

UNIVERZITA KARLOVA V PRAZE

Přírodovědecká fakulta

Katedra geologie a paleontologie

Studijní program: Geologie

Studijní obor: Geologie (navazující magisterské studium)



Bc. Michal Mráček

**VULKANITY JIHOVÝCHODNÍHO KŘÍDLA
BARRANDIENSKÉHO NEOPROTEROZOIKA V OKOLÍ
DOBŘÍŠE**

**VOLCANICS OF THE SOUTHEASTERN FLANK OF THE
BARRANDIAN NEOPROTEROZOIC IN VICINITY OF DOBŘÍŠ**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: doc. RNDr. Václav Kachlík, CSc.

Praha, 2015

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze dne 30. 4. 2015

.....

podpis

PODĚKOVÁNÍ:

Na tomto místě bych chtěl poděkovat nejvíce vedoucímu mé diplomové práce, doc. RNDr. Václavu Kachlíkovi, CSc., za informace, rady, poskytnuté materiály a trpělivost semnou při četných návštěvách za účelem konzultace diplomové práce. Dále mu děkuji za pomoc při terénním výzkumu, za zkušenosti z terénu, které mi předal a za několik dalších zajímavých cest do terénu i mimo zájmové území, které rozšířily mé znalosti. Stejný dík si zaslouží i mí rodiče, babičky, sestra, bratr a další členové této velké rodiny, jejichž zejména psychická i materiální podpora mi umožnila studovat pro mě jeden z nejzajímavějších a nejlepších oborů, které jsem mohl studovat. Děkuji doc. RNDr. Františkovi Holubovi, CSc., za rady a předané zkušenosti z optické mikroskopie. Děkuji Marii Fayadové za pomoc a instruktáž při mletí vzorků v laboratořích ÚGMNZ. Děkuji Dr. Františkovi Veselovskému z ČGS, za obtížné separování zirkonů z vulkanitu ač bylo nakonec datování neúspěšné. Také děkuji Vladimíru Kocourovi a Ing. Josefu Šeflovi za umožnění vstupu do obory Aglaia.

ABSTRAKT:

Diplomová práce se zabývá geologickým, petrologickým, strukturním a geochemickým studiem pravděpodobně neoproterozoických vulkanických a sedimentárních hornin pičínského pruhu v lokalitě SZ od Dobříše, přibližně mezi obcemi Trnová a Chouzavá. V diplomové práci se zabývám i vulkanity Kozích hor, které jsou prokazatelně součástí davelského souvrství a sloužily k porovnání s dobříšskou oblastí. Jednou z hlavních součástí práce bylo geologické mapování v měřítku 1:10 000, které posloužilo jako základ pro podrobnější petrologické, strukturní a geochemické výzkumy.

Nově byly zjištěny čočky lávových a vulkanoklastických brekcí a drobná poloha spilitu, byly upraveny některé rozsahy těles silicitů a žilných bazaltů. Proti základní geologické mapě 1:25 000 (Havlíček, 1985; Mašek, 1987) byla reklasifikována tělesa bazaltů, andezitů a dacitů. Bazalty v mapě Havlíčka (1985) ve skutečnosti představují velmi jemnozrné, rudními minerály prosycené ryolity (ignimbrity) s polohami pyroklastik (ignimbritové, vulkanoklastické brekcie). Byly upraveny plošné rozsahy těles andezitů a dacitů, nově byly zjištěny partie chemickým složením odpovídající trachyandezitům. Extrémně rychle zchlazené struktury vulkanitů a řada znaků odpovídajících silně spečeným tufům (ignimbritům) ukazuje, že se tufy ukládaly v relativně mělkovodním prostředí v blízkosti vulkanických elevací.

Sedimentární horniny pičínského proterozoika, byly rozděleny do třech pásů, probíhajících SV-JZ směrem. Horniny se od sebe litologicky liší obsahem vulkanického materiálu, obsahy čoček silicitů a slepenců, případně zrnitostí.

Vrásová stavba ukazuje, že se v území uplatňují vrásy různých amplitud a vlnových délek. Strukturní měření naznačuje přítomnost velké stlačené antiklinály sv-jz. směru v pásu zelené droby, která pak v okolí Brodce a Trnové přechází do synklinály v šedých drobách.

Územím prochází dva významné zlomy SV-JZ směru, jílová rozsedlina a závistický přesmyk. Jejich založení začíná patrně již v prekambriu, pohyby na nich se však v různých režimech opakovaly během kambria až ordoviku a později v závěrečných fázích variské orogeneze.

Výsledky geochemického studia ukázaly, že v zájmovém území jsou zastoupeny geochemicky odlišné skupiny vulkanitů. V prvním případě jde o vápenato-alkalické horniny se strmými diferenciačními křivkami REE, které jsou silně obohacené o prvky LREE. Druhá skupina vápenato-alkalických hornin, kam se řadí většina vzorků, se vyznačuje výraznou europiovou anomálií, mírným obohacením o prvky LREE a středním obohacením o HREE prvky. Třetí skupinou jsou primitivní horniny s tholeiitickým trendem a s plochými křivkami REE, chudé jak na LREE prvky, tak i na HREE prvky vzácných zemin. Droby z pičínského proterozoika mají podobné trendy křivek REE jako první skupina vulkanitů, což dokládá dominanci materiálu přinášeného z vulkanického oblouku. Geochemické studium ukázalo na poměrně vysokou variabilitu hornin v rámci pičínského pásu a různé zdroje magmat, které se významně odlišují v řadě parametrů od kyselých a intermediálních vulkanitů Kozích hor.

KLÍČOVÁ SLOVA:

Tepelsko-barrandienská oblast, pičínský pás, neoproterozoikum, kambrium, vulkanity, sedimenty, davelské souvrství, Kozí hory, geologie, petrologie, geochemie.

ABSTRACT:

Diploma thesis deals with geological, petrological, structural and geochemical studies of the most probably neoproterozoic volcanic and sedimentary rocks of the Pičín belt in the area NW from Dobříš, approximately between the villages Trnová and Chouzavá. Volcanics of Koží hory area, which are demonstrably included into Davle Formation have been used for comparison with the Dobříš area. One of the major part of the work includes geological mapping on scale of 1:10 000, which served as a base for a more detailed petrological, structural and geochemical studies.

Some lenses of lava and volcanoclastic breccia and minor layer spilite were newly discovered, areal extent of some cherts bodies and basaltic dykes were modified. Basalts, andesites and dacites bodies have been reclassified against the basic geological map of 1:25 000 (Havlíček, 1985; Mašek, 1987). Basalts in the Havlíček's (1985) map actually represent a very fine-grained rhyolites (ignimbrites) with disseminated ore minerals with layers of pyroclastic rocks (ignimbrites, volcanoclastic breccia). Areal extent of andesites and dacites bodies were modified and new body of trachyandesite was detected. Extremely fast cooled grained textures and series of features corresponding to welded tuff (ignimbrites) shows that the tuffs were deposited in relatively shoal environment in the vicinity of volcanic elevations.

Neoproterozoic sedimentary rocks of Pičín belt, were divided into three different greywacke stripes of NE-SW direction. The greywackes and the shales from the individual stipes differ by content of the volcanic material, chert lenses and conglomerates, or by grain size.

Fold pattern consist of folds of different amplitudes and wavelengths. Structural measurement suggests the presence of a large compressed anticline with NE-SW direction in the green greywacke strip, which then around Brodec and Trnová passes into the syncline in the greywacke stripe.

The area is cut by two major faults NE-SW direction, „Jílová porucha“ Thrust and „Závist“ Thrust. Their activity begins probably already in the Precambrian, movements on them repeated in different modes during the Cambrian to Ordovician and later in the final stages of Variscan orogeny.

The results of geochemical study showed that there are geochemically distinct groups of volcanic rocks in the study area. In the first case these are the calc-alkaline rocks with steep REE pattern, which are strongly enriched by LREE elements. The second group of calc-alkaline rocks, which includes majority of samples, are characterized by a significant europium anomalies, a slight enrichment in LREE and with a medium HREE enrichment. To the third group belong quite primitive rocks with tholeiitic trend and flat REE curves poor both on LREE elements as well as on HREE. Greywackes of Pičín neoproterozoic belt have similar REE pattern as the first group of volcanic rocks, which is evidenced by the dominance of the material that was brought from the volcanic arc. Geochemical study showed a relatively high variability of rocks within the Pičín belt and different sources of magmas for volcanic rocks in Dobříš area, which have significantly different in a number of features from acid and intermediate volcanic rocks of the Koží hory area.

KEY WORDS:

Teplá-Barrandian area, Pičín belt, Neoproterozoic, Cambrian, volcanic rocks, sedimentary rocks, Davle Formation, Koží hory area, geology, petrology, geochemistry.

Obsah

1. Úvod	7
2. Obecná charakteristika území	7
2.1 Regionálně geologický přehled	8
3. Přehled dosavadních geologických výzkumů	11
3.1 Neoproterozoikum	11
3.2 Kambrium.....	15
3.3 Žilné horniny	16
3.4 Pokryvné útvary.....	17
4. Metodika geologického mapování, petrologického a geochemického výzkumu	17
5. Geologická stavba území	20
5.1 Neoproterozoikum pičínského pásu.....	21
5.2 Neoproterozoikum vnitro a zaobloukové pánve (štěchovická skupina)	24
5.3 Kambrium.....	25
5.4 Žilné horniny	26
6. Geologicko-petrologická charakteristika jednotek	26
6.1 Neoproterozoikum	26
6.2 Kambrium.....	35
6.3 Žilné horniny	36
7. Strukturní charakteristika studované oblasti	37
7.1 Primární struktury a textury sedimentů a vulkanitů	37
7.2 Vrásová stavba.....	40
7.3 Křehká deformace.....	41
7.3.1 Puklinatost	41
7.3.2 Zlomové struktury.....	42
8. Geochemie vulkanitů a sedimentů neoproterozoika	45
8.1 Hlavní prvky	49
8.2 Stopové prvky.....	51
8.3 Složení lanthanoidů.....	53
8.4 Geotektonické prostředí vzniku vulkanitů	57
9. Diskuze	60
9.1 Geologie, petrologie a strukturní geologie	60
9.2 Geochemie	61
10. Závěr	62
11. Literatura	65
12. Přílohy	74
Příloha 1. Geologická mapa styku kambria a neoproterozoika v okolí Dobříše včetně geologického řezu, stratigrafického schématu a legendy	74
Příloha 2. Mapa dokumentačních bodů v okolí Dobříše s vysvětlivkami, včetně seznamu studovaných výbrusů a zjednodušené geologické mapy Kozích hor s legendou	74
Příloha 3. Terénní deník	74

1. Úvod

Téma mé diplomové práce „Vulkanity jihovýchodního křídla barrandienského neoproterozoika v okolí Dobříše“ jsem si vybral po konzultaci s vedoucím mé diplomové práce doc. Kachlíkem. Volba tématu se uskutečnila na základě mého osobního zájmu o celou oblast jižně od Prahy. Poté bylo vybráno konkrétní téma, které splňuje požadavky diplomové práce. Vybral jsem si studium vulkanitů, jelikož mé zájmy směřují k vulkanické činnosti a studovat tuto problematiku, byla velice pozitivní a zajímavá volba.

Metodika práce zahrnovala geologické mapování celé zájmové oblasti v podrobném měřítku 1:10 000, tak aby bylo možné objasnit vzájemné vztahy jednotlivých těles. Odebrány byly reprezentativní vzorky, které jsem studoval pod mikroskopem. Následně byly vybrány hlavní litotypy území a bylo analyzáno složení hlavních prvků, stopových prvků a vzácných zemin. Pokoušeli jsme se i o datování stáří pomocí LA ICP MS U-Pb metody na zirkonech (laserovou ablací). Vulkanity zájmového území byly srovnány s vulkanity prokazatelně davešského souvrství v oblasti Kozích hor.

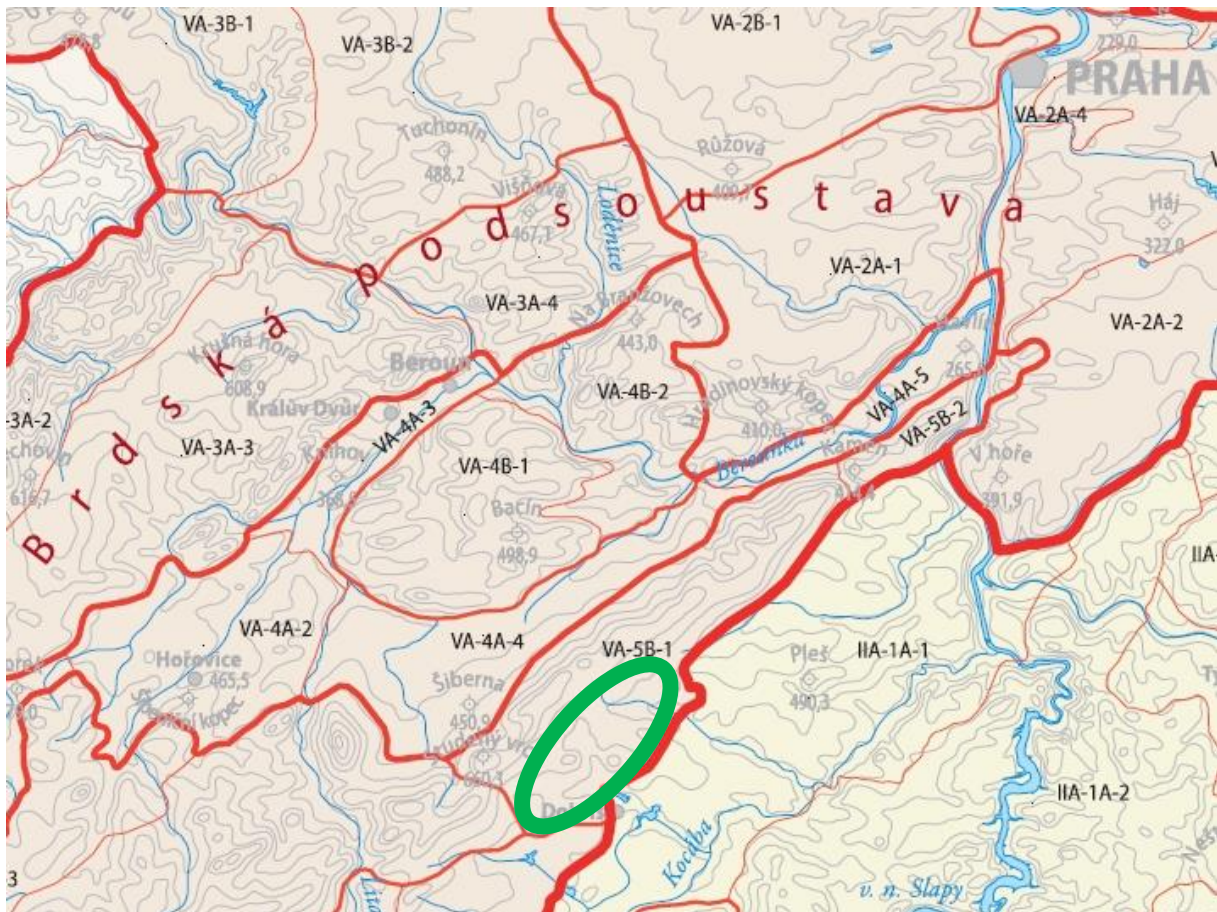
Mezi hlavními cíly diplomové práce bylo určit petrografickou, vulkanologickou a geochemickou variabilitu vulkanitů, které jsou obnaženy v severovýchodní části pičinského pásu v oblasti Dobříše, jež je součástí jihovýchodního křídla tepelsko-barrandienské oblasti. Objasnit vztahy mezi vulkanity a okolními proterozoickými sedimenty a spodno-paleozoickými sedimenty. Popsat podobnosti, případně odlišnosti s vulkanity prokazatelně davešského souvrství z oblasti Kozích Hor.

Diplomová práce přispěje k zodpovězení několika otázek týkajících se geochemie, petrologie, geologie a vulkanologie komplexu. Jedná se o další poznání geologického vývoje vulkanického oblouku a akrečního prizmatu v jihovýchodním křídle tepelsko-barrandienské oblasti.

2. Obecná charakteristika území

Studovaná oblast leží ve Středočeském kraji, konkrétně v okrese Příbram a to v těsném sousedství města Dobříš. Má délku 7,5 km a šířku 2 km a zasahuje do katastrálních území celkem tří obcí: při jihozápadním okraji do katastrálního území (dále jen kú.) obce Rosovice, ve střední části do kú. města Dobříš a severovýchodní okraj je v kú. obce Voznice. V kú. Dobříš zabírá plochu 509 ha území obora Aglaia, která je již od svého založení nepřístupná pro veřejnost.

Oblast z geomorfologického hlediska náleží do Hercynské oblasti, provincie Česká Vysočina, Poberounské soustavy a Brdské podsoustavy dále *obr. 2.1* (Demek, Mackovčín, 2006). Území je součástí přírodního parku Hřebeny, jiné druhy ochrany sem nezasahují. Nejvyšším vrchem je Spálený (551 m), dalšími důležitými vrchy jsou Kazatelna (531 m), Malinová (507 m), Aglaia (491 m) a Hořejší Křemeny (464 m). Příroda je celkově zachovalá, krajina je zalesněná smíšenými lesy, místy se méně nacházejí louky a zemědělská půda. Mezi hlavní dřeviny, patří douglaska, dub zimní a jeho kříženci, dále se vyskytují smrk, buk, habr, bříza, jeřáb a javor klen i babyka. Z keřů je zastoupen bez černý, řešetlák, trnka a růže šípková (Valenta, 2012).



Obr. 2.1. Geomorfologické jednotky od nejvyšších po nejnižší se zájmovým územím VA-5B-1 Studenská vrchovina. VA Brdská podsoustava, VA-5 Brdská vrchovina, VA-5B Hřebený (Mackovčín et al., 2009).

Podnebí je zde mírně teplé s průměrnou roční teplotou 7°C, roční srážky se pohybují mezi 500 – 600 mm. Území se rozkládá v mírném srážkovém stínu, který je způsoben Brdskými hřbety. Území je odvodňováno do povodí Vltavy. Mezi hlavní a největší toky patří Trnovský potok, Lipízký potok a Voznický potok. Jsou zde přítomny také malé vodní plochy, největší je již na území města Dobříš rybník Papež a v oboře Aglaia jsou soustavy malých rybníků. Při jihozápadním okraji území u obce Trnová je soustava malých rybníků postavených k účelu chovu ryb.

V jihozápadní části území prochází silnice II/114 Hořovice – Hostomice – Dobříš – Nový Knín – Neveklov, ve střední části účelová místní komunikace lesní cesta Bekovka, v severovýchodní části u Voznice prochází účelová místní komunikace lesní cesta Hladovka a podél území prochází rychlostní silnice R4.

2.1 Regionálně geologický přehled

Studované území je z regionálně-geologického hlediska součástí Českého masivu obr. 2.2. Samotný Český masiv je tvořen čtyřmi hlavními jednotkami. Jsou to moldanubická oblast, tepelsko-barrandienská oblast, sasko-durynská oblast (zahrnující saxo-thuringikum sensu stricto a lugikum) a moravskoslezská oblast. V regionálně geologické literatuře je tepelsko-barrandienská oblast (dále jen TBO) označována synonymními názvy jako bohemikum

(Málkovský, 1979), central bohémikum (Chlupáč et al., 1992) nebo také středočeská oblast (Mísař et al., 1983).

Oblast je na severozápadě ohraničena tepelskou suturou *obr. 2.2*, která je zbytkem po zaniklém paleozoickém sasko-durynském oceánu (Franke, 1989; Matte, 1991). Na západě až jihozápadě západočeskou střížnou zónou (Zulauf et al., 2002). Jihovýchodní hranici tvoří středočeská střížná zóna (Rajlich et al., 1988), která se prostorově překrývá s gföhlskou suturou, po zaniklém gföhlském oceánu mezi TBO a moldanubikem (Franke, 1989; Kachlík, 1999; Faryad et al., 2015). V průběhu spodního karbonu do ní intrudoval v několika fázích rozsáhlý středočeský plutonický komplex (Holub et al., 1997; Žák et al., 2007).

Východní až severovýchodní omezení TBO je kompletně skryto pod platformními sedimenty permokarbonu, mezozoickými sedimenty a v menší míře i sedimenty terciéru. Severovýchodní omezení TBO vůči jednotkám sasko-durynské oblasti v podloží sedimentů české křídové pánve tvoří labské zlomové pásmo (Franke, 1989; Faryad, Kachlík, 2013).

V plate-tektonickém pojetí je tepelsko-barrandienská oblast v pozici horní desky vůči jednotkám saxothuringika a moldanubika, které se vyznačují přítomností silně metamorfovaných a plášťových hornin, zejména v blízkosti předpokládaných sutur (Franke, 1989; Matte, 1991; Faryad et al., 2015).

Tepelsko-barrandienská oblast je jedním z několika starších fragmentů kůry, zabudovaných do stavby variscid, ve které lze dobře rozlišit dvě strukturní patra: kadomsky deformovaný a převážně, až na okrajové zóny, slabě varisky metamorfovaný fundament a na něm diskordantně uložené, později varisky zvrásněné a většinou nemetamorfované paleozoické sledy. Do starší etapy kambro-ordovické patří mnohá intruzivní tělesa a komplexy, které pronikají proterozoickými horninami.

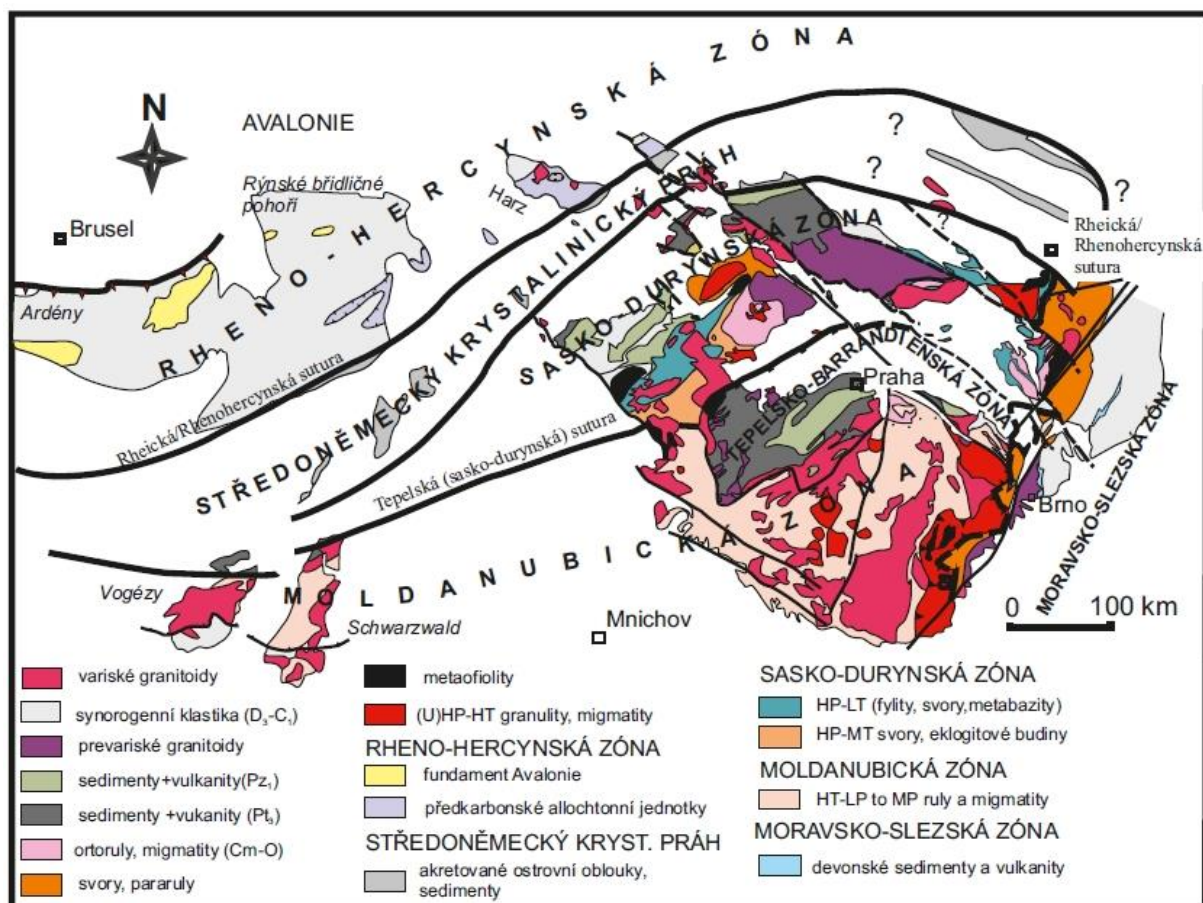
Starší etapa, jež souvisí s kambro-ordovickým riftingem TBO od gondwanské pevniny zahrnuje řadu bazických masivů situovaných zejména při okrajích TBO (Kříbek et al., 2000). Jde o masivy kdyňský, poběžovický, některé části mariánsko-lázeňského (Timmermann et al., 2004), případně neratovický komplex (Kachlík, ústní sdělení). Plutony granitoidních hornin jsou situovány většinou dále od okraje TBO. Většina z nich je v západních Čechách a rozlohou tvoří větší i menší tělesa. Jedná se o masivy hanovský, lestkovský, tiskou žulu čistecko-jesenického plutonu, mráchnicko-jeníkovický masiv u Domažlic, kladrubský masiv a stodský masiv jižně od Plzně. Radiometricky určená stáří těchto těles se pohybují od cca 520 Ma do 480 Ma (Dörr et al., 2002). Místy jako např. v tepelském krystaliniku jsou tato tělesa postižena intenzivní variskou deformací, která jim dává až charakter ortorul.

Mladší etapu reprezentují horniny magmatického oblouku vzniklého nad subdukující litosférou sasko-durynského oceánu, případně nad subdukční zónou zaniklého gföhlského (moldanubického) oceánu (Žák et al., 2014). K této etapě patří mirotické a starosedelské ortoruly v plášti středočeského plutonu, jejichž protolit byl datován na přibližně 370 Ma (Košler, Farrow, 1994). Do mladší etapy patří i největší a nejvíce diferencovaný středočeský plutonický komplex na hranici s moldanubikem, který intrudoval v rozmezí 355 – 340 Ma (Holub et al., 1997), dále babylonský masiv, štěnovický masiv u Plzně, oválná intruze čisteckého masivu (Cháb, 1997) a rozsáhlý železnohorský pluton. Většina těles intrudovala v rozmezí cca 370 – 340 Ma (Dörr et al., 1996; Holub et al., 1997). Některé drobné čočky bazické taveniny v mariánsko-lázeňském masivu, také vykazují stáří 370 Ma (Timmermann et al., 2004). Specifická, z pláště derivovaná magmata vytváří durbachitová tělesa např. čertovo

břemeno. Jejich stáří se pohybuje kolem 340 Ma (Matte et al., 1990; Holub et al., 1997; Janoušek, Holub, 2007).

Relikty proterozoického podkladu a paleozoických sedimentů tepelsko-barrandienské oblasti máme zachovány také v plášti středočeského plutonického komplexu v tzv. ostrovní zóně středočeského plutonu a v rožmitálské kře (Kettner, 1930; Svoboda, 1933; Kachlík, 1992).

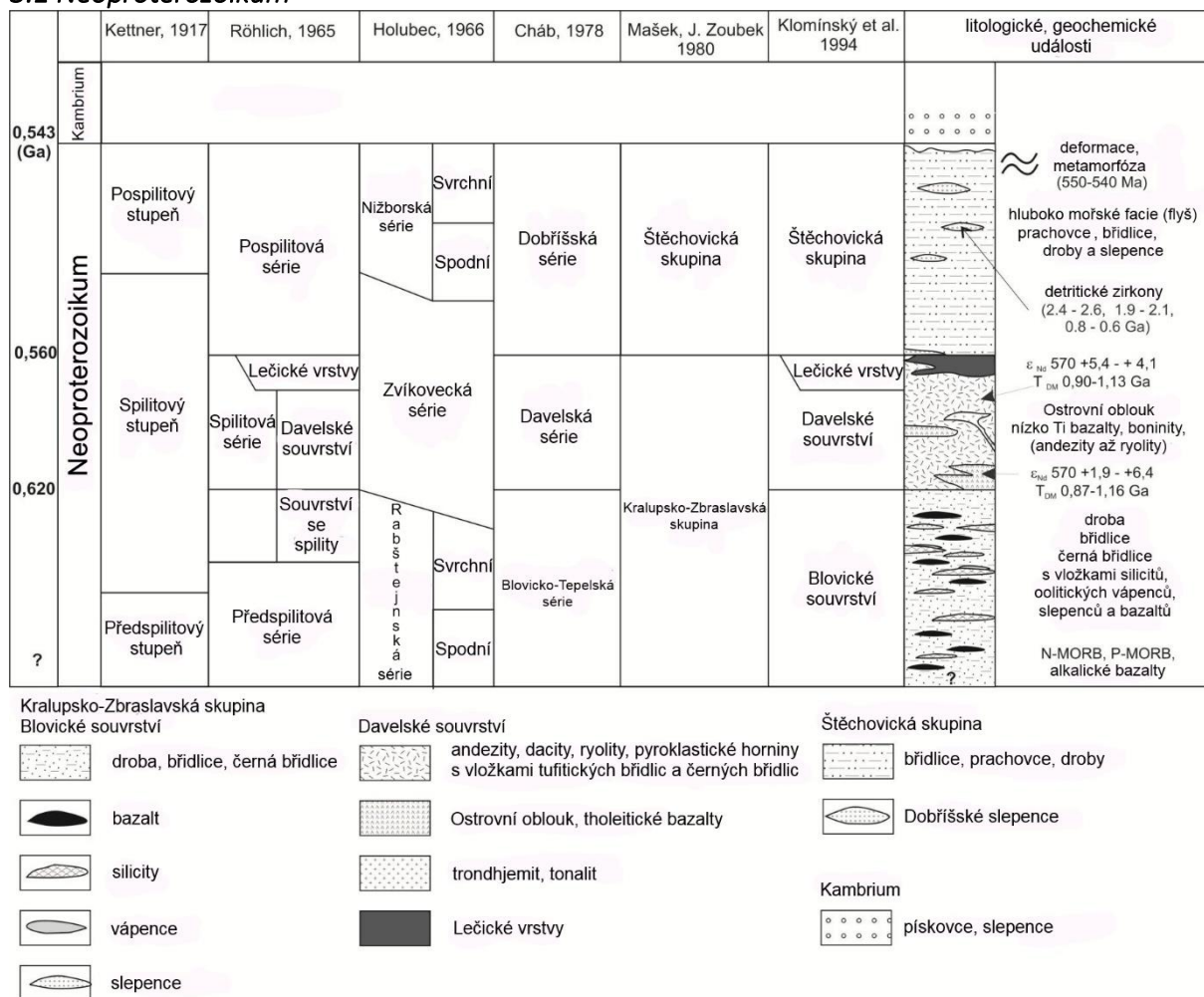
Jednotky barrandienského proterozoika i paleozoika pokračují v podloží české křídové pánve k severu a k východu (Mísař, 1983; Chaloupský et al., 1984; Franke, 1989; Kachlík, 2008). Jejich ztotožnění s proterozoickými či paleozoickými jednotkami je komplikováno kromě omezeného množství vrtů zejména metamorfózou a deformací, která roste k hranici se sasko-durynskou i moldanubickou oblastí. Jednotky barrandienského proterozoika i paleozoika opět vystupují na povrch v oblasti Železných hor, což způsobily mezozoické výzdvihy na zlomech železnohorského zlomového pásma. Další výskyty zejména pak ordovických hornin byly zaznamenány i ve vrtech v okolí Poděbrad, mezi Novým Bydžovem a Hradcem Králové (Klein 1978). Konkrétně sedimenty ordoviku jsou známy již od konce 19. století, kde Jahn (1896) našel v xenolitech neovulkanitů od Semtína u Pardubic početnou faunu barrandienského typu. Horniny ve vrtech východně od Hradce Králové, případně křemence a břidlice s ichnofosiliemi obdobnými ordoviku na Vyhnanickém hřbetu (Soukup, 1945, Mikuláš, 2001), jsou patrně nejvýchodnějším výskytem paleozoika tepelsko-barrandienské oblasti.



Obr. 2.2. Regionálně geologické postavení tepelsko-barrandienské oblasti v rámci variscid střední Evropy (Kachlík, přednášky z reg. geologie).

3. Přehled dosavadních geologických výzkumů

3.1 Neoproterozoikum



Obr. 3.1. Stratigrafický přehled barrandienského neoproterozoika (upraveno podle Linnemann et al., 2008).

Barrandienské proterozoikum je složitý vulkano-sedimentární komplex, převažujícími horninami z řad sedimentů jsou droby, prachovce, břidlice, jílovce, méně pak slepence, silicity a minoritně i vápence (Cháb, 1978; Cháb, Pelc, 1968). Výskyty bazických vulkanitů jsou orientovány ve směru SV-JZ a zahrnují několik pásů, které jsou v současnosti interpretovány jako intenzivně tektonicky přepracovaná pásma tektonických melanží, které se střídají s víceméně koherentními jednotkami sedimentů (Hajná et al., 2009). Směrem od SZ k JV se jedná o mariánsko-lázeňský komplex reprezentující relativně velký segment oceánské kůry o stáří cca 540 Ma, u kterého je otázkou, jestli všechny jeho části jsou proterozoické. Některá metagabra, která původně do komplexu intrudovala (Štědrá et al., 2002) vykazují kambro-ordovické stáří (Timmermann et al., 2004). Následuje stříbro-plaská zóna, která zahrnuje i svojšinskou zónu, pavlíkovský pruh alkalických vulkanitů na Rakovnicku, hlavní centrální zóna zahrnující velmi rozsáhlý pruh vulkanitů táhnoucí se od Kralup n/V až po Domažlice, nepomucko-příbramskou zónu, dobříšsko-zbraslavskou zónu (Fiala, 1977). Nejstarší část dosud známou v barrandienském proterozoiku reprezentují relikt vulkanického oblouku, které vystupují

v jílovském pásmu a několika antiklinálních zónách v podloží flyše štěchovické skupiny (Kozí hory, mníšecký lakolit, antiklinála v j. okolí Zbraslavi a výskyty v j. okolí Říčan).

Jedna z prvních prací, která poskytla stratigrafický pohled na celé proterozoikum, byla dílem profesora Kettnera, vydaná roku 1917. Kettner rozlišoval tři základní stupně. Spodní, předspilitový stupeň složený hlavně z břidličných hornin silně fylitizovaných a zvrásněných. Střední, spilitový stupeň tvořený převážně drobami s vložkami břidlic a hojným zastoupením podmořských spilitových láv a výskytem silicitů (buližníků). Nejmladší, pospilitový stupeň tvořený břidlicemi s vložkami drob. Jako bázi tohoto stupně označil obzor dobříšských slepenců.

V práci Pavla Röhlicha (1965) v podstatě zůstává platné Kettnerovo (1917) členění na tři základní jednotky, zde označovány jako série. Ve své práci upravuje vymezení jednotlivých sérií. Zvětšuje se rozsah předspilitové série přidáním několik km mocného komplexu drob, prachovců a břidlic s buližníky tzv. zbirožsko-šárecký pruh. K zásadní změně dochází v chápání spilitové série, kde autor vyčleňuje spodní souvrství se spility a svrchní souvrství davelské (Röhlich, 1961). JV zóna (dobříšsko-říčanský pruh) je totiž mnohem pestřejší než ostatní části, obsahuje jak bazický, tak i intermediální a kyselé vulkanity tzv. spilit-keratofyrová formace (Fiala, 1977; Fediuk, 1960). Jako nejvyšší člen davelského souvrství vyčlenil Röhlich lečické vrstvy. Jedná se o částečně prokřemenělé tufitické černé břidlice. Za nejmladší člen barrandienského proterozoika považuje Röhlich (1964) mocný komplex flyšových sedimentů, siltovců, drob, břidlic s vložkami intraformačních konglomerátů. Ve shodě s původním členěním Kettnera (1917), jej označuje jako pospilitovou sérii.

Zcela jinou představu o stratigrafii a stavbě barrandienského neoproterozoika publikoval Holubec (1966). Představoval si, že sedimentace jednotek barrandienského neoproterozoika měla cyklický charakter, který odrážel pohybový rytmus geosynklinály. Jeho megacykly (souvrství) se staly základem vertikálního členění. Z litologického hlediska rozdělil Holubec (1966) barrandienské proterozoikum na dvě jednotky, západočeskou a středočeskou, kde hranice obou jednotek probíhá mezi Kralupy n/V, Plzní a Domažlicemi. Představoval si, že hranice jednotek odráží změnu sedimentačního prostředí, hlavně tedy morfologie oceánského dna. Obě jednotky mají stejnou stratigrafii a jednotlivé série jsou uvedeny na *obr. 3.1*. Západočeská jednotka měla menší faciální rozrůzněnost, odpovídala mělkému sedimentačnímu prostoru. Celkově převládaly rytmicky zvrstvené sedimenty s vyšším podílem psamitů. Vulkanické produkty vykazují menší rozsah, než ve středočeské jednotce a jsou zastoupeny jen ve spodních sériích. Oproti tomu je středočeská jednotka ve faciálním rozrůznění mnohem pestřejší. Holubec (1966) popisuje sedimenty s pseudozávalky, vulkanické produkty přítomné ve všech jím definovaných sériích.

Návrh Chába z roku 1978 se jako první přibližuje k „dnešnímu“ známému stavu, uvozovky protože v dnešní době už máme k dispozici další návrh uvedený v pozdější části. Cháb stanovil tři hlavní litostratigrafické jednotky: nejstarší sérii blovicko-tepelskou, sérii davelskou a jako nejmladší sérii dobříšskou. Blovicko-tepelská série je přibližně ekvivalentní předspilitové a spilitové sérii v pojetí Röhlicha (1965). Série davelská, byla v mladších pracích (Röhlich, 1965) součástí spilitové série, ale díky značné mocnosti, litologické samostatnosti a regionálnímu omezení je umožněno ji považovat za sérii. Dobříšská série dostala svůj název podle města Dobříš. K tomuto rozhodnutí vedlo také to, že v jeho okolí je dobře vyvinuta a odkryta v lomu Jezírko, kde jsou i čočkovité vložky dobříšských slepenců.

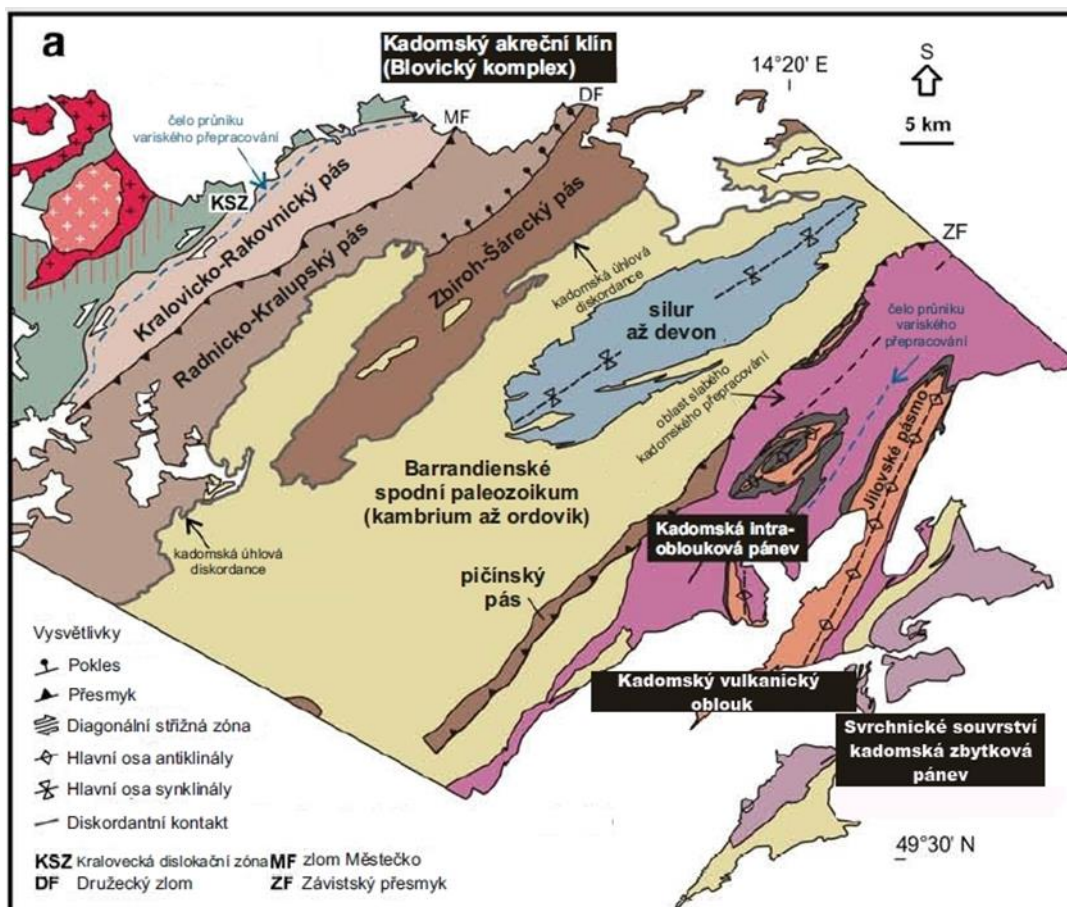
Další návrh Maška a Zoubka (1980) se opírá o již uváděné výzkumy, nepřináší nové pohledy na stratigrafii, pouze upravuje vymezení formální definice litostratigrafických jednotek. V podstatě se mění trojčlenné dělení, které používal Kettner na dvoučlenné, a to sloučením tzv. spilitového a předspilitového stupně. Mění se obecné označení, místo série se používá skupina, což je v souladu s moderní litostratigrafickou terminologií (Int. Strat. guide – stratigraphic; Hedberg, 1976). Starší jednotku představuje kralupsko-zbraslavská skupina, dříve podle Röhliche (1965) předspilitová a spilitová série. Nadložní tj. mladší jednotku reprezentuje štěchovická skupina, dříve podle Röhliche (1965) pospilitová série, podle Chába (1978) dobříšská série. Její název je odvozen od obce Štěchovice, kde tvoří výborně odkryté defilé odkrývající téměř celou část skupiny. Použití přídatného jména dobříšský nebylo vhodné, jelikož tímto názvem byly označovány vložky dobříšských slepenců, které jsou součástí patně vyšší části sledu štěchovické skupiny.

V geologické praxi nyní dělíme proterozoikum na dvě základní skupiny a nižší jednotky. Návrhy Klomínského a kolektivu (1994) a Maška (2000) jsou dvoučlenné. Rozdělení je na starší kralupsko-zbraslavskou skupinu a mladší štěchovickou skupinu. Autoři uvádějí ještě nižší jednotky, které dělí starší kralupsko-zbraslavskou skupinu na starší blovické souvrství, mladší davelské souvrství, které ve své svrchní části obsahuje lečické vrstvy.

