Je také jediným vzorkem, který obsahuje Au – 0,0017%.

Vysoké množství Sr ve vápenci, společně s přítomností šokového křemene jsou podle impaktové teorie (Rajlich, 2007, 2014) jasným důkazem archaického stáří protolitů těchto hornin zkoumané oblasti a jejich souvislosti s impaktem starým 2 mld let. Z tohoto období se zachovaly relikty původní lineace, která byla později přepracována mladšími strukturami. Transpresní sinistrální pohyb vedl následně k tvorbě vrás různých amplitud, včetně vlečných a krenulačních vrás.

7. SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

Literatura:

BÍNA J., DEMEK J., 2012: *Z nížin do hor*. Geomorfologické jednotky České republiky. Praha: Academia, 344 s.

CLOOS E., 1946: *Lineation: A critical review and annotated bibliography*. Geological Society of America Memoir 18, 122 s.

ČSOP VLAŠIM, 2015: *Dům přírody Blaníku*. Vlašim: ČSOP, str. 1-4.

DEWEY J. F., HOLDSWORTH R. a STRACHAN R., 1998: *Transpression and transtension zones*. Velká Británie, str. 1-14.

DUDEK A., FEDIUK F. a PALIVCOVÁ M., 1962: *Petrogeografické tabulky: Příručka petrogeografické mikroskopie s atlasem struktur a textur*. Praha: Československá akademie věd, 303 s.

GREGEROVÁ M., VÁVRA V. a FOJT B., 2002: *Mikroskopie horninotvorných a technických minerálů*. Brno: Moravské zemské muzeum, 315 s.

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

JAROŠ J., VACHTL J., 1992: *Strukturní geologie*. Praha: Academia, 437 s.

KACHLÍK V., 2003: *Základy geologie*. Praha: Karolinum, 344 s.

KRYL J., 2011: *Geodynamický vývoj a deformační mikrostruktury vybraných typů ortorol moldanubika*. Bakalářská práce, školitel RNDr. Kryštof Verner, Ph.D. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta, 49 s.

KRYL J., 2013: *Stavby a geodynamický vývoj ortorul Moldanubika*. Diplomová práce, školitel RNDr. Kryštof Verner, Ph.D. Praha: Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta, 71 s.

LINNEMANN U., GEHMLICH M., TICHOMIROVA M., BUSCHMANN B., NASDALA L., JONAS P., LUTZNER H. a BOMBACH K., 2000: *From Cadomian subduction to Early Paleozoic rifting: the evolution of Saxo-Thuringia at the margin of Gondwana in the light of single zircon geochronology and basin development (Central European Variscides, Germany)*. Geological Society, London, Special Publications, 179, str. 131-153.

MÍSAŘ Z., DUDEK A., HAVLENA V. a WEISS J., 1983: *Geologie ČSSR I. – Český masív*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 333 s.

MORAVCOVÁ K., 2014: *Geologie hory Blaník s návrhem na školní geologickou vycházku*. Bakalářská práce, školitel Mgr. Simona Dvořáčková, Ph.D. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Pedagogická fakulta, 82 s.

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

NOUZA R., 1988: *Prognózní ocenění Ag-Pb-Zn mineralizace Blanické brázdy*. Kandidátská disertační práce, Praha: Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 143 s.

PARK R. G., 1989: *Foundations of structural geology*. New York: Chapman and Hall, 202 s.

PAULIŠ P., KOPECKÝ S. a ČERNÝ P., 2007: *Uranové minerály České republiky a jejich naleziště -1. část*. Kutná Hora: Kuttna, 132 s.

PROCHÁZKA V., 2007: *Složení moldanubických mramorů - významný argument pro prekambrikové stáří pestré skupiny*. Sborník Jihočeského muzea v Českých Budějovicích, str. 27 – 38.

RAJLICH P., 2010: *Naušův atlas hornin Prachaticka*. České Budějovice: Jihočeský kraj, 328s.

RAJLICH P., PEUCAT J. J., KANTOR J. & RYCHTAR J., 1992: *Variscan shearing in the Moldanubian of the Bohemian Massif: Deformation, Gravity, K-Ar and Rb-Sr Data for the Choustník Prevariscan Orthogneiss*. Jb. Geol. B.-A., str. 579-595.

RAJLICH P., 1990: *Tektonika střížných zón*. Mineralia Slovaca. Praha: Ústav geologie a geotechniky ČSAV, 22, str. 1-17.

RAJLICH P., 1993: *Variská duktilní tektonika Českého masívu*. Praha: Český geologický ústav, 172 s.

RAJLICH P., 1993: *Riedel shear: a mechanism for crenulation cleavage*. Earth-Science Reviews. Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V., str. 167-195.

RAJLICH P., 2007: *Český kráter*. České Budějovice: Jihočeské muzeum v Českých Budějovicích, 114 s.

RAJLICH P., 2014: *Vesmírná příhoda v Českém křemenu (a v Českém masívu)*. Praha: Geologie, 166 s.

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

SANDER B., 1950: *Einführung in die Gefügekunde der geologischen Körper*. Wien – Springer Verlag, 409 s.

SCHULMANN K., KRONER A., HEGNER E., WENDT I., KONOPÁSEK J., LEXA O., a ŠTÍPSKÁ P., 2005: *Chronological constraints on the pre-orogenic history, burial and exhumation of deepseated rocks along the eastern margin of the Variscan orogen, Bohemian Massif, Czech Republic*. Journal of science, 305, str. 407-448.

STEHLÍK J., 2011: *Mineralogicko-geochemická charakteristika vybraných hydrotermálních mineralizací v blanické brázdě*. Diplomová práce, školitel Doc. RNDr. Jirí Zachariáš, Ph.D. Praha: Univerzita Karlova, Přírodovědecká fakulta, 44 s.

SVOBODA J. a KOLEKTIV AUTORŮ, 1964: *Regionální geologie ČSSR*. Praha: Československá akademie věd, 380 s.

TIKOFF B., GREENE D., 1996: *Stretching lineations in transpressional shear zones: an example from the Sierra Nevada Batholith, California*. Reno: Journal of Structural Geology, str. 29-39.

VERNER K., ŽÁK J., NAHODILOVÁ R. a HOLUB F. V., 2008: *Magmatic fabrics and emplacement of the cone-sheet-bearing Knížecí Stolec durbachitic pluton (Moldanubian unit, Bohemian Massif): implications for middle crustal reworking of granulitic Loir crust in the Central European Variscides*. Springer, str. 1-15.

VRÁNA S., (1989): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 (Bechyně)*. Ústřední ústav geologický v Praze, str. 22-421.

VRÁNA S., (1990): *Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000 (Hluboká nad Vltavou)*. Ústřední ústav geologický v Praze, str. 22-443.

VRÁNA S., KRONER A., 1995: *Pb-Pb zirkon ages for turmaline alkali-feldspar orthogneiss from Hluboká nad Vltavou in Southern Bohemia*. Journal of the Czech Geological Society, str. 127-131.

ZEMEK V., 2001: *Geologický vývoj Podblanicka*. Benešov: Benešovský deník, str. 19.

ŽÁK J., 2012: *Metody geologického výzkumu: Konstrukce a interpretace geologických map a geologických řezů*. Praha: Ústav geologie a paleontologie PřF UK.

Internetové zdroje:

BOKR P., 2004: *Konkordance a diskordance*. GeoWeb. [cit. 21. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.gweb.cz/clanky/clanek-40/>

BREITER K., 2003: *Chemismus ortorul a jejich granátů v severovýchodní části moldanubika*. In: Zprávy o geologických výzkumech v roce 2003. Praha: Česká geologická služba. [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/zpravy-o-vyzkumech-2003-str-102-104.pdf>

BREITER K., ČOPJAKOVÁ R., GABAŠOVÁ A. a ŠKODA R., 2005: *Chemistry and mineralogy of orthogneisses in the northeastern part of the Moldanubicum*. Journal of the Czech Geological Society. [cit. 28. 1. 2016]. Dostupné z: http://www.jgeosci.org/content/JCGS2005_3-4__breiter.pdf