Nový návrh, který vznikl díky několik let trvajícím výzkumu celé tepelsko-barrandienské oblasti. Jedná se tedy o návrh Hajné a kolektivu (2010). Blovický komplex představuje kadomský akreční klín, který se skládá z několika pásů víceméně koherentních sedimentů a intenzivně tektonicky porušených a deformovaných pruhů *obr. 3.2*, kde se tektonicky mísí sedimenty s různými typy vulkanitů. Tyto pruhy jsou interpretovány jako pruhy převážně tektonické melanže, která vznikala periodicky při vývoji neoproterozoického akrečního prizmatu. Díky nálezu skupiny kambrických zirkonů (530 Ma) v matrix melanže centrálního vulkanického pruhu nemůže jít o nejstarší, ale patrně o jednu z mladších dílčích součástí proterozoického akrečního klínu (Hajná et al., 2009). Varisky metamorfované horniny proterozoika v západních Čechách odděluje od vlastního téměř nemetamorfovaného akrečního klínu tzv. krakovecká střížná zóna. Východní část akrečního klínu, nejlépe odkrytá v údolí Berounky mezi Zvíkovcem a Nižborem se skládá ze „tří“ pásů, které představují různé sedimentační prostředí. Kralovicko-rakovnický pás reprezentuje výplně příkopů. Jedná se o slabě deformovanou jednotku, která je tvořena masivními polohami drob s podřízenými polohami břidlic. Radnicko-kralupský pás je tvořen silně deformovanými sedimentárními a tektonickými melanžemi. Zbirožsko-šárecký pás je pravděpodobně z větší části tvořen relativně hlubokovodní klastickou sedimentací a ččkami silicitů. Další silněji deformovaný pruh melanže představuje patrně pičínsko-kardavecký pás, který je typický pravděpodobně z části hlubokovodní a také mělkovodní klastickou sedimentací s ččkami silicitů a různými typy vulkanitů a podřízenými tělesy plagiogranitů (trondhjemitů), které jsou reprezentovány tělesem u Kardavce (Kratochvíl, 1966).

Davelské souvrství a jeho ekvivalenty v jílovském pásmu představují zbytky kadomského vulkanického oblouku, které se vynořují na povrch v podobě několika antiklinál. Štěchovická skupina tedy představuje intra a za-obloukový flyš, resp. zbytkovou pánev vyplňovanou erodovaným materiálem z vulkanického oblouku a později z vyzvednutých částí akrečního klínu *obr. 3.2*.

Proterozoické sedimenty v ostrovní zóně (svrchnické souvrství – Chlupáč, 1981) se ukládaly v patrně zbytkové pánvi, která byla zaplňována z erodovaného materiálu vyzdvihnutého vulkanického oblouku starších částí prizmatu a gondwanské pevniny obr. 3.2 (Sláma et al., 2008).



Obr. 3.2. Tektonická skica neoproterozoického akrečního klínu v jv. části TBO a jeho paleozoického pokryvu (upraveno podle Hajná et al., 2010).

Kadoňský vývoj neoproterozoika TBO odráží aktivitu na konvergentním rozhraní intra-oceánské desky, za vzniku subdukční zóny a následným vznikem ostrovního oblouku, zaobloukového bazénu a zbytkového oblouku. Subdukční zóna se nacházela ve vzdálenější oblasti od Proto-Gondwany (Kříbek et al., 2000, Linnemann et al., 2004). Při kadoňském vrásnění byly vulkanity a zaobloukové sedimenty na rozhraní proterozoika a kambria cca 560 – 540 Ma (Zulauf et al., 1999) vyzdvihnuty a zvrásněny. V poslední fázi dochází k postorogenní erozi a korové extenzi, se kterou lze spojovat kambriickou magmatickou a vulkanickou aktivitu a vznikem molasových pánví (Kříbek et al., 2000).

Dle dostupných radiometrických dat z efuzivních vulkanitů (Von Drach et al., 1993) a valounů vulkanitů v dobříšských a žiteckých slepencích (Dörr et al., 1992), lze odhadovat stáří sedimentace na období neoproterozoika, někdy mezi cca ? 620 – 530 Ma (Sláma et al., 2008). Sedimenty barrandienského neoproterozoika, jak vyplývá z jejich mineralogie a geochemie, sedimentovaly alespoň zčásti na oceánské kůře (Jakeš, 1976) a byly derivovány zejména z oblasti kůry typu ostrovních oblouků. Geochemicky poměrně primitivní zdroj klastik barrandienského proterozoika potvrzují i Sm-Nd charakteristiky barrandienských drob a

břidlic, které kontrastují s vyvráležší kontinentální kůrou moldanubika. (Müller et al., 1990; Liew et al., 1988; Janoušek et al., 1995).

Sedimentace mocného souboru klastik blovičského komplexu byla doprovázena submarinním vulkanismem (Fiala, 1977; Waldhausrová, 1997a), jehož chemismus se v čase i prostoru podle Waldhausrové (1997a) měnil v závislosti na geodynamických podmínkách od primitivních tholeiitických bazaltů (Waldhausrová, 1997a) po draslík bohaté spility (Waldhausrová, 1997b). Dnešní data však naznačují, že naopak vulkanity ostrovního oblouku (davelské souvrství), patří zatím k nejstarším vulkanickým horninám v barrandienském neoproterozoiku. V oblasti kadomského vulkanického oblouku (davelské souvrství) a flyše štěchovické skupiny se v souvislosti s aktivizací subdukce chemismus magmat měnil. Vytvářely se vulkanické asociace typické pro ostrovní oblouky, jejichž představitelem je jílovské pásmo (Waldhausrová, 1984). Vulkanismus chemismem shodný s rysy současných ostrovních oblouků je přítomen i v ostrovní zóně středočeského plutonu (Kachlík, 1992; Kachlík, 1999). Odrazem změny tektonického režimu byl i nástup sedimentace za-obloukových flyšových sedimentů štěchovické skupiny, který následoval po ukládání facie černých břidlic lečických vrstev.

3.2 Kambrium

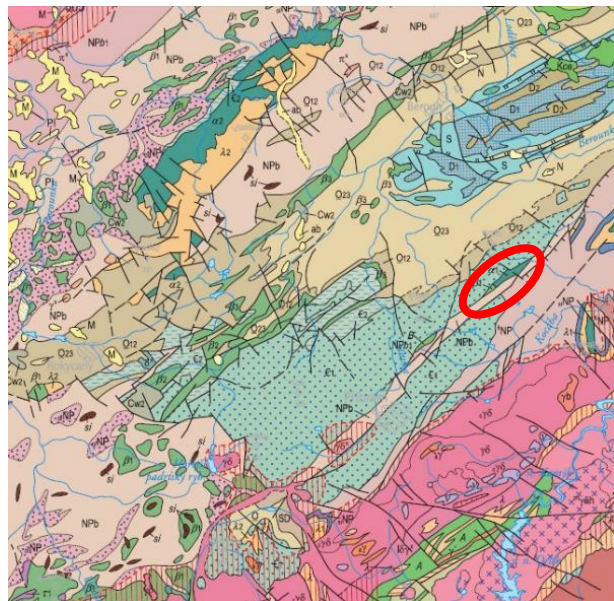
Kambrické molasové sedimenty leží diskordantně na proterozoických horninách. V Barrandienu jsou zachovány ve dvou tektonických relikttech: příbramsko-jinecké pánvi a ve skryjsko-týřovické pánvi. Oba reliktty jsou od sebe odděleny horninami proterozoika a sedimenty ordoviku. Zpočátku převládá hrubě siliciklastická sedimentace a ta je později nahrazena mořskými sedimenty, v nichž se dochovala hojná fauna (Havlíček, 1971). Sled zakončují svrchnokambrické vulkanity strašického a křivoklátsko-rokycanského pásma.

Spodnokambrické sedimenty jsou zachovalé i v pokleslé kře v okolí Rožmitálu pod Třemšínem. Litologie sedimentů odpovídá v žitecko-hlubošském souvrství kontinentální sedimentaci až po mladší kambrické souvrství s mořskou sedimentací následované sedimenty ordoviku v menší míře siluru a spodního devonu (Chlupáč et al., 1992).

Kromě oblasti středních Čech se kambrium v TBO vyskytuje též v Železných horách a také v plášti středočeského plutonu (Kachlík, 1992; Kachlík, Janoušek, 2001).

Příbramsko-jinecká pánev

Někdy bývá nepřesně označována jako brdské kambrium, protože se její reliktty zachovaly především v oblasti Brd mezi Rokycany, Příbramí a okolím Dobříše, a v oblasti Hřebenů obr. 3.3. Na svém počátku byla pánev rychle zaplňována úlomkovitým materiálem, který byl přinášen vodními toky, přívalovými bahnotoky a výplavovými kužely z okolních hřbetů kadomského horstva.



Obr. 3.3. Geologická mapa příbramsko-jineckého kambria a jejího okolí s vyznačením zájmové oblasti (Cháb et al., 2007).

Klastický materiál je velmi různorodý, obsahuje neoproterozoické sedimenty i vulkanity, metamorfované horniny, u kterých Kukul (1966) předpokládá přínos ortorul a pararul z východu a metakvarcitů, metalyditů od západu. Podíl granitoidních hornin je také významný objevují se granity, aplity a jiné.

Žitecko-hlubošské souvrství je bazální jednotka nasedající vždy diskordantně na různé jednotky barrandienského neoproterozoika. Jedná se o uložení kontinentální (Havlíček, Šnajdr, 1957). Ve většině případů souvrství dělíme na žitecké slepence a hlubošské slepence, které však mohou být podle Havlíčka a Šnajdra (1957) na některých místech bazálním horizontem kambria. Havlíček (1971, 1978) prokázal, že se obě jednotky faciálně zastupují, příkladem jsou polohy žiteckých slepenců uprostřed hlubošských slepenců mezi Hluboší a Kardavcem. Mocnost souvrství je značně proměnlivá, což také ovlivnila morfologie terénu, případně tektonika. Maximální mocnosti byly zjištěny u Hluboše, kde dosahují až 600 metrů (Kukul, 1970).

Žitecké slepence poprvé definovány Pošepným (1888). Jedná se o sedimenty, které byly uloženy krátkými periodickými toky a splachy, projevují se nedokonalým vytríděním se zaoblenými valouny různých hornin neoproterozoika.

Hlubošské slepence byly pojmenovány Kettnerem (1915). Známé jsou především svojí červenou až fialovou barvou, která je způsobena přítomností hematitu.

Sádecké souvrství, tvoří pískovce a droby s jílovitou matrix a výjimečnými vložkami břidlic a slepenců (Kukul, 1971). *Holšinsko-hořícké souvrství*, je zastoupeno holšinskými slepenci a hoříckými pískovci s vloženými čočkami jílovitých břidlic tzv. paseckými břidlicemi (Havlíček, 1950). Následujícím souvrstvím je *kloučekovo-čenkovské*, které tvoří kloučekové slepence a čenkovské pískovce. *Chumavsko-baštinské souvrství* začíná chumavskými slepenci, které postupně přecházejí do drob, arkóz a baštinských pískovců. *Jinecké souvrství* je ve znamení významné mořské ingrese, obsahuje dvě faciální oblasti: mělčí část v oblasti Brd a hlubokodnější prostředí v dnešním údolí Litavky. V nadloží jineckého souvrství se nachází *ohrazenické souvrství*, tvořené z dobře vytríděných křemenných slepenců a hrubozrnných pískovců s málo hojnými vložkami drob či arkóz. S předchozím souvrstvím se časově pravděpodobně částečně překrývá sedimentace pavlovských slepenců, které se již místy střídají se svrchnokambrickými vulkanity (Havlíček, 1971; Fatka et al., 2011).

3.3 Žilné horniny

Žilné bazalty, jsou běžně v literatuře označovány jako diabasy, doleritické diabasy nebo diabasy. Diabasy barrandienského spodního paleozoika jsou subalkalické až alkalické a tvoří v okolních horninách intruze v podobě pravých žil (Patočka et al., 1993).

V oblasti Dobříšska se vyskytují dva typy těchto diabasů. Jedná se u typ uralitizovaných diabasů a křemenných doleritů (Fiala, 1974). Problémy s jejich stratigrafickým zařazením se pokoušeli vysvětlit už Slavík (1915) a Kettner (1915). Oba autoři zdůraznili jejich spojení s vulkanity a přechody do vulkanitů. V mapě Maška (1987) a Havlíčka (1985) byly tyto žíly vyznačeny nejčastěji ve směru S-J, které protínají vulkanity a sedimentární horniny pičinského pásu, v horninách kambria jejich intenzita velmi klesá, naproti tomu v horninách štěchovické skupiny jsou opět velmi hojné. V okolí Příbrami bylo Vlašímským (1971) zjištěno, že žíly „mandlovcovitých“ diabasů s průběhem obvykle zhruba ve směru Z-V jsou mladší než S-J

diabasové žíly, na které je často vázán průběh rudních žil. Uvnitř středočeského plutonického komplexu, který je jako celek nepochybně mladší než severojižní diabasy Příbramska a celého severozápadního exokontaktu středočeského plutonického komplexu, se však zatím nikde nepodařilo spolehlivě určit relativní stáří diabasů (Holub et al., 2006). Část autorů (Fiala, 1974; Rajlich, 1988; Žák et al., 2013) je považuje za přívodní dráhy svrchno kambrického vulkanismu. Podle Melichara (2004), tím že mají diabasy severojižní průběh, jsou tedy ve stejném směru a polohově návazné jako ordovický komárovský vulkanický komplex. Jejich intruzi tedy řadí k ordoviku, kdy bylo území ve východozápadní extenzi.

3.4 Pokryvné útvary

Kvartérní sedimenty jsou zastoupeny v několika málo lokalitách, území je celkově dobře odkryté. Pleistocenní sedimenty se objevují pouze na závětrných svazích západně a jižně od Dobříše a reprezentují je eolicko-deluviální hlinité sedimenty s úlomky hornin (Mašek, 1987; Havlíček, 1985). Holocén-pleistocén je v území rozšířený nejvíce. Místy se objevují suťová pole, ale největší plochu zaujímají deluviální hlinitokamenité až kamenitohlinité sedimenty, které pokrývají jihovýchodní svahy v nadloží kambrických souvrství v mocnosti až 30 m, přímo na vulkanitech leží tyto sedimenty ve dvou lokalitách. Severně od Trnové a severovýchodně od vrchu Malinová, kde vyplňují terénní deprese a dosahují mocnosti několik metrů. Pod rozsáhlým výskytem v údolí Voznického potoka, předpokládám výskyt hornin pičínského proterozoika a sedimentů spodního kambria. Deluviální hlinité uloženiny jsou nejvíce rozšířené v sedle mezi kopci Aglaia a Malinová, západně od Trnové a v údolí Lipížského potoka, kde se vyvinuly několik metrů mocné polohy. Holocén je rozšířen hlavně podél vodních toků. Nejvíce se vyskytují fluviální písčité a písčitolhinité sedimenty s polohami štěrků dosahující mocnosti až 5 m, méně pak deluviofluviální písčitolhinité sedimenty (splachy) o mocnosti kolem 0,5 – 1,5 m výjimečně až 3 m (Havlíček et al., 1985; Mašek et al., 1986).

4. Metodika geologického mapování, petrologického a geochemického výzkumu

Terénní část

Geologické mapování se koncentrovalo na vulkanické horniny, vystupující v poměrně úzkém pásu podél zlomového pásma jílovské rozsedliny, a také i v jeho okolních sedimentárních horninách proterozoika a kambria pro zjištění vzájemných vztahů.

Mapování celé oblasti bylo provedeno v měřítku 1:10 000. Mapa je vyhotovena ve stejném měřítku 1:10 000, ale v práci je zmenšena na formát A3. Pro zjištění geologické situace bylo nutné zmapovat všechny přítomné výchozy a odkryvy – na každém výchozu bylo provedeno: podrobná fotodokumentace, podrobný popis hornin (dle možností v terénu) a případně nákres výchozu, tektonické a strukturní měření pomocí geologického kompasu typu Freiberg, dle stavu výchozu a v neposlední řadě byly vybrány vhodné výchozy, ze kterých jsem odebral vzorky na výbrusy, geochemické analýzy a geochronologické datování, tak aby co nejlépe pokryly celou oblast.

Pro srovnání byla vytipována lokalita Kozí hory, kde se vystupují vulkanity davelského souvrství v podloží lečických vrstev a není tudíž pochybnosti o jejich stratigrafické příslušnosti.

V této oblasti proběhlo zjednodušené geologické mapování, hlavně za účelem odběru vzorků k porovnání a sledování podobnosti s Dobříšskou oblastí.

Laboratorní část

- a) Optická mikroskopie – pro účely petrografického popisu bylo zhotoveno celkem 39 výbrusů zakrytých a 2 výbrusy velkoplošné. V první řadě bylo potřeba odebrat nejméně zvětralé vzorky horniny, upravit vzorky na požadované rozměry, očistit vzorky od případných nečistot a přiřadit k nim laboratorní číslo. Vzorky byly předány pracovišti brusírny Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Tam se připravovaly výbrusy na pile/fréze Discoplan firmy Struers a brusce/leštiče DPU 4 + PdM Force firmy Struers. Byly vyhotoveny výbrusy velikosti 28 x 48 mm a velkoplošné výbrusy 48 x 56 mm.

Výbrusy byly následně studovány na petrografickém mikroskopu Nikon Eclipse LV 100 Pol, umístěném na pracovišti Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty UK v Praze. Popisoval jsem jednotlivé minerály, velikost zrn, tvar krystalů, bazicitu plagioklasů, barvu, reliéf, štěpnost aj. Prezentované mikrofotografie jsou opatřeny měřítkem, názvem, informací zda je fotka s rovnoběžnými (II) či zkříženými nikoly (X). Více podrobností k této části v kapitole 6.

- b) Geochemické analýzy – bylo odebráno celkem 15 vzorků z Dobříšské oblasti. Zahrnovaly 12 vzorků magmatických hornin za účelem jejich srovnání s prokazatelnými horninami davelského souvrství v Kozích horách, z toho bylo 7 vzorků hornin ryolitového složení, 2 vzorky trachyandezitů, 1 vzorek bazalto-andezitové žíly, 1 vzorek andezitu a 1 vzorek dacitového tufu. Zbylé 3 vzorky byly sedimentární droby z proterozoika pičínského pásu pro srovnání se sedimenty dílčích částí kadomského akrečního klínu.

Vzorky k porovnání se zájmovou oblastí byly odebrány celkem 4 vzorky z vulkanického centra Kozích hor. Jednalo se o 2 vzorky ryolitu z údolí Kocáby a o 2 vzorky dacitu ze hřbetů kopce Kateřinka.

Pro drcení byly v terénu odebírány vzorky v nezvětralém stavu. Množství materiálu u každého vzorku se pohybovalo mezi 2 – 3 kg. Drcení probíhalo v drtírně Ústavu geologie a paleontologie Přírodovědecké fakulty UK, na dvou čelist'ových drtičích. Vzorky jsem drtil ve velkém čelist'ovém drtiči z velkých úlomků (cca 5 cm) na menší úlomky (1 – 2 cm). Následovalo drcením na malém čelist'ovém drtiči, kde se úlomky nadrtily na hrubší prach (úlomky max. do 4 mm).

Práce pokračovaly následným jemným mletím na kulovém mlýnu Ústavu mineralogie a geochemie Přírodovědecké fakulty UK. Navážka činila 70 g jemně podrcené horniny, rozdrčená hornina byla zalita lihem. V achátové misce se vzorky mlely po dobu cca jedné hodiny, poté se odstavily na filtrační papír a nechaly se asi 2 dny proschnout.

Vzorky se poté podrobily zjednodušené silikátové analýze II, kde se stanovují hlavní složky - SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, FeO, MnO, MgO, CaO, Na₂O, K₂O, P₂O₅, H₂O⁻, H₂O⁺, CO₂ v chemické laboratoři UK. Stanoveny byly také stopové prvky metodou ICP MS. V *tabulce 4.1* jsou uvedeny orientační detekční limity metod ICP OES, ICP MS, ICP MS LA. Hodnoty jsou závislé především na typu rozkladu, typu matrice a možných interferencích, proto se hodnoty DL mohou i zásadně měnit.

- c) Geochronologické datování – byl vytipován výchoz DB 65, na kterém jsme s pomocí mého vedoucího práce odebrali cca 50 kg vulkanické horniny. Vzorek byl poté odeslán

do laboratoře ČGS, kde Dr. F. Veselovský separoval těžké minerály včetně zirkonů, kterých však bylo ve velmi jemnozrnné hornině separováno jen minimální množství. Tudíž datování jen několika zrn zirkonu ze separátu nebylo bohužel úspěšné.

DL	ls	ss*	ls	ss**	ss	DL	ls	ss*	ls	ss**	ss
	OES	OES	MS	MS	MS LA		OES	OES	MS	MS	MS LA
	µg/l (ppb)	mg/kg (ppm)	µg/l (ppb)	mg/kg (ppm)	mg/kg (ppm)		µg/l (ppb)	mg/kg (ppm)	µg/l (ppb)	mg/kg (ppm)	mg/kg (ppm)
Ag	10	5	0,0100	0,0500		Rh	40	20	0,0050	0,00005***	
Al	50	25	1,0000	10,0000		Ru	40	20	0,0100	0,005***	
As	50	25	0,0500	0,2500	2,000	S	200	100			
Au	20	10	0,0100	0,0500		Sb	30	15	0,0050	0,0100	0,075
B	4	2				Sc	10	5	0,0050	0,0500	
Ba	2	1	0,0100	0,0800	0,013	Se	80	40	1,0000	5,0000	
Be	1	0,5	0,0020	0,0150	1,400	Si	20	10			
Bi	50	25	0,0050	0,0500		Sn	30	15	0,0500	0,1000	
Ca	1	0,5	50,0000	100,0000		Sr	2	1	0,0006	0,0500	0,095
Cd	4	2	0,0100	0,0500	0,270	Ta	30	15	0,0010	0,0060	0,049
Co	10	5	0,0050	0,0100	0,095	Te	40	20	0,0500	0,1000	
Cr	10	5	0,0200	0,0700	1,000	Th	70	35	0,0070	0,0300	0,020
Cs			0,0010	0,0020	0,050	Ti	10	5	0,0500	0,1000	
Cu	10	5	0,0150	0,2000	0,920	Tl	40	20	0,0050	0,0100	
Fe	5	2,5	20,0000	100,0000		U	300	150	0,0015	0,0050	0,010
Ga	50	25	0,0100	0,0500		V	6	3	0,0100	0,0500	0,080
Ge	10	5	0,0100	0,0500		W	30	15	0,0500	0,1000	
Hf	20	10	0,0010	0,0130	0,095	Y	6	3	0,0020	0,0025	0,015
Hg	30	15	0,0500	0,1000		Zn	2	1	0,0350	0,9500	0,480
In	50	25	0,0050	0,0100		Zr	10	5	0,0100	0,0700	0,180
Ir	30	15	0,0050	0,00005***							
K	50	25				La	10	5	0,0003	0,0030	0,010
Li	2	1	0,0550	0,1000		Ce	50	25	0,0003	0,0050	0,025
Mg	1	0,5	0,5000	5,0000	1,600	Pr	40	20	0,0006	0,0010	0,006
Mn	1	0,5	0,0100	0,0500	0,370	Nd	50	25	0,0070	0,0050	0,030
Mo	10	5	0,0100	0,0500		Sm	50	25	0,0030	0,0050	0,030
Na	50	25				Eu	3	1,5	0,0006	0,0020	0,009
Nb	40	20	0,0020	0,0200	0,050	Gd	20	10	0,0020	0,0030	0,030
Ni	10	5	0,0500	0,1000	1,500	Tb	20	10	0,0006	0,0005	0,009
P	30	15				Dy	10	5	0,0006	0,0020	0,030
Pb	30	15	0,0300	0,0800	0,330	Ho	10	5	0,0003	0,0006	0,006
Pd	40	20	0,0100	0,0005***		Er	10	5	0,0009	0,0010	0,015
Pt	30	15	0,0100	0,0005***		Tm	5	2,5	0,0003	0,0006	0,008
Rb			0,0005	0,0150	0,410	Yb	2	1	0,0009	0,0020	0,025
Re	10	5	0,0050			Lu	1	0,5	0,0003	0,0003	0,008

Tab. 4.1. Orientační detekční limity metod ICP OES, ICP MS, ICP MS LA (převzato z <https://www.natur.cuni.cz/geologie/laboratore>).

Vysvětlivky k tabulce 4.1.

ls - roztoky (vody)

ss - pevné vzorky (horniny)

* - rozklad pro horniny OES - 0,2g/100ml

** - rozklad pro horniny MS - 0,2g/200ml

*** - dokimastický rozklad 10g/10ml !!!

DL kurzívou se většinou nestanovují z HF/HClO₄ 0,2g/200ml

5. Geologická stavba území

Studovaná oblast byla dříve označována jako druhé břidličné pohoří, jedná se o název, který používali horníci již v 19. století. V dnešní době se používá označení pičínský pruh či melanž-nesourodý komplex tektonických útržků, různého složení a původu, uzavřených v plastičtějším materiálu Petránek (1993). Je to vyzdvižená, relativně dobře odkrytá mírná deprese protažená SV-JZ směrem. Délka pruhu je až 40 km a šířka se pohybuje od 0,7-1,6 km (Mašek, 1984). Západní až severozápadní hranici studovaného území tvoří bazální kambrické sedimenty žitecko-hlubošského souvrství, které diskordantně nasedají na podložní proterozoické horniny a vytvářejí většinou výraznější morfologický stupeň, elevaci. Jihovýchodní hranici zkoumaného území tvoří významný zlom jílová rozsedlina, která odděluje neoproterozoické vulkanity a sedimenty pičínského pásu od kambria příbramské synklinály a v okolí Dobříše a Voznice od hornin štěchovické skupiny.

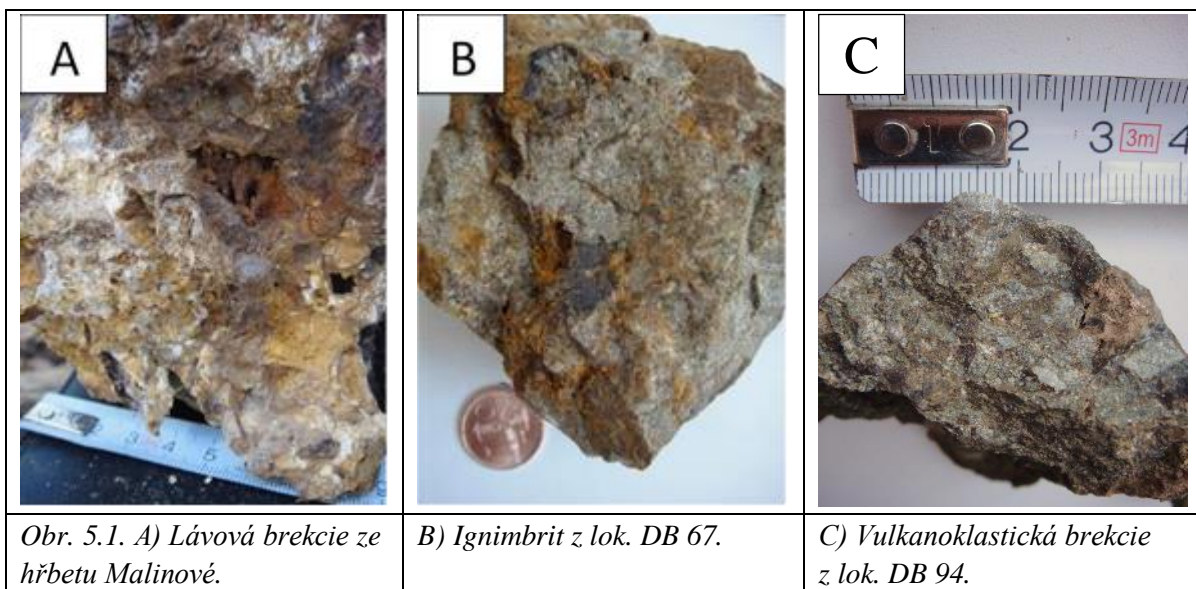
Horniny pičínského pásu jsou pravděpodobně neoproterozoického stáří a představují složitě tektonické prostředí z části hlubokého a mělkého moře s přechodným charakterem mezi aktivním kontinentálním okrajem a ostrovními oblouky.

V pičínkém pásu převládají proterozoické výhradně klastické sedimentární horniny, které se ukládaly v hlubokém moři. Mělkovodní podmínky se vytvořili jen výjimečně, jsou popsány šedé oolitické vápence ze šachty Jarošovky severně od Starého Podlesí (Počta, 1888) a také z dolu Lill, kde je uvádějí, Škubal a Janout (1965). Reliéf pánevního dna byl pravděpodobně členitý, jelikož docházelo k výlevům bazičtějších typů magmat, které tvořily podmořské elevace, případně i vulkanické ostrovy. Samotné vulkanické oblouky pak tvořily kyselé až intermediální magmata. V těchto prostředí oceánských oblouků a ostrovů patrně vznikali i drobnozrnné až středně zrnné slepence např. lipížský slepenec. S vulkanickou činností je patrně spjat i vznik silicitů, kdy docházelo k silifikaci klastických sedimentů.

Sedimenty, které tvoří tento pás, jsou převážně droby, břidlice, prachovce, méně pak černé břidlice spojené s výskytem bazických vulkanitů a silicitů. Čočky silicitů vystupují např. jižně od Starého Podlesí, jz. od Pičina a sv. od kardavecké hájovny, v okolí Voznice a Dobříše, dále pak jz. od Bukové u Příbrami (Mašek, 1984). Slepence definované Kodymem jun et al. (1955) tvoří málo mocné vložky či čočky v údolí Litavky u Trhových Dušníků, u Kozičina u Bohutína a v Lipižském údolí. Zvláštní kategorií jsou slepence kardavecké, které Rajlich (1971) a Fiala (1980) řadí ke kambrickým žiteckým slepencům. Nicméně Kratochvíl (1959), Kotek (1963) a Mašek s Pelcem (1972) je považovali za proterozoické, protože se od žiteckých slepenců liší nižším obsahem stabilního materiálu křemene, silicitů aj. Dále se vzácně vyskytují karbonáty. V širším okolí Trhových Dušníků, Starého Podlesí a okolí Dobříše jsou vyvinuty různě velká vulkanická tělesa, případně pruhy vulkanických hornin, které obsahují bazické horniny, andezity až dacity, ryolity a vulkanoklastika. Směrem k SV do oblasti Dobříšska klesá podíl bazických vulkanitů a stoupá podíl intermediálních a kyselých (Mašek, 1984). Horniny jsou celkově slabě regionálně metamorfované, velmi často se objevuje albitizace, sericitizace a epidotizace, místy se objevuje kontaktní metamorfóza, kterou způsobila intruze bohutínského tonalitu (Klomínský, 2010) a trondhjemitů u Kardavce (ref., v roce 1966 byly popsány Kratochvílem jako křemenné keratofyry). Všechny výše jmenované horniny prostupují pravděpodobně paleozoické žilné bazalty (diabasy).

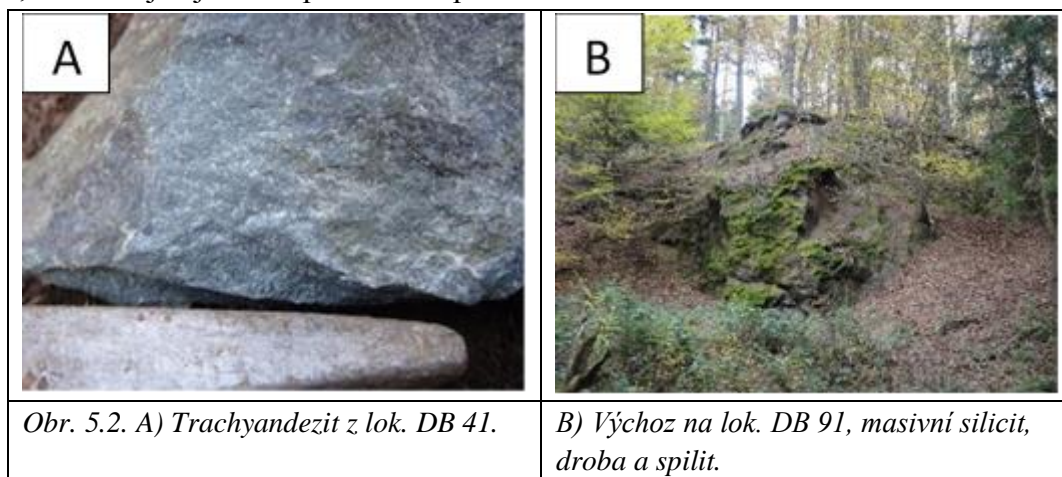
5.1 Neoproterozoikum pičinského pásu

Studovaná oblast patří k severovýchodnímu okraji pičinského melanžového pásu a přibližně má délku 7,5 km a šířku 2,5 km. Je složená hlavně ze sedimentárních a vulkanických hornin. Vulkanické produkty jsou soustředěny v podloží žitecko-hlubošského souvrství a jsou tedy při západním okraji studované oblasti. Přibližná nepravá mocnost tohoto vulkanického pruhu je až přes 600 m. Úklon tohoto tělesa nebylo možné přímo prokázat, vzhledem k nedostatečným výchozům. Na základě úklonu kambrických sedimentů a drob v podloží předpokládám úklon k severozápadu. Z převážné části se jedná o výlevná lávová tělesa doprovázená produkty explozivního vulkanismu. V téměř celém zájmovém území dominují kyselé vulkanity geochemicky odpovídající zejména ryolitům. V nejsevernějším výskytu v údolí Voznického potoka (DB 53) se vyskytují nejčastěji úlomky masivních, nefoliovaných velmi jemnozrnných ryolitových láv, které tvořily patrně lávové proudy. Odkryty jsou pouze malými výchozy (max. 2x2 m). Ve střední části od Lipížského údolí přes vrch Malinová až k výchozům za lesní cestou Bekovka je území více pestré a představuje jádro vulkanického pruhu. Střídají se zde polohy lávových brekcií s polohami masivních (koherentních) láv (původně lávových proudů). Polohy lávových brekcií tvoří protáhlá tělesa až 450 m dlouhá v rámci ryolitových lávových proudů a soustředí se zejména kolem vrcholu Malinová. Vzájemný kontakt těchto dvou poloh nebyl nikde odkryt. Území je celkově špatně odkryté z hlediska výchozů, které jsou místy ve špatném stavu, případně již zasucené, častější je výskyt úlomků hornin na povrchu, místy až kamenná pole. Lávové brekcie byly popisovány zejména z úlomků na povrchu *obr. 5.1. A*. Přírodní nebo umělé výchozy tvoří hlavně ryolitové lávy, které tvořily patrně lávové proudy (DB 65, 50, 28, 29 aj.) a působí masivním dojmem, mají nevýraznou nebo zcela nezjistitelnou vrstevnatost. Jsou jen slabě křehce rozpučány. Jižní část území v okolí Trnové představuje litologicky také velmi pestrá oblast. Vyskytují se tu velmi přesycené přes 74% SiO₂ ryolitové tufy až ignimbrity, které mají specifický vzhled, který se místy podobá trondhjemitům od Kardavce (Kratochvíl, 1966) *obr. 5.1. B*, za které byly v geologické mapě Havlíčka (1985) nesprávně označeny. V tomto tělese jsou polohy vulkanoklastik, jemnozrnných silně spečených tufů, lithických tufů s přechody až do vulkanoklastických (ignimbritových) brekcií.



Vulkanoklastické brekcie jsou zaznamenány ve dvou polohách, obsahují vysoký podíl vulkanogenního materiálu, místy i s úlomky sedimentárních hornin *obr. 5.1. C*. Jedna poloha je nad rybníky v Trnové (DB 94) a druhá je v areálu JZD Trnová.

Výskyt intermediálních hornin, vzácně bazických hornin je potvrzený pouze ve třech vzájemně oddělených oblastech. V severovýchodní části jsou vulkanity andezitového složení vycházející na povrch ve výchozech DB 57 – 60 v těsné blízkosti, případně v podloží dacitových tufů (DB 55, 56, 61 a 61A); jejich vzájemný kontakt není prokazatelně zjištělý. Nejsevernější tektonická kra za údolím Voznického potoka na kótě 423,9 m, prokázala výskyt bazaltu tzv. spilitu *obr. 5.2. B* (DB 91), který bude pravděpodobně vyvlečen podél zlomu. V centrální části na západním případně jihozápadním svahu vrchu Malinová jsou odkryvy bazaltických trachyandezitů až trachyandezitů *obr. 5.2. A*, které zde tvoří i malé výchozy DB 40 a 41. Tyto horniny byly patrně vyzdvíženy v tektonické kře z podloží, jelikož jsou omezeny dvěma příčnými zlomy, které je oddělují od žitecko-hlubošského souvrství; kontakt mezi trachyandezity a ryolity není odkryt. Posledním výskytem intermediálních hornin taktéž bazaltických trachyandezitů až trachyandezitů, případně výjimečně bazických trachybazaltů je v jižní části vulkanického pruhu a zároveň v jižní části mapovaného území. Kontakty s okolními horninami kambria a sedimenty proterozoika nejsou obnaženy, výchozy v této části prakticky nejsou, velmi hojné jsou naopak suťová pole.



Základní a naprosto převažující sedimentární horninou je droba. Barva je šedá až tmavě modrošedá, černá a zelenošedá. Droby jsou zpravidla masivní, někdy lavicovitě vrstevnaté v blízkosti jílové rozsedliny a vulkanického pruhu jsou velmi často rozpukané a na puklinách limonitizované. Místy se objevují znaky neklidné sedimentace, závalkovitá textura a drobné synsedimentární vrásy, patrně vyniklé skluzovými pohyby. Droby bývají často jemně až středně zrnité a špatně vytříděné. Byly vymapovány tři hlavní typy drob, jenž tvoří v zájmovém území různě mocné pruhy, které se pravděpodobně střídají ve vertikálním směru, případně se mohou zastupovat.

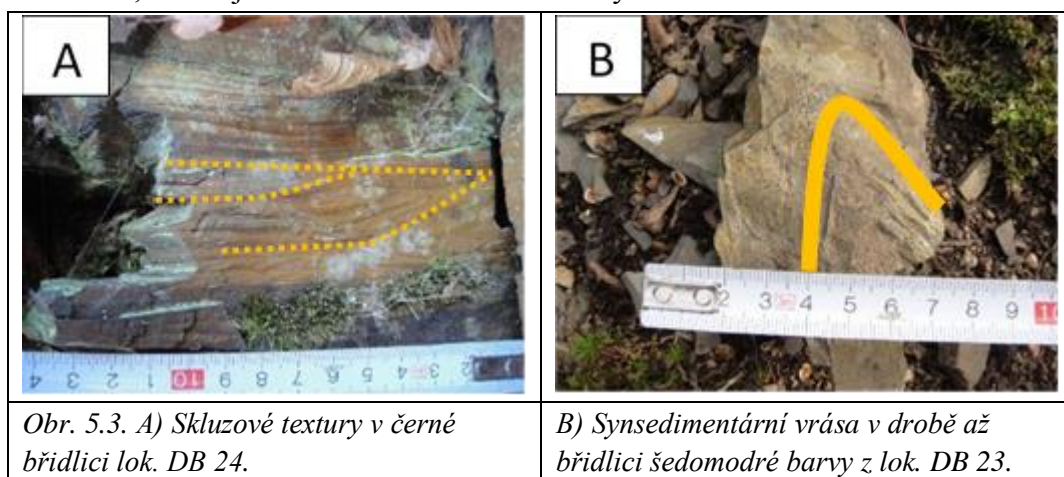
Šedé až modrošedé droby převažují v blízkosti jílové rozsedliny, nepravá mocnost tohoto pásu je průměrně 400 m. Úklony vrstev v tomto tělese naznačují přítomnost synklinikální. V blízkosti jílové rozsedliny byl úhel úklonu vrstev na všech měřeních kolem 70° k SZ a s pokračující vzdáleností od jílové rozsedliny se úhel úklonu vrstev mění na přibližně 75° k JV. V Lipižském údolí tvoří masivní výchozy (DB 16 – DB 21A), kde se cyklicky střídají mocné polohy droby (průměr 50-80 cm) s tenkými polohami tmavě modré břidlice (průměrně

5-10 cm). Všechny polohy jsou zvrásněny do vrás a místy jsou rozpukány. V těchto sledech se objevují čočky, případně tenké polohy lipížského slepence a podstatná část silicitů.

Černé droby (slídnaté) se soustřeďují do střední části proterozoika studované oblasti a vystupují ve dvou vzájemně oddělených polohách, průměrná nepravá mocnost těchto drob je 280 m. Úklon navazuje na předchozí šedou drobu v hodnotách 75° k JV. Jde o cyklický sled drob a břidlic, přičemž droby jsou zde mnohem masivnější než v předešlém typu. Vytvářejí až několik metrů mocné polohy, které se střídají s tmavě modrými až černými břidlicemi proměnlivé mocnosti. Polohy slepence ani silicitů nebyly zjištěny. Droby jsou charakteristické obsahem světlé slídy a na dobře odkrytých místech (DB 26) lze pozorovat výskyt kulovitých Fe-konkrecí o průměrné velikosti 10 cm. Tyto sledy jsou zvrásněné do vrás různých amplitud a vlnových délek.

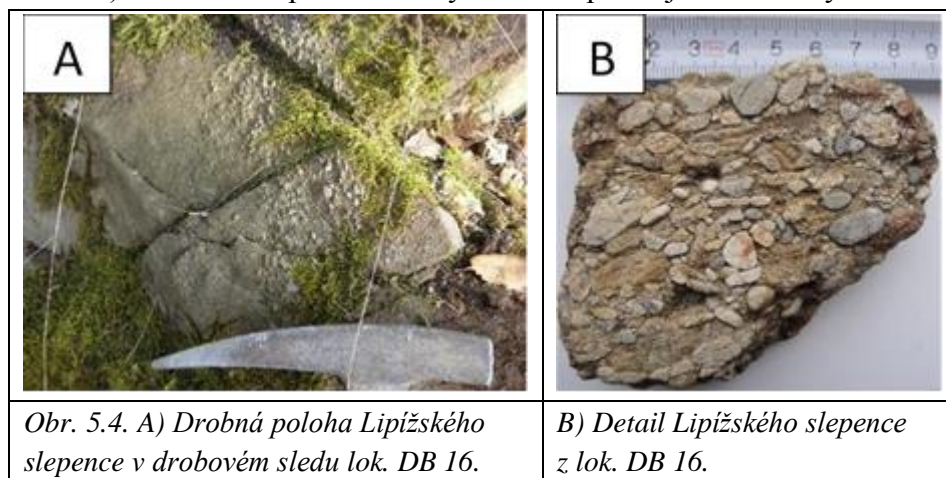
Zelenošedá droba se soustřeďuje do pruhů, které jsou v podloží vůči vulkanitům. Nepravá mocnost je proměnlivá, nicméně průměr činí kolem 250 m. Dobře odkryté výchozy jsou ojedinelé, nejsou pozorované žádné synsedimentární textury. Nálezy těchto drob poskytly vývraty stromů např. DB 44, 97 a 98. Relativně dobře zachované výchozy DB 8 a 95 poskytly možnost měření úklonu. Úklon vrstev se pohybuje v hodnotách kolem 60° k SZ. Je to velmi jemnozrná hornina s prachovitým podílem na DB 43 již s menším podílem prachovité složky. V těchto drobách se vyskytují čočky silicitů. Další výskyt této droby i s čočkou silicitu je v zaklesnuté kře kolem kóty 423,9 m jižně od vrchu Točná (DB 91). V této části je rozsáhlá část území překrytá kvarténními deluviálními sedimenty, ale vzhledem k podobnosti této zelené droby s ostatními výskyty mapovaného území si myslím, že jde o sedimenty přibližně stejného stáří.