BREITER K., ŠKODA R. a STARÝ J., 2005: *Mineralizace cínu, niobu a tantalu v Příbyslavicích u Čáslavi*. In: Zprávy o geologických výzkumech v roce 2005. Praha: Česká geologická služba. [cit. 27. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/zpravy-o-vyzkumech-2005-str-102-107.pdf>

ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ, 2016: *Plochy nespojitostí v horninovém masívu*. ČVUT v Praze. [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <http://departments.fsv.cvut.cz/k135/wwwold/webkurzy/ig/ig-web/diskont.html>

GEOFYZIKÁLNÍ ÚSTAV AKADEMIE VĚD ČR, 2009: *P 12 Amfibolit*. Geofyzikální ústav AV ČR v Praze. [cit. 19. 2. 2016]. Dostupné z: <https://www.ig.cas.cz/popularizace/geopark-sporilov/galerie/p12-amfibolit/>

GRYGAR R., 2001: *Moldanubická část*. Institut geologického inženýrství v Brně. [cit. 21. 2. 2016]. Dostupné z: http://geologie.vsb.cz/reg_geol_cr/2_kapitola.htm

KAPLAN L., 2012: *Vrásy a zlomy*. Horolezecký oddíl v Lysé nad Labem. [cit. 21. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.holysa.cz/geologie/4-vrasy-zlomy>

KLEČKA M., MACHART J., MELÍN M., LANG M. a PIVEC E., 1991: *Geochemický a petrologický výzkum tělesa blanické ortoruly*. In: Zprávy o geologických výzkumech. Česká geologická služba v Praze. [cit. 1. 3. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/1991-36.pdf>

KOVÁŘ O., 2004: *Pegmatit*. Petrografie. [cit. 15. 1. 2016]. Dostupné z: <http://petrol.sci.muni.cz/poznavanihornin/magmatity/pegmatit.htm>

LEICHMANN J., 2013: *Struktury metamorfovaných hornin*. PřF MU v Brně. [cit. 23. 3. 2016]. Dostupné z: <https://is.muni.cz/el/1431/jaro2010/G3021/um/MetPetI2.pdf?lang=en>

LEXA O., 2010: *Pukliny, zlomy a analýza*. Česká geologická služba v Praze. [cit. 22. 2. 2016]. Dostupné z: http://www.geology.cz/projektvzdelavani/Skoleni/A4/2010/SG6-Zlomy_a_analyza.pdf

MADĚRA P. a KOLEKTIV AUTORŮ, 2007: *Horniny vyvřelé*. In: Můj kousek Země. [cit. 17. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/mujkousekzeme/veda/druhy-hornin/horniny-vyvrele>

MAPY. CZ: *Louňovice pod Blaníkem a okolí*. In: www.seznam.cz. Měřítko 1:50 000. [cit. 17. 1. 2016]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.8587151&y=49.6326063&z=13&source=muni&id=3518>

MARSCHALKO M., GRYGAR R., LIBERDA A. a MANFRINOVÁ J., 2004a: *Geologické struktury*. In: Geologie-výukové multimediální texty. [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné z: <http://geologie.vsb.cz/geologie/default.htm>

MARSCHALKO M., GRYGAR R., LIBERDA A. a MANFRINOVÁ J., 2004b: *Lambertovo zobrazení, růžicové, sloupcové, konturové diagramy*. In: Geologie-výukové multimediální texty. [cit. 11. 3. 2016]. Dostupné z:

http://geologie.vsb.cz/PraktikaGeologie/KAPITOLY/7_STER_PROJEKCE/Stereografi ck%C3%A1_projekce.htm

PETRÁNEK J., 2007a: *Diorit*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 17. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?diorit>

PETRÁNEK J., 2007b: *Kliváž*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 27. 3. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?klivaz>

PETRÁNEK J., 2007c: *Puklina*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 16. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?puklina>

PETRÁNEK J., 2007d: *Soliflukce*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 23. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?soliflukce>

PETRÁNEK J., 2007e: *Turmalín*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 15. 6. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl>

PETRÁNEK J., 2007f: *Zlom*. Česká geologická služba v Brně. [cit. 15. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/aplikace/encyklopedie/term.pl?zlom>

PISKAČ J. a KOLEKTIV AUTORŮ, 2003: *Výběr lokality a staveniště HÚ RAO v ČR*. [cit. 12. 2. 2016]. Dostupné z: http://www.vidivici.cz/surao2/soubory/zprava_epp_03_2003_01_prevedena.pdf

POKORNÝ R., 2009: *Struktura a textura hornin*. UJEP v Ústí nad Labem. [cit. 23. 3. 2016]. Dostupné z: http://fzp.ujep.cz/~Pokornyr/01_Materialy/GEO_PED_Vlastnosti_hornin.pdf

POKORNÝ R., KRAFT L. a BOUČEK M., 2005: *Inventarizační průzkumy reliktní blanické brázdy na Vlašimsku*. Zprávy o geologických výzkumech v roce 2005. [cit. 26. 5. 2016]. Dostupné z: <http://www.geology.cz/img/zpravyvyzkum/fulltext/zpravy-o-vyzkumech-2005-str-033-35.pdf>

POLÁČEK B., 2011: *Český masív*. PŘF UK v Praze. [cit. 19. 1. 2016]. Dostupné z: <http://www.parkgeo.cz/mapa.htm>

PŘEHLED GEOLOGIE, 2006: *Geologické struktury*. [cit. 13. 2. 2016]. Dostupné z: <http://geol.jex.cz/menu/geologicke-struktury>

RAJLICH P., 2013: *Čechy jako impaktní kráter*. Záznam přednášky na PŘF UK v Praze. [cit. 14. 3. 2016]. Dostupné z: <http://slideslive.com/38890068/cechy-jako-impaktni-krater>

RAJLICH P., 2001: *Výzkum křehkého porušení melechovského masívu*. [cit. 3. 4. 2016]. Dostupné z: <http://geoterra.eu/petr-rajlích/pukliny-melechovskeho-zuloveho-masivu>

ROZKOŠNÝ I., 2006: *Příroda na Velkém Blaníku*. [cit. 23. 3. 2016]. Dostupné z: <http://www.lounovicepodblanikem.cz/rozhledna/foto.php>

SPRÁVA CHKO BLANÍK, 2016: *Geomorfologie*. [cit. 12. 1. 2016]. Dostupné z: <http://blanik.ochranaprirody.cz/charakteristika-oblasti/geomorfologie/>

ŠEVČÍK J., 2015: *Delta Professional*. [cit. 27. 2. 2016]. Dostupné z: <http://www.bas.cz/rucni-analyzator-kovu-pro-trideni-kovu-pmi/delta-professional-rucni-analyzator-kovu-spektrometr.php>

ŠTELCL J., VÁVRA V., 2007: *Křížov-Blaník*. [cit. 19. 6. 2016]. Dostupné z: http://pruvodce.geol.cechy.sci.muni.cz/krizov_blanik/blanik.htm

8. SEZNAM PŘÍLOH

Příloha I. Tabulka měření jednotlivých výchozů ze zkoumaného území

Příloha II. Chemická analýza vybraných vzorků ze zkoumaného území

Příloha I. :Tabulka měření jednotlivých výchozů ze zkoumaného území (P-planární prvek, L-lineární prvek)

Zkoumané výchozy Blaníku a jeho okolí	Foliace (P)	Lineace (L)	Vrásová rovina (P)	Krenulace (L)	Kren.vrásy (L)	Striace (L)	Pegm.žíla (P)	Pukliny (P)	Zlomy (P)	Porucha (P)	Smyk (P)
Výchoz č. 1	219/72	222/73	42/31								
	224/58	218/64	37/28								
	207/62	225/68									
Výchoz č. 2	221/70	238/51	61/29	302/24	32/58	120/18	148/73		56/58		
	216/63	254/36	94/42	306/27	39/62		152/75				
	224/72		86/35								
	239/70										
Výchoz č. 3	2/43										
	8/46										
Výchoz č. 4	1/22	291/18									
	2/28	287/16									
	8/33										
Výchoz č. 5	142/38	87/38									
	128/38	62/46									
	129/32	58/37									
		62/56									
Výchoz č. 6	357/38										
	332/46										
	332/56										
	328/37										
	308/38										
Výchoz č. 7	242/72										
	248/75										
Výchoz č. 8	207/78				359/22						