Břidlice jsou součástí drobových sledů, místy tvoří i větší deskovité polohy o decimetrové až metrové mocnosti, např. u DB 10 a DB 83, kde je v těsném sousedství jílové rozsedliny vyvinutá mocnější břidličná poloha. Jsou většinou černošedé barvy a je pro ně typický střípkovitý rozpad. Mocnější polohy jsou vyvrásněny v úklonu 38° a 50° k JV na DB 23 a DB 24, kde se vyskytují laminované břidlice a některé polohy jsou drobně deformované za vzniku synsedimentárních vrás *obr. 5.3. B*, taktéž jsou viditelné skluzové textury *obr. 5.3. A*.

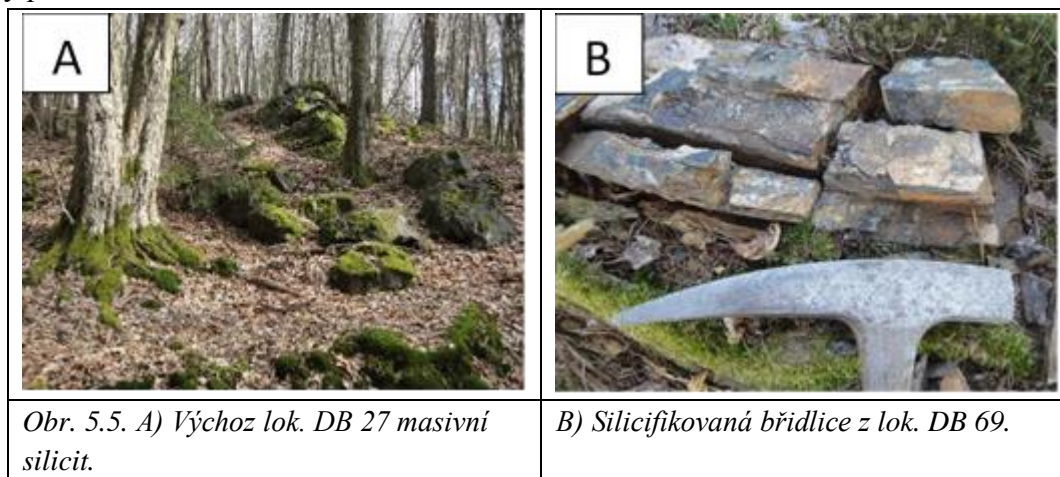


Slepence tvoří slabé protáhlé polohy, čočky a výjimečně mocnější polohy (5 m) v rámci šedých až modrošedých drob, všechny polohy jsou SV – JZ směru. Úklon na levém úpatí Lipížského údolí (DB 15 až 17) je v hodnotách 75° k JV. Na pravém úpatí Lipížského údolí je úklon v hodnotách 70° k SZ. Charakteristický a nejhojnější výskyt je po obou úpatích Lipížského

údolí DB 15, 16, 17 a 81. Nejčastěji jde o drobnozrnný typ slepence místy i středně zrnný *obr. 5.4. B*, je pro něj typické, že se vyskytuje v blízkém nadloží silicity. Jejich přechod do drob je konkordantní a byly nalezeny i drobnější vrstvy *obr. 5.4. A* v podloží hlavní polohy v Lipížském údolí (DB 16 a 17). V těchto slepencích se významně uplatňuje vulkanický materiál.



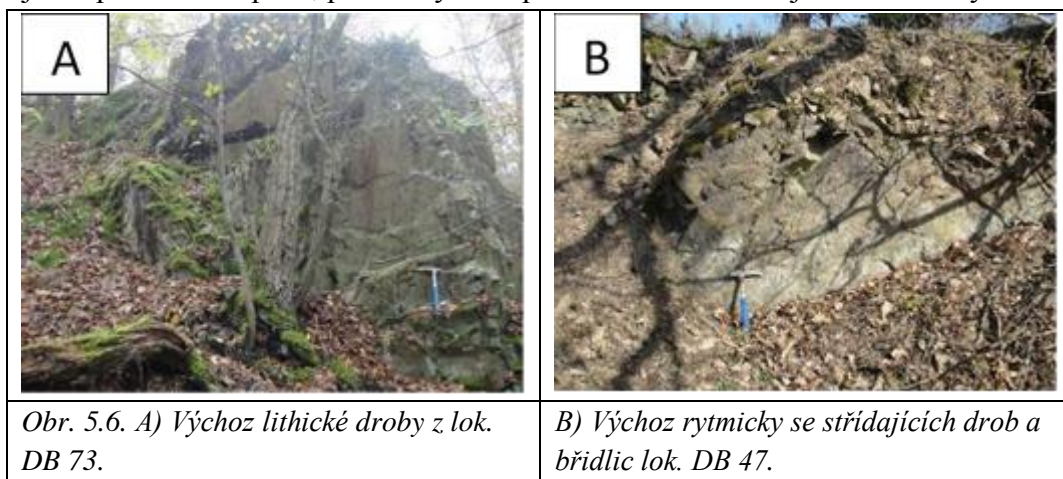
Silicity se objevují v centimetrových až decimetrových polohách protáhlých nejčastěji SV – JZ směru. Největší množství těchto těles se vyskytuje v polohách šedé až modrošedé droby, v černé drobě nebyl zaznamenán jediný výskyt, další menší tělesa se objevují v zelenošedých drobách *obr. 5.5. A*. Jedny z největších těles jsou západně od Voznice. Těleso, které tvoří dlouhý hřbet vrcholu Aglaia a pokračuje, až k neoznačenému vrchu s kótou 465,0 m je dlouhé až 1750 m s nepravou mocností průměrně 60 m (jde o kumulovanou mocnost silicifikovaných pruhů, mocnost tělesa je tím, že se nedají vymapovat jednotlivé polohy nadnesená). V lokalitách DB 64, 69, 70 aj. lze pozorovat, že nebyla úplně ukončena silicifikace a v horninách jsou patrné relikty původních hornin *obr. 5.5. B*.



5.2 Neoproterozoikum vnitro a zaobloukové pánve (štěchovická skupina)

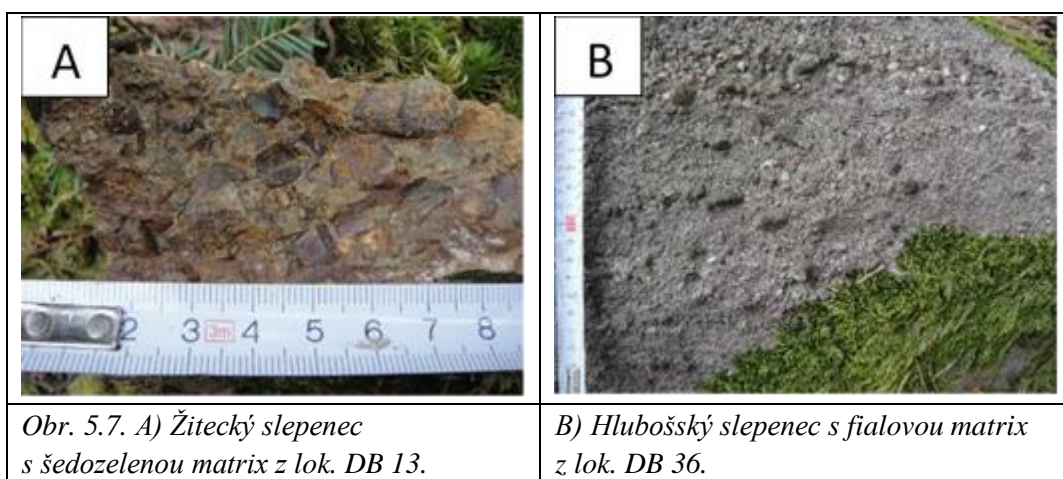
Vystupuje při východní hranici a od hornin pičínského pásu je odděleno jílovou rozsedinou. Je to sled cyklicky se střídajících sedimentů droba-prachovec-břidlice *obr. 5.6. B* s polohami středně zrnných až hrubozrnných slepenců. Toto území je velmi chudé na výchozy, nejlepší odkryvy byly popsány v Lipížském údolí (DB 72 – 78). Byly tu popsány celkem tři odlišné sledy hornin. Nejblíže k jílové rozsedině se vyskytuje droba až prachovec tmavě modré barvy,

místy s polohami břidlic. Toto těleso má nepravou mocnost průměrně 430 m. Úklon je v hodnotách 70° k J. Obsahuje polohu o nepravé mocnosti 125 m tvořenou výhradně jen lithickou drobou *obr. 5.6. A* s úklonem 75° k J. V posledním sledu o nepravé mocnosti přes 600 m převažují droby a břidlice šedé až šedomodré barvy v jižní části již s dvěma polohami o průměrné nepravé mocnosti 125 m středně až místy hrubozrnných zrných slepenců. Úklony v tomto sledu jsou nižší než v předešlých, pohybují se v hodnotách 55-60° k J a se zvětšující vzdáleností od jílové rozsedliny se zmenšují až do téměř nulových hodnot. Všechny kontakty různých typů drob jsou konkordantní. Ve studované oblasti byly mapovány pouze části přiléhající k pičínskému pásu; podrobným mapováním této oblasti jsem se nezabýval.



5.3 Kambrium

Z kambrických sedimentů byly zastíženy zejména zelenošedé, jemnozrnné až hrubozrnné žitecké slepence s převažujícími křemennými valouny a červenohnědé, jemnozrnné až hrubozrnné hlubošské slepence s valouny silicitů a křemene *obr. 5.7. B*. V příbramské synklinále pak pískovce a droby sádeckého souvrství. V blízkosti pičínského neoproterozoika jsou úklony kambria větší a se zvětšující vzdáleností od podloží proterozoika klesají směrem k SZ, případně Z. Bazální vrstvy nasedají diskordantně na vulkanity pičínského proterozoika. Západně od Trnové tvoří bázi žitecké slepence *obr. 5.7. A* s úklonem 65° k SZ. Od Trnové až po údolí Lipížského potoka tvoří bázi slepence hlubošské s úklonem 40° k SZ, nicméně u Lipížského údolí předpokládám výskyt asi 250 m dlouhé vložky žiteckých slepenců. Lokalita



neposkytuje výchozy, ale v některých vývratech je pozorován žitecký slepenec. Mezi příčnými zlomy na úpatí vrchu Spálený, je na bázi žitecký slepenec s úklonem až 70° k SZ. Předpokládám i malou vložku žiteckých slepenců těsně pod vrcholem Malinová, kde byly nalezeny úlomky. Dále až k lesní cestě Bekovka pokračuje na bázi opět hlubošský slepenec a od Bekovky až po údolí Voznického potoka vystupují opět o žitecké slepence s úklonem 55° k SZ.

Západně od Voznice se vyskytuje zaklesnutá kra hlubošských slepenců, jejichž sv. ukončení je nejisté, protože je skryto pod kvartérními deluviálními sedimenty. Domnívám se, že by mohla navazovat na další zakleslou kru kolem kóty 423,9 m jižně od vrchu Točná, která zaklesla již podél závistského přesmyku a dalších lokálních zlomů a tvoří ji hlavně žitecké slepence, případně na jednom z výchozů (DB 88), také silně deformované slepence hlubošské, vyvlečené podél zlomové poruchy.

V jižní až jihovýchodní části mapované oblasti je výskyt kambria v tzv. příbramské synklinále (Babánek, 1871; Pošepný, 1872). Vystupují zde slepence žitecké i hlubošské a v jádře i pískovce, případně droby sádecké. Tato synklinála se ztrácí v údolí Lipízkého potoka, kde jí ukončují sedimenty zaobloukového flyše štěchovické skupiny.

Ve studované oblasti byly mapovány pouze části přiléhající k pičínskému pásu, podrobným mapování kambria jsem se nezabýval.

5.4 Žilné horniny

Žilné horniny jsou v mapovaném území zastoupeny prakticky ve všech výše jmenovaných horninách. Tvoří je žilný bazalt (diabas). Jejich stáří ještě nebylo průkazně doloženo, ale protože pronikají horniny pičínského proterozoika, sedimenty za-obloukového flyše štěchovické skupiny a v menším rozšíření i horniny spodního kambria, považuji je za mladší. Většinou tvoří různé dlouhé žíly zpravidla mocné několik metrů, jejich typickým poznávacím znakem je S-J směr.

6. Geologicko-petrologická charakteristika jednotek

Vulkanické horniny uvedené v těchto kapitolách byly rozděleny na základě geochemie do podobných skupin, ve kterých jsou detailně petrologicky popisovány. Sedimentární horniny byly rovněž rozděleny do skupin, které jsou typické pro tuto oblast a taktéž jsou detailně petrologicky popisovány.

6.1 Neoproterozoikum

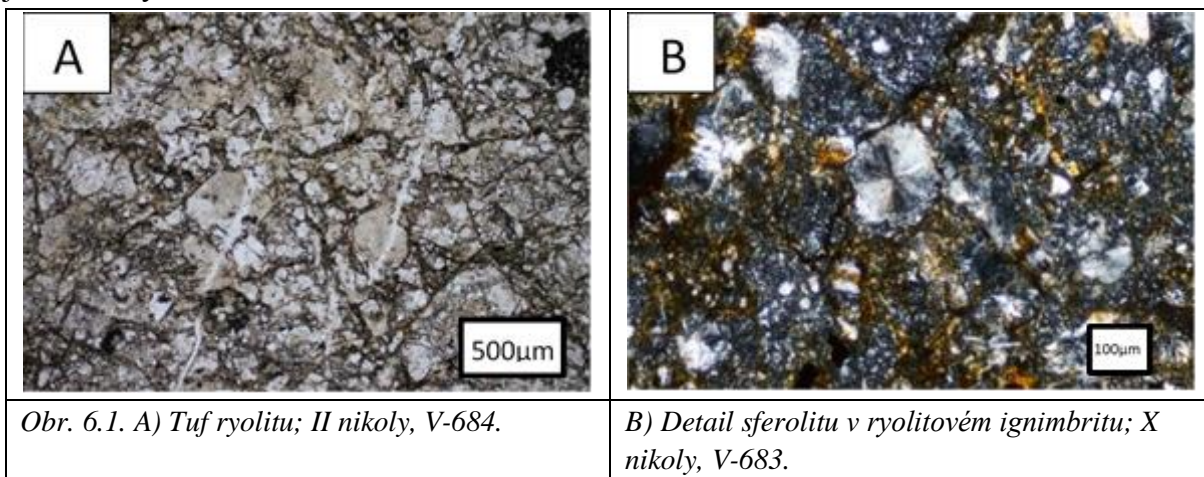
Ryolity, ryolitové brekcie a jejich tufy (ignimbrity)

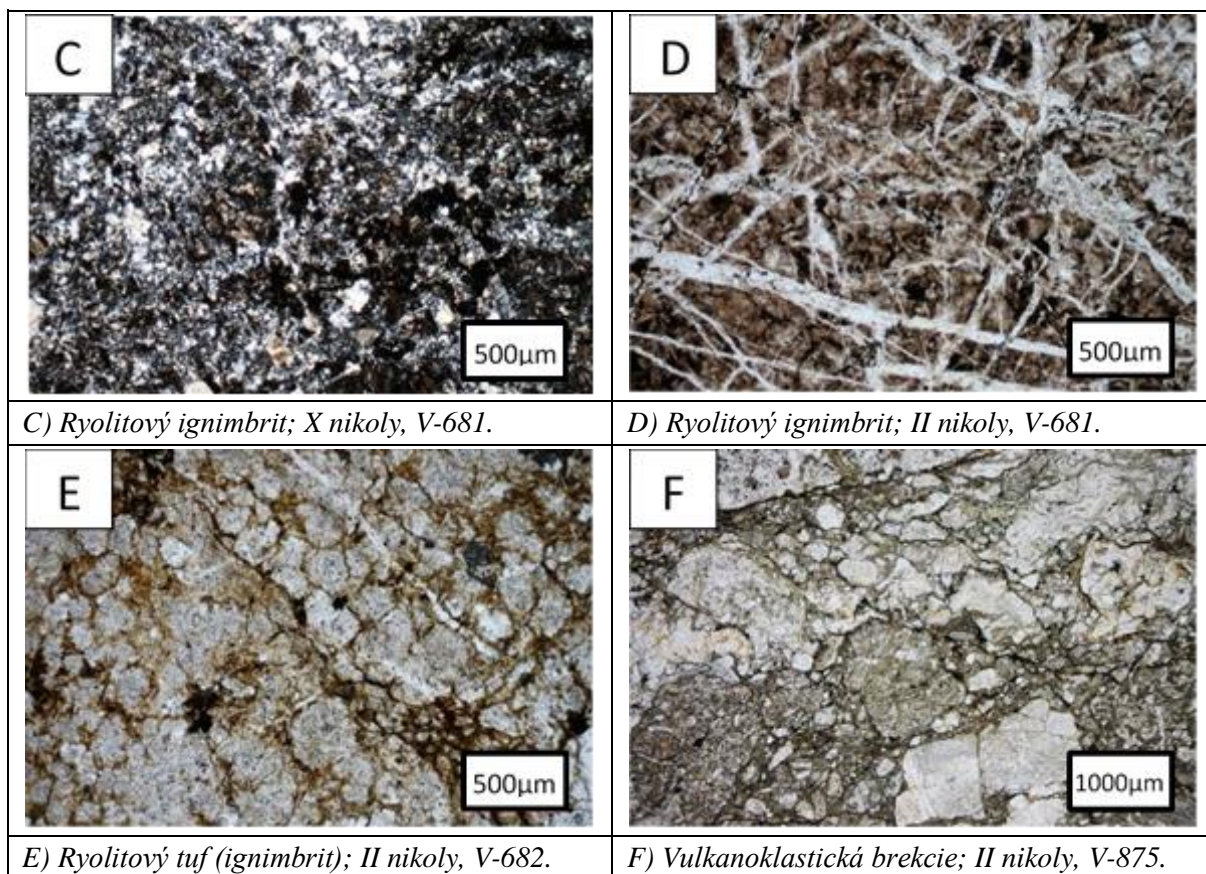
Jsou nejčastějším zastoupeným typem vulkanických hornin v mapované oblasti. V jihozápadní části převládají ryolitové tufy, ignimbrity a dvě polohy vulkanoklastické (ignimbritové) brekcie. Severovýchodní část je typická sledem masivních (koherentních) ryolitových láv či lávových proudů, které se střídají s polohami lávových brekcií. Na kótě 494,4 vystupují andezitové lávy s polohami dacitového tufu.

Ryolitové tufy jsou ve zvětralém stavu bílošedé, při roztlouknutí je u nich typická asi 1 cm mocná bílá zvětrávací kůra a jejich textura je masivní. V nezvětralém až mírně zvětralém stavu mají často modrošedou barvu s nádechem červené barvy a velmi často jsou na puklinách hojně

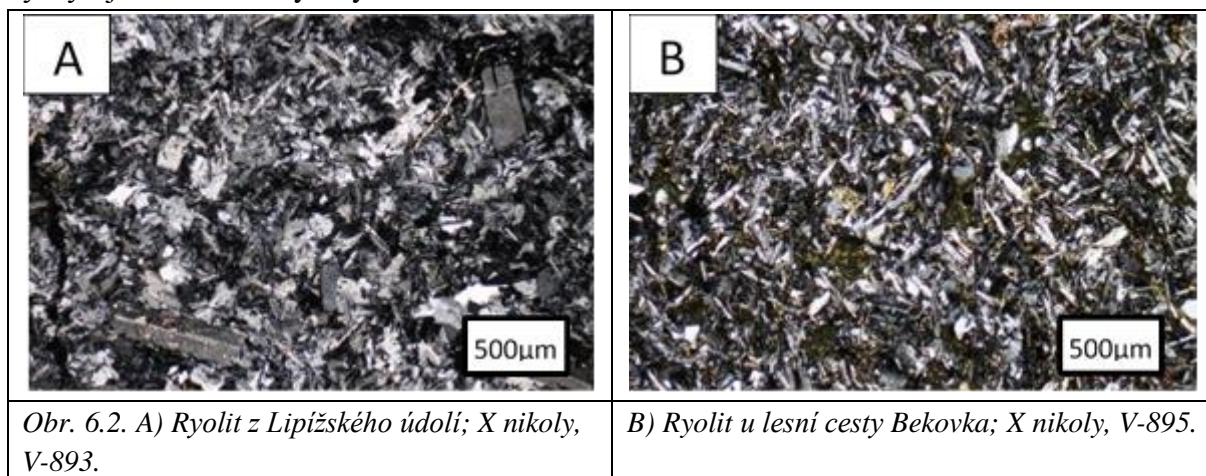
limonitizovány. Horniny jsou velmi odolné, což je způsobeno místy až sféroidálními texturami vulkanitů *obr. 6.1. B*, je proto velmi obtížné je odlamovat a ještě obtížnější drtit a mlít. Při mapování bylo zjištěno, že na některých dobře odkrytých úlomcích můžeme pozorovat jednotlivě vyvětrané klasty, což potvrdilo, že jde o tufy. Horniny jsou většinou zrnitostně nehomogenní, složené z litoklastů podobného složení, ale o rozdílné zrnitosti. V některých vzorcích jsou dobře patrná ostrohranná zrna klastů *obr. 6.1. A*, někde jsou již jen náznaky klastů *obr. 6.1. E*. Automorfní až hypautomorfní vyrostlice tvoří albit An do 5 %. Velmi hojně se objevuje zejména u vyrostlic živců v matrixu radiálně paprscitá struktura. Hornina je porušená sítí trhlin příp. fraktur, ve kterých krystalizuje křemen a Fe-minerály. Výplň trhlin tvoří chlorit. Zvláštní habitus i barvu má vzorek DB 1. Jedná se pravděpodobně o ignimbrit. Ve zvětralém stavu je šedohnědý a v nezvětralém stavu je černý. Černá barva je způsobena jemnou příměsí sulfidů, případně jiných opakních minerálů, které jsou součástí matrix, i litoklastů. Makroskopicky u něj pozorujeme různě mocné žilky křemene, tektonickou deformaci a silnou limonitizaci puklin. Matrix je velmi jemnozrná, tvořená felsickými minerály, křemenem a plagioklasem. Jsou pozorované náznaky ostrohranných úlomků, ve kterých jsou někdy větší xenomorfní nebo hypautomorfní zrna živců – zakalené plagioklasy, a krystaly křemene, které jsou tmeleny jemnozrnou základní hmotou *obr. 6.1. C*. Hornina je druhotně rozpraskána sítí drobných fraktur několika generací, ve kterých došlo ke krystalizaci jemnozrného, až hrubšího křemene *obr. 6.1. D*. Domnívám se, že přinejmenším část žilek vznikla při chladnutí ignimbitu, při kterém prostupovaly horninou fluida.

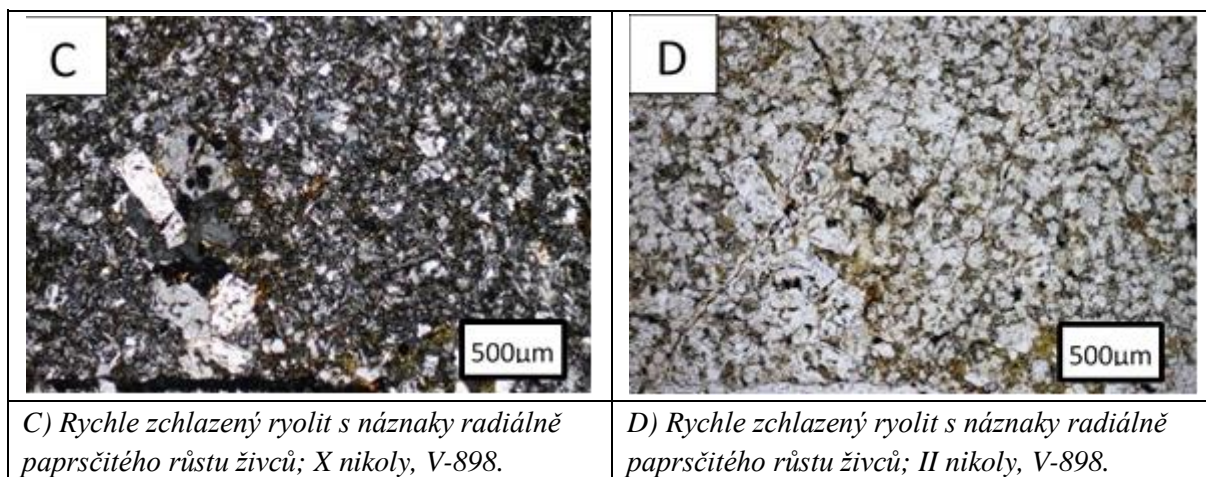
Vulkanoklastické brekcie, které se vyskytují ve dvou vzájemně oddělených polohách, jsou tmavě šedé barvy s úlomky o průměrné velikosti 0,5 cm (max. 1 cm). Matrix je složená z velmi jemnozrného vulkanického materiálu. Drobné úlomky až zrna jsou nejčastěji ostrohranná vzácně i poloostrohranná *obr. 6.1. F*, což značí malý stupeň opracování. Mezi úlomky hornin převládají vulkanity, bazické typy s prostorovým fluidálním uspořádáním vyrostlic, kyselé typy podobné ryolitovým tufům až ignimbitům. Objevují se také zrna živců a valouny jemnozrných drob a vzácně i břidlic.



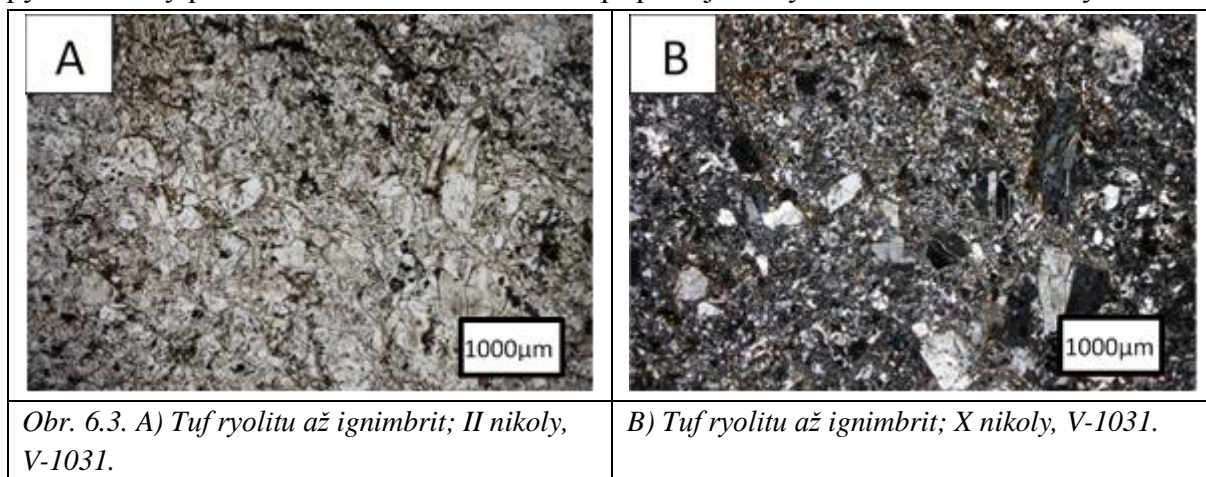


V severovýchodní části území bylo pravděpodobně hlavní vulkanické centrum, které pokrývá celý vrch Malinová. Jedná se o sled lávových proudů a brekcií. Lávové brekcie jsou barevně variabilní, jsou modrožluté s nádechem červené a bílé barvy, obsahují dutiny. Ryolitové lávy jsou zde modrobílé a šedo zelené. Horniny jdou lze velmi těžko otloukat. Jsou velmi jemnozrné místy s viditelnými porfyrickými vyrostlicemi plagioklasu ($An = 8\%$) obr. 6.2. A. Albit často vytváří 0,5 mm dlouhé automorfní až hypautomorfní krystaly a shluky obr. 6.2. B, je často postižený chloritizací. V matrix se objevují xenomorfní, místy kulovitá a jehličkovitá zrna křemene a živce obr. 6.2. C a obr. 6.2. D. Výplň v dutinách tvoří chlorit, místy jílové minerály a Fe-oxidy. Zejména pak v okolí lesní cesty Bekovka až do údolí Voznického potoka se vyskytují šedo zelené ryolity s mandlovcovitou texturou.





K porovnání byly vybrány ryolity davelského souvrství z antiklinály Kozích Hor. Základní hmota je velmi jemnozrná felsitická, tvořená mikrokystalickým křemenem a plagioklasem, případně menším množstvím sericitu a chloritu. Horniny mají porfyrickou strukturu, makroskopicky jsou dobře patrné vyrostlice křemene a živce o průměrné velikosti 0,5 až 2 mm, hornina je zrnitostně celkově heterogenní. Živce jsou vždy v převaze nad křemenem. Porfyrické vyrostlice plagioklasu mají průměrnou bazicitu $An =$ do 13% (albit až oligoklas), objevují se i albitizované ortoklasy. Krystaly mají často xenomorfní (střípkovitý) až hypautomorfní tvar, často jsou zprohýbané, rozlámané, korodované a natavené *obr. 6.3. B*. Místy se u živců objevuje až sférolitická struktura. V dutinách se objevuje chlorit *obr. 6.3. A*. Většina zrn je zakalená díky albitizaci a chloritizaci, což jsou znaky typické pro silně spečené tufolávy (ignimbrity). Chaotické uspořádání vyrostlic, někdy nalepování malých krystalů na ně ukazuje na patně pyroklastický původ těchto hornin. V každém případě jde o rychle zchlazené horniny.

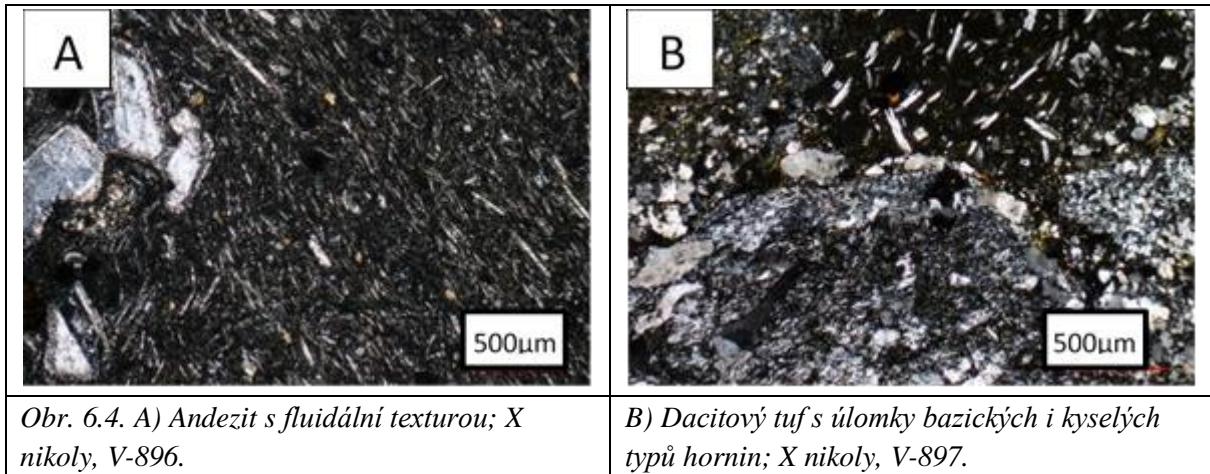


Andezity až dacity a jejich tufy

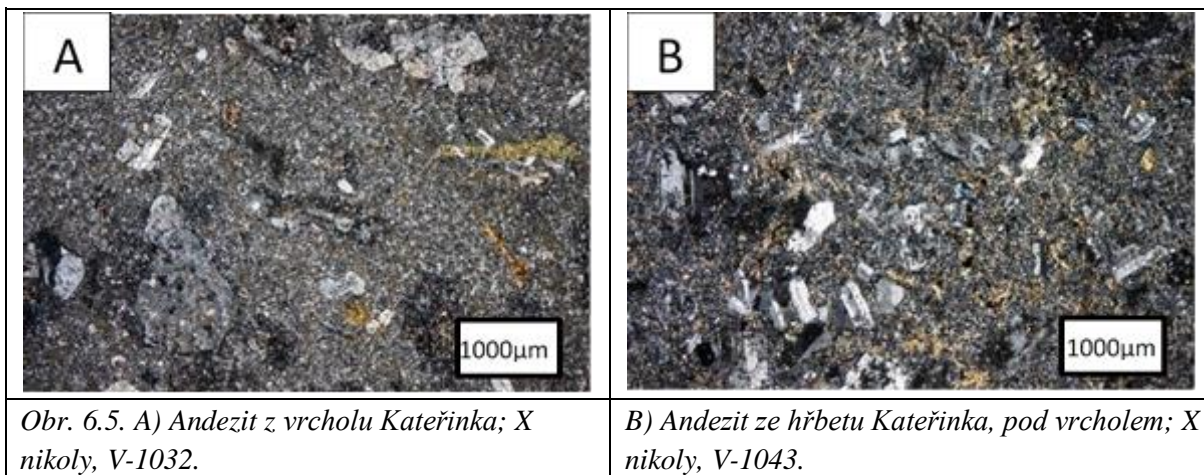
Makroskopicky se jedná v případě andezitů o velmi jemnozrné horniny. Jsou světle šedé až šedomodré barvy, s fluidální texturou, struktura je porfyrická, místy se může jevit jako sklovitá. Andezity jsou často zdravé a místy navětralé. Horninu lze s těžkostmi otloukat geologickým kladivem, při otluku se rozpadá na ostrohranné úlomky. Velmi jemnozrnou matrix tvoří malé jehličky krystalů plagioklasu a křemene s náznaky usměrnění, místy těžko rozeznatelné. Větší krystaly až 0,5 mm velké tvoří automorfně omezený plagioklas s bazicitou An do 35 %

(andezín). Často jsou postiženy chloritizací a některé mají kolem krystalu vyvinutou vrstvu plnou inkluzí *obr. 6.4. A*. Hornina je velmi porézní, obsahuje kulovité dutiny vyplněné převážně chloritem, místy křemenem. V některých částech se objevují pseudomorfózy po minerálech (živcích) s jílovými minerály, chloritem a karbonátem jako výplň. Pukliny vyplňuje kalcit.

V případě dacitového tufu jsou vidět na povrchových úlomcích různě vyvětralé klasty vulkanických hornin o průměrné velikosti 1 cm. Horninu lze těžce rozbít geologickým kladivem a na čerstvém lomu působí homogenně, klasty nejsou viditelné. Hornina je tmavě šedé barvy a lze jí dobře poznat podle hmotnosti, má mnohem větší hustotu než okolní andezity a často je navětralá až slabě zvětralá. Matrix tvoří úlomky hornin a směs chloritu a jílových minerálů, která má při pozorování ve zkřížených nikolech specifickou žlutohnědou barvu. Hornina obsahuje bazické i kyselé typy vulkanitů a samostatné krystaly plagioklasu a křemene *obr. 6.4. B*. Úlomky bazických hornin jsou tmavé a mají usměrněné jehličky křemene a plagioklasu. U některých úlomků kyselých typů hornin je patrná porfyrická struktura s jemnozrnnou základní hmotou tvořenou malými jehličkami křemene a plagioklasu (albitu). Vyrůstlice tvoří automorfní až hypautomorfní krystaly albitu a objevují se i xenomorfní zrna křemene.



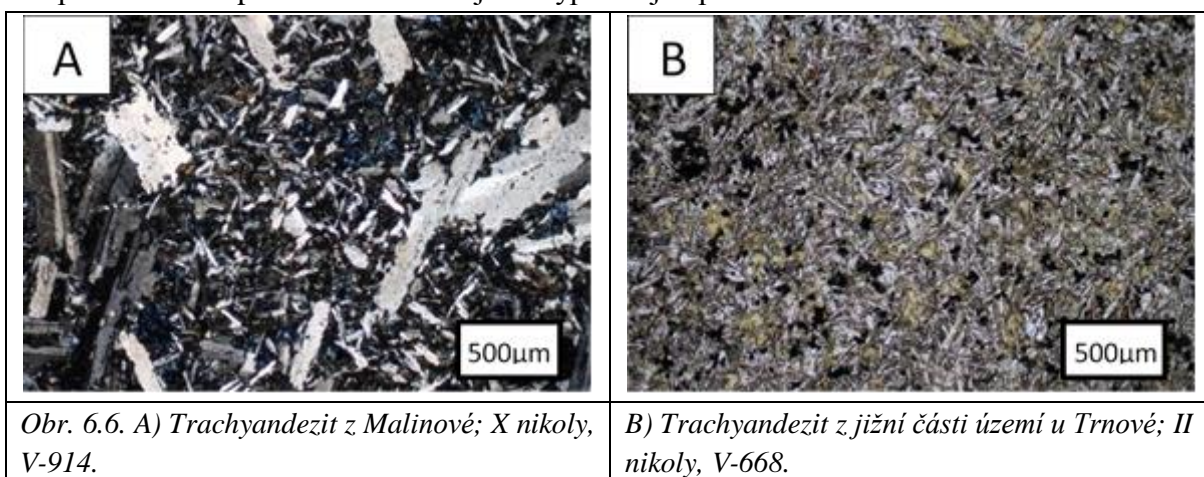
K porovnání byly vybrány dacity davelského souvrství z antiklinály Kozích Hor. Matrix je velmi jemnozrnná až téměř izotropní tvořená mikrokrystalickým plagioklasem, křemenem, tyčinkovitým amfibolem, biotitem, chloritem a sericitem *obr. 6.5. A*. Horniny mají porfyrickou strukturu, obsahují větší vyrůstlice plagioklasu s bazicitou $An = 18-22\%$ (oligoklas), většina zrn je zakalená chloritizací, příp. sericitizací. Vyrůstlice mají hypautomorfní až xenomorfní tvar a jsou dlouze sloupečkovité *obr. 6.5. B*. Objevuje se i ortoklas, který je přítomný v malém množství v základní hmotě. Amfibol je vedle plagioklasů podstatnou součástí horniny. Tvoří drobné jehličky průměrně 0,1 mm dlouhé a má zřetelný pleochroismus (světlezelený až olivově zelený). V dutinách se objevuje chlorit, který tvoří místy pseudomorfózy po krystalu, objevuje se také biotit. Jako akcesorie se objevují rudní minerály a klinozoisit s anomálně namodralou interferenční barvou.



Trachyandezity

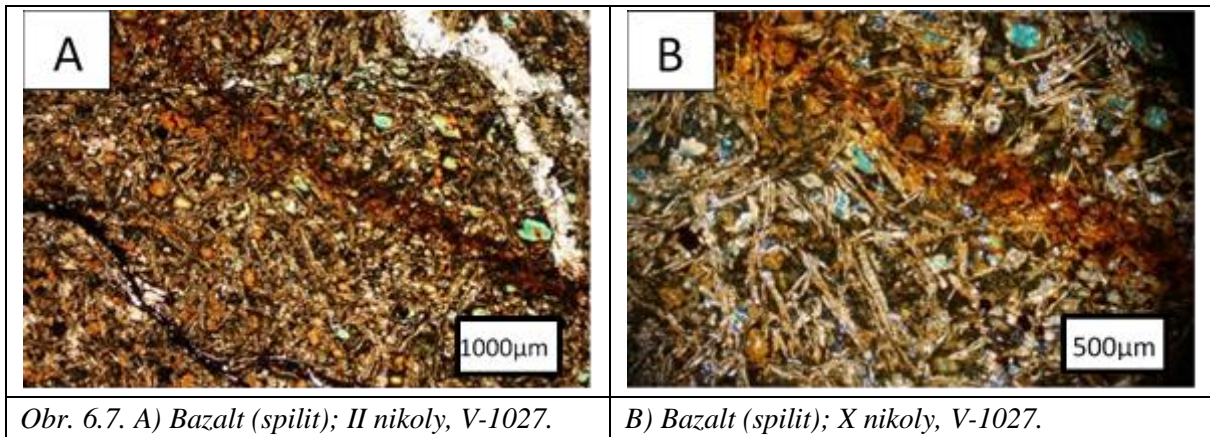
Makroskopicky velmi jemně zrnité až celistvé horniny, místy s vyrostlicemi plagioklasu a dutinami. Jejich barva je tmavě modrá až šedomodrá. Horniny jsou velmi masivní, většinou zdravé až navětralé, místy s žilkami křemene v blízkosti tektonických hranic většinou rozpukané, limonitizované a zcela až silně alterované. Nezvětralou horninu lze těžce rozbít kladivem. Matrix je velmi jemnozrná a složená z usměrněných jehliček plagioklasů a mikrořemene. Vzorek ze západního svahu Malinové je typický porfyrickou strukturou obr. 6.6. A. Plagioklas s bazicitou An do 10 % (albit – oligoklas) tvoří protáhlé krystaly o velikosti 1 x 0,4 mm, některé jsou zakalené po albitizaci. Ve vzorku se objevují shluky epidotu a krystaly klinopyroxenu o velikosti 0,9 x 0,3 mm. V dutinách se objevuje velmi hojně chlorit a v puklinách kalcit.

Vzorek z jižní části území od Trnové je typický svojí mandlovcovou texturou a spíše afanitickou strukturou matrixu obr. 6.6. B. Neobsahuje větší vyrostlice, tvoří ho pouze malé jehličky plagioklasu (albitu, An = 0 %) a velmi jemnozrných zrn křemene. Ve vzorku jsou hojné mandle, které vyplňuje kalcit, chlorit nebo limonit. Jako akcesorie se objevují sloupcovitá zrna apatitu. V dutinách jako výplň hojně přítomen chlorit.



Bazalt (spilit)

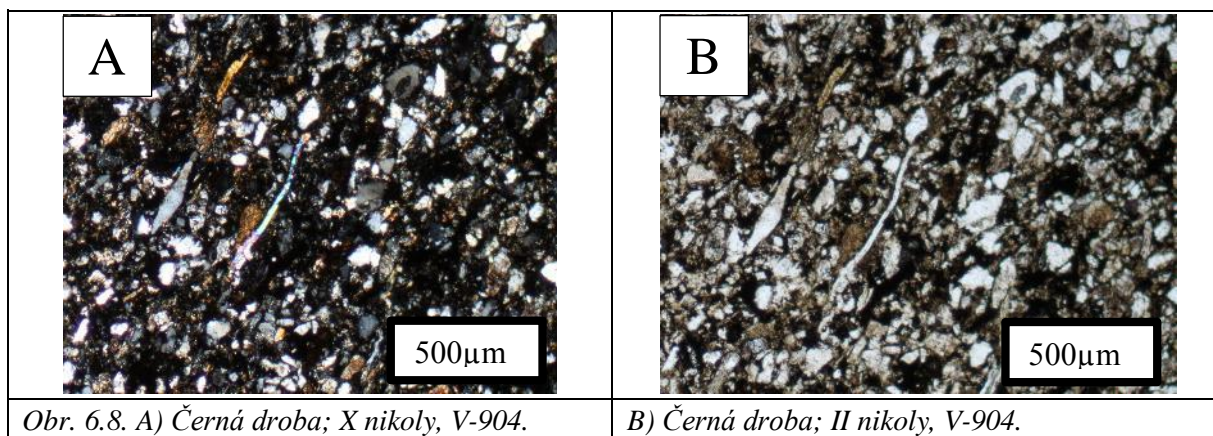
Spilit nebyl určen pomocí chemických analýz, je popisován pouze petrologicky na základě výbrusu. Hornina složená z jehliček krystalů živce (? plagioklas) dlouhých přibližně 0,25-0,5 mm, místy s malými zrníčky křemene nepravidelných tvarů *obr. 6.7. A*. Bazicitu plagioklasu nebyla prokazatelně určena. Hornina je porušena žilkou velmi jemnozrnného křemene, který tvoří xenomorfně omezená zrna. Vzorek má mandlovcovitou strukturu a celý je zbarvený do hnědozelené barvy, což způsobují Fe-minerály a chlorit. V dutinách se objevuje chlorit, který tvoří také výplně mandlí o průměrné velikosti 0,1x0,1 mm *obr. 6.7. B*.



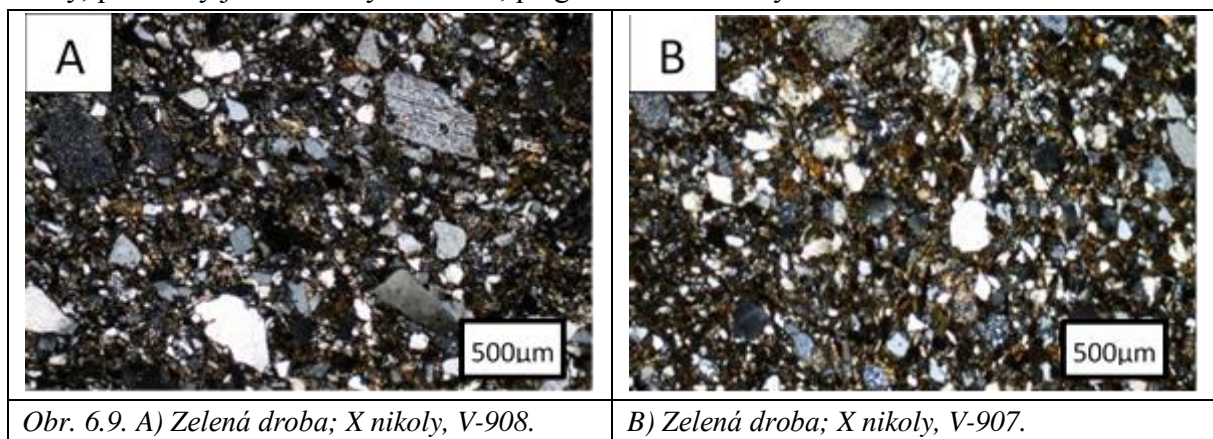
Droby

Šedé až šedomodré barvy – makroskopicky jemně až drobně zrnité, s viditelnými krystaly živce a křemene. Horniny jsou masivní, zvrásněné, místy rozpukané, velmi často mohou být barevně variabilní, zejména při zvětrání se jejich barva jeví jako světle hnědá až hnědá. Tvoří rytmicky zvrstvené sledy, v nichž se střídají vrstvy drob o průměrné mocnosti 50-80 cm s polohami břidlic o průměrné mocnosti 5-10 cm. Horninu lze těžce až lehce rozbít geologickým kladivem. Matrix je tvořená z jemných úlomků křemene, živce a místy chloritu. Struktura je psamitická, objevují se úlomky s průměrnou velikostí 0,5 mm, nejčastěji se jedná o polozaoblená zrna plagioklasu (albitu) a křemene, mezi úlomky byly zjištěny i silicity.

Černé droby (slídnaté) – makroskopicky jemně až drobně zrnité místy i středně zrnité. Obsahují viditelné zrna slídy muskovitu i biotitu a krystaly živce, případně křemene. Plagioklas (albit) a křemeny tvoří poloostrohanná zrna v průměru 0,1 x 0,1 mm, některá jsou přednostně orientována a mají délku 0,25 mm *obr. 6.8. A*. Muskovit má různě protáhlá zrna o délce 0,5 mm *obr. 6.8. B*. Matrix tvoří šupinky muskovitu, chloritu a úlomky křemene a plagioklasu. Černé droby jsou rozpukané, zvrásněné a místy limonitizované. Typicky se rytmicky střídají několik metrů mocné polohy drob s polohami břidlic místy až metrové mocnosti. Lokálně se vyskytují kulovité Fe-konkrece průměrně 5-10 cm velké a na neztvětralých výchozech jsou v některých partiích viditelné mikrotextury, různé záteky. V břidličných polohách, které tvoří kvalitní výchozy, jsou pozorované synsedimentární vrásy, laminace, záteky a šikmé zvrstvení. Horninu lze těžce až lehce rozbít geologickým kladivem.



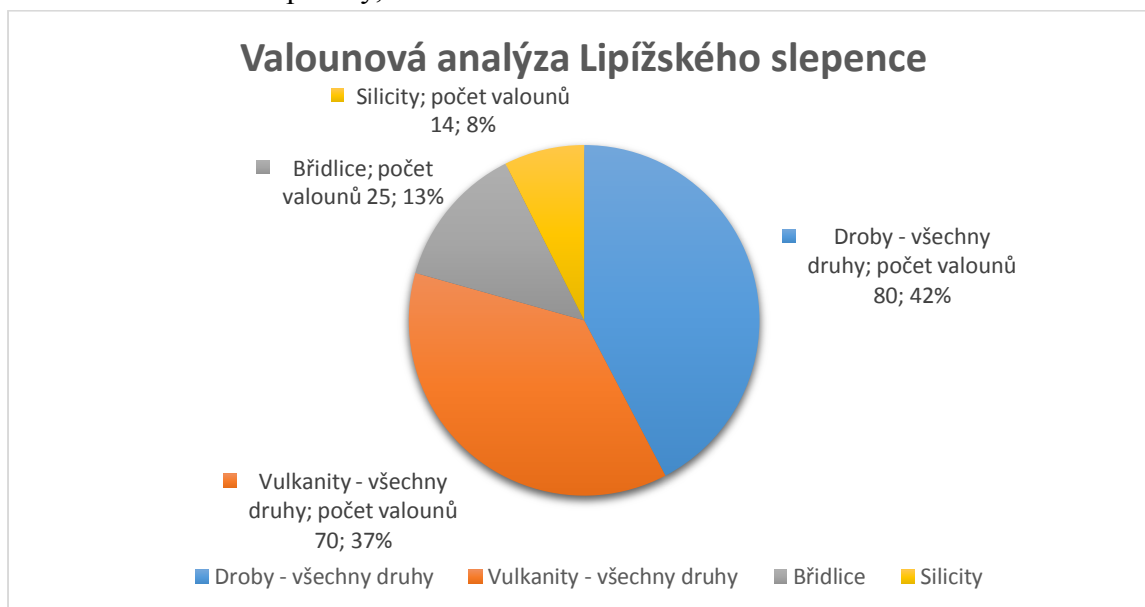
Zelenošedé droby – makroskopicky jemně až velmi jemně zrnité místy i drobně zrnité. Obsahují viditelné krystaly živce, případně křemene. Na ojedinělých výchozech jsou horniny rozpukané, zvrásněné a místy limonitizované. Horninu lze lehce rozbít kládívem, velmi často je slabě zvětralá až navětralá. Hornina jeví známky usměrnění zrn, některá z nich jsou protažená v určitém směru obr. 6.9. A. Hlavní zrna, které převládají, jsou plagioklasy a křemeny, tvoří poloostrohanné až polozaoblené zrna o průměrné velikosti 0,3 x 0,3 mm obr. 6.9. B. Některá zrna plagioklasů jsou postižena chloritizací. Další zastoupená zrna jsou silicity, většinou zaoblených až polozaoblených tvarů o velikosti 0,2 x 0,2 mm. Vulkanity tvoří i velké úlomky 1,25 x 0,5 mm s viditelnými jehličkami plagioklasů v jemnozrnné tmavé matrix. Dominantní jsou intermediální až kyselé typy, ale objevují se i bazalty (spility). Místy se objevují i protažené tabulky muskovitu. V matrix, téměř převažuje chlorit, který způsobuje zelený nádech této droby, přítomny jsou úlomky křemene, plagioklasu a tabulky muskovitu.



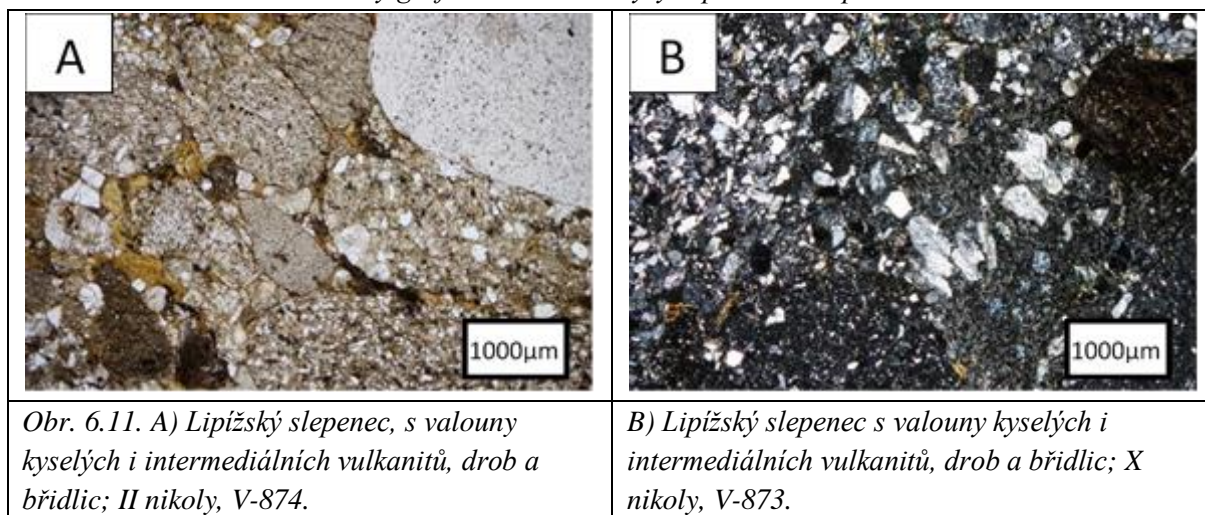
Slepence

Makroskopicky jsou nejčastěji drobnozrnné až středně zrnité. Jejich barva je šedá až šedomodrá. Matrix se jeví jako šedozelená, složená je převážně z jílových minerálů a chloritu, případně drobných úlomků hornin obr. 6.11. A. Valouny mají v průměru 1 cm, ojediněle se mohou objevit i větší, převažují zaoblené, místy se mohou objevit i polozaoblené. Makroskopicky můžeme rozlišovat různé druhy valounů, převažují valouny drob s podstatným zastoupením vulkanitů různého složení od kyselých po intermediální, místy se mohou vyskytnout i bazičtější typy. Další zastoupené valouny jsou břidlice a v menší míře také silicity. Podrobnější mikroskopický výzkum potvrdil obsahy různých valounů, jak je blíže upřesněno na obr. 6.10. Dominující droby jsou ve vzorcích zastoupeny jemnozrnnými, ale i

hrubozrnějšími typy. Většinou obsahují zrna plagioklasu a křemene, někdy je pozorován i muskovit. Vulkanity jsou též hojně zastoupeny, nejčastěji se objevují ryolitová zrna s porfyrickými vyrostlicemi plagioklasu (albitu) v jemnozrnné základní hmotě, tvořené jehličkami plagioklasu a křemene *obr. 6.11. B*. Objevuje se i ryolitový typ s mandlovcovitou texturou, mandle vyplňuje chlorit. Určitý podíl mají i bazičtější typy s tmavou základní hmotou a lištovitými plagioklasy bez větších vyrostlic. Horninu lze lehce rozbít kladivem. Tvoří jednotlivé různě mocné polohy, maximálně 5 m s konkordantním vztahem k okolním drobám.



Obr. 6.10. Koláčový graf valounové analýzy Lipízkého slepence z lok. DB 16.



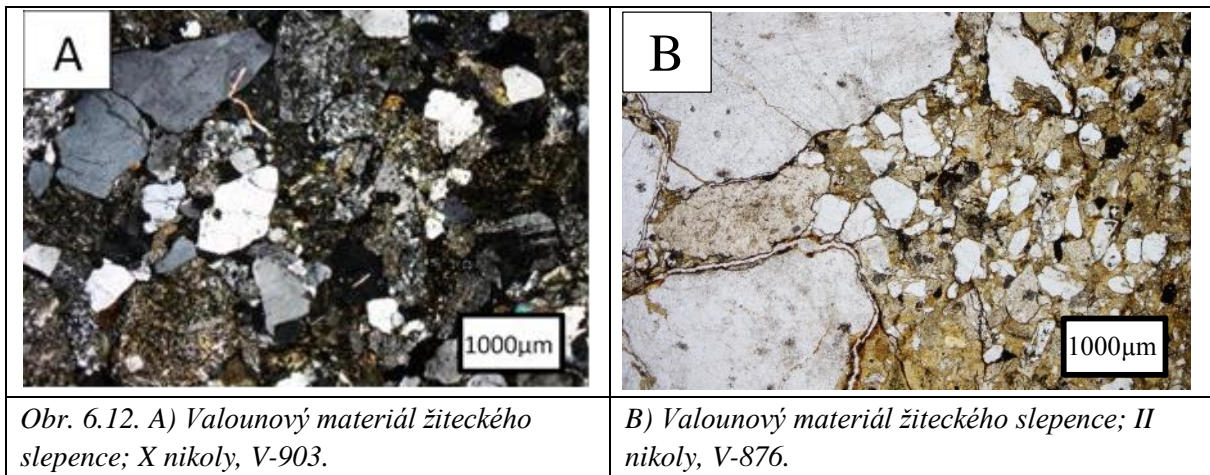
Silicity

Makroskopicky téměř homogenní horniny, některé silicity obsahují žilky vyplněné křemenem, objevují se i zcela masivní silicity a v některých lokalitách je velmi dobře patrná neukončená silicifikace okolních hornin, zejména břidlic případně drobových břidlic. Jejich barva je tmavošedá až černá, světle šedá a narůžovělá. Jedná se o velmi tvrdé horniny lze je velmi těžce otloukat geologickým kladivem. Je to hornina složená prakticky jen z křemene, který tvoří xenomorfní zrna, v dutinách se objevují narůstající krystaly křemene. Matrix je proměnlivá od světle šedé po černou, což je způsobeno zvýšeným obsahem uhlíku, tvoří jí mikrokřemen.

6.2 Kambrium

Žitecké slepence

Makroskopicky bývají nejčastěji jemnozrné až středně zrnité, vzácně i hrubozrné s valouny o průměru až 10 cm. Mají typickou šedou až šedo zelenou barvu a obsahují valouny o průměrné velikosti 1-2 cm v některých partiích jsou průměry klastů větší, jsou špatně vytříděné a často tvořené materiálem lokálního původu. Mezi nejhojnější valouny patří vulkanity a proterozoické droby a břidlice, méně pak křemeny a silicity. Horninu lze lehce rozbít kladivem. Matrix je složená z úlomků hornin a rekrystalovaného jílového materiálu, případně biotitu obr. 6.12. B. V jižní části mapovaného území se ve valounovém materiálu objevují, křemeny, silicity, droby a bazické vulkanity. Křemen a silicity tvoří polozaoblené až zaoblené valouny centimetrových rozměrů, ale průměrně kolem 2,5 x 1,5 mm, u silicitů se jedná o největší valouny ve vzorku. Droby jsou většinou jemnozrné s většími zrny plagioklasu. Mezi úlomky vulkanických hornin dominují bazičtější vulkanity, jsou velmi jemnozrné až sklovité bez větších vyrostlic s mikrolity plagioklasu často až fluidálně uspořádaného v matrixu. Jako akcesorie se objevuje zirkon. V severní části mapovaného území je podíl valounů vulkanitů větší než v jižní části, objevují se zaoblená zrna křemene a silicity, také jemnozrné droby, lokálně i malé úlomky granitoidů a jako akcesorie zirkon obr. 6.12. A. Vulkanity jsou zastoupeny porfyrickými kyselými ryolitovými typy s usměrněnými jehličkami plagioklasu a křemene. Vyrostlice tvoří zejména plagioklas (albit), bazičtější typy se vyznačují tmavou jemnozrnou až sklovitou matrix a místy s usměrněnými jehličkami (mikrolity) plagioklasu.



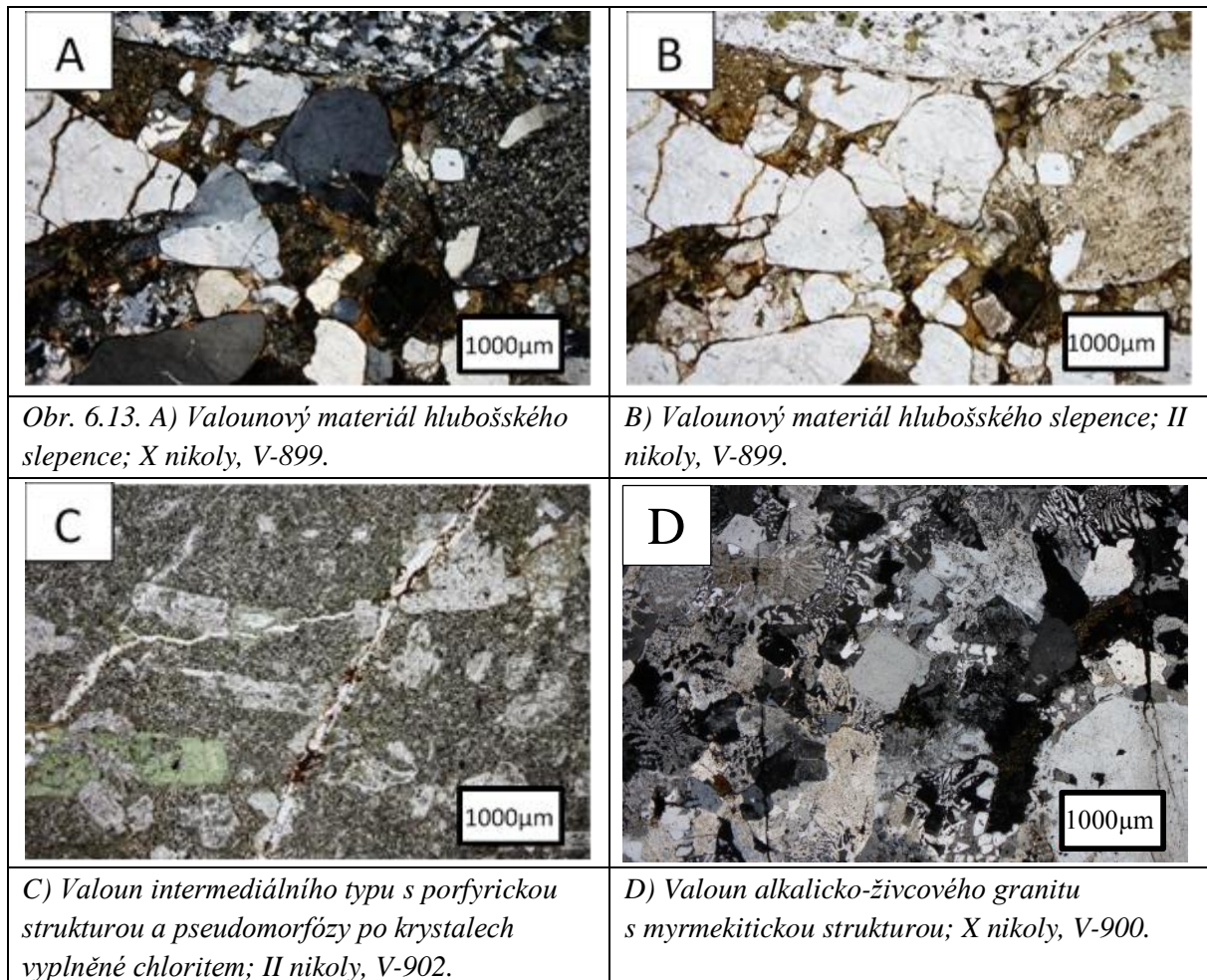
Obr. 6.12. A) Valounový materiál žiteckého slepence; X nikoly, V-903.

B) Valounový materiál žiteckého slepence; II nikoly, V-876.

Hlubošské slepence

Makroskopicky je jedná převážně o středně zrnité slepence, ale velmi hojně jsou zastupovány hrubozrnými polohami. Je pro ně typická červená až fialová barva, způsobená oxidy železa. Většinou obsahují zaoblené valouny o průměrné velikosti 2-5 cm v hrubších polohách i 10 cm. Ve valounovém materiálu převládají zaoblené až polozaoblené křemeny a silicity i centimetrových rozměrů, místy droby, břidlice a granitoidy obr. 6.13. A a obr. 6.13. B. Podíl vulkanitů klesá se zvyšující se vzdáleností od vulkanického pruhu. Matrix je složená z jílových minerálů, chloritu a minoritně muskovitu. V zakleslé kře západně od Voznice je významný podíl vulkanických valounů až o velikosti 5 cm, převažují kyselé i intermediální typy a místy se objevují i bazičtější typy. Valouny kyselých a intermediálních typů mají jemnozrnou matrix tvořenou křemenem a plagioklasem. Vyznačují se porfyrickou strukturou, vyrostlice tvoří

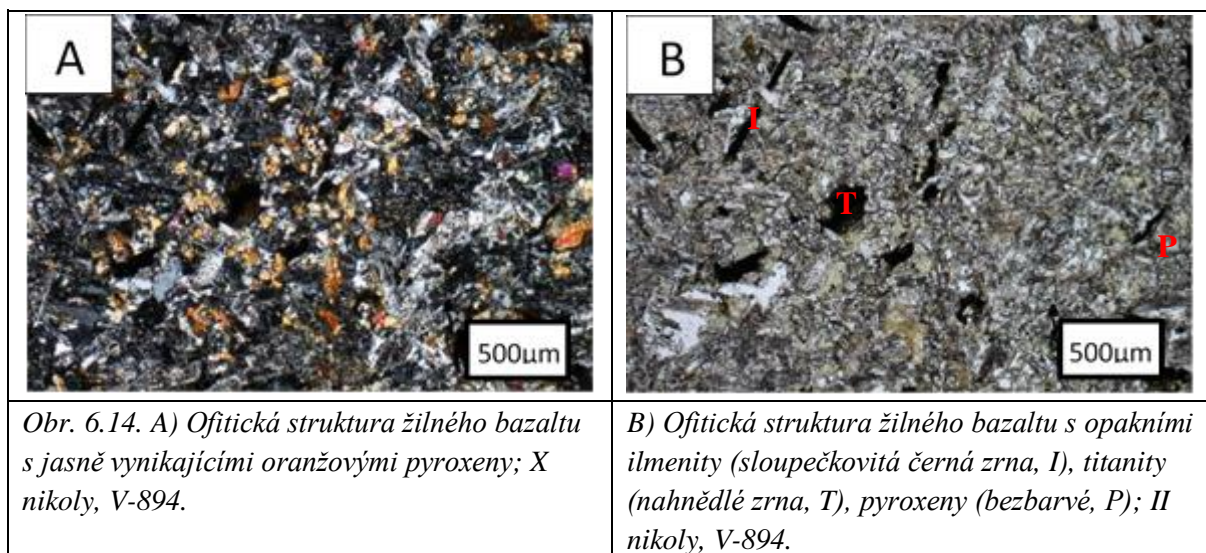
plagioklas o bazicitě An do 10 % (albit až oligoklas), místy jsou chloritizovány a tvoří sloupečkovité krystaly o velikosti 1 mm. Hojně jsou pseudomorfózy po plagioklasu, které vyplnil chlorit *obr. 6.13. C*. Bazičtější typy jsou bez větších vyrostlic, tvořené tmavou základní hmotou s malými jehličkami plagioklasu, v dutinách s chloritem. Zaznamenán byl i valoun alkalicko-živcového granitu s myrmekitickou strukturou *obr. 6.13. D*, hornina je složená ze zrn křemene, plagioklasu (albitu) a draselného živce, v dutinách s chloritem a biotitem.



6.3 Žilné horniny

Žilné horniny jsou reprezentovány středně zrnitými až jemnozrnými horninami, místy se vyskytují i hrubozrné typy s ofitickou strukturou, s hojným uralitem. Mocnější žily, mají často hruběji zrnité jádro a jemnozrný zchlazený okraj např. v lůmku v Lipízkém údolí na jihozápadním svahu Malinové. Tyto žilné horniny (diabasy) pronikají všechny horniny pičínského pásu a v menším rozšíření i horniny žitecko-hlubošského souvrství.

Jemnozrné variety mají ofitickou strukturu, jsou tvořené hlavně labradoritem An = 55 %, dále pak pyroxenem *obr. 6.14. A*, amfibolem, který tvoří krystaly a nepravidelné shluky a místy křemenem, který tvoří nepravidelná zrna. Vedlejší minerály *obr. 6.14. B* představují opakní ilmenity (částečně alterované na směs minerálů rutilu a titanitu) s dlouhými sloupcovitými zrny, hnědá místy nepravidelná zrna titanitu a Ti-magnetitu. Fiala (1974) popisuje hrubozrné typy obsahující určitý podíl křemene, amfibolu, augitu, plagioklasů, uralitu a místy ortopyroxenu.



7. Strukturní charakteristika studované oblasti

Pičínský pás má hrást'ový charakter a sedimentární horniny zájmové oblasti jsou deformovány do velkých vrás a brachystruktur a velmi slabě metamorfovány. Ve vulkanických horninách není možné vrásovou stavbu sledovat. Vrásová stavba v proterozoických horninách je projevem především kadomské tektogeneze, jelikož jsou však zvrásněny i horniny kambria, část deformace se odehrála i v rámci zkrácení prostoru ve směru sz-jv., během variské orogeneze, do níž spadá zejména vznik směrných zlomů a doprovodné puklinové stavby.

Zlomové struktury jsou směrné, severovýchodního směru, který reprezentuje jílová rozsedlina a závistký přesmyk a příčné, severozápadní, reprezentované zlomy v Lipízkém údolí a na vrchu Malinová.

7.1 Primární struktury a textury sedimentů a vulkanitů

Vrstevnatost

Vulkanity nemají zřetelnou vrstevnatost, proto nebylo možné přesně určovat tyto prvky ve vulkanickém pruhu. Díky vymapování čoček vulkanoklastických brekcí a lávových brekcí můžeme zhruba vidět náznak stratifikace. Čočky jsou nejčastěji ve směru SV-JZ. Vrstevnatost se výrazně, nebo slaběji uplatňuje ve studovaných sedimentárních horninách pičínského pásu, ale i okolních horninách štěchovické skupiny a horninách žitecko-hlubošského souvrství spodního kambria.

V horninách pičínského pásu je vrstevnatost dobře měřitelná zvláště když je definována střídáním různě barevných lamin nebo vložkami břidlic, slepenců (DB 16 a 17), místy i prokřemenělých břidlic (DB 17), případně na základě různých zrnitostních typů hornin, výjimečně lze vidět i drobné laminy přímo v drobách. V přiložené geologické mapě, byly sledy drob a břidlic rozděleny do pásů dle své litologie. Šedé až šedomodré droby s polohami břidlic jsou typické přítomnými čočkami slepenců a silicitů, které místy definují vrstevnatost. Pro jižní část tohoto pásu, od kopce Obora po okolí Trnové je typický úklon k SZ, který je shodný s úklonem jílové rozsedliny. Vrstvy drob a břidlic v Lipízkém údolí probíhají sv-jz. směrem a zapadají k SZ pod úklonem kolem 70°. V lese u osady Brodec vrstvy probíhají sv-jz. směrem, tvoří je sled drob a břidlic, který doplňuje čočka slepence. Vrstvy zapadají k SZ v úklonu 70° a

v blízkém malém lůmku (DB 82), kde vystupují šedé droby je úklon až 82° k SZ. V zářezu silnice Dobříš-Hostomice, lze pozorovat stejný směr vrstev sv.-jz., a úklony jsou opět k SZ v hodnotách 62-72°, v některých částech výchozu vrstevnatost dokládají vložky černé břidlice.

Při pokračování SZ směrem do střední části proterozoika se zapadání vrstev mění k JV, zde totiž rameno synklinály přechází do antiklinální struktury, která probíhá právě v centrální části proterozoika. V Lipízkém údolí vrstvy drobových sledů s vložkami břidlic a čočkami slepence, případně silicitů probíhají sv.-jz. směrem, přičemž zapadají k JV v téměř konstantních hodnotách 70-75° s malými výjimkami na výchozech DB 23 a 24. Hodnoty úklonu na těchto výchozech jsou 38° a 50°. Jedná se o mocnější polohu černé břidlice, které jsou snadněji vrásnitelné (duktilnější) než droby. Nižší úklony jsou ve vrcholové části předpokládané antiklinály. Při pokračování do podloží tj. SZ směrem se objevuje konkordantní styk šedé a černé slídnaté droby.

Na lokalitě DB 5, v nejnižnější části mapovaného území, se šedá droba vyskytuje v podloží trachyandezitů až trachybazaltů a vrstevnatost na této lokalitě byla měřena díky střídání drobových a břidličných poloh. Směr vrstev je sv.-jz., a vrstvy zapadají k SSZ pod úhlem 66°. Podobná situace je na lokalitě DB 46, SZ od kopce Aglaia, za příčným zlomem, kde vrstvy probíhají sv.-jz. směrem s úklonem 58° k SSZ.

Černá slídnatá droba v Lipízkém údolí má stejné hodnoty úklonu jako šedá (75°). Vrstvy zde zapadají k JV. Směry vrstev sv.-jz., jsou doložené cyklickým střídáním drob a břidlic. Polohy černé droby končí v malé terénní depresi, kde předpokládám zlom s několika metry mocným drceným pásmem.

Při pokračování SZ směrem se dostáváme do pruhu budovaného zelenou drobou v podloží vulkanického pruhu, která je charakteristická zapadáním vrstev k SZ na všech mapovaných odkryvech. Vrstevnatost prokazují různé litologické a zrnitostní typy drob. V okolí Trnové vrstvy směřují sv.-jz směrem s úklonem v hodnotě 64° k SZ, mezi Trnovou a osadou Brodec 57° k SZ a poslední prokázaný úklon je v Lipízkém údolí, za zmíněným předpokládaným zlomem 70° k SZ a směry vrstev se nemění.

Kliváž v břidlicích případně drobách nebylo možné se stoprocentní jistotou určit, protože výchozy neposkytly dostatečné důkazy, pro určení směru a sklonu kliváže.

V horninách štěchovické skupiny se vrstevnatost typicky projevuje cyklickým střídáním drob, prachovců, břidlic a polohami slepenců. V jižní části profilu Lipízkého údolí u Dobříše vrstvy probíhají přibližně z-v. směrem s úklony k J, případně JV. V lithické drobě u jílové rozsedliny, byla vrstevnatost zřetelná díky nepatrným břidličným polohám. Zapadá pod úhlem 70° k J. Tento jev je typický pro nejbližší okolí jílové rozsedliny, kde jsou horniny štěchovické skupiny vztyčeny podél této poruchy. Při postupu do nadloží se úklony zmírňují a vrstvy probíhají z-v. směrem. Vrstevnatost na výchozu DB 77 s úklonem 55° k J, byla prokázána typickým střídáním tmavě modrých a šedých pruhů, které doplňují ještě žilky hydrotermálního křemene paralelní s laminací. Výchozy na účelové místní komunikaci Bekovce (DB 47 a 48), prokázaly vrstevnatost rovněž díky laminaci a zejména pak cyklickým střídáním drobových a břidličných poloh. Vrstvy probíhají zjz.-vsv. směrem a zapadají k J v hodnotě 75° u DB 48. Situace u DB 47 je odlišná, vrstvy probíhají stejným směrem, ale zapadají k SSZ pod úhlem 74°.

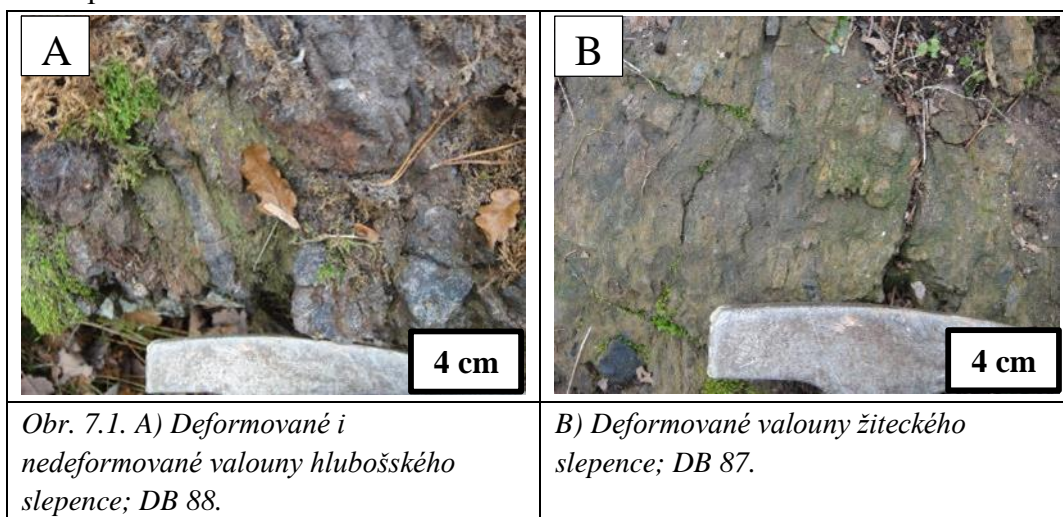
Horniny žitecko-hlubošského souvrství tvoří ve studovaném území z převážné části jen slepence. Na většině výchozů byla měřena vrstevnatost díky orientaci valounů, nebo díky střídání jemnozrnných a hrubozrnných poloh ve slepencích.

Vrstevnatost žiteckého souvrství je při kontaktu s vulkanity velmi příkrá, v jižní části mapovaného území probíhají vrstvy sv-jz. směrem a zapadají k SZ pod úhlem 65° . V severní části území západně od Voznice, v okolí kóty 494,4, probíhají vrstvy sv-jz. směrem s úklonem 55° k ZSZ. Poblíž tektonické kry na kótě 423,9, jižně od kopce Točná vrstvy probíhají ssv.-jjz. směrem a zapadají v úhlu až 72° k SZ, případně ZSZ. Vrstevnatost na těchto výchozech je definována nejčastěji střídáním hrubozrnných a jemnozrnných poloh slepenců.

Hlubošské slepence jsou místy ovlivněny lokálními zlomy, je zde patrná tendence zmenšujícího se úklonu vrstevnatosti se zvyšující se vzdáleností od pičínského pásu. Vrstevnatost je dána výjimečnou laminací např. DB 36, kde se střídají světle fialové a tmavě fialové laminy v hrubozrnných drobách až slepencích hlubošského souvrství a střídáním hrubozrnných a jemnozrnných poloh slepenců.

Lineace protažení

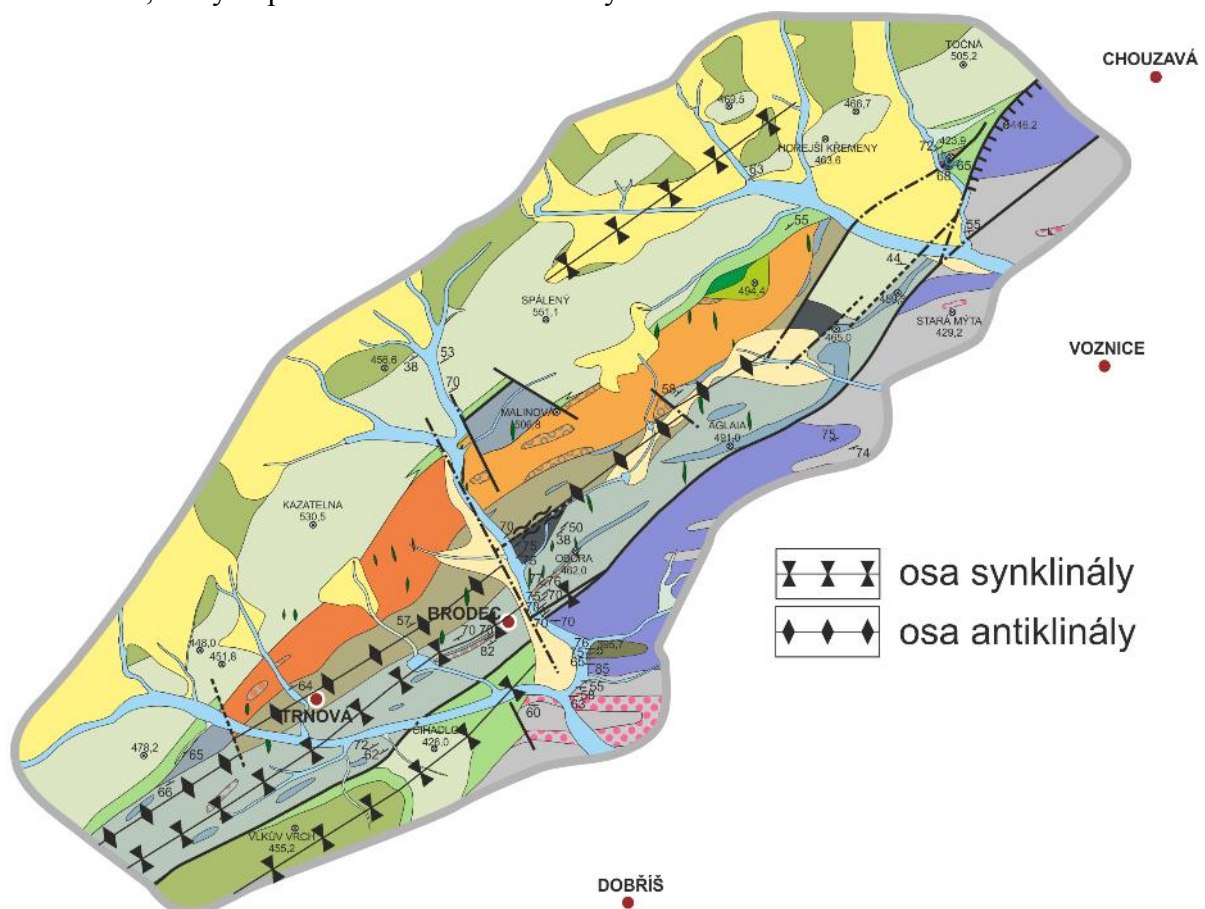
Na několika výchozech v kambrických vrstvách byly zjištěny přednostní orientace valounů. Pro výchozy žiteckých slepenců na lokalitě DB 87 a hlubošských slepenců na DB 88 je vedle zploštění valounů typické výrazné protažení podél jedné z os kolmých na stlačení. Lineace definovaná delšími osami žiteckých slepenců je 151/78. Valouny jsou protažené sv-jz. směrem a osy valounů zapadají k JZ obr. 7.1. B. Tato lineace vznikala tektonickou deformací, jelikož jsou všechny valouny deformovány ve směru působícího regionálního napětového pole. Hlubošské slepence mají lineaci L_1 83/65, L_2 98/63. Valouny jsou protažené ssz.-jjv. směrem a osy valounů zapadají k SSZ obr. 7.1. A. Lineace vznikala patrně ještě v sedimentárním režimu, protože duktilní deformace s-j. směru v území nejsou přítomny. Některé valouny na výchozu nejsou deformovány, některé jsou deformované a protažené, což by mohlo být způsobeno říčním transportem.



7.2 Vrásová stavba

Řídící strukturou pičínského pásu je vrásová antiklinální struktura modifikovaná směrnými zlomy. Pohyby na nich modifikovaly kadomské vrásové struktury v několika etapách a daly vznik dnešní víceméně hrást'ové struktury. Vrásy jsou reprezentovány rozsáhlými brachystrukturami nebo vrásami až kilometrových rozměrů. V úzkém pruhu se projevují pouze malé části vrásových struktur, ostatní části jsou useknuty jílovou rozsedlinou nebo jsou překryty spodním kambriem. Ve vrásové stavbě je možné pozorovat odchylné mechanické vlastnosti vulkanických a sedimentárních hornin. Sledy s vulkanity mají menší úklony než sledy čistě sedimentární. Sedimentární horniny jsou intenzivně zvrásněny, často vznikaly stlačené vrásy s úklony ramen v průměru 60° až 80°.

Situace je díky špatným odkryvům komplikovaná a pro zjednodušení situace je vyhotovena zjednodušená geologická mapa s vrásovou stavbou *obr. 7.2*, situace je dobře znázorněna také na geologickém řezu v *příloze 1*. Dobře odkrytá je synklinála, která směřuje přibližně z Lipízkého údolí do osady Brodec a dále přes jižní okolí Trnové až k hranici zájmového území. Osa synklinály probíhá přibližně SV – JZ směrem a patrně je odříznuta jílovou rozsedlinou na jihovýchodních svazích kopce Obora. V této synklinále vystupují šedé až šedomodré droby s tzv. lipízkým slepencem a čočkami silicitů. U synklinály může docházet k mírnému vlnění vrásové osy, ale to lze obtížně prokázat, jelikož v terénu není dostatek výchozů. Ramena synklinály jsou silně stlačena, jak dokládají měřené úklony. V Lipízkém údolí je součástí SZ ramene synklinály i sled černé (slídnaté) droby, která byla patrně vyvlečena podél zlomu, který doprovází mocná zóna drcených hornin.



Obr. 7.2 Zjednodušená geologická mapa s vrásovou stavbou.

Výše popisovaná synklinála, navazuje na hlavní antiklinálu, která probíhá přibližně po hranici zelené a šedé droby, přibližným směrem jižně od Trnové přes severozápadní okolí osady Brodec až k Lipížskému údolí, kde je situace komplikovaná zlomem severovýchodního směru, ale pravděpodobně i předpokládaným příčným zlomem Lipížského údolí. Severovýchodní zlom s drcenou zónou v Lipížském údolí by mohl představovat vrchol antiklinály. Antiklinála by pak mohla pokračovat až k příčnému zlomu u kopce Aglaia. Osa antiklinály probíhá SV – JZ směrem, v jižní části mapovaného území se noří pod sedimenty kambria a ukončena bude patrně u příčného zlomu, blízko kopce Aglaia. Této interpretaci napomáhají i výchozy DB 23 a 24, kde byly naměřeny nižší úklony vrstev, které odpovídají vrcholové části interpretované antiklinály.

Vrásové struktury v sedimentech štěchovické skupiny jsou mírně kosé k vrásám a horninovým pruhům pičínského pásu. Vrásky mají nejčastěji směry VSV – ZJZ.

V sedimentech kambria se objevují brachystruktury. Jedna taková brachysynklinála se objevuje v SZ části zájmového území, přibližně mezi kopci Spálený a Hořejší Křemeny. V jádru vystupují červenohnědé droby sádeckého souvrství a v okrajových částech vystupují červenohnědé slepence hlubošské. Směr osy brachysynklinály zapadá k severovýchodu.