18	se									
Výchoz č. 19	95/31	262/19	247/61							
	112/24	273/23	262/66							
	98/24		265/66							
			261/69							
		252/58								
Výchoz č. 20	2/60	282/15								
	352/59									
Výchoz č. 21	332/53									
	341/43									
	341/49									
	343/46									
Výchoz č. 22	352/49									
	357/52									
Výchoz č. 23	329/53	299/30		331/5						
	322/48	302/30								
Výchoz č. 24	152/48	267/32	292/31		23/32			28/60		270/32
		262/33	270/37							
Výchoz č. 25	neměřilo se									
Výchoz č. 26			272/29							
			273/25							
Výchoz č. 27	265/15	258/59	85/70							
Výchoz č. 28	neměřilo se									
Výchoz č. 29	neměřilo se									
Výchoz č. 30	340/75	264/22	238/25				350/45			
	336/80		243/30				323/20			
	345/70		260/35				334/25			

	350/85									
	342/75									
Výchoz č. 31	338/55		135/40			345/60	340/35	93/83	52/73	266/80
	346/62		152/65			340/55	330/35		219/82	265/81
	332/48		150/70			330/65	60/35			268/80
	354/58		155/50				75/25			
	340/52		162/50				20/70			
Výchoz č. 32						130/70	25/30			
			165/60		102/85	135/60	30/35			64/75
			130/40			135/32	145/20			
Výchoz č. 33							226/74			
							219/71			
Výchoz č. 34	12/43	102/12								

II. Chemická analýza vybraných vzorků ze zkoumaného území

Prvek	Jednotlivé lokality zkoumaných vzorků (viz legenda)											
Mg	ND	ND	ND	ND	1,790	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
Mg +/-					0,420							
Al	9,110	0,770	5,950	9,690	6,680	5,080	9,310	4,610	5,860	10,390	9,710	10,480
Al +/-	0,080	0,060	0,110	0,140	0,100	0,090	0,140	0,100	0,120	0,130	0,120	0,160
Si	28,030	3,002	22,010	19,150	19,880	29,680	22,730	26,450	29,740	25,180	28,750	27,030
Si +/-	0,120	0,034	0,140	0,120	0,140	0,150	0,140	0,150	0,160	0,140	0,140	0,160
P	0,569	ND	0,322	0,355	0,639	0,268	0,292	0,424	0,198	0,274	0,344	0,049
P +/-	0,010		0,014	0,013	0,012	0,011	0,014	0,015	0,013	0,013	0,013	0,012
S	0,050	0,079	0,168	ND	ND	0,063	ND	0,328	0,048	ND	ND	ND
S +/-	0,004	0,004	0,007			0,006		0,008	0,007			
Cl	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
K	3,405	0,018	0,148	3,375	2,551	2,625	3,165	2,022	4,242	4,760	3,991	5,299
K +/-	0,018	0,004	0,008	0,024	0,020	0,018	0,023	0,017	0,028	0,028	0,025	0,035
Ca	ND	40,870	5,695	0,138	1,902	ND	ND	0,124	ND	ND	ND	ND
Ca +/-		0,220	0,036	0,009	0,016			0,009				
Ti	0,220	0,108	0,330	0,701	1,663	0,115	0,661	0,147	ND	0,219	0,078	0,543
Ti +/-	0,022	0,028	0,027	0,029	0,041	0,022	0,029	0,023		0,023	0,021	0,030
Cr	ND	ND	ND	ND	0,025	ND	ND	ND	0,010	0,009	ND	0,015
Cr +/-					0,004				0,003	0,003		0,003
Mn	0,021	0,026	0,443	0,065	0,355	0,015	0,045	0,072	0,012	0,025	0,043	0,052
Mn +/-	0,003	0,005	0,009	0,004	0,008	0,003	0,004	0,004	0,003	0,003	0,003	0,004
Fe	1,928	0,653	4,411	5,065	6,138	0,692	3,876	0,949	0,585	1,233	0,849	3,846
Fe +/-	0,014	0,010	0,032	0,033	0,046	0,009	0,026	0,010	0,008	0,012	0,010	0,025