7.3 Křehká deformace

7.3.1 Puklinatost

Pukliny byly měřeny na všech dobře odkrytých výchozech a to v horninách pičínského proterozoika a štěchovické skupiny. Horniny spodního kambria měřeny nebyly, protože v nich nebylo mnoho puklin a výchozů bylo mnohonásobně méně, případně byly ve špatném stavu. V horninách pičínského proterozoika bylo provedeno celkem 119 měření z toho 58 v sedimentech a 61 ve vulkanitech. U hornin štěchovické skupiny bylo provedeno 51 měření. Vyhodnocení puklin bylo provedeno v programu OpenStereo.

Pukliny v terénu byly nejčastěji rovné, některé pukliny zejména v sedimentech pičínského neoproterozoika a štěchovické skupiny jsou otevřené a nejčastěji jsou vyplněné křemen, místy i kalcitem, některé jsou volné (čisté). Tyto pukliny jsou strmé. Ostatní pukliny jsou sevřené až pootevřené bez výplně. Bývají to pukliny s nízkými úklony spádnic. Ploché puklinové systémy mají v zájmovém území větší frekvenci, než strmé pukliny.

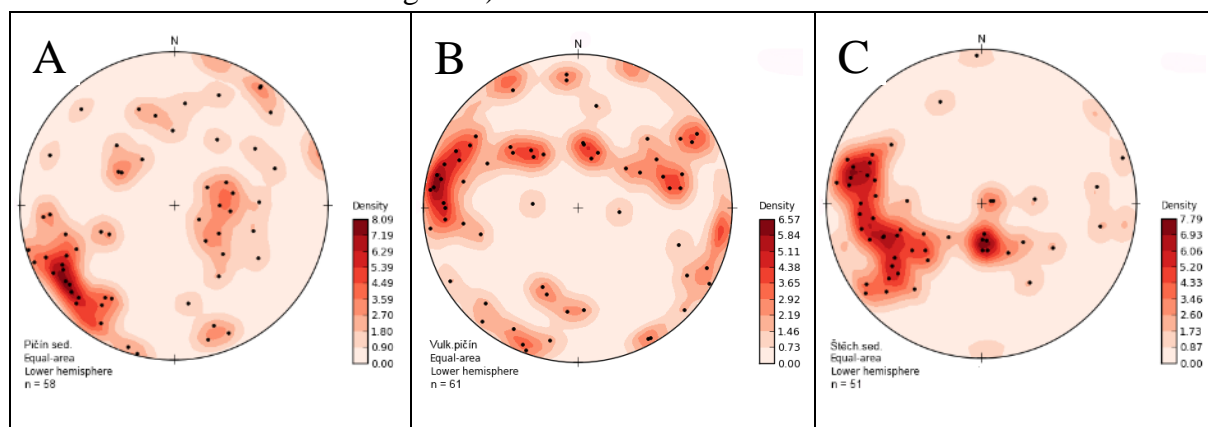
Po vynesení spádnice puklin do konturových diagramů *obr. 7.3. A, B, C* jsou maxima spádnic plochých puklin v rozptylu od ZJZ k JZ. Maximum spádnic strmých puklin zapadá pod úklonem 60° až 80° k V. Ostatní, většinou ploše až středně ukloněné spádnice puklin jsou potom nerovnoměrně rozptýleny mezi SZ až SV.

Na *obr. 7.4. A* lze vyčíst, že nejvíce naměřených puklin má hodnotu přibližně od 200° do 240° s tím, že statisticky spočtené maximum je 222°. Jedná se tedy o převažující směr puklin SV – JZ. Druhým, ale podstatněji méně zastoupeným směrem je SZ – JV s azimutem 135°. Nepatrný počet měření vykazuje také směr ZJZ – VSV s průměrným azimutem 80°.

Pukliny ve vulkanitech *obr. 7.4. B* mají maximum ve směru 303° s tím, že nejvíce puklin je naměřeno v hodnotách 260° až 310°, což odpovídá směru V – Z a ZSZ – VJV. I u vulkanitů se objevuje druhý významný směr puklin a to S – J. Objevují se i pukliny SV – JZ směru s azimutem 50°.

Na obr. 7.4. C jsou vyneseny pukliny štěchovické skupiny s maximem v azimutu 244°. Nejvíce puklin je naměřeno v hodnotách 220° až 290°. Jde tedy o směr puklin SV – JZ, V – Z a ZSZ – VJV. Další významný směr puklin je S.

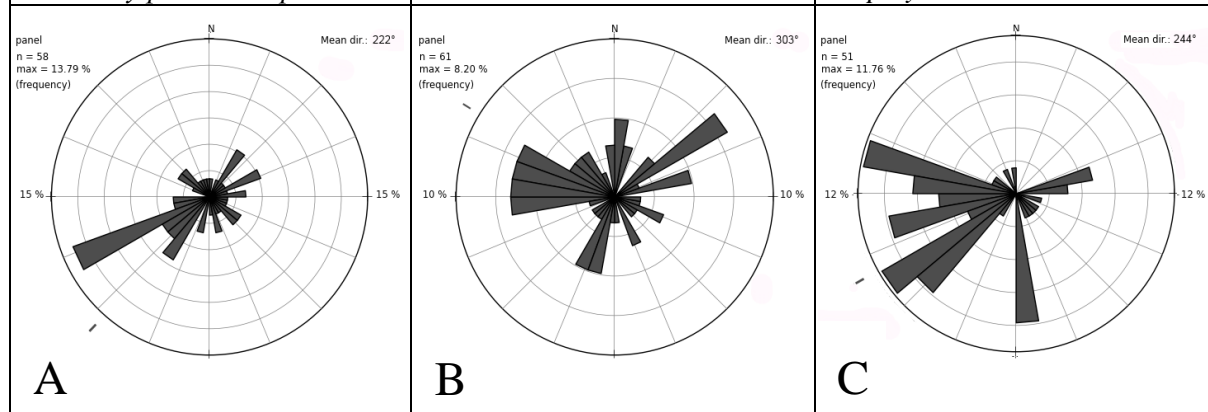
Vzhledem k tomu, že pukliny nemohly být měřeny v kambriu, je obtížné říci, ve kterém období tektonického vývoje ve studované oblasti vznikaly. Vzhledem k tomu, že jílová rozsedlina a závistský přesmyk jsou struktury, které fungovaly opakovaně, nelze z těchto omezených dat určit, ve kterém období jednotlivé puklinové systémy vznikaly (může jít o prekambrium, kambro-ordovik i variskou orogenezi).



Obr. 7.3. A) Konturový diagram spádnic puklin - sedimenty pičínského pásu.

B) Konturový diagram spádnic puklin - vulkanity.

C) Konturový diagram spádnic puklin - sedimenty štěchovické skupiny.



Obr. 7.4. A) Růžicový diagram ukazující četnost a směr puklin - sedimenty pičínského pásu.

B) Růžicový diagram ukazující četnost a směr puklin - vulkanity.

C) Růžicový diagram ukazující četnost a směr puklin - sedimenty štěchovické skupiny.

7.3.2 Zlomové struktury

Zájmovým územím prochází dva významné zlomy (jílová rozsedlina a závistský přesmyk), probíhající SV-JZ směrem. Zmíněné zlomy tvoří východní hranici pičínského pásu, vůči horninám štěchovické skupiny a doprovází je několik metrů mocná zóna drcení. Předpokládaný zlom v Lipížském údolí, který odděluje slídnaté černé droby od zelených droby má také SV-JZ směr a je doprovázen několik metrů mocnou zónou drcených hornin. Jeho pokračování i na druhou stranu Lipížského údolí je nejisté. Ověřený zlom SV-JZ směru je v údolí Voznického potoka, podél kterého došlo k zaklesnutí žitecko-hlubošského souvrství a má vliv na tektonickou kru na kótě 423,9 s výskytem spilitu, zelené droby a masivního silicitu. U kóty

465,0 má tento zlom vliv na druhý výskyt tmavě černých droby, jeho pokračování až k příčnému zlomu u Aglaia je nejisté.

Mapované území protínají i příčné poruchy, směru SZ-JV. Vyskytují se s. od Lipížského údolí na kopci Malinová, SZ od kopce Aglaia a severně od kóty 465,0. K stejnému systému patří podle Kotka (1963) i tzv. zlom Voznického potoka, který se nepodařilo v terénu ověřit. Horniny v tektonické kře na kótě 423,9, JZ od Chouzavé, řadím ještě k pičínskému pásu. Významnější příčná porucha protíná pravděpodobně také Lipížské údolí, zlom nebyl někde prokazatelně ověřen, ale může na něm být ukončena porucha s drcenou zónou, která odděluje černé droby slídnaté a patrně je na něm ukončen výskyt spodního kambria příbramské synklinály.

7.3.2.1 Jílová rozsedlina

Její celková délka činí téměř 40 km a má severovýchod-jihozápadní směr. Pozorovatelná je od severního okolí Rožmitálu pod Třemšínem, kde je ukončena zaklesnutým blokem spodnopaleozoických sedimentů – tzv. rožmitálskou krou (Havlíček, V., 1992 in Chlupáč et al., 1992). Dále pokračuje přes Březové Hory v Příbrami, zde byla vysledována až do hloubky 1500 m, díky staleté hornické činnosti v březohorsko-bohutínském revíru (Kotek et al., 1966). V její centrální části činí mocnost drceného pásma až 60 m. Další pokračování je dále k severovýchodu, kde probíhá kolem Dobříše a v okolí Voznice je ukončena na příčné poruše v údolí Voznického potoka. Téměř v celé své délce odděluje kambriky sedimenty tzv. pičínského kambria od sedimentů svrchního proterozoika tzv. pičínského pásu. Pouze při svém severním okraji odděluje droby s polohami břidlic štěchovické skupiny a horniny pičínského proterozoika. Tato skutečnost je způsobena rozdílnou amplitudou vertikálního pohybu, v okolí Příbrami dosahuje 1500 m a právě směrem k Voznici se pohyb výrazně zmenšuje (Rajlich, 1988; Kotek et al., 1966).

Orientace zlomové plochy jílové rozsedliny se postupně mění od subvertikální roviny v severní části (Havlíček, 1973) po strmě ukloněnou k severozápadu v části jižní sklon dosahuje v průměru 70° - 85° (Bambas, 1990).

Jílová rozsedlina je největší poruchou ve studované oblasti, většinou jí prozrazuje zóna drcení, horniny jsou silně porušené a velmi hojně limonitizované. Dnešní stav odkryvů, kde bylo možno pozorovat tuto strukturu je již špatný, nicméně stále možný. Dobrým příkladem posloužil výchoz DB 10 v zářezu silnice č. 114 Dobříš – Hostomice obr. 7.5. Zastižen je zde kontakt proterozoika a kambria příbramské synklinály. Proterozoikum reprezentují masivní modrošedé droby, které jsou silně rozpukané, pukliny vyplňuje limonit. Nejbližší k poruše jsou rozpukané a limonitizované tmavé černé břidlice. Vrstvy na výchozech mají sv-jz. směr a uklánějí se – k SZ. Kambrium zastupuje jemnozrnný velmi rozpukaný hlubošský slepenec, hnědočervené barvy. Výchoz je v blízkosti jílové rozsedliny zasucen, přítomny jsou úlomky obou popsaných hornin s velkým podílem jílovité frakce.



Obr. 7.5. Profil jílovou rozsedlinou v zářezu silnice č. 114 Dobříš – Hostomice.

Druhým místem jsou nárazové břehy Trnovského potoka ovlivňované boční erozí, označeno jako DB 83 obr. 7.6. Jílová rozsedlina zde odděluje horniny kambria příbramské synklinály a pičinského proterozoika. Kambrium představují silně zvětralé a porušené hnědočervené hlubošské slepence, místy s vložkami šedozelených žitkových slepenců. Proterozoikum reprezentují přímo u kontaktu opět rozpukané a limonitizované tmavé černé břidlice. V nadloží přechází do šedých až tmavě modrých jemnozrnných drob.



Obr. 7.6. Profil jílovou rozsedlinou na březích Trnovského potoka.

Třetí pozorování jílové rozsedliny bylo možné mezi dokumentačními body DB 21 a DB 79 v Lipízkém údolí, kde odděluje horniny proterozoika pičinského pásu a štěchovické skupiny obr. 7.7. Na povrchu se tato porucha projevuje malou terénní depresí mezi hřbety. Na výchozu DB 21A, který patří pičinskému proterozoiku jsou popsány silně rozpukané až rozdrčené tmavě šedomodré droby, místy s polohami břidlic, na puklinách velmi limonitizované. Vrstvy na výchozu mají ssz.-jjv. směr a uklánějí se k SZ. Na výchozu DB 79, ve štěchovické skupině, jsou tmavě modré vulkanogenní droby štěchovické skupiny, opět silně rozpukány až rozdrčeny s limonitem na puklinách. Vrstvy na výchozech mají sv-jz. směr a uklánějí se k J až JV.



Obr. 7.7. Profil jílovou rozsedlinou na začátku Lipízkého údolí.

Další výchozy nejsou v mapovaném území přítomny, poruchu lze sledovat jen na základě povrchových úlomků. Nejsevernější prokazatelný výskyt je u DB 64 asi 250 m západně od hráze Charvátova rybníka. Díky vývratům lze bylo možno pozorovat ve svahu silně podrcené a limonitizované silicity až silicifikované droby na straně pičinského proterozoika a šedé droby až břidlice na straně štěchovické skupiny.

7.3.2.2 Závistský přesmyk

Do studované oblasti zasahuje pouze svým jižním zakončením v údolí Voznického potoka, kde je přesmyk skryt pod holocen-pleistocenními sedimenty. Navazuje na jílovou rozsedlinu a pokračuje ve směru severovýchod-jihozápad až do městské části Prahy-Kamýk, kde mění směr na VSV a větví se na dva menší přesmyky Havlíčkem (1950) označené jako úvalské. V SV cípu mapované oblasti odděluje sedimenty žitecko-hlubošského souvrství na SZ od štěchovické skupiny na JV.

Autoři jako např. Krejčí a Helmhacker, 1885; Krejčí a Feismantel, 1890 ve svých výzkumech považovali závistský přesmyk jako součást jílové rozsedliny. Dlouho netrvalo a Kettner (1911) oddělil na základě odlišného typu pohybů na obou zlomech a odlišného sklonu obou struktur závistský přesmyk od jílové rozsedliny. Definitivně jej geneticky oddělili Kodym (1921) a Kettner (1937).

Závistský přesmyk není odkryt žádných výchozem ve studované oblasti, můžeme ho mapovat dle úlomků hornin štěchovické skupiny a žitecko-hlubošského souvrství, přičemž horniny štěchovické skupiny jsou přesmyknuty přes horniny spodního kambria. Patrně ho doprovází několik metrů mocná zóna drcení.

8. Geochemie vulkanitů a sedimentů neoproterozoika

Pro rozdělení celkem 16 ti vulkanitů do příslušných skupin, dle chemického složení byl použit, TAS diagram pro vulkanické horniny *obr. 8.1* (Le Bas et al., 1986). TAS diagram, vyjadřuje vztah mezi sumou alkálií a SiO_2 ve vzorku ($\text{TA} = \text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$, $\text{S} = \text{SiO}_2$). Diagram je rozdělen na 14 polí základních horninových typů vulkanitů a současně dělí vulkanické horniny na alkalické a subalkalické.

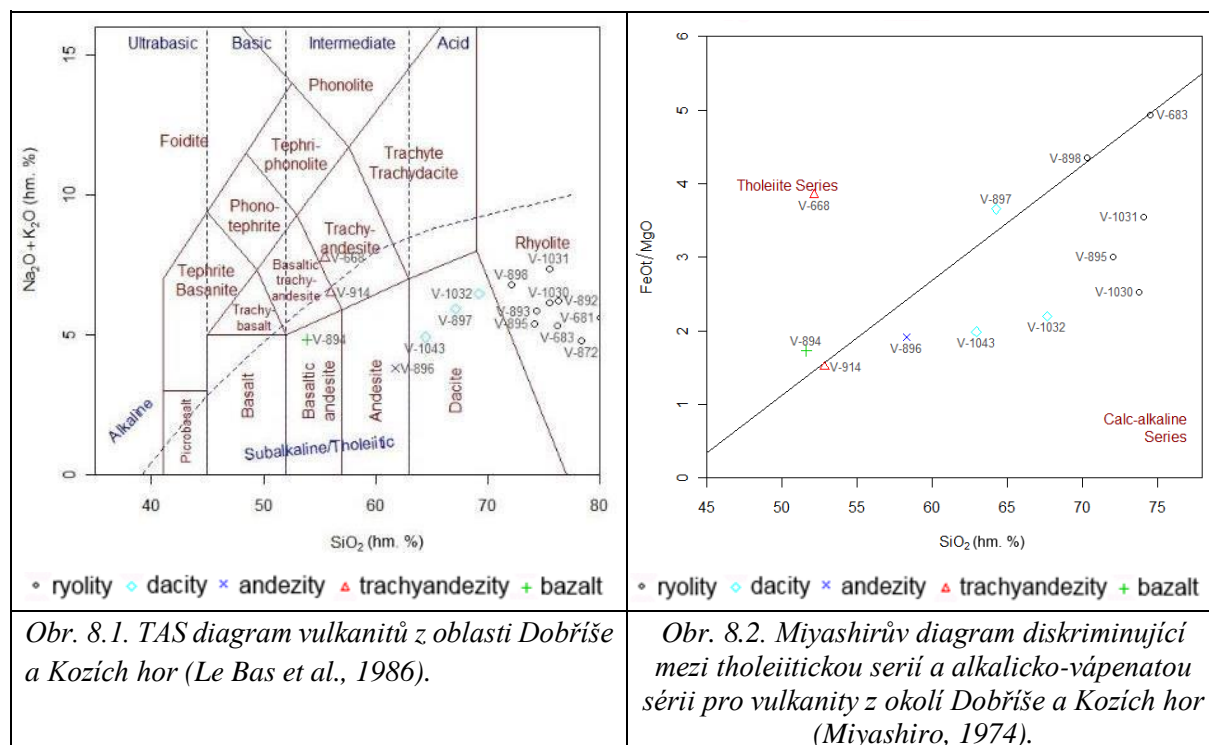
Z diagramu TAS je zřejmé, že téměř všechny vulkanity spadají do pole subalkalických hornin. Pouze vzorek V-668 je mírně alkalický a vzorek V-914 je hraniční. Celkem 12 vzorků náleží do pole kyselých vulkanitů, kde 9 vzorků spadlo do pole ryolitu a vzorky V-897, V-1032 a V-1043 do pole dacitu. Ostatní 4 vzorky náleží do intermediálních vulkanitů. Jde o vzorky V-668 a V-914, které se pohybují na hranici trachyandezitu a bazaltického trachyandezitu. Vzorek V-896, který leží v poli andezitu a vzorek V-894, který náleží do pole bazaltického andezitu. Tato hornina byla vybrána jako příklad s-j. tzv. diabasových žil, které protínají jak horniny kambria, tak i neoproterozoika. Z důvodu, že neopronikají ordovik bylo jejich umístění, bez radiometrických údajů kladeno do sv. kambria. V našem případě složení žíly odpovídá andezitu. Složení je s největší pravděpodobností ovlivněno kontaminací okolními ryolity. Vzhledem k její malé mocnosti je patrně kontaminace významná.

Diagram AFM, A = alkálie ($\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$), F = oxidy železa ($\text{FeO} + \text{Fe}_2\text{O}_3$), M = MgO, kdy $\text{A} + \text{F} + \text{M} = 100$ se používá k rozlišení tholeiitické a vápenato-alkalické série. Základním rozdílem mezi oběma skupinami je, že tholeiitické horniny se oproti vápenato-alkalickým během diferenciacce magmatu výrazně nabohacují železem.

Při doplnění vzorků do diagramu AFM *obr. 8.3*, je zřejmé, že téměř všechny vzorky náleží do vápenato-alkalické série subalkalického trendu nebo na rozhraní vápenato-alkalické a tholeiitické série. Ryolity bohatší na alkálie se blíží k alkalickému rohu. Tři vzorky ryolitů se pohybují mírně v poli tholeiitické série. Dacity spadají do středu diagramu až na hraniční vzorek

V-897, který je mírně v poli tholeiitické série. Ostatní vzorky bazaltického andezitu, andezitu a trachyandezitů jsou přímo ve středu diagramu, jen vzorek V-668 je mírně v poli tholeiitické série.

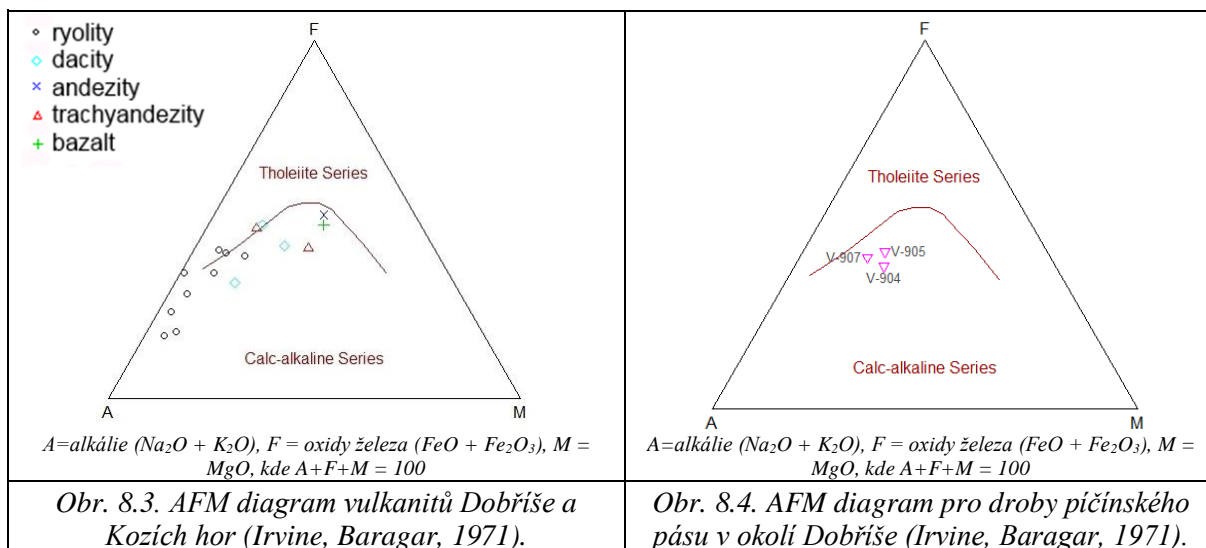
Sedimenty z pičinského proterozoika spadají v diagramu AFM obr. 8.4 do pole vápenato-alkalické série.



Do diagramu FeO/MgO vůči SiO₂ obr. 8.2, který se používá spíše pro horniny bazaltického složení, spadá převážná část vulkanitů do vápenato-alkalické série nebo na hranici vápenato-alkalické a tholeiitické série. Vzorek V-668 leží výrazněji v tholeiitickém poli vzhledem ke svému alkalickému charakteru a převaze FeO nad MgO. Vzorky V-681, V-872, V-892 a V-893 se dostaly svým složením mimo graf. Vzorek V-681 je vápenato-alkalický, vzorek V-872 jde hodně do tholeiitického pole, vzorky V-892 a V-893 jsou pak mírně tholeiitické.

Z hlediska časového sledu vznikají magmata tholeiitické afinity na začátku vzniku vulkanického oblouku (bazalty až trachyandezity), později se zvětšující se mocností kůry, přechází do vápenato-alkalického (dacity, ryolity). V největší hloubce a s největším stupněm parciálního tavení vznikají tholeiitické bazalty. Vápenato-alkalické horniny vznikají buď frakcionací metasomaticky přeměněného pláště fluidy ze subdukované oceánské desky a sedimentů na jejím povrchu, nebo dochází k míšení plášťových a korových magmat (u kyselých hornin – tavení spodní kůry, případně přetavením a frakcionací bazičtějších členů sledu, v důsledku pronikání mladších temperovaných bazaltických magmat).

Obsah K₂O roste obecně s rostoucí vzdáleností od subdukční zóny a se zvětšující se hloubkou subdukce (Gill, 1984). Taková situace je i v zájmové oblasti, kde vulkanity u Dobříše mají nízké obsahy K₂O a zatímco vulkanity Kozích hor mají vyšší obsahy K₂O. Nicméně jelikož se na malé ploše vyskytují Na i K bohaté kyselé vulkanity nelze to tak jednoduše vysvětlit, zvláště když nevíme časovou souslednost vzniku vulkanitů.



Kozí hory - vulkanity					Oblast Dobříše - sedimenty		
Vzorek	V-1032	V-1043	V-1030	V-1031	V-904	V-905	V-907
Hm %							
SiO ₂	67,67	62,94	73,78	74,12	66,38	65,62	67,82
TiO ₂	0,28	0,33	0,18	0,18	0,63	0,71	0,68
Al ₂ O ₃	14,09	15,66	13,58	13,36	13,76	13,98	14,12
Fe ₂ O ₃	1,20	1,28	0,57	0,98	1,54	2,71	3,82
FeO	2,76	4,54	0,98	0,75	3,48	3,09	1,35
MnO	0,07	0,09	0,04	0,01	0,05	0,07	0,04
MgO	1,75	2,86	0,59	0,46	2,65	2,50	1,88
CaO	3,54	5,09	1,98	1,05	1,54	1,22	0,49
Na ₂ O	4,13	3,85	2,47	3,62	3,28	3,23	3,27
K ₂ O	2,19	0,94	3,51	3,58	1,77	1,71	1,74
P ₂ O ₅	0,05	0,07	0,05	0,05	0,17	0,19	0,22
H ₂ O ⁻	0,02	0,06	0,04	0,08	0,28	0,46	0,54
CO ₂	0,53	0,24	0,42	0,38	2,60	1,51	0,69
H ₂ O ⁺	1,33	1,58	1,42	0,91	1,47	2,74	3,12
S	0,002	0,001	0,002	0,007	0,002	0,010	0,008
celkem	99,61	99,53	99,61	99,54	99,60	99,75	99,79
ppm							
Li	16,1	17,8	15,5	7,6	20,5	28,4	19,5
Cr	16	605	6	6	83,9	98,0	91,8
Sc	15,3	23,0	5,9	5,5	10,7	11,5	11,0
Ni	10,7	237,2	0,8	1,1	38,8	45,6	46,9
Co	9,5	20,0	1,3	1,8	13,3	15,7	12,3
V	91	131	16	14	99,6	110,3	97,5
Cu	38,7	20,1	5,1	13,6	28,0	32,4	30,7
Pb	10,08	11,42	13,74	17,24	5,19	14,87	11,08
Ga	14,7	17,6	16,0	14,0	7,56	8,13	7,76
Zn	57,7	58,9	32,7	44,0	61,5	67,0	72,3
Rb	33,7	15,0	87,0	83,0	46,44	47,50	46,91
Cs	2,4	1,0	7,2	3,4	2,44	2,19	2,16
Ba	563	497	539	1715	311,4	421,7	368,0
Sr	116	80	96	138	118,0	123,5	125,6
Ta	0,29	0,31	0,47	0,47	0,60	0,63	0,59
Nb	3,57	3,98	5,98	5,90	10,66	11,93	12,12
Hf	2,60	2,53	3,70	3,56	4,06	4,70	4,42
Zr	81,0	80,8	120,6	115,1	170,9	197,1	186,9
Y	13,4	13,8	18,7	18,8	17,39	21,31	18,32
Th	4,10	4,17	4,61	5,33	5,49	6,35	5,93
U	2,17	2,14	3,26	3,46	1,35	1,41	1,49
La	14,41	13,57	17,32	20,91	26,86	31,62	28,84
Ce	27,13	27,04	33,49	39,65	52,90	64,53	58,13
Pr	2,96	3,07	3,60	4,25	6,15	7,43	6,92
Nd	10,87	11,44	12,79	15,44	24,44	28,72	26,85
Sm	2,21	2,41	2,71	3,13	4,51	5,56	5,00
Eu	0,62	0,68	0,62	0,81	1,32	1,29	1,26
Gd	2,38	2,57	2,86	3,38	4,43	5,19	4,70
Tb	0,37	0,41	0,47	0,50	0,62	0,73	0,69
Dy	2,23	2,43	2,96	3,03	3,40	4,03	3,61
Ho	0,48	0,54	0,66	0,66	0,69	0,81	0,72
Er	1,53	1,58	2,15	2,14	1,99	2,50	2,23
Tm	0,23	0,22	0,34	0,31	0,29	0,34	0,32
Yb	1,48	1,46	2,14	2,36	1,99	2,31	2,03
Lu	0,24	0,24	0,36	0,35	0,30	0,32	0,32

Tab. 8.1. Chemické analýzy hlavních oxidů, stopových prvků a vzácných zemin z vulkanitů Kozích hor a sedimentů Dobříšské oblasti.

Oblast Dobříš - vulkanity												
Vzorek	V-894	V-668	V-914	V-896	V-897	V-681	V-683	V-872	V-892	V-893	V-895	V-898
Hm %												
SiO ₂	51,62	52,12	52,84	58,28	64,28	77,84	74,56	75,76	74,52	72,58	72,08	70,34
TiO ₂	1,54	1,93	0,74	0,77	0,64	0,25	0,35	0,34	0,22	0,23	0,61	0,33
Al ₂ O ₃	14,98	18,04	16,74	15,05	13,76	11,06	11,87	12,78	13,13	13,14	12,08	14,03
Fe ₂ O ₃	1,62	5,34	1,78	1,44	4,22	1,87	2,53	2,73	1,73	1,18	1,99	2,12
FeO	8,14	3,82	6,85	7,06	3,33	0,14	1,87	0,07	1,11	3,47	2,69	2,18
MnO	0,16	0,13	0,15	0,15	0,11	0,02	0,06	0,03	0,04	0,05	0,05	0,08
MgO	5,56	2,24	5,59	4,37	1,95	0,23	0,84	0,06	0,42	0,68	1,49	0,94
CaO	7,39	1,90	3,48	3,57	1,61	0,30	0,43	0,24	0,39	0,46	0,81	0,84
Na ₂ O	3,81	5,22	6,02	3,07	5,12	4,19	4,92	4,38	5,78	5,38	5,07	6,52
K ₂ O	0,82	2,06	0,11	0,51	0,54	1,26	0,28	0,23	0,29	0,32	0,18	0,08
P ₂ O ₅	0,24	1,19	0,08	0,12	0,15	0,05	0,08	0,07	0,04	0,06	0,14	0,09
H ₂ O	0,44	1,00	0,60	0,48	0,78	0,32	0,30	0,26	0,16	0,10	0,40	0,38
CO ₂	0,20	0,49	0,92	0,88	0,50	0,97	0,08	0,12	0,02	0,06	0,20	0,16
H ₂ O ⁺	2,95	4,16	3,61	3,87	2,56	0,95	1,31	2,59	1,59	1,84	1,94	1,55
S	0,160	0,007	0,043	0,059	0,007	0,013	0,031	0,013	0,002	0,032	0,001	0,001
celkem	99,63	99,65	99,55	99,68	99,56	99,46	99,51	99,67	99,44	99,58	99,73	99,64
ppm												
Li	19,2	23,4	21,3	21,8	10,9	4,0	13,9	5,8	7,4	7,0	11,9	4,3
Cr	107,5	2,6	10,0	31,3	8,1	52,5	12,4	5,2	5,7	5,8	7,1	3,2
Sc	39,1	8,7	36,2	33,5	24,2	9,2	15,9	9,8	13,6	25,3	25,5	13,7
Ni	29,5	13,3	18,9	20,6	5,6	39,3	9,5	2,0	0,2	0,2	6,2	3,8
Co	31,9	14,1	30,3	25,3	10,9	3,0	3,2	3,2	7,0	6,9	13,7	3,1
V	254,8	119,8	289,9	268,3	70,3	25,2	12,4	5,9	3,1	8,6	147,5	5,4
Cu	33,1	26,9	98,0	68,6	30,9	17,7	9,3	37,0	171,6	170,9	37,8	27,1
Pb	2,05	10,90	8,96	11,58	5,86	19,91	15,70	6,11	2,45	2,17	4,32	1,78
Ga	9,01	11,03	7,99	7,50	7,42	5,43	7,42	6,17	6,24	6,04	4,77	6,98
Zn	99,4	119,7	53,9	92,5	104,8	39,9	93,6	94,7	29,3	28,6	60,7	71,0
Rb	7,62	20,85	0,92	4,83	2,81	31,11	4,06	3,18	3,65	3,65	0,66	1,65
Cs	0,42	1,39	0,39	0,97	0,28	0,74	0,37	0,19	0,21	0,19	0,12	0,11
Ba	946,5	969,2	109,5	718,4	333,8	231,9	167,1	116,9	92,1	88,4	72,4	56,7
Sr	295,5	721,7	155,8	371,7	99,1	125,8	108,7	114,0	113,8	111,5	81,7	85,2
Ta	0,50	5,51	<0,20	<0,20	0,30	0,54	0,32	0,25	0,23	0,23	<0,20	0,23
Nb	7,26	101,80	1,62	2,88	4,98	7,80	5,32	4,75	5,02	4,96	2,26	4,83
Hf	4,00	7,19	1,78	1,31	2,69	4,25	3,93	2,69	2,74	2,79	1,38	2,28
Zr	152,3	326,9	52,6	42,2	98,4	162,8	137,4	98,8	97,6	94,1	48,2	88,8
Y	36,99	31,77	19,21	17,57	28,60	20,70	35,82	27,90	25,57	24,86	18,81	22,38
Th	1,99	10,90	0,77	0,38	1,72	8,11	2,95	1,89	1,70	1,60	0,54	1,10
U	0,83	2,39	0,23	0,30	0,77	1,49	0,89	0,73	0,65	0,62	0,71	0,60
La	10,66	63,12	3,43	4,34	9,40	17,50	8,58	10,42	9,24	9,01	3,43	9,99
Ce	26,59	132,88	8,83	10,66	21,46	36,69	19,17	23,41	21,57	21,23	8,16	21,92
Pr	3,87	15,71	1,31	1,57	3,00	4,52	2,97	3,10	2,88	2,81	1,19	2,94
Nd	18,53	61,03	6,93	7,76	13,94	17,84	14,14	14,15	13,08	12,86	6,25	13,84
Sm	5,46	11,06	2,33	2,32	3,91	3,76	4,13	3,51	3,46	3,27	2,05	3,60
Eu	1,76	3,30	0,74	0,90	1,15	0,70	0,92	0,83	0,79	0,77	0,69	1,12
Gd	6,27	10,20	2,75	2,66	4,40	3,65	4,96	3,93	3,67	3,53	2,58	3,83
Tb	1,12	1,34	0,50	0,50	0,79	0,61	0,93	0,73	0,66	0,65	0,49	0,65
Dy	7,00	6,72	3,43	3,28	5,11	3,81	6,15	5,00	4,40	4,30	3,48	4,27
Ho	1,43	1,28	0,73	0,68	1,12	0,77	1,37	1,05	0,99	0,95	0,74	0,86
Er	4,19	3,67	2,32	2,15	3,48	2,34	4,61	3,38	3,05	3,09	2,23	2,58
Tm	0,59	0,46	0,32	0,30	0,48	0,35	0,67	0,57	0,49	0,46	0,33	0,35
Yb	3,82	2,89	2,04	1,97	3,25	2,28	4,67	3,23	3,30	3,20	2,19	2,49
Lu	0,57	0,43	0,33	0,30	0,50	0,35	0,71	0,50	0,49	0,49	0,34	0,37

Tab. 8.2. Chemické analýzy hlavních oxidů, stopových prvků a vzácných zemin z vulkanitů z Dobříšské oblasti.

8.1 Hlavní prvky

Vulkanické horniny v oblasti Dobříše a Kozích hor reprezentují diferenciační řadu andezit, dacit, ryolit, která je charakteristická nízkými obsahy TiO_2 (průměrně 0,56 hm. %), P_2O_5 (průměrně 0,16 hm. %) a vyššími obsahy alkalií, průměrně 4,60 hm. % Na_2O a průměrně 1,06 hm. % K_2O .

Trachyandezit leží mimo hlavní diferenciační trend, patrně není členem diferenciační suity, patří k alkalickým horninám. Má jiný zdroj magmatu než řada andezit, dacit, ryolit.

Třetí skupinou jsou ryolity s plochými křivkami REE.

Podle petrografického pozorování, chemického složení hlavních prvků, lze horniny rozdělit do tří skupin – bazaltoandezity se silně diferenciovanými křivkami LREE, s afinitou k alkalickým horninám. Intradeskový bazalt (žilný) a vápenato-alkalické horniny, andezity, dacity, ryolity, přičemž se liší ještě intermediální horniny Kozích hor a kyselé horniny pičínského pásu.

Na variačních diagramech (Harkerových diagramech) na obr. 8.5 a 8.6 jsou prezentovány vztahy mezi SiO_2 a hlavními oxidy a vztahy mezi SiO_2 a stopovými prvky. V diagramech jsou vyneseny všechny vulkanické horniny ve skupinách, podle chemické klasifikace na základě TAS diagramu. Harkerovy diagramy jsou postaveny na tom, že některé prvky či oxidy dobře vyjadřují diferenciaci (např. frakcionací, asimilací apod.), proto se nejčastěji používají poměry mezi SiO_2 , MgO vůči hlavním oxidům a stopovým prvkům. Použil jsem SiO_2 , protože jeho obsah roste s pokračující diferenciací magmatu. Mafičtější složky jsou z magmatu odstraněny krystalizací tmavých minerálů.

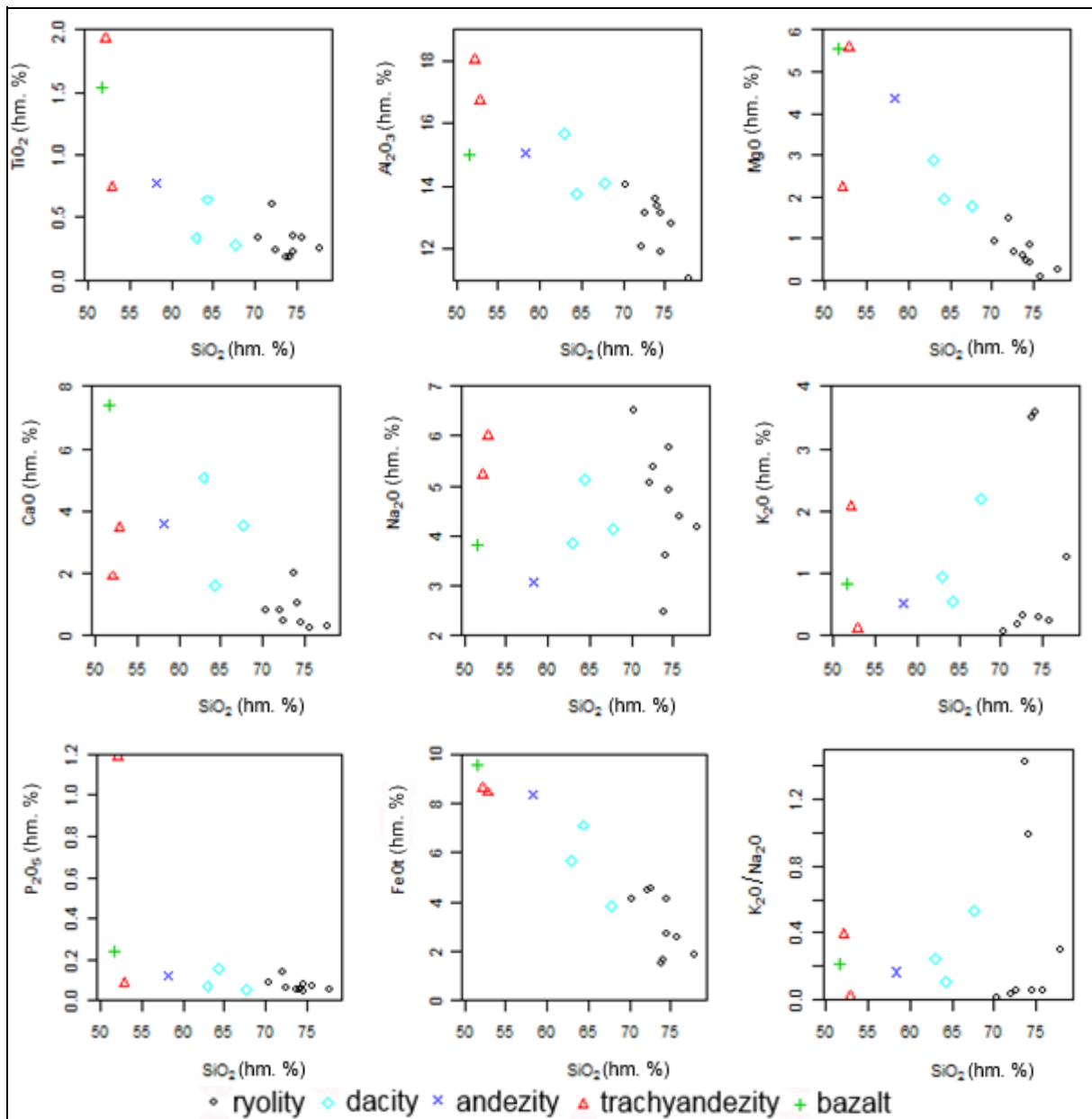
Zájmové území tvoří intermediální horniny s obsahy 51,62 – 58,28 hm. % SiO_2 a kyselé typy hornin s obsahy 62,94 – 77,84 hm. % SiO_2 .

Diagram obsahu TiO_2 vs. SiO_2 obr. 8.5 vykazuje lineární pokles, kdy intermediální horniny obsahují více TiO_2 než kyselejší typy (průměrně pod 0,5 hm. %). Objevuje se typicky lomený trend – intermediální horniny jsou ploché, pak cca od 63 hm. % SiO_2 , začne křivka klesat rychleji, patrně od této doby začíná krystalovat titanomagnetit či ilmenit, což snižuje rychle obsah TiO_2 . Vzorek žilného bazaltu (diabasu) se vyznačuje vyšším obsahem TiO_2 1,54 hm. %, což odráží jiný zdroj magmatu, které se blíží zdroji intradeskových alkalických magmat, i když v tomto případě jsou obsahy TiO_2 výrazně nižší než u těchto typů hornin. Může to být způsobeno kontaminací okolními horninami s nízkým obsahem TiO_2 . Pro vulkanity davelského souvrství jsou typické nízké obsahy TiO_2 (Waldhausrová, 1977a), tudíž je patrné, že vulkanity na Dobříši se jim v tomto ohledu podobají.

Obsahy Al_2O_3 vykazují také lineární pokles, intermediální horniny obsahují více Al_2O_3 než kyselá dacity a ryolity, kdy při jejich vzniku hrála roli krystalizace plagioklasu, případně amfibolu.

Obsahy CaO naznačují lineární negativní korelaci s SiO_2 od intermediálních hornin po kyselá ryolity, což odráží krystalizaci plagioklasů během frakcionačních procesů. Ryolity z oblasti Dobříše mají běžně obsahy CaO pod 1 hm. %, ryolity z Kozích hor mají obsahy CaO nepatrně vyšší od 1 hm. % do 2 hm. %. Dacity Kozích hor se liší od vulkanitů v pičínském pásu vyššími obsahy CaO , s průměrným obsahem 4,32 hm. % CaO . U těchto obsahu může hrát roli i mobilita Ca a patrně vznikající bazické živce při kontaktu s plutonem.

V diagramu MgO vůči SiO_2 je vidět, že u některých hornin, kdybychom proložili křivku, tak by se lomila. Trachyandezity, mají strmější pokles MgO než dacity s ryolity.



Obr. 8.5. Harkerovy variační diagramy hlavních prvků vulkanitů Dobříšska a Kozích hor. Jako diferenciační index byl použit SiO_2 .

V diagramu Na_2O vs. SiO_2 obr. 8.5 je možné mluvit o mírném rostoucím trendu zvyšování obsahu Na_2O od intermediálních po kyselé horniny, ale spíše se horniny vyznačují zvýšenými obsahy Na_2O . Typickým znakem vulkanitů je vždy převažující obsah Na_2O nad K_2O , s výjimkou Kozích hor, kde převažuje K_2O . Průměrný obsah Na_2O je 3,05 hm. % a průměrný obsah K_2O je 3,55 hm. %. Diagram ukazuje, že obsahy Na_2O a K_2O u horninových skupin nejsou produktem jen čisté frakcionace, ale jsou ovlivněny více faktory, zdrojem, alteracemi a kontaminací, proto nekorelují s obsahy SiO_2 a ani s obsahy MgO . Zajímavý je obsah Na_2O u ryolitů z Kozích hor je to průměrně 3,05 hm. %, oproti tomu ryolity z Dobříšska obsahují průměrně 5,2 hm. % Na_2O .

V diagramu K_2O vs. SiO_2 obr. 8.5 se nedá mluvit o lineární závislosti. Vulkanity z Dobříšské oblasti jsou velmi chudé K_2O ; u většiny z nich je to pod 1 hm. % u ryolitů dokonce pod 0,28 hm. %. Ryolity z Kozích hor jsou naopak bohatší K_2O obsahují 3,51 a 3,58 hm. %.

Součet K_2O a Na_2O je u ryolitů z Dobříšské oblasti mezi 5 až 6 hm. %, u ryolitů z Kozích hor jsou obsahy podobné kolem 6 hm. %. Převaha Na_2O nad K_2O je u ryolitů na Dobříši velmi značná ve srovnání s ryolity Kozích hor. Poměry Na_2O/K_2O jsou průměrně 17,47 u ryolitů z Dobříšské oblasti a u ryolitu Kozích hor je to průměrně 0,86.

Obsahy P_2O_5 vykazují lineární pokles od intermediálních vulkanitů po kyselé ryolity. Jejich celkové obsahy jsou, ale velmi nízké běžně pod 0,1 hm. %. Výjimkou je vzorek V-668 s obsahem 1,19 hm. %, který se oproti průměru úplně vyčleňuje, tak zvýšený obsah může být způsoben výraznou frakcionací magmatu a aktivitou dalších prvků. Důvod takto výrazného obohacení P_2O_5 nekoreluje se zvýšeným obsahem apatitu ve výbrusu. Neprokázalo se na jaký minerál, kromě apatitu je fosfor vázán, svojí roli mohou hrát i živce.

Drobně vyšší obsah má i vzorek žilného bazaltu 0,24 hm. % P_2O_5 . Zatímco u vápenato-alkalických hornin jsou typické deprese u HFSE prvků, včetně fosforu, u alkalických je to naopak, proto se žilný bazalt vyznačuje vyššími obsahy.

Posledním diagramem je obsah FeO_t vůči SiO_2 , kde je pozorovaná lineární závislost. Zvýšené obsahy FeO_t mají intermediální horniny (5-10 hm. %) a celkové obsahy klesají až k ryolitům (1-4 hm. %).

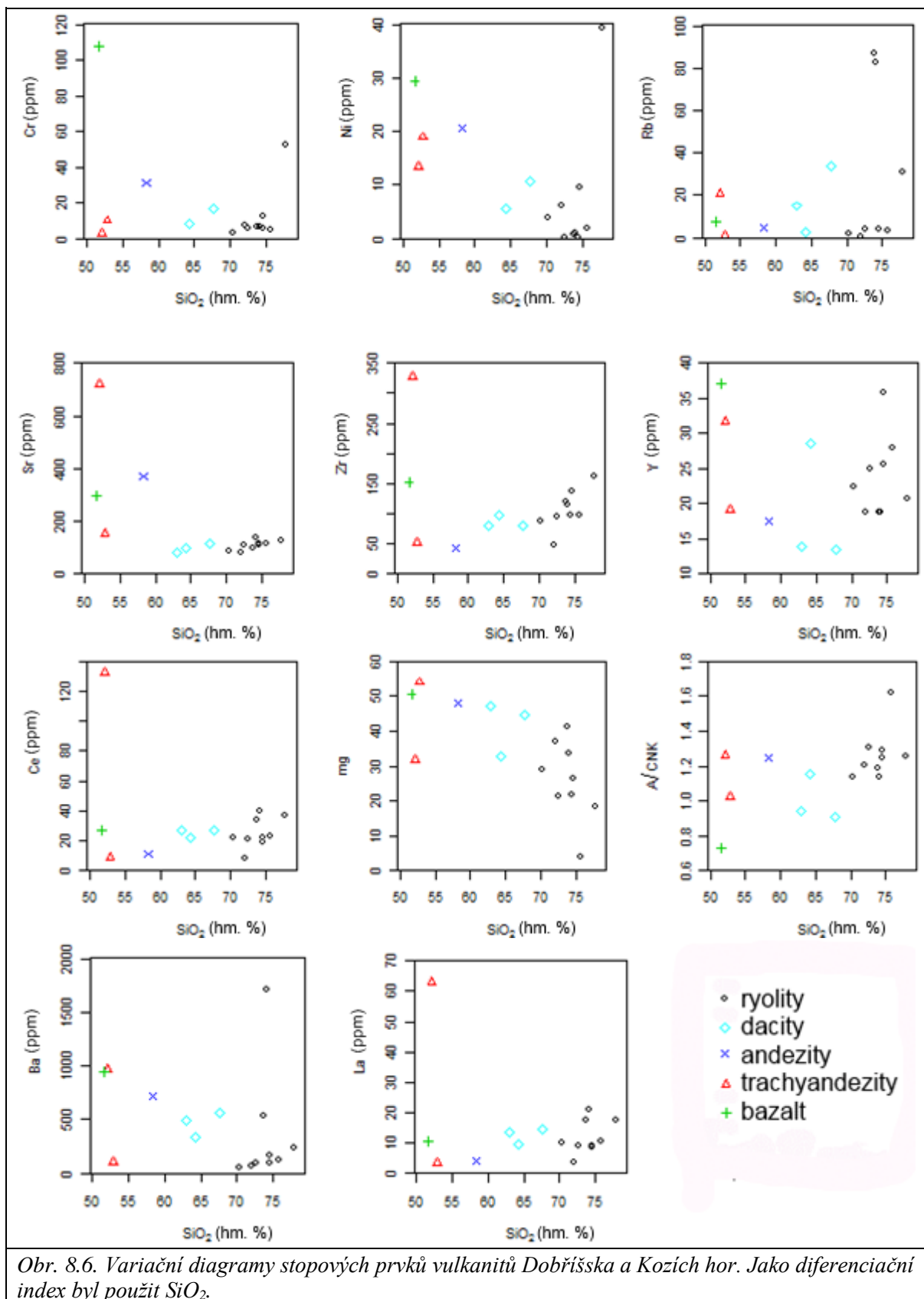
8.2 Stopové prvky

Na variačních diagramech na *obr. 8.6* jsou prezentovány vztahy mezi SiO_2 a stopovými prvky. V diagramech jsou vyneseny všechny vulkanické horniny ve skupinách, podle chemické klasifikace na základě TAS diagramu.

Diagramy Cr a Ni mají podobné chování, zůstávají v restitu, jelikož jde o vysoce diferenciované horniny, a proto jsou jejich obsahy nízké a stálé. Zvýšený obsah Cr a Ni je naopak u vzorku žilného bazaltu 107,5 ppm, což ukazuje na to, že hornina neprošla výraznější frakcionací a má jiný zdroj magmatu. Vysoké obsahy Cr a Ni jsou u vzorku dacitu V-1043, který má 605 ppm Cr a 237,2 ppm Ni, to ukazuje, že se jedná o geneticky jinou horninu.

Diagram Rb vs. SiO_2 nevykazuje lineární závislost, jsou zde patrné relativně nízké obsahy, zejména u vzorků z Dobříše, u kterých se objevuje Rb anomálie v diagramech normalizovaných chondrity uvedených v kapitole 8.3. Zvýšené obsahy vykazuje vzorek ryolitu V-681 (31,11 ppm) a vzorek trachyandezitu V-668 (20,85 ppm). Vysoké obsahy jsou u vzorků z Kozích hor, které obsahují 83,0 a 87,0 ppm Rb, což koreluje s vyššími obsahy K_2O , jelikož Rb zastupuje K v draselných živcích.

V diagramu Sr vs. SiO_2 *obr. 8.6* je opět vidět, že horniny představují několik genetických skupin. První skupina jsou kyselé vulkanity (ryolity a dacity), které jeví slabou vzrůstající lineární závislost. Intermediální horniny (andezit, trachyandezity) jsou více obohaceny o Sr, než kyselější typy. Kyselé typy obsahují od 80,0 do 138,0 ppm Sr a je třeba upozornit na velmi vysoký obsah u vzorku trachyandezitu V-668, který obsahuje 721,7 ppm Sr. Stroncium zastupuje Ca v plagioklasu, proto jejich obsah klesá se zvyšujícím se SiO_2 .



Obr. 8.6. Variační diagramy stopových prvků vulkanitů Dobříšska a Kozích hor. Jako diferenciální index byl použit SiO₂.

U Zr je lineární závislost patrná u ryolitů od 70 % až do 79% hm. % SiO₂. Andezity a dacity se chovají jinak, taktéž je to u bazaltoandezitu. Zvýšené obsahy Zr u intermediálních členů jeví žilný bazalt 152,3 ppm, což opět potvrzuje jiný zdroj, příp. kontaminaci Zr z korových hornin. Vzorek trachyandezitu V-668, který má alkalickou afinitu je také velmi bohatý (326,9 ppm Zr). Zirkon nevstupuje do krystalových mřížek, koncentruje se v tavenině, proto je ho více v kyselých vulkanitech, pokud dojde k nasycení taveniny Zr, začne zirkon nebo jiné minerály obsahující zirkon krystalovat a jeho koncentrace v tavenině se snižuje.

Oproti Y u obsahů Ce vs. SiO₂ je lineární závislost patrná, obsahy postupně stoupají od intermediálních členů až po kyselý ryolity. Výjimečný je opět vzorek trachyandezitu V-668 se svým vysokým obsahem 132,88 ppm. V diagramu Y vs. SiO₂ nepozorují žádnou závislost, vulkanity jsou rozprostřeny po celém diagramu. V diagramu je vidět více skupin s rozdílnými obsahy Y, bohatší bazalt a trachyandezit, chudší dacity, andezit a trachyandezit. U Y nedocházelo k jeho diferenciaci frakcionací, ale spíše je to způsobeno rozdíly ve složení zdroje, stupněm parciálního tavení, příp. kontaminací zdroje. Y zůstává v reziduu, proto jeho obsahy klesají.

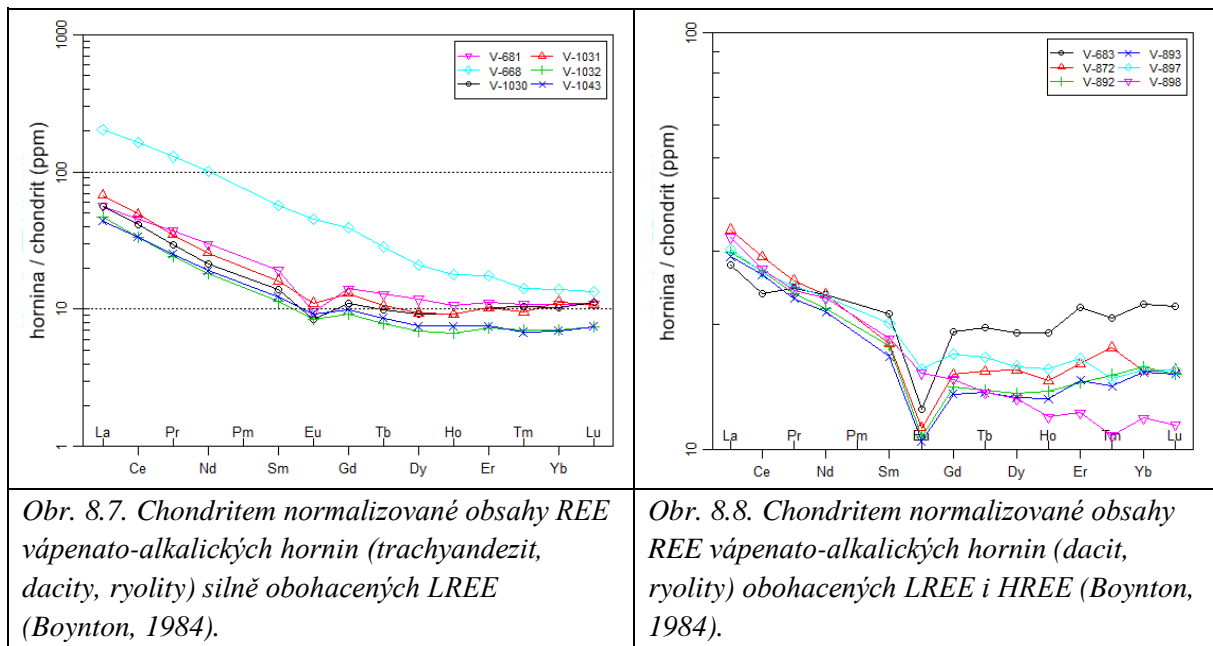
Obsahy Ba ve vulkanitech jeví lineární pokles od intermediálních členů po kyselý. Nicméně vymyká se vzorek ryolitu V-1031, který je opravdu silně obohacen Ba (1715 ppm), což je způsobeno patrně mineralizací, nebo přítomností Ba v živcích.

V diagramu La vs. SiO₂ je viditelný lineární růst obsahů La u kyselých ryolitů a dacitů. Intermediální horniny s tímto frakcionačním trendem patrně nesouvisí. Pozoruhodný je opět vzorek trachyandezitu V-668, který svým obsahem 63,12 ppm jasně převyšuje ostatní vzorky.

8.3 Složení lanthanoidů

Lanthanoidy jsou skupinou chemických prvků, které mají velmi podobné geochemické chování. Patří do skupiny prvků vzácných zemin REE. Všechny mají stejnou stavbu valenčního elektronového orbitalu. Jejich geochemické chování je řízeno iontovým poloměrem, který v případě iontů s oxidačním číslem 3⁺ postupně klesá od La k Lu (lanthanoidová kontrakce). Výjimkou jsou lanthanoidy Ce a Eu, které mohou mít za určitých podmínek stabilní i ionty s oxidačním číslem 2⁺ a 4⁺ respektive. Lanthanoidy (REE) se dělí na lehké prvky vzácných zemin (LREE, La až Gd) a těžké prvky vzácných zemin (HREE, Tb až Lu plus Y). Dělení je založeno na postupném zaplňování atomových orbitalů lanthanoidů podslupky 4f, která se nejprve zaplňuje nepárovými elektrony (u LREE) a až posléze se doplňují elektrony do orbitalů a tvoří se elektronové páry (u HREE). Tato skupina je díky svému vysoce koherentnímu chování, efektu lanthanoidové kontrakce, převažující inkompatibilitě v širokém rozpětí složení magmatických hornin a většinou nízké mobilitě při sekundárních přeměnách je velmi často využívána v geochemickém studiu hornin (Klikorka et al., 1985; Hedrick, 1995).

Analýzy lanthanoidů byly normalizovány složením vzácných zemin REE chondritu (Boynton, 1984). Diagramy jsou rozděleny dle geochemických skupin podle parametrů diskutovaných výše v textu.



Při celkovém vyhodnocení se dají vzorky zařadit do tří geochemických skupin. První skupinu tvoří horniny, které jsou silně obohaceny o prvky lehkých vzácných zemin (LREE) obr. 8.7. Jejich magmata krystalizovala z velmi obohaceného, alkalickým horninám podobného zdroje. Do této skupiny patří i analyzované droby pičínského proterozoika obr. 8.10.

Druhá skupina, kam se řadí většina vzorků, se vyznačuje europiovou anomálií, mírným obohacením o lehké prvky vzácných zemin a středním obohacením o HREE prvky obr. 8.8. Tyto horniny představují vysoce diferencované taveniny, kde nejvýraznější roli hrála frakcionace plagioklasu a patrně i amfibolu.

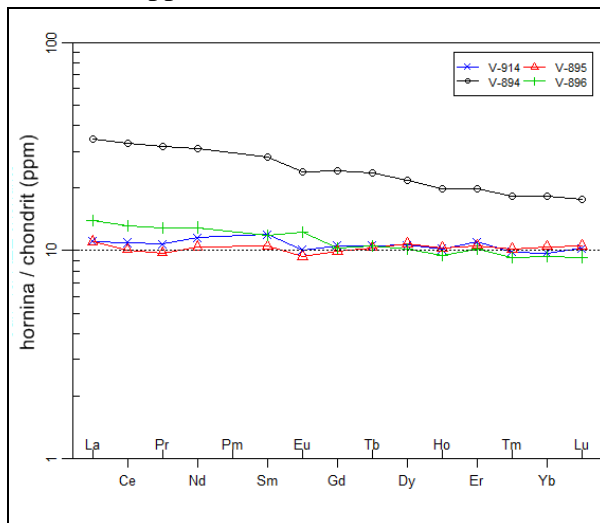
Posledním typem hornin jsou primitivní horniny chudé jak na lehké, tak i těžké prvky vzácných zemin s tholeiitovým trendem obr. 8.9. Jejich magmata krystalizovala z ochuzeného plášťového zdroje.

Křivky REE pro rhyolity z Kozích hor (V-1030, V-1031) a jednoho rhyolitu z Dobříšska (V-681) na obr. 8.7 mají velmi podobný tvar. Tato skupina vykazuje výraznou negativní Eu anomálii ($Eu = 0,68 - 0,76$), strmějším klesajícím trendem LREE a relativně plochou částí křivky HREE ($La / Yb = 7,67 - 8,9$). Tyto rhyolity mají navíc ze všech skupin největší celkové obsahy REE (82,47 – 96,92 ppm). Křivky REE pro dacity z Kozích hor (V-1032, V-1043) obr. 8.7 mají velmi podobný tvar, dokonce se i podobají rhyolitům ze stejné oblasti. Tato skupina vykazuje slabou negativní Eu anomálii ($Eu = 0,83 - 0,84$), klesající trend LREE a relativně plochou část křivky HREE ($La / Yb = 9,3 - 9,7$). Celkový obsah REE (67,14 – 67,66 ppm).

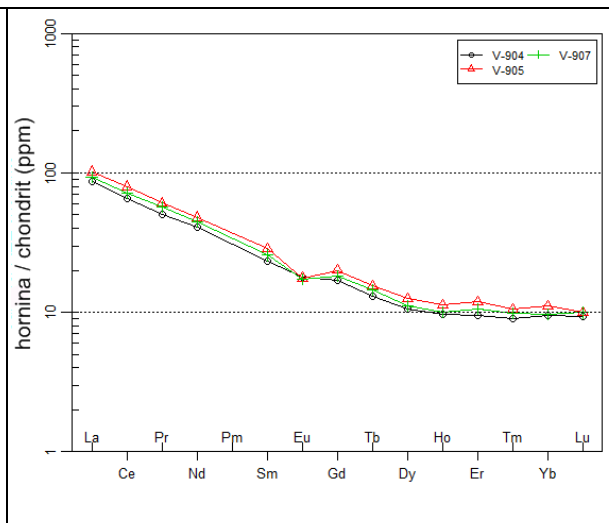
Druhou skupinou jsou vzorky z Dobříšské oblasti (rhyolity V-683, V-872, V-892, V-893, V-898) na obr. 8.8. Jejich křivky REE jsou velmi podobné a vykazují výraznou negativní Eu anomálii ($Eu = 0,62 - 0,92$), mírně klesající trend LREE a relativně plochou křivku s vyššími obsahy HREE, než u předešlé skupiny ($La / Yb = 1,8 - 4,0$). Celkové obsahy REE (66,60 – 73,96 ppm).

Vzorek rhyolitu V-895 na obr. 8.9, se vykazuje křivkou s velmi slabou negativní Eu anomálií ($Eu = 0,92$). Jde o primitivní rhyolit, jehož křivka je velmi specifická a prakticky plochá, neprojevuje se u ní žádný trend u LREE ani u HREE ($La / Yb = 1,6$). Celkový obsah REE je velmi nízký (34,13 ppm). Křivka REE vzorku dacitu (V-897) obr. 8.8 z Dobříšské oblasti se

vyznačuje slabou negativní Eu anomálií, podobně jako u předešlé skupiny ($Eu = 0,85$). Trend klesání prvků LREE je mírnější než u vzorků z Kozích hor a část křivky s prvky HREE je taktéž relativně plochá ($La / Yb = 2,9$). Celkový obsah REE je nepatrně vyšší oproti dacitům z Kozích hor (71,97 ppm).



Obr. 8.9. Chondritem normalizované obsahy REE žilného bazaltu, trachyandezitu, andezitu a ryolitu se slabě frakcionovanými křivkami REE (Boynton, 1984).



Obr. 8.10. Chondritem normalizované obsahy REE vysoce frakcionovaných hornin drob pičínského pásu v oblasti Dobříše (Boynton, 1984).

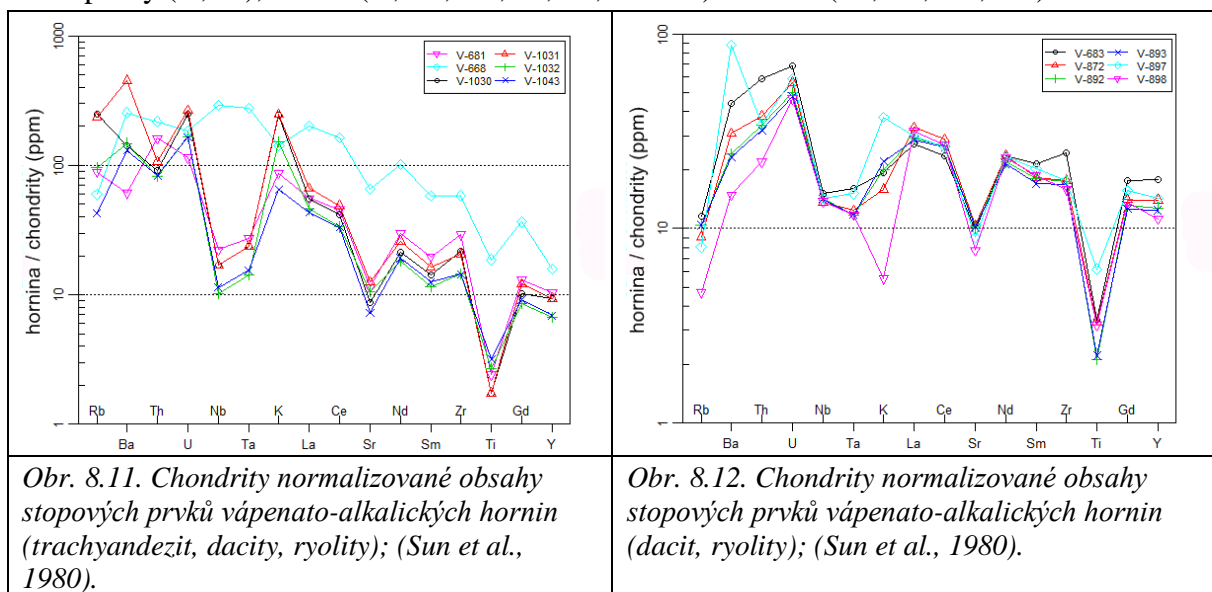
Skupinu trachyandezitů tvoří vzorky V-668 na obr. 8.7 a V-914 na obr. 8.9 z Dobříšské oblasti. Obě křivky REE se od sebe liší. Křivka u vzorku V-914 je opět téměř plochá, vyznačuje se slabou negativní Eu anomálií ($Eu = 0,89$). Na křivce je zřetelný velmi mírný stoupající trend LREE a plochá část křivky HREE ($La / Yb = 1,7$). Celkový obsah REE je velmi nízký (35,97 ppm). Křivka vzorku V-668 se nevyznačuje Eu anomálií ($Eu = 0,95$). Na křivce pozorujeme strmější klesající trend LREE a mírnější klesající trend HREE ($La / Yb = 21,8$). Oproti předešlému vzorku je celkový obsah REE vysoký a jde o nejvyšší obsah ze všech analýz (314,07 ppm).

Křivka REE pro vzorek andezitu (V-896) obr. 8.9 z Dobříšské oblasti je velmi specifická. Eu anomálie je mírně pozitivní ($Eu = 1,11$), což naznačuje kumulaci plagioklasu v hornině. Křivka je téměř plochá, je na ní zřetelný velmi mírný klesající trend LREE a prakticky plochá část křivky HREE ($La / Yb = 2,20$). Celkový obsah REE je velmi nízký, jde o primitivní andezit (39,37 ppm). Křivka REE pro vzorek (V-894) žilného bazaltu (diabasu) obr. 8.9 se projevuje nepatrnou negativní Eu anomálií ($Eu = 0,92$). Na křivce je zřetelný mírný klesající trend LREE a mírný klesající trend HREE ($La / Yb = 2,8$), který je typický pro alkalické horniny pocházející z obohaceného plášťového zdroje. Celkový obsah REE (91,84 ppm).

Křivky REE pro droby pičínského neoproterozoika, vzorky V-904, V-905 a V-907 vykazují vysokou podobnost s vápenato-alkalickými horninami reprezentovány ryolity a dacity z první skupiny obr. 8.7. Křivky drob jsou silně obohacené o LREE prvky a projevují se strmým poklesem až k prvkům HREE ($La / Yb = 9,10 - 9,58$). Na křivce se objevuje výrazná negativní europiová anomálie ($Eu = 0,73 - 0,90$). Celkový obsah REE je vysoký (129,87 – 155,36 ppm).

Normalizované multivariační diagramy tzv. spider ploty na *obr. 8.11, 8.12, 8.13 a 8.14*, zobrazují hodnoty koncentrací vybraných geochemicky významných prvků (v hodnotách ppm) řazených podle jejich kompatibility (od nejméně kompatibilního po nejvíce kompatibilní prvek). Pro vyhodnocení výsledků byl vybrán diagram Sun et al. (1980), kde jsou stopové prvky normalizované chondrity. V diagramu se nejvíce vlevo vynášejí koncentrace lehkých inkompatibilních litofilních prvků (LILE) jako jsou Rb a Ba, zatímco nejvíce vpravo se kladou HREE jako Gd a Y. Ve střední části se potom vyskytují další LILE prvky (K, Sr), HFSE (U, Th, Nb, Ta, Zr a Ti) i LREE (La, Ce, Nd, Sm).

Pro vyhodnocení sedimentárních hornin byl vybrán diagram Taylora and McLennana, (1995), kde jsou stopové prvky normalizované svrchní kůrou. V diagramu se nejvíce vlevo vynášejí koncentrace lehkých inkompatibilních litofilních prvků (LILE) jako jsou Cs, Rb a Ba, zatímco nejvíce vpravo se kladou HREE jako Tb, Y, Yb a Tm. Ve střední části se potom vyskytují další LILE prvky (K, Sr), HFSE (U, Th, Nb, Zr, Ta, Hf a Ti) i LREE (La, Ce, Nd, Sm).



Obr. 8.11. Chondrity normalizované obsahy stopových prvků vápenato-alkalických hornin (trachyandezit, dacity, ryolity); (Sun et al., 1980).

Obr. 8.12. Chondrity normalizované obsahy stopových prvků vápenato-alkalických hornin (dacit, ryolity); (Sun et al., 1980).

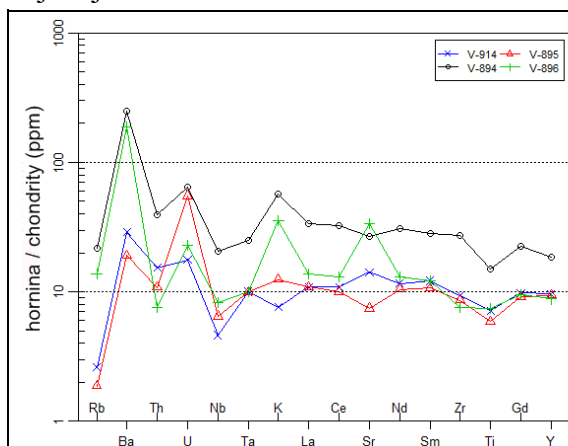
První skupinou jsou horniny silně obohacené o LREE prvky *obr. 8.11*. V této skupině jsou zejména vulkanity Kozích hor dacity V-1043, V-1032 a ryolity V-1031, V-1030, ale také vzorky z Dobříšské oblasti vzorek ryolitu V-681 a trochu odlišný vzorek trachyandezitu V-668. Křivka trachyandezitu V-668, který pravděpodobně pochází z obohaceného zdroje, podobného alkalickým horninám se oproti ostatním liší. Jeho křivka vykazuje mírný poklesový trend. Vzorek je celkově mírně obohacen o stopové prvky vůči ostatním a neobjevuje se u něj významná anomálie u Nb a Ta. Vykazuje slabé negativní anomálie u Rb, K, Sr, Ti a Y. Křivky u ostatních vzorků vykazují strmější klesající trend. Horniny jsou obohaceny o prvky LILE a objevuje se výrazná negativní anomálie u Nb, Ta a Ti, která je typická pro vápenato-alkalické horniny. Dále se objevuje významná negativní anomálie u Sr.

Jako druhá skupina jsou označeny vzorky, které jsou mírně obohaceny o LREE a středně obohaceny o HREE. Tuto skupinu tvoří ryolity V-898, V-893, V-892, V-872, V-683 a dacit V-897 na *obr. 8.12*. Jejich křivka se vyznačuje klesajícím trendem od prvků LILE po prvky HREE. U všech vzorků se objevuje větší negativní anomálie u Rb a Sr, další velké anomálie na křivce pozorujeme u prvků HFSE Nb, Ta a Ti. Tyto negativní anomálie jsou typické pro vápenato-alkalické horniny. Mohou vznikat tavením obohaceného pláště metasomatizovaného

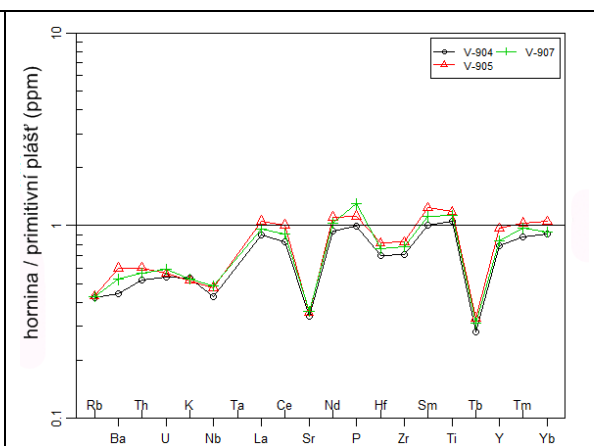
suprasubdukčními fluidy, nebo také kontaminací magmat kontinentální kůrou, která má negativní anomálie podobné.

Poslední skupinu tvoří horniny, které byly v předchozí části klasifikovány jako primitivní. Jde o trachyandezit V-914, andezit V-896, ryolit V-895 a žilný bazalt (diabas) V-894 zobrazeny na obr. 8.13, u nichž je křivka téměř stabilní, ale jeví se s mírným klesajícím trendem od prvků LILE po prvky HREE. Objevuje se větší negativní anomálie u Rb, kde žilný bazalt a andezit obsahují více Rb, než trachyandezit a ryolit. Další slabé negativní anomálie se objevují u prvků HFSE Th, Nb a Ti. Vzorek andezitu se vyznačuje dvěma pozitivními anomáliemi u prvků LILE K a Sr.

Křivky drob normalizované svrchní kůrou vzorky V-904, V-905 a V-907 na obr. 8.14 jeví vzrůstající trend. Vzorky jsou ochuzené o prvky LILE vůči složení svrchní kůry, v diagramu dochází k nárůstu u prvků HFSE a HREE. Objevuje se několik negativních anomálií u všech vzorků. Slabé negativní anomálie se objevují u Nb, Hf a Zr, významné negativní anomálie se objevují u Sr a Tb.



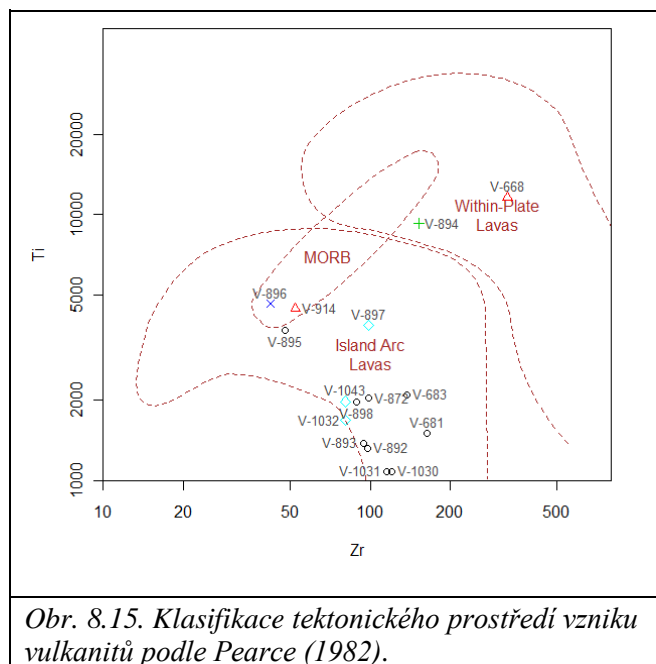
Obr. 8.13. Chondrity normalizované obsahy stopových prvků u žilného bazaltu, trachyandezitu, andezitu a ryolitu se slabě frakcionovanými křivkami REE (Sun et al., 1980).



Obr. 8.14. Svrchní kůrou normalizované stopové prvky u drob pičínského pásu (Taylor, McLennan, 1985).

8.4 Geotektonické prostředí vzniku vulkanitů

Mnoho analyzovaných vzorků vulkanitů je kyselého složení, proto byly zvoleny některé diagramy granitoidních hornin. Použité jsou dva diagramy tektonické diskriminace od Pearce et al. (1984) a Frosta et al. (2001). Použité byly také trojúhelníkové diagramy systému Th-Hf-Ta-Zr-Nb od Wooda, (1980). Nicméně žádný z diagramů nediskriminuje horniny, zvláště ty diferencované, ale i bazaltoidní zcela jednoznačně a dobře.



Obr. 8.15. Klasifikace tektonického prostředí vzniku vulkanitů podle Pearce (1982).

V klasifikaci Pearce (1982) vulkanity obsadily všechny tři pozice diagramu obr. 8.15. Nicméně téměř všechny vulkanity lze klasifikovat jako horniny vulkanických oblouků. Jen vzorek V-668 trachyandezit a V-894 žilný bazalt obsadily pole vnitro deskových láv. Jde o vnitrodeskový bazalt a horninu, která se blíží svým složením alkalickým magmatům a má patrně jiný zdroj magmatu.

Celkově přijatelnější je klasifikace Pearce (1982) z hlediska geotektonické pozice. Této klasifikaci přispívají i geochemické výsledky, které jsou uváděné v předchozích kapitolách.

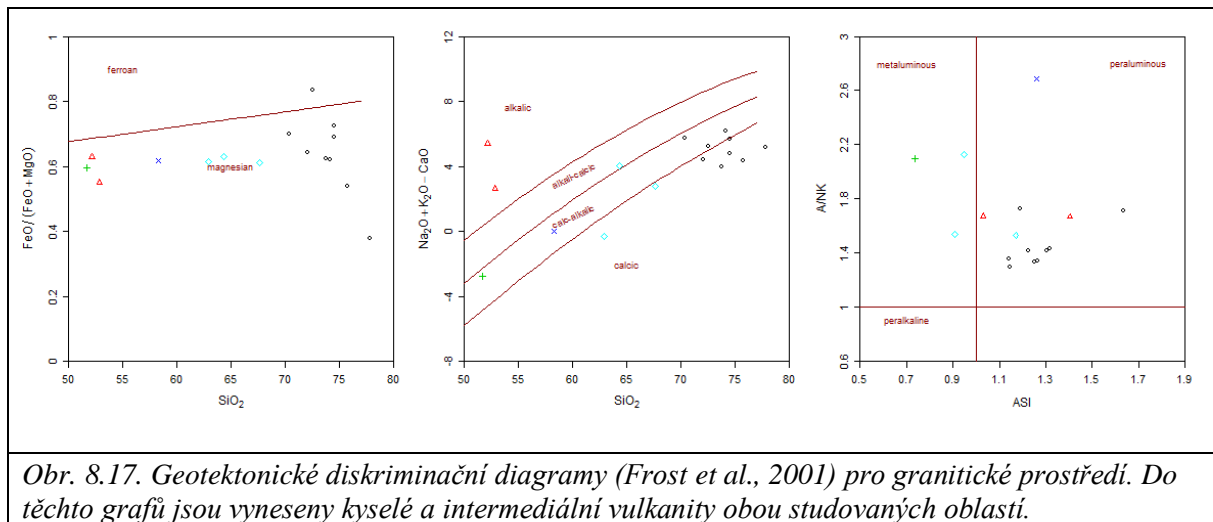
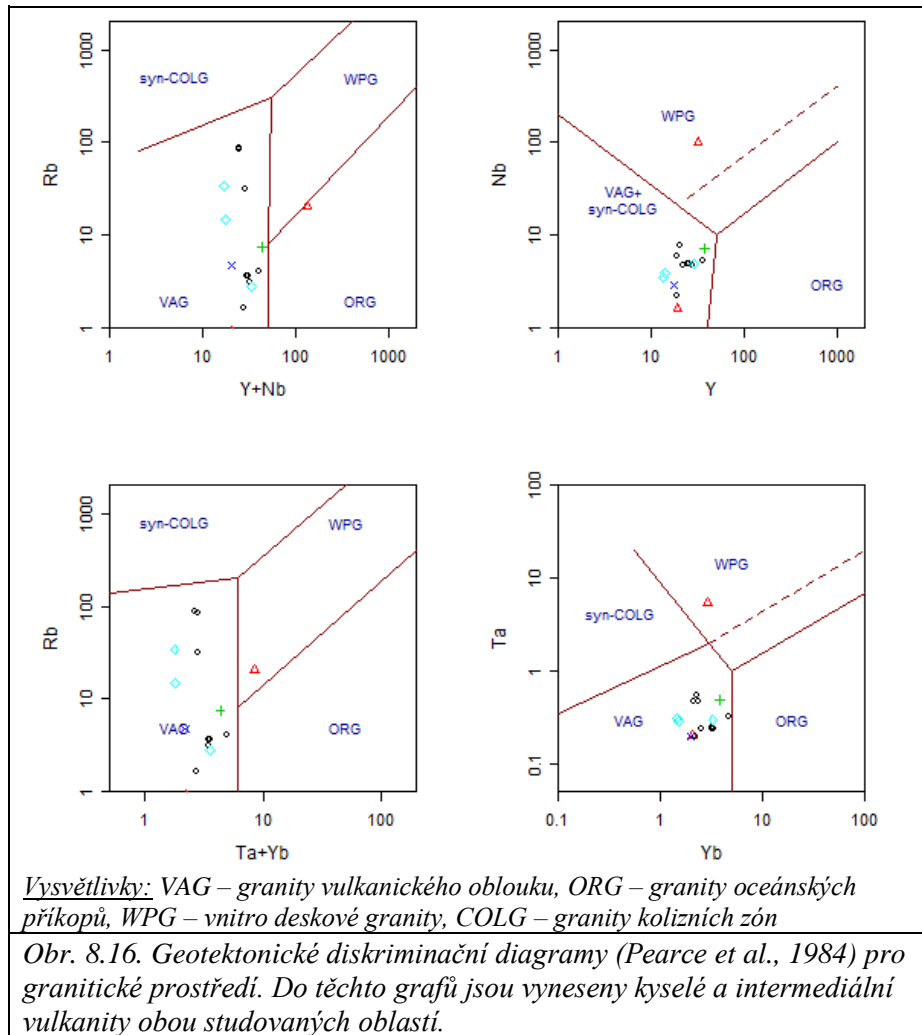
Na obr. 8.16 se naprostá většina vzorků umístila v poli granitů vulkanických oblouků. Pouze vzorek V-668 trachyandezit se umístil v poli vnitro deskového granitu.

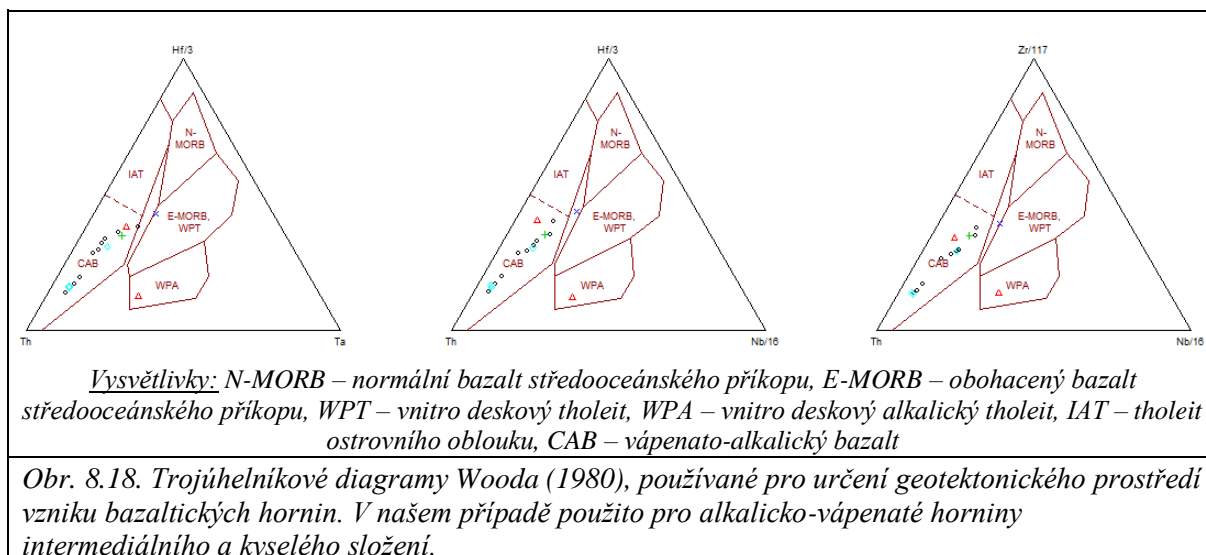
V diagramu $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O} - \text{CaO}$ vs. SiO_2 obr. 8.17 (uprostřed) se většina vzorků pohybuje v poli vápenato-alkalických hornin až vápenatých hornin. Oba vzorky trachyandezitů V-914, V-668 spadly do pole alkalických hornin, což zejména i vzorku V-668 není žádným překvapením vzhledem k jeho chemickému složení.

V diagramu A/NK vs. ASI obr. 8.17 (vpravo) se vzorky jeví jako peraluminické. Pouze dva vzorky dacitu V-1043 a V-1032 a vzorek žilného bazaltu V-894 obsadily pole metaluminických hornin.