<i>Co</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Ni</i>	ND	ND	0,008	0,003	0,031	ND	0,004	ND	ND	ND	ND	0,005
<i>Ni +/-</i>			0,001	0,001	0,002		0,001					0,001
<i>Cu</i>	0,002	ND	0,010	0,003	ND	ND	0,003	ND	ND	0,002	ND	0,004
<i>Cu +/-</i>	0,001		0,001	0,001			0,001			0,001		0,001
<i>Zn</i>	0,006	0,003	0,027	0,008	0,015	0,004	0,016	0,003	0,003	0,005	0,003	0,008
<i>Zn +/-</i>	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001
<i>As</i>	0,002	0,002	0,005	0,003	0,002	ND	0,002	ND	ND	0,001	0,001	0,001
<i>As +/-</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000		0,000			0,000	0,000	0,000
<i>Se</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Rb</i>	0,032	0,001	0,001	0,026	0,042	0,021	0,017	0,012	0,028	0,043	0,036	0,015
<i>Rb +/-</i>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
<i>Sr</i>	0,008	0,608	0,161	0,004	0,041	0,003	0,004	0,003	0,007	0,005	0,002	0,005
<i>Sr +/-</i>	0,000	0,004	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Y</i>	ND	ND	ND	0,006	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Y +/-</i>				0,001								
<i>Zr</i>	0,008	0,007	0,016	0,012	0,023	0,004	0,012	0,004	0,004	0,003	0,003	0,017
<i>Zr +/-</i>	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Mo</i>	ND	0,002	0,001	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	ND
<i>Mo +/-</i>		0,000	0,000								0,000	
<i>Ag</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Cd</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>In</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Sn</i>	0,005	ND	ND	ND	ND	0,005	ND	ND	ND	0,007	0,005	ND
<i>Sn +/-</i>	0,001					0,002				0,002	0,002	
<i>Sb</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Ba</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,141	ND	ND	ND	0,159

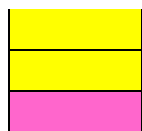
<i>Ba +/-</i>								0,018				0,022
<i>W</i>	ND	ND	ND	ND	0,007	ND	0,004	ND	ND	ND	ND	ND
<i>W +/-</i>					0,002		0,001					
<i>Au</i>	ND	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Au +/-</i>		0,000										
<i>Hg</i>	ND	0,003	0,002	ND	0,002	ND	ND	ND	0,001	ND	ND	ND
<i>Hg +/-</i>		0,001	0,000		0,000				0,000			
<i>Tl</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Pb</i>	0,002	ND	0,005	0,001	ND	0,001	0,003	0,001	0,003	0,001	0,001	0,001
<i>Pb +/-</i>	0,000		0,001	0,000		0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<i>Bi</i>	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>Th</i>	ND	0,003	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	0,001	ND
<i>Th +/-</i>		0,001	0,000								0,000	
<i>U</i>	0,002	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
<i>U +/-</i>	0,000											
<i>LE</i>	56,600	53,850	60,290	61,390	58,210	61,420	59,860	64,710	59,250	57,850	56,190	52,470
<i>LE +/-</i>	0,180	0,250	0,230	0,220	0,330	0,190	0,220	0,190	0,210	0,200	0,200	0,230

	Křížovská hůra (Výchoz č. 12)
	Vápencový lom (Výchoz č. 22)
	Výchoz č. 21
	Malý Blaník (Výchoz č. 8)
	Malý Blaník (Výchoz č. 9)
	Velký Blaník (Výchoz č. 30)
	Kontakt ruly a ortoruly (výchoz č. 17)
	Kontakt ruly a ortoruly (výchoz č. 18)
	Křížovský lom (Výchoz č. 13)

Měřeno metodou geochem vyjádřeno v %

ND = not determined

LE = light elements



Křížovský lom (Výchoz č. 3)

Křížovský lom (Výchoz č. 3)

Výchoz č. 34