V takových podmínkách, které ukazují diagramy na obr. 8.17, vznikají nejčastěji plutony oceánských ostrovů a plagiogranity, což by mohlo korespondovat se zájmovým územím, i když přímo v zájmovém území se hlubinné horniny nevyskytují. Ovšem v pičínském proterozoiku jsou prokázány výskyty plagiogranitu od Kardavce, které by mohly dokládat takové geotektonické podmínky vzniku.

Trojúhelníkové diagramy Wooda (1980) obr. 8.18 ukazují, že převážná část vzorků spadá do pole vápenato-alkalických bazaltů, což opět ukazuje na prostředí oceánských oblouků. V diagramech se vzorek andezitu V-896 přibližuje k poli vnitro deskového tholeiitu. Vzorek trachyandezitu V-668 se objevuje díky svému chemickému složení v poli vnitro deskového alkalického bazaltu.





9. Diskuze

Diskuze je rozdělena na dvě části. V první části jsou diskutovány geologicko-petrologicko-strukturní poměry zájmové oblasti a vztahy hornin. Závěrečná část diskuze se věnuje geochemii.

9.1 Geologie, petrologie a strukturní geologie

Terénní mapování vulkanického komplexu a jeho kontaktů se sedimenty neoproterozoika bylo nejdůležitějším zdrojem informací pro zhodnocení geologie a pro doplnění o strukturní měření i stavby celého území. Jak geologické mapování, tak i strukturní výzkum byly v této oblasti prováděny již v minulosti, zejména v souvislosti s vyhledáváním rudních ložisek v minulém století. V mapě Kotka (1963), byly detailně rozlišeny vulkanity a sedimenty. Horniny zájmové oblasti zařadil výše jmenovaný autor do spilitové série, a celkem je rozdělil do dvou skupin. Horniny spodní části kralupsko-zbraslavské skupiny, jsou označeny jako efusivně sedimentární. V některých částech území se toto souvrství shoduje s rozšířením vulkanitů včetně zelených drob, vymezených v této práci. Druhá skupina hornin, řazená Kotkem (1963) do svrchní části kralupsko-zbraslavské skupiny se neshoduje s rozšířením vulkanických a sedimentárních hornin neoproterozoika v geologické mapě přiložené k této práci. Kotek (1963) ukončuje rozšíření svrchní části kralupsko-zbraslavské skupiny na příčné poruše v Lipížském údolí. Rozšíření těchto hornin odpovídá zhruba oblasti budované šedomodrými drobami v přiložené mapě. Podle Kotka (1963) v této skupině dominuje pelitická sedimentace, bez projevů vulkanické činnosti, což je v souladu s novým terénním výzkumem, avšak jeho tvrzení o nepřítomnosti silicitů v této litostratigrafické jednotce je chybné.

Mapování Maška (1971), přineslo zpřesnění geologické stavby zájmové oblasti. Oproti mapě Kotka (1963), byl vyčleněn vulkanický pruh, který je tvořen v menší míře bazalty s převahou andezitů a dacitů. Fiala (1974, 1977) na základě petrologických a geochemických studií prokázal, že se ve vulkanickém pruhu významně uplatňují kyselé vulkanity, zejména ryolity a rovněž intermediální trachyty. S výsledky Fialy (1974, 1977) se do určité míry shodují i výzkumy této diplomové práce. O výskytu bazaltu (spilitu) v tektonické kře sz. od Voznice se Mašek (1984) nezmiňuje a v geologické mapě není vyznačen. Výskyt albitizovaného

trondhjemitu ve dvou tělesech u Trnové Mašek (1984) je chybný a podrobné studium prokázalo, že jde o ryolitové tufy (ignimbrity) v rámci jednoho velkého tělesa.

Při mapování v sedimentárních horninách byly oproti geologickým mapám Havlíčka (1985) a Maška (1987), zpřesněny pozice čoček silicitů, poloh lipížského slepence a průběhy žilných diabasů. K diskuzi jsou Maškem označené tzv. kardavecké slepence, které se podle Maška (1984) vyskytují ve dvou polohách u Trnové. Mašek (1984), je považuje za prekambrické, stejně jako Kratochvíl (1959), Kotek (1963) a Mašek a Pelc (1972). Naopak Rajlich (1971) a Fiala (1980) je přiřadili ke kambriu. Po bližším petrologickém studiu jsem usoudil, že se nejedná o slepence, tak jako na klasické lokalitě Kardavec, jižně od studovaného území, ale spíše o vulkanoklastické brekcie, které jsou součástí vulkanického tělesa s ignimbrity a ryolitovými tufy, tudíž patrně neoproterozoického stáří. Jsou velmi bohaté na ostrohranné lithické spečené tufy a tufové brekcie, výjimečně i s drobnými zrny drob a břidlic, které byly jako je tomu běžné u eruptivních brekcií či ignimbritů zapracovány do vulkanického materiálu během erupce nebo během pohybu pyroklastického proudu.

Antiklinální stukturu ve vulkanitech, kterou uvažoval Kotek (1963) není možno prokázat, vzhledem k masivnosti kyselých vulkanitů, bez znaků primárních textur. V diplomové práci kladu osu antiklinály do pásu zelené droby, která přechází do synklinály v šedomodré drobě. Mašek (1984) uvádí území jako velkou antiklinálu s drcenou zónou uprostřed území.

Jihovýchodní hranici zájmové oblasti tvoří jílová rozsedlina, u které Röhlich (1965) předpokládá aktivitu už v prekambrickém období. Dokládá to výzdvih kry tvořené blovickým komplexem pičínského pásu do úrovně štěchovické skupiny ještě před transgresí kambria. Příčné zlomy segmentují vrásovou stavbu sv-jz. směru. Již v mapě Kotka (1963) lze nalézt dvě hlavní příčné poruchy, v Lipížském údolí a v údolí Voznického potoka. Oproti tomu při mapování Maška (1971), byla zkrácena příčná porucha v jižní části Lipížském údolí, nicméně já se domnívám, že pokračuje i dále k SZ až do sedimentů kambria, tak jako je to znázorněno v příložené mapě. Odděluje dvě různé části vulkanického pruhu od sebe, je na ní ukončena menší porucha sv-jz. směru podle které došlo k výzdvihu černé droby (slídnaté). Na této poruše probíhající Lipížským údolím končí kambrium tzv. příbramské synklinály. Oba uvedení autoři Mašek (1984), Kotek (1963) předpokládají existenci příčné poruchy v údolí Voznického potoka, kde by měla oddělovat kry zcela odlišné stavby. Mapováním v rámci diplomové práce se nepodařilo prokázat existenci tohoto zlomu a proti jeho existenci stojí zejména detailní mapování tektonické kry na kótě 423,9, kde byl prokázán výskyt bazaltu (spilitu), masivního silicitu a zelené droby, které lze díky vysoké podobnosti zařadit ještě k pičínskému pásu. Tudíž se na ukončení pičínského pásu významně podílí jílová rozsedlina a závistský přesmyk, které od sebe oddělují odlišné horniny blovického komplexu a štěchovické skupiny.

9.2 Geochemie

V zájmovém území probíhal geochemický výzkum v omezené míře. V rámci průzkumu na drcený kámen proběhl chemický rozbor ryolitů v Lipížském údolí (Bašta et al., 1973). Na oblast Dobříšska se zaměřil ve svých výzkumech i Fiala (1974), který uvádí chemické rozbory i z jiných částí, než Lipížské údolí.

V porovnání s chemickými rozbory v práci Fialy (1974) je zřejmá vysoká podobnost s geochemickými analýzami uváděnými v této diplomové práci. Téměř většina analyzovaných

vzorků ve Fialově práci obsazuje v TAS diagramu pole ryolitu, což dokládají i výsledky diplomové práce. Fiala (1974) analyzoval také vzorky ze západního svahu vrchu Malinová, kde se shodují výsledky s analýzami diplomové práce a horniny spadají do pole trachyandezitu. Podobné jsou i výsledky z oblasti JV od Trnové. Vzorky uváděné Baštou et al. (1974) se shodují s analýzami ostatních autorů a odpovídají poli bazaltu (diabas) a ryolitu, jde o dva vzorky z lomu v Lipížském údolí. Všechny vzorky jeví na základě hlavních prvků subalkalický trend vápenato-alkalických hornin.

Nízké obsahy TiO_2 u intermediálních až kyselých vulkanitů (andezitů) a další geochemické parametry, obohacení inkompatibilními prvky vzhledem k chodritickým obsahům, typické negativní anomálie u Nb, Ta Sr, Ti ukazují, že převážná část ryolitů vznikala tavením metasomatizovaného ochuzeného plášt v prostředí ostrovních oblouků. Přítomnost trachyandezitů s afinitou k alkalickým vnitrodeskovým horninám a také ojedinělá přítomnost REE chudých ryolitů s plochými vzory REE a výskyt spilitu ukazuje, že jsou zde tektonicky sblíženy horniny z různých geotektonických prostředí s různými zdroji, případně může jít i horniny rozdílného stáří.

Výskyt plagiogranitů u Kardavce (Kratochvíl, 1966) ukazuje, že vulkanity byly doprovázeny i subvulkanickými intruzivami, které většinou vznikají tavením oceánské kůry. S nimi by mohly mít společnou genezi výše uvedené ryolity, chudé na REE a vyznačující se plochými vzory REE.

10. Závěr

Výsledkem geologického a strukturního mapování, petrografického a geochemického studia vulkanitů a sedimentů pičinského proterozoika a jeho okolních hornin jsou následující závěry:

- 1) Geologické a strukturní mapování přispělo k podrobnému poznání zájmového území. Mapováním byla vytvořena detailní geologická mapa v měřítku 1:10 000. Na základě petrologického a následného geochemického studia, byly upřesněny rozsahy těles vulkanických hornin a nově byly klasifikovány z hlediska jejich primární geneze i geochemie. Proti základní geologické mapě 1:25 000 (Havlíček, 1985; Mašek, 1987) byla reklasifikována tělesa bazaltů, které ve skutečnosti představují velmi jemnozrné rudními minerály prosycené ryolitové tufy (ignimbrity). V mapě zobrazená tělesa trondhjemitů jsou ve skutečnosti polohy pyroklastik (ignimbritové brekcie) a polohy tzv. kardaveckého slepence jsou ve skutečnosti vulkanoklastické brekcie, místy i s příměsí sedimentárního materiálu. Tělesa andezitů a dacitů byla výrazně zmenšena, ostatní části představují ve skutečnosti velmi jemnozrné původně ryolitové lávy a jemnozrné trachyandezity. Nově byly mapovány čočky lávových a vulkanoklastických brekcií a drobná poloha spilitu, byly upraveny některé rozsahy těles silicitů a žilných bazaltů.
- 2) Petrografický výzkum vulkanického pásu prokázal, že jde o komplex alkalicko-vápenatých hornin nejspíše neoproterozoického stáří. Horniny byly rozděleny do tří skupin: a) vápenato-alkalické horniny se strmými diferenciačními křivkami REE, b) vápenato-alkalické horniny s mírně strmými diferenciačními křivkami REE a euroiovou anomálií, c) horniny s plochými křivkami REE. Ve studovaném území převažují kyselé vulkanity a jejich tufy, místy se objevují intermediální horniny a výjimečně i bazické.

Velmi hojné jsou explozivní produkty v podobě ryolitových tufů a ignimbritů se sedimentární příměsí, místy jde o dacitové tufy, přítomné jsou i efusivní produkty, které vytváří masivní (koherentní) původně lávové proudy s čočkami lávových brekcií. Intermediální horniny jsou ve třech lokalitách a pravděpodobně v podloží kyselých ryolitů.

- 3) Sedimentární horniny pičinského proterozoika, byly rozděleny do třech pásů, probíhající SV-JZ směrem. Horniny se od sebe litologicky liší obsahem vulkanického materiálu, obsahy čoček silicitů a slepenců, případně zrnitostí. Jejich stratigrafické zařazení je nejisté a stáří je také neznámé. Pás zelené a šedomodré droby bude pravděpodobně podobného stáří, černá droba (slídnatá) se jeví stratigraficky jako nejstarší člen.
- 4) Ve vrásové stavbě pičinského pásu se uplatňují vrásy různých amplitud a vlnových délek. V centrální části pásu naznačuje strukturní měření přítomnost velké antiklinály táhnoucí se převážně sv-jz. směrem s rameny upadajícími k SZ a JV. Směrem na jihovýchod k jílové rozsedlině tato antiklinála přechází v synklinálu, která je useknuta jílovou rozsedlinou za Lipízkým údolím. Vrásová stavba je komplikována výskytem příčných zlomů. Vrásová stavba pičinského pásu je odlišná od vrásového stylu štěchovické skupiny. Ve štěchovické skupině mají osy vrás vsv-zjz. směr.
- 5) Území prochází dva významné zlomy SV-JZ směru, jílová rozsedlina a závistský přesmyk. Historie pohybů na nich začíná v prekambriu. Jílová rozsedlina pak jako poklesový zlom řídila sedimentaci kambria příbramské synklinály. Následně, pak oba zlomy fungovaly jako přesmyky při zkracování pražské pánve během variské orogeneze. Nedá se vyloučit ani ordovická perioda pohybu na zlomech. Z dalších, převážně variských deformací jsou významné poruchy příčné. Jedna taková pravděpodobně prochází Lipízkým údolím, druhá porucha v údolí Voznického potoka nebyla mapováním prokázána.
- 6) Chemické složení vulkanitů odpovídá vápenato-alkalickým horninám, které vznikaly v relativně mělkovodním prostředí ostrovních oblouků, jak naznačují i hojné výskyty ignimbritů a lapillových tufů ve stropě kozohorské antiklinály. Výsledky studia hlavních prvků a stopových prvků ukázaly jednak na rozdíly ve složení vulkanitů Dobříšska a vulkanitů Kozích hor. Vulkanity Kozích hor se liší zejména vyššími podíly alkalií i mnohem vyššími poměry K_2O/Na_2O . Koncentrace stopových prvků REE, ukazují, že v zájmovém území jsou geochemicky tři skupiny hornin:
 - a) vápenato-alkalické horniny se strmými diferenciačními křivkami REE, silně obohacené o LREE, s negativními anomáliemi Nb, Ta, Sr a Ti, které jsou typické pro prostředí ostrovních oblouků či aktivních kontinentálních okrajů. Trachyandezit s ještě silněji diferencovaným vzorem LREE, již se blíží distribucí REE vnitrodeskovým alkalickým horninám. Nemá výraznou negativní anomálii Nb a Ta. Vykazuje slabé negativní anomálie u Rb, K, Sr, Ti a Y.
 - b) druhá skupina vápenato-alkalických hornin dacitů a ryolitů, kam se řadí většina vzorků, se vyznačuje výraznou europiovou anomálií, mírným obohacením o prvky LREE a středním obohacením o HREE prvky. U všech vzorků se objevuje větší negativní anomálie u Rb a Sr, další velké negativní anomálie pozorujeme u HFSE Nb, Ta a Ti. Krystalovaly z vysoce diferencovaných tavenin. Distribuce REE je silně

ovlivněna významnou frakcionací plagioklasu a v rannějších fázích také patrně amfibolu.

c) třetí skupinou jsou horniny s plochými křivkami REE chudé jak na LREE prvky, tak i na HREE prvky vzácných zemin. Na rozdíl od předchozích mají afinitu k tholeiitickému diferenciačnímu trendu. Vznikaly patrně přetavením a následnou velmi slabou frakcionací hornin tholeiitické afinity. Pozitivní Eu anomálie ukazuje na kumulaci živců v některých vzorcích. Jsou výrazně ochuzeny. Slabé negativní anomálie se objevují u Th, Nb a Ti, což ukazuje na kontaminaci okolními vápenato-alkalickými horninami. V této skupině je i ryolit, který patrně vznikl vysokoprocentním tavením bazaltického protolitu, který neprodělal výraznou frakcionací REE.

- 7) Droby z pičínského proterozoika mají stejný trend křivky REE jako kyselé a intermediální vulkanity, což ukazuje, že zdroje jejich materiálu byly zejména vulkanity ostrovního oblouku, což ostatně dokládají i valouny a zrna kyselých a intermediálních vulkanitů ve valounech nebo písčitéch zrnech hruběji klastických drob. Přítomnost zrn spilitů však naznačuje, že část materiálu byla recyklována buď z vulkanických elevací, nebo z vyzvednutých starších částí akrečního prizmatu.

11. Literatura

- Babánek, F. (1871): Die Erzführung der Příbramer Sandsteine und Schiefer in ihrem Verhältnisse zu Dislocationen. – *Jahrbuch der Kaiserlich-königlichen geologischen Reichsanstalt*, 21, 2, 291-295.
- Bambas, J. (1990): Březohorský rudní revír. – *Komitét sympozia Hornická Příbram ve vědě a technice*. Příbram. 198 str.
- Bašta, J., Dvořák, K., Maroušek, J., Suková, H., Toula, J. (1973): Dobříš (Lipíž); surovina: kámen (spilit - keratofyr). – MS Čes. geol. služba (FZ005347), Praha.
- Boynton, W. V. (1984): Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (eds) *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, str. 63-114
- Demek, J., Mackovčín, P. (2006): Hory a nížiny. *Zeměpisný lexikon ČR*. Praha: Agentura ochrany přírody a krajiny ČR, 2006.
- Dörr, W., Fišera, M., Franke, W. (1992): Cadomian magmatic events in the Bohemian Massif – U-Pb data from felsic magmatic pebbles. Abstracts 7th Geol. Workshop Styles of superposed Variscan nappe tectonics, Czechoslovakia. *Czechoslovak Academy of Sciences*, 3.
- Dörr, W., Zulauf, G., Schastok, J., Scheuven, D., Vejnar, Z., Wemmer, K., Ahrendt, H. (1996): The Teplá – Barrandian/Moldanubian s.str. boundary: preliminary geochronological results from fault related plutons. *Terra Nostra*, 2, 34-38.
- Dörr, W., Zulauf, G., Fiala, J., Franke, W., Vejnar, Z. (2002): Neoproterozoic to Early Cambrian history of an active plate margin in the Teplá – Barrandian unit (Bohemia, Czech Republic). *Tectonophysics*, 352, 1-2, 225-243.
- Drost, K. (2008): Sources and geotectonic setting of Late Neoproterozoic–Early Paleozoic volcano-sedimentary successions of the Teplá–Barrandian unit (Bohemian Massif): evidence from petrographical, geochemical, and isotope analyses. *Geologica Saxonica*, 54, 1-165.
- Drost, K., Gerdes, A., Jeffries, T., Linnemann, U., Storey, C. (2010): Provenance of Neoproterozoic and early Paleozoic siliciclastic rocks of the Teplá-Barrandian unit (Bohemian Massif): Evidence from U–Pb detrital zircon ages. *Gondwana Research*, (2011), 19, 1, 213-231.
- Faryad, S. W., Kachlik, V. (2013): New evidence of blueschist facies rocks and their geotectonic implication for Variscan suture(s) in the Bohemian Massif. *Journal Metamorphic Geology*, 31, 1, 63-82.
- Faryad, S. W., Kachlík, V., Sláma, J., Hoinkes, G. (2015): Implication of corona formation in a metatroctolite to the granulite facies overprint of HP-UHP rocks in the Moldanubian Zone (Bohemian Massif). *Journal of Metamorphic Geology*, 33, 3, 295-310.
- Fatka, O., Míčka, V., Szabad, M., Vokáč, V., Vorel, T. (2011): Nomenclature of Cambrian lithostratigraphy of the Skryje-Týřovice Basin. *Bulletin of Geosciences*, 86, 4, 841-858.
- Fediuk, F. (1960): Algonkické vyvěřeliny v okolí Říčan. *Acta Universitatis Carolinae, Geologica*, 1, 61-74.

- Fiala, F. (1974): Proterozoický vulkanismus Barrandienu. – MS Česká geologická služba (P000122/1973), Praha.
- Fiala, F. (1977): Proterozoický vulkanismus Barrandienu a problematika spilitů. – *Sborník geologických věd, Geologie*, 30, 7-247.
- Fiala, F. (1980): Valouny granitoidů ze spodnokambrických žiteckých slepenců. – *Časopis pro mineralogii a geologii*, 1, 77-102.
- Franke, W. (1989): Variscan plate tectonics in Central Europe – current ideas and open questions. *Tectonophysics*, 169, 221-228.
- Frost, B. R., Barnes, C. G., Collins, W. J., Arculus, R. J., Ellis, D. J., Frost, C. D. (2001): A geochemical classification for granitic rocks. *Journal of Petrology*, 42, 2033-2048.
- Gill, J. B. (1984): Sr-Pb-Nd isotopic evidence that MORB and OIB sources contribute to ocean island arc magmas in Fiji: *Earth and Planetary Science Letters*, 68, 443-458.
- Hajná, J., Žák, J., Kachlík, V., Chadima, M. (2009): Subduction-driven shortening and differential exhumation in a Cadomian accretionary wedge: The Teplá–Barrandian unit, Bohemian Massif. – *Precambrian Research*, 176, (2010), 27-45.
- Hajná, J., Žák, J., Kachlík, V. (2010): Structure and stratigraphy of the Teplá–Barrandian Neoproterozoic, Bohemian Massif: A new plate tectonic reinterpretation, *Gondwana Research*, (2011), 19, 2, 495-508.
- Hajná, J., Žák, J., Kachlík, V., Chadima, M. (2012): Deciphering the Variscan tectonothermal overprint and deformation partitioning in the Cadomian basement of the Teplá–Barrandian unit, Bohemian Massif, *International Journal of Earth Sciences*, (2012), 101, 1855-1873
- Hajná, J., Žák, J., Kachlík, V., Dörr, W., Gerdes, A. (2012): Neoproterozoic to early Cambrian Franciscan-type mélanges in the Teplá–Barrandian unit, Bohemian Massif: Evidence of modern-style accretionary processes along the Cadomian active margin of Gondwana? *Precambrian Research*, (2013), 244, 653-670.
- Havlíček, V. (1949): Paleontologický důkaz kambria v Železných horách. *Věstník Státního geologického Ústavu Československé Republiky*, 24, 331-333.
- Havlíček, V. (1950): Geologie úvalského staršího paleozoika. *Sborník Státního geologického ústavu*, 17, 141-184.
- Havlíček, V. (1971): Stratigraphy of the Cambrian of Central Bohemia. – *Sborník geologických věd, Geologie*, 20, 7-52.
- Havlíček, V. (1973): Horizontální posuny na Příbramsku. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 48, 225-228.
- Havlíček, V. (1978): Vývoj paleozoických pánví v Českém masívu (kambrium – spodní karbon). – *Sborník geologických věd, Geologie*, 34, 31-65.

Havlíček, V. (1981): Development of a linear sedimentary depression exemplified by the Prague basin (Ordovician-Middle Devonian; Barrandian area – Central Bohemia). – *Sborník geologických věd, Geologie*, 35, 7-48.

Havlíček, V. red. (1985): Základní geologická mapa ČSSR 1:25000. List 12-431 Hostomice. – *Ústřední ústav geologický*. Praha.

Havlíček, V. (1992): Ordovik. In: Chlupáč, I. (1992): Paleozoikum Barrandienu (kambrium-devon), 56-116. – *Československý geologický ústav*, Praha.

Havlíček, V., Šnajdr, M. (1957): Vrstevní sled a facie v brdském kambriu. – *Sborník Ústředního Ústavu geologického, Odd. geologický*, 23, 487-522.

Havlíček, V., Brunnerová, Z., Fiala, F., Kovanda, J., Kříž, J., Mašek, J., Odehnal, L., Šalanský, K., Štych, J. (1985): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 12-431 Hostomice. – *Ústřední ústav geologický*. Praha.

Hedberg, H. D. (1976): International stratigraphic guide. A guide to stratigraphic classification, terminology and procedure. (International Subcommittee on Stratigraphic Classification, IUGS Commission on Stratigraphy). New York, John Wiley & Sons, 200 str.

Hedrick, J. B. (1995): The global rare-earth cycle. *Journal of Alloys and Compounds*, (1995), 225, 609-618.

Holub, F., Cocherie, A., Rossi, P. H. (1997): Radiometric dating of calc-alkaline to ultrapotassic plutonic rocks from the Central Bohemian Plutonic Complex, Czech Republic: constrains on the thermotectonic chronology along the Moldanubian-Barrandian suture. – C. R. Acad.Sci Paris, *Earth and Planetary Science Letters*, 325, 19-26.

Holub, F., Studená, M., Vosk, M. (2006): Diabasy a „gabrové porfýrity“ ve středočeském plutonickém komplexu, *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2006*. 127-129.

Holubec, J. (1966): Stratigraphy of the Upper Proterozoic in the core of the Bohemian Massif (The Teplá-Barrandian region). *Ročenka Československé akademie věd*, 76, 4, 1-62. Praha.

Cháb, J., Pecl, Z. (1968): Lithology of Upper Proterozoic in the NW limb of the Barrandian area. *Krystalinikum*, 6, 141-167.

Cháb, J. (1978): Návrh litostratigrafické a litologické terminologie pro svrchní proterozoikum teplesko-barrandienské oblasti. *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 53, 43-60. Praha.

Cháb, J. (1997): Granitic, gabbroic intrusions. In: Vrána, S., Štědrá, V., (Editors), Geological model of Western Bohemia related to the KTB borehole in Germany. *Czech Geological Survey*, Prague, 85-99.

Cháb, J., Stráník, K., Eliáš, M. (2007): Geologická mapa České republiky 1:500 000. – *Česká geologická služba*. Praha.

Chaloupský, J., Kukul, Z., Pražák, J., Slavík, J., Tásler, R. (1984): Vrt DB-1, Dolní Bousov. *Ústřední ústav geologický*, Praha.

Chlupáč I. (1981): K stratigrafii a faciálnímu vývoji metamorfovaného paleozoika sedlčansko-krásohorského ostrova. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 56, 4, 225-232.

Chlupáč, I. (1931-2002): Regionální geologické dělení Českého masívu na území České republiky. *Časopis pro mineralogii a geologii*, (1992), 37, 4, 257-275.

Chlupáč, I., Havlíček, V., Kříž, J., Kukař, Z., Štorch, P. (1992): Paleozoikum Barrandienu (kambrium – devon). – *Český geologický ústav*. Praha. 292 str.

Chlupáč, I. (1993): Geology of the Barrandian – A field trip guide. – *Senckenberg-Buch*, 69, 1-163, Frankfurt a. M. (Verlag W. Kramer).

Chlupáč, I., Brzobohatý, R., Kovanda, J., Stráník, Z. (2002): Geologická minulost České republiky. – Academia. Praha. 436 str.

Irvine, T. M., Baragar, W. R. (1971): A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523-548.

Jahn, J. J. (1896): Basalttuff-Breccie mit silurischen Fossilien in Ostböhmen. *Verhandlungen Geologische Reichsanst*, (1896), 16, 441-659.

Jakeš, P. (1976): Oceánická kůra na dně sedimentární pánve tepelsko-barrandienského proterozoika, *Ústav geologických věd PřF UK Praha*, Praha.

Janoušek, V., Rogers, G., Bowes, D. R. (1995): Sr-Nd isotopic constraints on the petrogenesis of the Central Bohemian Pluton, Czech Republic. *Geologische Rundschau*, 84, 520-534.

Janoušek, V., Holub, F. (2007): The causal link between HP-HT metamorphism and ultrapotassic magmatism in collisional orogens: case study from the Moldanubian Zone of the Bohemian Massif. *Czech Geological Survey*. Praha.

Kachlík, V. (1992): Representation, relationship of the Proterozoic and Paleozoic unit of the Central Bohemia Plutons mantle and possibilities of their correlation. In: Z. Kukař (Editor). Proceedings of the 1 st. Intern. Conf. on the Bohemian Massif, Prague, Czechoslovakia Sept.26-Oct 3.1988, 144-149.

Kachlík, V. (1999): Relationship between Moldanubicum, the Kutná Hora Crystalline Unit and Bohemium (Central Bohemia, Czech Republic) A result of the polyphase Variscan nappe tectonic. *Journal of the Czech Geological Society*, 44(3/4), 201-292.

Kachlík, V. (2008): Geologický vývoj území České republiky. Doplněk k publikaci "Příprava hlubinného úložiště radioaktivního odpadu a vyhořelého paliva". SÚRAO, Praha.

Kachlík, V., Janoušek, V. (2001): Cambrian in the Netvořice-Neveklov Metamorphic Islet (roof of the Central Bohemian Pluton). *Geolines*, 13, 73-74.

Kettner, R. (1915): O slepencích žiteckých-nejspodnějším horizontu českého kambria. *Česká akademie císaře Františka Josefa pro vědy, slovesnost a umění*, 1-62.

Kettner, R. (1911): Vrstevní zlom mezi Závistí a Modřanskou roklí. – *Sborník České společnosti zeměvědné*, 17, 256-258.

Kettner, R. (1917): Versuch einer stratigraphischen Einteilung der Böhmischen Algonkium. *Geologische Rundschau*, 8, 169.

Kettner, R. (1930): O postavení metamorfovaných ostrovů v oblasti středočeského žulového masivu. *Sborník Státního geologického Ústavu Republiky Československé*, 9, 301-332.

Kettner, R. (1937): Tektonický vývoj Barrandienu. – *Časopis Národního musea, oddělení přírodovědný*, 111, 81-96.

Klein, V. (1978): Stavba a morfologie podloží křídly západně od Hradce Králové. *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 53, 357-372.

Klikorka, J., Hájek, B., Votinský, J. (1985): Obecná a anorganická chemie. SNTL/Alfa, Praha–Bratislava, 1985.

Klomínský, J., ed. (1994): Geologický atlas České republiky. Stratigrafie. ČGÚ. Praha.

Klomínský, J. (2010): Bohutínský tonalitová peň – příklad malé intruze s vysokým stupněm horninové diferenciaci. *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2010*. 153-157.

Kodym, O. (1919): Předběžná zpráva o účincích druhé fáze variského vrásnění v Barrandienu. – *Rozpravy České akademie věd a umění, tř. matematicko-přírodovědecká*, 28, 7, 1-5.

Kodym, O. (1921): Druhá fáze vrásnění variského v Barrandienu. – *Sborník Státního geologického ústavu Československé republiky*, 1, 83-109.

Kodym, O. jun., Šorf, F., Zikmund, J. (1955): Zpráva o geologickém mapování algonkia a středočeského plutonu v okolí Příbrami. – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 1954*, 34-85.

Košler, J., Farrow, C. M. (1994): Mid-Late Devonian arc-type magmatism in the Bohemian Massif: Sr and Nd isotope and trace element evidence from the Stare Sedlo and Mirovice gneiss complexes. Czech Republic. *Journal of the Czech Geological Society*, 39, 56-58.

Kotek S. (1963): Zpráva o geologickém mapování proterozoika II. pásma břidličného mezi Trhovými Dušníky a Chouzavou v roce 1962. – MS Geofond (P016090). Praha.

Kotek S., Šorf F., Zikmund J. (1966): Stratigrafie a tektonika příbramského rudního pole. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 41, 461-467.

Kratochvíl, F. (1959): Výskyt algonkických slepenců ve druhém pásmu břidličném na Příbramsku. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 34, 235.

Kratochvíl F. (1966): Křemenný keratofyr od Kardavce u Příbrami. *Časopis pro mineralogii a geologii*, 11, 151-155.

Krejčí, J., Feismantel, K. (1890): Orografický a geotektonický přehled území silurského ve středních Čechách. – *Archiv pro přírodovědecký výzkum Čech*, 5, 5, 1-96.

Krejčí, J., Helmhacker, R. (1885): Vysvětlení geologické mapy okolí Pražského. – *Archiv přírodovědeckého výzkumu Čech*, 4, 2, 1-138.

- Kříbek, B., Pouba, Z., Skoček, V., Waldhausrová, J. (2000): Neoproterozoic of the Teplá-Barrandian Unit as part of the Cadomian orogenic belt: A review and correlation aspects. *Věstník Českého geologického ústavu = Bulletin of the Czech Geological Survey*, Prague, 2000, 75, 3, 175-196.
- Kukal, Z. (1966): Zdroje klastického materiálu sedimentů příbramsko-jineckého kambria. *Sborník geologických věd, Geologie*, 10, 83-116.
- Kukal, Z. (1970): Závěrečná zpráva – O petrografickém výzkumu barrandienského kambria. – MS Ústřední ústav geologický (P021774) Praha.
- Kukal, Z. (1971): Sedimentology of Cambrian deposits of the Barrandian area (Central Bohemia). *Sborník geologických věd, Geologie*, 20, 53-100.
- Le Bas, M. J., Le Maitre, R. W., Streckeisen, A., Zanettin, B. (1986): A chemical classification of volcanic rocks based on the total alkali-silica diagram. *Journal Petrology*, 27, 745-750.
- Liew, T. C., Hofman, A. W. (1988): Precambrian crustal components, plutonic association, plate environment of the Hercynian fold belt of central Europe: implication from a Nd and Sr isotopic study. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 98, 129-138.
- Linnemann, U., McNaughton, N. J., Romer, R. L., Gehmlich, M., Drost, K., Tonk, C. (2004): West African provenance for Saxo-Thuringia (Bohemian Massif): Did Armorica ever leave prePangean Gondwana?—U-Pb-SHRIMP zircon evidence and the Nd-isotopic record: *International Journal of Earth Sciences*, 93, 683-705.
- Linnemann, U., Romer, R. L., Christian, P., Aleksandrowski, P., Buła, Z., Geisler, T., Kachlík, V., Krzemińska, E., Mazur, S., Motuza, G., Murphy, J.B., Nance, R.D., Pisarevsky, S.A., Schulz, B., Ulrich, J., Wiszniewska, J., Zaba, J., Armin, Z. (2008): Precambrian. *Geology of Central Europe*, 1, 21-101.
- Mackovčín P., Hrnčiarová T., Zvara, I. (2009): Atlas krajiny České republiky /Landscape Atlas of the Czech Republic. Praha: Ministerstvo životního prostředí ČR, Průhonice: Výzkumný ústav Silva Taroucy pro krajinu a okrasné zahradnictví, v. v. i., 2009, 332 str.
- Málkovský, M. (1979): Tektogeneze platformního pokryvu Českého masivu, *Knihovna Ústředního Ústavu geologického*, 53, Praha (1979), s. 179.
- Mašek, J. (1984): Geologie proterozoika druhého břidličného pásma na Příbramsku a Dobříšsku. – *Sborník geologických věd, Geologie*, 39, 9-26.
- Mašek, J. red. (1987): Základní geologická mapa ČSSR 1:25000. List 12-432 Mníšek pod Brdy. – *Ústřední ústav geologický*. Praha.
- Mašek, J. (2000): Stratigraphy of the Proterozoic of the Barrandian area. *Bulletin of the Czech Geological Survey* 75, 197-204.
- Mašek, J., Pelc, Z. (1972): Druhé břidličné pásmo. In: M. Píša et al.: Geologicko-ložiskový průzkum rudního revíru Květná. – MS Geofond (P023267). Praha.
- Mašek, J., Zoubek, J. (1980): Návrh vymezení a označování hlavních stratigrafických jednotek barrandienského proterozoika. *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 55, 121-123. Praha.

Mašek, J., Havlíček, V., Hazdrová, M., Kovalová, M., Líbalová, J., Odehnal, L., Straka, J., Šalanský, K. (1986): Vysvětlivky k základní geologické mapě ČSSR 1:25 000, list 12-432 Mníšek pod Brdy. – *Ústřední ústav geologický*. Praha.

Máška, M., Zoubek, V. (1961): Variské strukturně územní jednotky Českého masivu a jejich tektonický vývoj. Areál variského meziohří. – In: Buday, T., Kodým, O., Maheř, M., Máška, M., Matějka, A., Svoboda, J., Zoubek, V.: Tektonický vývoj Československa: 28-73. *Ústřední ústav geologický*. Praha.

Matte, P. (1991): Accretionary History and Crustal Evolution of the Variscan Belt in Western-Europe. *Tectonophysics*, 196 (3-4), 309-337.

Matte, P., Maluski, H., Rajlich, P., Franke, W. (1990): Terrane Boundaries in the Bohemian Massif - Result of Large-Scale Variscan Shearing. *Tectonophysics*, 177, str. 151.

Melichar, R. (2004): Tectonic of the Prague synform: a hundred years of scientific discussion. – *Krystalinikum*, 30, 167-187.

Mikuláš, R. (2001): Ichnofosilie metamorfovaného paleozoika Vyhnanického hřbetu (?ordovik, východní Čechy). – *Zprávy o geologických výzkumech v roce 2000*, 36-38.

Mísař, Z., Dudek, A., Havlena, V., Weiss, J. (1983): Geologie ČSSR I. Český masív. – *Státní pedagogické nakladatelství*. Praha. 333 str.

Miyashiro, A. (1974): Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science*, 274, 321-355.

Müller, H., Romacker, M., Wimmenauer, W. (1990): Geochemie der Paragneise in der KTB-Vorbohrung und ihrem Umfeld. Ber. *Deutsche Mineralogische Gesellschaft*, 1, 182 str.

Patočka, F., Vlašimský, P., Blechová, K. (1993): Geochemistry of Early Palaeozoic volcanics of the Barrandian Basin (Bohemian Massif, Czech Republic): Implication for palaeotectonic reconstruction. *Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt*, 136, 873-896.

Petránek, J. (1993): Malá encyklopedie geologie. JIH, České Budějovice, 248 s.

Pearce, J. A. (1982): Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: R S Thorpe (ed) *Andesites: Orogenic Andesites and Related Rocks*. John Wiley & Sons, Chichester, 525-548.

Pearce, J. A., Harris, N. W., Tindle, A. G. (1984): Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal Petrology*, 25, 956-983.

Pin, C., Waldhausrová, J. (2007): Sm–Nd isotope and trace element study of Late Proterozoic metabasalts (“spilites”) from the Central Barrandian domain (Bohemian Massif, Czech Republic). In: Linnemann, U., Nance, D., Kraft, P., Zulauf, G. (Eds.), *The Evolution of the Rheic Ocean: From Avalonian–Cadomian Active Margin to Alleghenian–Variscan Collision: Geological Society of America Special Paper*, 423, 231-247.

Počta, F. (1888): O oolitických horninách z okolí příbramského. – *Věstník Královské České Společnosti Nauk, Třída mathematicko-přírodovědná*, 188, 421-430.

Pošepný, F. (1872): Über Dislocationen im Příbramer Erzrevier. – *Jahrbuch der Kaiserlich-königlichen heologeschoen Reichsanstalt*, 22, 2, 229-234. Wien.

Pošepný, F. (1888): Über die Adinolen von Příbram in Böhmen. *Mineralogische und petrographische Mitteilungen*. 10, 175-202.

Rajlich, P. (1971): Geologie, stratigrafie a tektonika algonkia druhého pásma břidličného sv. od Příbrami. – MS archiv Ústřední ústav geologický (P000100/1971) Praha.

Rajlich, P. (1988): Tektonika sz. okraje střeđočeského plutonu a variská transprese v bloku bohemika. – *Sborník geologických věd, Geologie*, 43, 9-79.

Röhlich, P. (1961): Nástin geologie algonkia mezi Dobříší a Úvaly. – *Věstník Ústředního ústavu geologického*, 36, 3, 177-188.

Röhlich, P. (1964): Podmořské skluzy a bahnotoky v nejmladším střeđočeském algonkiu. *Sborník geologických věd, Geologie*, 6, 89-121.

Röhlich, P. (1965): Geologic problems of the central Bohemian Algonikan. *Geologie*, 14, 373-403.

Röhlich, P. (2005): Úloha zlomových struktur ve vývoji střeđočeské oblasti. – In 2. sjezd České geologické společnosti, Slavonice 19.-22. října 2005: sborník abstrakt a exkurzní průvodce. Praha, Česká geologická služba, 2005. s. 87.

Slavík, F. (1915): O spilitech v algonkiu příbramském. – *Slavnostní spis 2. třída České Akademie Věd*. Praha.

Sláma, J., Dunkley, D. J., Kachlík, V., Kusiak, M. A. (2008): Transition from island-arc to passive setting on the continental margin of Gondwana: U–Pb zircon dating of Neoproterozoic metaconglomerates from the SE margin of the Teplá–Barrandian Unit, Bohemian Massif. *Tectonophysics*, 461, 44-59.

Soukup, J. (1945): Starší paleozoikum u Týniště nad Orlicí a jeho křídový pokryv. *Rozpravy České Akademie Věd*, 55, 4, 1-21.

Sun, S. S., Bailey, D. K., Tarney, J., Dunham, K. (1980): Lead isotopic study of young volcanic rocks from mid-ocean ridges, ocean islands and island arcs. *Philos. Trans. Royal Society of London*, A297, 409-445.

Svoboda, J. (1933): Metamorfovaný ostrov sedlčansko-krásnohorský. *Archiv přírodovědeckého Výzkumu Čech*, 18(4), 1-62.

Škubal, M., Janout, T. (1965): Závěrečná zpráva o výsledcích geologicko-průzkumných prací v Lillském revíru. – MS Geofond (P017936). Praha.

Šnajdr, M. (1958): Trilobiti českého středního kambria. *Rozpravy Ústředního ústavu geologického*, 20, 1-280.

Štědrá, V., Kachlík, V., Kryza, R. (2002): Coronitic metagabbros of the Mariánské Lázně Complex and Teplá Crystalline Unit: inferences for the tectonometamorphic evolution of the western margin of the TBU, Bohemian Massif. In: Winchester et al. 2002, *Special Publications, Geological Society of London*, 201, 217-236.

Taylor, S. R., McLennan, S. M. (1985): *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, str. 1-312

Timmermann, H., Štědrá, V., Gerdes, A., Noble, S.R., Parrish, R.R., Dörr, W. (2004): The problem of dating high-pressure metamorphism: a U–Pb isotope and geochemical study on eclogites and related rocks of the Mariánské Lázně Complex, Czech Republic. *Journal of Petrology* 45, 1311-1338.

Valenta, V. (2012): Přírodní park Hřebeny. – <http://www.hostomice.cz/Prirodni-park-Hrebeny.html>, dne 15.2.2014.

Vlašimský, P. (1971): Žilné horniny v příbramské rudní oblasti. – *Sborník geologických Věd, Geologie*, 21, 83-108.

Von-Drach, V., Veress, C., Hofmann, B., Koehler, H., Vejnar, Z., Waldhausrová, J. (1993): Die isotopische Entwicklung des Oberen Erdmantels im Bereich der NW Boehmischen Masse. – *Berichte der Deutschen Mineralogischen Gesellschaft*, 1, 132.

Waldhausrová, J. (1997a): Proterozoic volcanics geochemistry and mineral chemistry: a contribution to the Barrandian Upper Proterozoic stratigraphy (Bohemian Massif, Czech Republic). *Krystalinikum*, 1997, 23, 151-180.

Waldhausrová, J. (1997b): Geochemistry of volcanites (metavolcanites) in the western part of the TBU Precambrian and their original tectonic setting. – In: S. Vrána, V. Štědrá (Editors), Geological model of western Bohemia related to KTB borehole in Germany., 85–90.

Waldhausrová, J. (1984): Proterozoic volcanics and intrusive rocks of the Jílové Zone in Central Bohemia. *Krystalinikum*, 17, 77-97.

Wood, D. A. (1980): The application of a Th-Hf-Ta diagram to problems of tectonomagmatic classification and to establishing the nature of crustal contamination of basaltic lavas of the British Tertiary volcanic province. *Earth and Planetary Science Letters*, 50, 11-30.

Zulauf, G., Schitter, F., Riegler, G., Finger, F., Fiala, J., Vejnar, Z. (1999): Age constraints on the Cadomian evolution of the Teplá – Barrandian unit (Bohemian Massif) through electron microprobe dating of metamorphic monazite. *Deutsche Geologische Gesellschaft*, 150/4, 627-639.

Zulauf-G, Bues, C., Dörr, W., Vejnar, Z. (2002): 10 km minimum throw along the West Bohemian shear zone: Evidence for dramatic crustal thickening and high topography in Bohemian Massif (European Variscides).: *International Journal of Earth Sciences*, 91, 850-864.

Žák, J., Erban, V., Janoušek, V., Wiegand, B. (2007): Age, geotectonic setting and petrogenesis of Variscan calc-alkaline plutonism in Central Europe - examples from the Central Bohemian Plutonic Complex. – In: *Géologie de la France*, 2007, 2 (special volume to the meeting "Mechanics of Variscan Orogeny"). Orléans: BRGM, 2007.

Žák, J., Kraft, P., Hajná, J. (2013): Timing, styles, and kinematics of Cambro-Ordovician extension in the Tepla-Barrandian Unit, Bohemian Massif, and its bearing on the opening of the Rheic Ocean. *International Journal of Earth Sciences*, 102, 415-433.

Žák, J., Verner, K., Janousek, V., Holub, F. V., Kachlík, V., Finger, F., Hajná, J., Tomek, F., Vondrovič, L., Trubač, J. (2014): A plate-kinematic model for the assembly of the Bohemian Massif constrained by structural relationships around granitoid plutons. *Special Publication, Geological Society of London*, 405, 169-196.

<https://www.natur.cuni.cz/geologie/laboratore>, 28.1.2015.

12. Přílohy

Příloha 1. Geologická mapa styku kambria a neoproterozoika v okolí Dobříše včetně geologického řezu, stratigrafického schématu a legendy

Přiložena volně

Příloha 2. Mapa dokumentačních bodů v okolí Dobříše s vysvětlivkami, včetně seznamu studovaných výbrusů a zjednodušené geologické mapy Kozích hor s legendou

Přiložena volně

Příloha 3. Terénní deník

DB 1

GPS souřadnice 49.799813, 14.134668; JTSK: 49°47'59.33" S, 14°08'04.80" V

Umělý výkop, jehož hloubka je 40 cm a šířka 2m, je zde zastížen výchoz velmi jemnozrné, celistvé vulkanické horniny. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina má černou barvu a je pronikána žilkami křemene, na puklinách se vyskytuje limonit. Dle mapy by se mělo jednat o bazalt, ale makroskopicky to nevypadá. Tektonické prvky neměřitelné. Odebrán vzorek V-681 na geochemii i mikroskopii.

DB 2

GPS souřadnice 49.800846, 14.14239; JTSK: 49°48'03.05" S, 14°08'32.60" V

Přírodní výchoz na ploše 6 x 4 m, kde je zastížena masivní hornina tmavě modré barvy, je málo porušena, při zvětrávání je šedá až šedozelená a má bílou kůru po roztlučení. Neoproterozoikum pičínského pásu. Matrix je nerozeznatelná, jedná se o velmi jemnozrný typ vulkanické horniny. Složením odpovídá patrně dacitu, možná jde o jemnozrnou vulkanoklastickou horninu. Odebrán vzorek V-684 na mikroskopii. Pukliny: 125/70, 314/85, 290/59, 44/75, 28/78, 332/86, 175/72

DB 3

GPS souřadnice 49.797113, 14.133574; JTSK: 49°47'49.61" S, 14°08'00.87" V

Umělý výchoz – jednotlivé výkopy, nebo kamenné pole. Neoproterozoikum pičínského pásu. Jsou zde zastížena pravděpodobně vulkanoklastika (brekcie), na povrchu při zvětrávání jsou viditelná jednotlivá zrna, případně větší lithické úlomky, při roztlučení nikoliv, je rozrušena, barva je rezavá až hnědá. Tektonické prvky neměřitelné. Odebrán vzorek V-683 na geochemii i mikroskopii.

DB 4

GPS souřadnice 49.794537, 14.122311; JTSK: 49°47'40.33" S, 14°07'20.32" V

Zářez cesty o velikosti 1 x 1,5 m, kde vystupuje hlubošský slepenec, spodní kambrium. Je světle fialové barvy, hrubě i jemně zrnitý, valounový materiál nejčastěji křemeny a silicity. Tektonické prvky – vrstevnatost, lze měřit dle střídání podílu a velikosti poloh s valouny. Slepence patří ke slepencům hlubošským, stáří spodního kambria. Vrstevnatost: 107/35, 96/38

DB 5

GPS souřadnice 49.789199, 14.119877; JTSK: 49°47'21.12" S, 14°07'11.56" V

Starý lůmek v lese o velikosti 2 x 2 m, je silně zasucený, zachován pouze malý výchoz, kde je zastížena břidlice až droba. Neoproterozoikum pičínského pásu. Má modrošedou barvu, objevuje se i břidličný rozpad. Tektonické prvky lze velmi špatně měřit, byla odměřena pouze vrstevnatost. Vrstevnatost: 83/66, 112/70

DB 6

GPS souřadnice 49.79231, 14.123667; JTSK: 49°47'32.32" S, 14°07'25.20" V

Malý výchoz v zářezu cesty o rozměru 50 x 40 cm a svahové kamenné sutě. Neoproterozoikum pičínského pásu. Dle mapy bazalt, makroskopicky těžko rozlišitelné, možná andezit, spíše by mohlo jít o vulkanoklastika, má tmavě šedomodrou barvu, při zvětrávání šedá. Matrix je velmi jemnozrná. Tektonické prvky neměřitelné. Okolní kameny až balvany podobného složení, všechny mají bílou zvětrávací kůru, typickou pro jemnozrné vulkanity bohaté živcem při roztlučení.

DB 7

GPS souřadnice 49.79109, 14.121269; JTSK: 49°47'27.92" S, 14°07'16.57" V

Přírodní výchoz v údolí o rozměrech – výška 4 m, šířka 5 m. Spodní kambrium. Výchoz je zčásti zasucen a většina je porostlá mechem. Objevuje se zde místy velmi hrubozrný žitický slepenec s valouny průměru 5 – 10 cm, stáří spodní kambrium. Matrix je šedozeleňé barvy, má oranžovo-červenou barvu způsobenou přítomností limonitu. Valouny jsou většinou křemeny a silicity. Tektonické prvky díky špatné kvalitě výchozu neměřitelné.

DB 8

GPS souřadnice 49.795429, 14.132612; JTSK: 49°47'43.54" S, 14°07'57.40" V

Starý lůmek nad rybníkem v Trnové. Neoproterozoikum pičínského pásu. Skalní stěna o výšce 2 m a šířce 6 m hornina je silně navětralá a rozpukaná, při zvětrávání má hnědošedou barvu, ve zdravém stavu má zelenou až zelenomodrou barvu. Určitě se jedná o drobu, případně až polohy prachovce. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost. Vrstevnatost: 308/64, Pukliny: 328/45, 250/59, 61/79, 136/76, 235/54, 45/79, Odebrán vzorek V-913 na mikroskopii.

DB 9

GPS souřadnice 49.800068, 14.141363; JTSK: 49°48'00.24" S, 14°08'28.91" V

Přírodní výchoz v údolí o výšce 3 m na ploše 5 x 4 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Je zde určitá podobnost s DB 2. Hornina působí masivním dojmem, ale je rozpukaná mnohem více než u DB 2, ve zdravém stavu má modrou až modrošedou barvu, při zvětrávání je rezavočervená, což je způsobeno přítomností limonitu na puklinách. Matrix je velmi jemnozrná, možná vulkanoklastika.

Pukliny: 24/47, 20/50, 116/55, 151/76, 331/86, 120/70, 40/86

DB 10

GPS souřadnice 49.791307, 14.141732; JTSK: 49°47'28.71" S, 14°08'30.24" V

Výchozy v zářezu silnice Dobříš – Hostomice. Zde je zastížen kontakt proterozoických sedimentů pičínského pásu se sedimenty sp. kambria tzv. Jílová rozsedlina. Vlastní kontakt je zasucen s velkým podílem jílovité frakce a různých úlomků hornin.

- a) Hornina je rozpukaná, místy silně podrcená a limonitizovaná.

Hornina – sled drob a břidlic, droba je tmavě modrá, bez vyrostlic, limonitizovaná. Břidlice jemnozrná tmavě modrá, bez vyrostlic.

Tektonické prvky – vrstevnatost 213/72

Pukliny: 121/35, 136/45, 202/66, 226/76

- b) Dtto a)

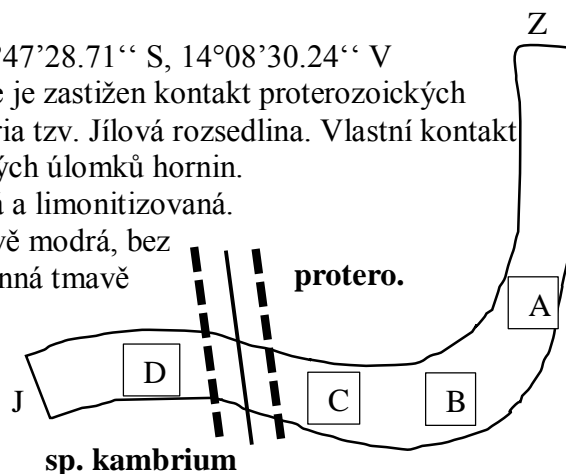
Tektonické prvky – vrstevnatost 324/62

Pukliny: 213/42, 179/40

- c) Silně podrcené polohy břidlice, velmi tmavé šedočerné, ohlazené, po nárazu kladivem se rozpadá na ostré střípky, je hojně protkána sítí křemenných žilek a limonitem na puklinách. Tektonické prvky – vrstevnatost 332/54

- d) Silně rozvětralé výchozy a úlomky fialových slepenců s valouny silicity a křemene. Jedná se o hlubošské slepence se stářím spodního kambria. Tektonické prvky nelze měřit.

Poznámka: vzdálenost bodu C a D je cca 30 m.



DB 11

GPS souřadnice 49.78938, 14.119099; JTSK: 49°47'21.77" S, 14°07'08.76" V

Výchoz na ploše 3 x 1,5 m nad roklí. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zastížena velmi jemnozrná hornina patrně bazalt, na puklinách limonitizovaná, barva modro-šedo-zelená, hodně podrcená. Tektonické prvky nelze měřit.

DB 12

GPS souřadnice 49.790615, 14.11946; JTSK: 49°47'26.21" S, 14°07'10.06" V

Výchoz nad roklí v zářezu lesní cesty o délce cca 10 m. Spodní kambrium. Zastížen slepenec v navětralém stavu do rezavé barvy, ve zdravém stavu zelený. Slepencec je středně zrnitý až jemnozrný (valouny o průměrné velikosti 1-2 cm), vlhké, silně zvětralé, drolí se v ruce. Tektonické prvky neměřitelné. Jedná se o hlubošský slepenec se stářím spodního kambria.

DB 13

GPS souřadnice 49.790489, 14.120541; JTSK: 49°47'25.76" S, 14°07'13.95" V

Výchoz (skalní stěna), ale spíše starý lůmek, stěna o výšce 3 m a šířce 10 m. Zastížen žitecký slepenec spodního kambria, matrix jemnozrná jílovitá, vysoký obsah valounů, šedo-zelená barva, docela zdravý stav. Valouny špatně identifikovatelné, patrně droby, silicity, křemen aj. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle protažení a usazení valounů. Vrstevnatost: 306/57, 298/63, 300/65, Odebrán vzorek V-876 na mikroskopii.

DB 14

GPS souřadnice 49.817032, 14.145807; JTSK: 49°49'01.32" S, 14°08'44.91" V

Starý lůmek o délce cca 15 m, výšce 3 m. Zde je přítomen hlubošský slepenec s polohami sádeckého pískovce (převažuje hrubozrný typ), jde o horniny spodního kambria. Barva obou hornin je šedofialová, horniny jsou rozpukané, místy jsou vidět tektonické ohlasy. Valouny jsou většinou křemeny a silicity. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle poloh s valouny. Vrstevnatost: 297/46, 322/34, 313/38, 318/30

DB 15

GPS souřadnice 49.80479, 14.162484

JTSK: 49°48'17.24" S, 14°09'44.94" V

Dokumentární bod bez výchozu, jen povrchový výskyt a vývraty stromů, těsně pod vrcholem Obora. Neoproterozoikum pičínského pásu. Je zde slepenec barvy zelenomodré, zaoblené valouny o průměrné velikosti 1 cm. Patrně se jedná o tzv. Lipížský slepenec s podílem vulkanitů, drob a silicitů ve valounovém materiálu. Tektonické prvky nelze měřit. Odebrán vzorek V-873 na mikroskopii.

DB 16

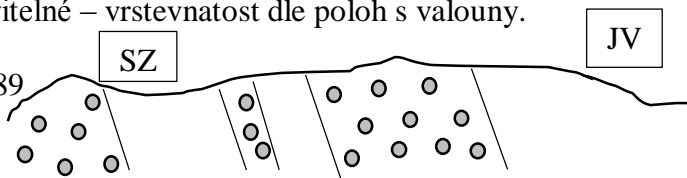
GPS souřadnice 49.801929, 14.157857; JTSK: 49°48'06.94" S, 14°09'28.29" V

Přírodní výchoz na ploše 6 x 8 m ve svahu kopce Obora. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zastiženy polohy drob a slepenců. Při SZ okraji výskytu probíhá asi 5 m mocná poloha slepence. Droba je šedomodrá s pozorovanými zrny křemene, navětralá barva je zelenobílošedá, hornina je rozpukaná. Slepence opět většinou drobnozrnné, se zaoblenými valouny o velikosti 1-5 cm, ale spíše drobnozrnné průměr valounů 1 cm, valouny převažují droby, vulkanity a silicity. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle poloh s valouny.

Vrstevnatost: 141/79, 130/77, 138/84

Pukliny: 18/86, 112/76, 70/42, 66/38, 14/89

Odebrán vzorek V-874 na mikroskopii.



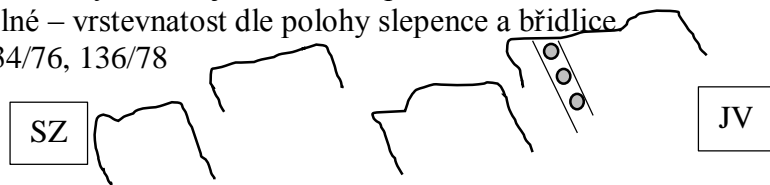
DB 17

GPS souřadnice 49.801823, 14.158469; JTSK: 49°48'06.56" S, 14°09'30.49" V

Přírodní výchoz na ploše 6 x 4 m ve svahu kopce Obora. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zde je zastižena křemenná (silicifikovaná) břidlice až droba při JV okraji s poslední identifikovatelnou polohou slepence o mocnosti 30 cm, kde jsou při bázi nahromaděny větší valouny než při stropu vrstvy, průměrná velikost valounů 0,5 cm, stejný typ jako předchozí DB 15, 16, jde o horniny.

Droba až břidlice – tmavě modré barvy, velmi jemnozrnné, při zvětvávání se tvoří šedobílá slupka. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle polohy slepence a břidlice.

Vrstevnatost: 143/75, 140/76, 134/76, 136/78



DB 18

GPS souřadnice 49.801539, 14.158207; JTSK: 49°48'05.54" S, 14°09'29.55" V

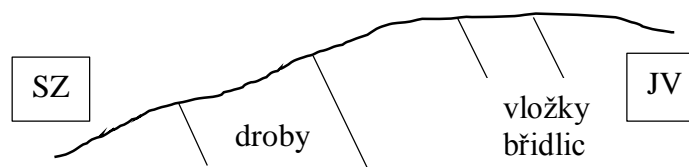
Přírodní výchoz ve svahu o výšce 4 m a délce 7 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zastižena jemnozrnná hornina, droba s viditelnými zrny křemene a živce, barva je tmavě modrá, polohy slepence se již nevyskytují, hornina působí masivním dojmem, místy je rozpukaná. Ve svrchní části viditelné mikrotextury – vrstvičky jílu. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost.

Vrstevnatost: 148/73, 135/70, 148/76

DB 19

GPS souřadnice 49.801185, 14.15799; JTSK: 49°48'04.27" S, 14°09'28.76" V

Přírodní výchoz ve svahu o výšce 3 m a délce 10 m s pokračujícími drobnými výchozy pod tímto hlavním. Neoproterozoikum pičínského pásu. Je zde dobře viditelné střídání poloh masivních drob s vložkami břidlic.



Droby jsou masivní, lehce rozpukané, mocnost bloků je proměnlivá v průměru 50-80 cm, jsou jemnozrné tmavě modré s viditelnými světlými minerály (živce, křemen). Břidlice mají typický střípkovitý rozpad, jsou tmavě modré, bez viditelných vyrostlic, velmi jemnozrné, jejich polohy dosahují v průměru jen 5-10 cm. Nicméně na této skále je přibližně 6 poloh. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost.

Vrstevnatost: 136/75, 143/77, 148/77, 141/77, 147/78, 138/80

Pukliny: 302/54, 32/79, 46/75, 50/76, 268/46, 270/24

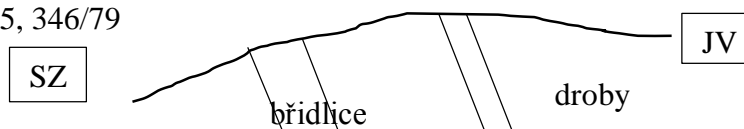
DB 20

GPS souřadnice 49.800731, 14.158118; JTSK: 49°48'02.63" S, 14°09'29.22" V

Přírodní výchoz ve svahu kopce, kontinuální na délku, začíná střídáním poloh masivních drob a břidlic stáří, petrologicky totožné s popisem u DB 19. Břidlice zvyšují svojí průměrnou mocnost 10-20 cm a droba kolem 1 m. Neoproterozoikum pičínského pásu.

Vrstevnatost: 151/70, 164/75, 151/73

Pukliny: 60/72, 62/71, 55/75, 53/74, 258/32, 276/30, 246/30, 241/20, 85/74, 86/70, 300/15, 302/28, 342/71, 337/79, 288/45, 346/79

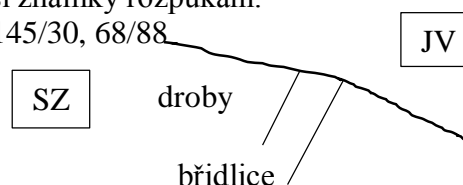


DB 21

GPS souřadnice 49.800341, 14.158297; JTSK: 49°48'01.23" S, 14°09'29.87" V

Přírodní výchoz ve svahu kopce o výšce 4 m a šířce 3 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zde je také střídání drob a břidlic, petrologicky totožné s bodem DB 19. Na tomto výchozu přibylo mikrotextr – jsou zde makroskopicky viditelné polohy světlejší (šedé) a tmavší (modré) droby až drobové břidlice. Horniny již jeví větší známky rozpukání.

Vrstevnatost: 354/70, 351/73 Pukliny: 160/56, 168/50, 145/30, 68/88



DB 21 A

GPS souřadnice 49.800253, 14.158414

JTSK: 49°48'00.91" S, 14°09'30.29" V

Vzdálenost od DB 21 je asi 10 m, jedná se o vývrát stromu ve svahu. Neoproterozoikum pičínského pásu. Místo je již bez výchozů a v pravděpodobné poloze zlomu jílová rozsediná. Je zde drobné morfologické sedlo, kde tato porucha pravděpodobně probíhá, kolem sebe má mocnou zónu mylonitizovaných hornin. Mocnost odhaduji na 15-20 m. V místě vývratu jsou silně rozpukané až rozdrcené horniny, rozpad až na ostrohranné úlomky. Jedná se pravděpodobně ještě o droby, ale jsou tak porušeny, že je obtížné je poznat, situaci komplikuje silná limonitizace na puklinách. Z druhé strany bod DB 79, již štěchovická skupina.

DB 22

GPS souřadnice 49.802889, 14.157086; JTSK: 49°48'10.40" S, 14°09'25.51" V

Přírodní výchoz ve svahu na ploše 2 x 2 m a hojná kamenná suť. Hornina je odlišná než okolní sedimenty (droby), je středně zrnitá, šedozelené barvy, viditelné zrna živce i její rozpad po úderu kladiva je jiný, odlamuje se na velké úlomky, celkově dost pevná. Při mapování výskytu hornin na povrchu se jedná o žilnou horninu blíže neurčeného stáří neoproterozoika pičínského pásu (asi sv. kambrium nebo ordovik), která má pravděpodobný směr S-J a nepokračuje přes blízké sedlo, drží se ve svahu kopce Obora. Patrně se tedy jedná o žilný bazalt neboli diabas.

DB 23

GPS souřadnice 49.806048, 14.159632; JTSK: 49°48'21.77" S, 14°06'34.68" V

Přírodní výchoz na ploše 3 x 2 m. Zde je zastížená břidlice, je zvrásněna, má břidličný rozpad, barva je tmavě šedomodrá, obsahuje i světlejší polohy – laminace. Jsou zde viditelné i synsedimentární vrásy. Neoproterozoikum pičínského pásu. Vrstevnatost: 175/38, 167/38, 162/39; Pukliny: 68/79, 73/89

DB 24

GPS souřadnice 49.806135, 14.159855; JTSK: 49°48'22.09" S, 14°09'35.48" V

Přírodní výchoz na ploše 2 x 2 m. Zde je zastížená opět břidlice, neoproterozoikum pičínského pásu. Je vyvrásněna, barva je tmavě šedomodrá, různé polohy jsou drobně deformované (mikrotextury), značí neklidnou sedimentaci různé záteky a závalky, místy i erozní plochy, typický břidličný rozpad. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost. Vrstevnatost: 145/50, 149/54, 161/52; Pukliny: 75/62, 65/66, 66/59

DB 25

GPS souřadnice 49.804716, 14.158912; JTSK: 49°14'16.98" S, 14°09'32.08" V

Přírodní výchoz ve svahu na ploše 6 x 4 m. Zde je žilný bazalt (diabas) blíže neurčeného stáří pičínský pás (sv. kambrium nebo ordovik), středně zrnitý, šedozelené barvy, matrix živce, hojně rozpukané.

DB 26

GPS souřadnice 49.804162, 14.156323; JTSK: 49°48'14.98" S, 14°09'22.76" V

Starý lůmek u cesty v zářezu, výška stěny 8 m délka 15 m, zde je droba s vložkami břidlice. Droba je silně rozpukaná a místy limonitizovaná, při zvětvávání šedofialová, zdravá tmavě černá a slídnatá, neoproterozoikum pičínského pásu. Břidlice jsou tmavě modré. V horních partiích jsou pozorované opět záteky (mikrotextury) a v celém profilu jsou kulovité konkrce v průměru 5-10 cm velké, stejné znaky jsou pozorovány ve výchozu napravo od lomu – černé slídnaté droby s konkrceci. Vrstevnatost: 175/79, 186/68, 172/75; Pukliny: 37/64, 36/64, 34/62, 186/56, 122/33, 318/25, 315/37, 352/54

Odebrán vzorek V-904 na geochemii a mikroskopii.

Dále defilé pokračuje až k DB 80, vrstevnatost je podobná 188/70, 175/71, 250/75, poté se za terénní depresí mění z JV k SZ.

DB 27

GPS souřadnice 49.807259, 14.151936; JTSK: 49°48'26.13" S, 14°09'06.97" V

Přírodní výchoz u cesty šířka asi 30 m a sledovatelná délka 40 m. Jedná se o polohu masivního silicitu, který se projevuje skalkama na povrchu. Hornina je šedomodrá s vysokým obsahem křemene, místy jsou žilky křemene, neoproterozoikum pičínského pásu. Tektonické prvky neměřitelné. Odebrán vzorek V-910 na mikroskopii.

DB 28

GPS souřadnice 49.808538, 14.150274; JTSK: 49°48'30.74" S, 14°09'00.99" V

Výchoz v zářezu cesty o délce 20 m a výšce 2 m, z části je zasucen a zarostlý. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina je velmi světlá zeleno-modrá, velmi jemnozrná s obsahem křemene ?, na puklinách limonitizovaná, silně rozpukaná. Tektonické prvky měřitelné. Hornina označena jako dacit.

Pukliny: 75/55, 20/88, 102/80, 22/85; Odebrán vzorek V-893 na geochemii i mikroskopii.

DB 29

GPS souřadnice 49.809297, 14.150093; JTSK: 49°48'33.47" S, 14°09'00.33" V

Lom u cesty s lomovou stěnou o výšce cca 10 m délka je asi 30 m. Zde jsou zastíženy dvě horniny. Hornina, která dominuje označena jako andezit. Neoproterozoikum pičínského pásu. Barva je tmavošedá a má odstín do modra, je dosti masivní, místy rozpukaná. Hornina velmi jemnozrná, místy jsou makroskopicky vidět tmavé minerály. Druhá hornina je žilného typu a jedná se o bazalt (diabas), kontakt je zde odkryt, také jemnozrný a světle šedomodrý. Tektonické prvky – měřen směr žíly bazaltu, pukliny. Pukliny: 238/80, 60/85, 230/33, 276/22; Směr diabasu: 273/62 (S-J); Odebrán vzorek V-894 na geochemii i mikroskopii.

DB 30

GPS souřadnice 49.809998, 14.150241; JTSK: 49°48'32.99" S, 14°09'00.87" V

Přírodní výchozy ve svahu kopce na ploše 10 x 10 m. Jedná se o severní pokračování žíly bazaltu z lomu DB 29. Proniká neoproterozoikum pičínského pásu, hornina blíže neurčeného stáří asi sv. kambrium nebo ordovik. Je to velmi jemnozrná hornina, šedomodré barvy, místy rozpukáno.

DB 31

GPS souřadnice 49.814779, 14.158591; JTSK: 49°48'53.20" S, 14°09'30.93" V

Neoproterozoikum pičínského pásu a sp. kambrium. Jedná se o severní až severozápadní svah kopce Malinová. Je zde zastížena, pravděpodobně jedna z největších příčných poruch v mapovaném území, délka asi 500 m, odděluje kambrické sedimenty a proterozoické vulkanity. Porucha je sledovatelná díky úlomkům hornin na povrchu, místními vývraty stromů, území je bohužel bez výchozů. Kambrium reprezentují pískovce – světle bílé barvy s nádechem do fialova, jemnozrná hornina, viditelné zrna křemene a živce, poloha je podobná hlubošským slepencům. Místy se objevují i žitecké slepence, jsou šedo zelené barvy s úlomky různých hornin (silicity, křemeny, vulkanity). Vulkanity jsou zde jemnozrné tmavě modrozelené barvy.

DB 32

GPS souřadnice 49.812898, 14.150179; JTSK: 49°48'46.43" S, 14°09'00.64" V

Výchoz v zářezu lesní cesty o výšce 4 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina je silně alterovaná a limonitizovaná, je hnědofialové barvy, velmi jemnozrná, silně rozpukaná a porušená, odhaduji na horninu vulkanického typu (andezit ?).

DB 33

GPS souřadnice 49.812408, 14.150117; JTSK: 49°48'44.67" S, 14°09'00.42" V

Výchoz v zářezu lesní cesty o výšce 5 m. Spodní kambrium, zastížena je poloha šedo zelených slepenců až místy jemnozrných slepenců podobné zrnitostně spíše pískovci, řadím ke žiteckým. Průměrná velikost valounů je 0,5-1 cm, nejčastějším typem valounů je křemen, silicity a drobnější úlomky vulkanitů. Horniny jsou silně rozpukány, limonitizovány a místy alterovány, zejména jemnozrnější typy. Jemnozrné typy mohou prezentovat alterované vulkanity z DB 32, jelikož je místo velmi blízko poruchové zóny.

DB 34

GPS souřadnice 49.812278, 14.150064; JTSK: 49°48'44.20" S, 14°09'00.23" V

Výchozy v zářezu lesní cesty o průměrné výšce 6 m. Neoproterozoikum pičínského pásu a spodní kambrium. Z části je místo zasuceno a zarostlé vegetací. Jsou zde zastíženy dvě odlišné horniny, takže jsem opět velmi blízko tektonické poruše, okryta přímo není. První horninu reprezentuje opět slepenec, řadím jej k žiteckým. Je modrozelené až šedé barvy, úlomky v průměru 0,5 cm, většinou se jedná o křemeny, silicity a vulkanity. Druhá hornina je pravděpodobně andezit, je silně rozpukaná na puklinách limonitizovaná, modrozelené barvy, hornina celkově velmi jemnozrná, viditelné světlé zrna křemenu.

DB 35

GPS souřadnice 49.811699, 14.149602; JTSK: 49°48'42.12" S, 14°08'58.57" V

Přírodní výchoz / lůmek v zářezu cesty v Lipízkém údolí. Neoproterozoikum pičínského pásu. Výška je až 10 m. Základní horninou je pravděpodobně dacit, je šedá, místy se zrny křemene, jsou silně rozpukané a pronikány žílou bazaltu (diabasu). Pukliny: 95/24, 300/88, 302/72

DB 36

GPS souřadnice 49.81519, 14.148864; JTSK: 49°48'54.68" S, 14°08'55.91" V

Přírodní výchoz na hřbetu kopce Spálený. Jsou zde spodno kambrické slepence hlubošské místy pískovce červenohnědé barvy, průměrná velikost valounů je proměnlivá, jsou zde hrubozrné polohy s průměrem 10 cm i jemnozrné polohy s průměrem 2 cm. Na povrchu lze vidět vyvětrávání, kdy odolnější valouny silicitu a křemene zůstávají a vyčnívají. V některých polohách lze vidět i vrstevnatost či laminace (tmavě fialové vrstvy). Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost. Vrstevnatost: 308/65, 285/70, 270/70

DB 37

GPS souřadnice 49.817474, 14.147712; JTSK: 49°49'03.91" S, 14°08'51.76" V

Přírodní výchoz na ploše 4 x 2 m. Spodní kambrium. Vyskytuje se zde hlubošský slepenec, místy i pískovec červenohnědé barvy, obsahuje valouny silicitů a křemene. Hornina je kompaktní, velikost valounů v průměru 1-10 cm. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle valounů. Vrstevnatost: 146/56

DB 38

GPS souřadnice 49.817113, 14.147714; JTSK: 49°49'01.61" S, 14°08'51.77" V

Přírodní výchoz na ploše 2 x 2 m. Spodní kambrium. Vyskytuje se zde hlubošský slepenec, místy i pískovec červenohnědé barvy, obsahuje valouny silicitů a křemene. Hornina je kompaktní, velikost valounů v průměru 1-10 cm. Tektonické prvky měřitelné – vrstevnatost dle valounů. Vrstevnatost: 311/53

DB 39

GPS souřadnice 49.816478, 14.154072; JTSK: 49°48'59.32" S, 14°09'14.66" V

Povrchový výskyt sledovatelný na delší vzdálenost zakresleno v mapě. Spodní kambrium. Jedná se o polymiktní žitecký slepenec, má šedo zelenou barvu, velikost valounů v průměru je 5 cm. Místo je bez výchozu. Tektonické prvky neměřitelné.

DB 40

GPS souřadnice 49.813115, 14.15385; JTSK: 49°48'47.21" S, 14°09'13.86" V

Přírodní výchoz v západním svahu kopce Malinová na ploše 8 x 4 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Z části je zasucený, hornina je zde tmavě modrozelená, velmi jemnozrná, pukliny vyplňuje křemen, klasifikováno jako andezit, v matrix se jeví větší podíl křemene.

DB 41

GPS souřadnice 49.813566, 14.154278; JTSK: 49°48'48.84" S, 14°09'14.40" V

Přírodní výchoz v západním svahu kopce Malinová na ploše 7 x 4 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Z části je zasucený, hornina je zde tmavě modrozelená, velmi jemnozrná, klasifikováno jako andezit, v matrix se jeví větší podíl křemene. Odebrán vzorek V-914 na geochemii a mikroskopii.

DB 42

GPS souřadnice 49.811318, 14.161301; JTSK: 49°48'40.74" S, 14°09'40.68" V

(Přírodní výchoz) velký blok horniny na ploše 1 x 1 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina je jemnozrná, masivní a jen lehce rozpukaná, světle šedomodré barvy s větším podílem křemene, místy se třpytí, v mapě toto místo označeno jako silicit. Makroskopicky velmi podobné, ale pravděpodobně půjde o nějaká vulkanoklastika. Odebrán vzorek V-906 na mikroskopii.

DB 43

GPS souřadnice 49.808863, 14.158137; JTSK: 49°48'31.91" S, 14°09'29.29" V

Starý umělý výkop, rýha o rozměrech 4 x 1 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Výkop je zasypaný, ovšem díky sedání zemin je dobře patrný na povrchu v okolí jsou hojné úlomky. Hornina je hnědošedé barvy, dle úlomků se jedná o drobovou břidlici až břidlici.

DB 44

GPS souřadnice 49.808619, 14.158253; JTSK: 49°48'31.03" S, 14°09'29.71" V

Povrchové výskyty bez výchozu. Neoproterozoikum pičínského pásu. Primárně je zde zastížen silicit, je jemnozrný, třpytivý, šedomodrý, místy se žilkami křemene.

Asi 10 m severně od silicitů, je výskyt antropogenních uloženin. Jedná se o mix hornin navežených na menší terénní vršek. Jsou zde různé úlomky brekcie, bílého křemitého slepence, červenohnědého slepence. Jižně od silicitů na drobných vrcholcích, klasifikováno dle vývratů v lese. Vyskytuje se tu hornina šedozeleňé barvy, jemnozrná s písčitým podílem, nejspíše se jedná o drobu. Odebrán vzorek droby V-907 na geochemii a mikroskopii.

DB 45

GPS souřadnice 49.813757, 14.169459; JTSK: 49°48'49.53" S, 14°10'10.05" V

Přírodní drobné výchozy nad rybníkem v oboře, na ploše 4 x 2 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina velmi jemnozrná, modrozelené barvy, místy rozpukaná, označená jako andezit.

DB 46

GPS souřadnice 49.815821, 14.171651; JTSK: 49°48'56.96" S, 14°10'17.94" V

Umělý výkop nebo starý jámový lůmek o rozměru 8 x 6 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zastížena je droba místy až prachovec či spíše jemnozrná břidlice, hornina je velmi jemnozrná, tmavě modrá, rozpukaná, pozorovány jsou slabě vyvinuté mikrotextury – jedná se o laminace. Tektonika měřitelná – vrstevnatost. Vrstevnatost: 2/58, 350/56

DB 47

GPS souřadnice 49.81139, 14.191225; JTSK: 49°48'41.00" S, 14°11'28.41" V

Výchoz v zářezu lesní cesty Bekovka, o délce 30 m a výšce 2 m. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Je zde cyklické střídání drob a břidlic štěchovické skupiny, horniny jsou silně rozpukány, objevují se stopy laminace. Droba je světle šedé barvy a je jemnozrná, břidlice je tmavě šedé barvy, jemnozrná a typický rozpad. Tektonické prvky vrstevnatost i pukliny. Vrstevnatost: 358/80, 349/82, 356/74, 341/72; Pukliny: 94/58, 90/67, 98/75, 92/40, 256/5, 258/6, 252/85, 106/75

DB 48

GPS souřadnice 49.81189, 14.189032; JTSK: 49°48'42.80" S, 14°11'20.52" V

Umělý výchoz, malý lůmek vedle lesní cesty Bekovky. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Zastižena je jemnozrná drobová břidlice až břidlice tmavě modré barvy. Hornina je silně podrcená až zvětřalá. Tektonické prvky vrstevnatost, díky laminaci na jednom zachovalém místě. Lůmek je částečně zaplaven. Vrstevnatost: 172/75, 191/79

DB 49

GPS souřadnice 49.816628, 14.173045; JTSK: 49°48'59.86" S, 14°10'22.96" V

Výchoz v zářezu lesní cesty Bekovka. Neoproterozoikum pičínského pásu. Lokalita je blízko kontaktu vulkanitů a sedimentů. Horniny jsou velmi jemnozrné, tmavě modré barvy, podobné silicitům, ale spíše se jedná o silicifikované droby. Výchoz je většinou zasucený a velmi silně podrcený.

DB 50

GPS souřadnice 49.817419, 14.170863; JTSK: 49°49'02.41" S, 14°10'15.11" V

Výchoz v zářezu lesní cesty Bekovka. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zastižena je hornina silně zvětřalá, hrozí samovolné uvolňování balvanů z výchozu. Je šedozeleňé barvy, velmi jemnozrná, místy se zrnitějšími polohami. Patrně se bude jednat o kyselější typ vulkanitu, těžko lze makroskopicky poznat.

DB 51

GPS souřadnice 49.820252, 14.165258; JTSK: 49°49'12.91" S, 14°09'54.93" V

Výchoz ve starém lůmku, který je z části zavezen odpadem a zčásti již zasucen. Spodní kambrium. Jsou zde svahové sedimenty, zdrojová hornina hlubošský slepenec, valouny lze sbírat v celém lomu.

DB 52

GPS souřadnice 49.823957, 14.195151; JTSK: 49°49'26.25" S, 14°11'42.54" V

Malý lůmek o výšce 3 m, silně zasucen, bez vody. Spodní kambrium. Zastižený je hrubozrný hlubošský slepenec. Polohy se střídají z hrubozrné po střednězrné. Valouny v průměru 4 cm, místy až 8 cm, valounový materiál se dá lehce sbírat, vyvětrává z vlastní horniny. Převládá křemen, objevují se i vulkanity různého složení, vzácně granitoidy. Tektonika měřitelná vrstevnatost. Vrstevnatost: 272/44, 266/43; Odebrány vzorky V-899, V-900, V-901, V-902 na mikroskopii.

DB 53

GPS souřadnice 49.825255, 14.184043; JTSK: 49°49'30.92" S, 14°11'02.55" V

Neoproterozoikum pičínského pásu. Velké suťové pole na ploše až 30 m² s velkým množstvím velkých i malých balvanů pravděpodobně kyselější variety vulkanitů asi dacit. V zářezu lesní cesty jsou i velmi drobné výchozy. Hornina je jemnozrná místy i trochu zrnitější, zelenomodré barvy.

DB 54

GPS souřadnice 49.82638, 14.183569; JTSK: 49°49'34.97" S, 14°11'00.85" V

Přírodní výchoz na vrcholku kopce. Spodní kambrium. Zastížen je žitecký slepenec, převažuje středně zrný typ s valouny průměru 1 cm v maximech až 5 cm. Valouny jsou různé, objevují se křemeny i silicity a podstatné zastoupení mají také valouny různých vulkanitů. Tektonika měřitelná vrstevnatost. Vrstevnatost: 286/54, 284/55

DB 55

GPS souřadnice 49.823555, 14.179308; JTSK: 49°49'24.80" S, 14°10'45.51" V

Přírodní výchoz na ploše 4x4 metry. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina je velmi jemnozrná, tmavě modré barvy, rozpadá se na ostrohranné úlomky, je masivní a zvětralá, hornina pravděpodobně andezitového nebo dacitového složení, ale podle charakteru se bude jednat o vulkanoklastika.

DB 56

GPS souřadnice 49.823225, 14.179321; JTSK: 49°49'23.61" S, 14°10'45.56" V

Přírodní výchoz na ploše 10x10 metrů. Neoproterozoikum pičínského pásu. Opět velmi jemnozrná hornina tmavě modré barvy. Hornina je masivní, místy rozpukaná vypadá na andezit až dacit, ale charakteru vulkanoklastik. Jsou zde patrné na zvětralé ploše úlomky hornin. Tektonika měřitelná pukliny.

Pukliny: 195/27, 92/76, 184/35, 185/34, 97/86, 98/84, 295/81, 190/57

DB 57

GPS souřadnice 49.823068, 14.178886; JTSK: 49°49'23.04" S, 14°10'43.99" V

Přírodní výchoz o výšce 3 m a šířce 5 m. Neoproterozoikum pičínského pásu. Zde je jemnozrná hornina, světle šedé až šedomodré barvy, určité odlišný charakter oproti předešlým výchozům, nebude je jednat o vulkanoklastika, ale o lávové proudy andezitu nebo dacitu. Hornina je masivní, místy rozpukaná, tektonické prvky pukliny. Makroskopicky jsou viditelné vyrostlice asi živců. Pukliny: 139/36, 141/40, 252/60, 236/69, 130/46, 240/74; Odebrán vzorek V-896 na geochemii i mikroskopii.

DB 58

GPS souřadnice 49.822776, 14.178249; JTSK: 49°49'21.99" S, 14°10'41.70" V

DTTO 57, jen výchoz je na ploše 10x10 m. Neoproterozoikum pičínského pásu.

Pukliny: 132/49, 258/51, 108/80, 259/57, 112/72, 200/31, 103/83, 175/76, 90/75, 103/65, 147/34

DB 59

GPS souřadnice 49.822754, 14.176929; JTSK: 49°49'21.91" S, 14°10'36.94" V

Přírodní výchoz na ploše 2x2 metry. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina je pořád podobná s předchozími, hlavním rozdílem je přítomnost zrnitějších poloh v jemnozrných polohách, pravděpodobně andezit. Hornina je tmavě modré barvy s vyrostlicemi živců. Tektonické prvky pukliny. Pukliny: 240/38, 12/77, 225/53, 85/75, 250/49, 115/76, 238/50

DB 60

GPS souřadnice 49.822469, 14.177585; JTSK: 49°49'20.89" S, 14°10'39.31" V

Přírodní výchoz na vrcholku kopce poblíž kóty 494,4. Neoproterozoikum pičínského pásu. Patrně hornina andezitického složení, jemnozrná hornina světle šedomodré barvy (jako DB 57), hornina je masivní, tektonika nelze měřit.

DB 61

GPS souřadnice 49.822154, 14.180579; JTSK: 49°49'19.75" S, 14°10'50.08" V

Přírodní výchoz na kótě 494,4, na ploše 3x3 metry. Neoproterozoikum pičínského pásu. Je zde velmi jemnozrná hornina místy i zrnitější, zelenošedá barva, makroskopicky viditelná zrna křemene místy i živce, hornina asi andezitového složení, mohlo by se jednat i o vulkanoklastika, těžko poznat, vyvětralé plochy nejsou průkazné.

DB 61 A

GPS souřadnice 49.821906, 14.180535; JTSK: 49°49'18.86" S, 14°10'49.93" V

Neoproterozoikum pičínského pásu. Poloha je asi 20 metrů vzdálená od DB 61, zde je prokazatelně tuf andezitu až dacitu. Nejedná se o výchoz, ale o úlomky na povrchu na velké ploše. Na kamenech jsou vidět vyvětralé klasty a hornina je i hmotnostně těžší. Odebrán vzorek V-897 na mikroskopii.

DB 62

GPS souřadnice 49.820103, 14.188789; JTSK: 49°49'12.37" S, 14°11'19.64" V

Neoproterozoikum pičínského pásu. Místo poblíž kóty 465,0, jedná se o vývrat v lese, kde je zastížená droba až drobová břidlice, černé barvy s tabulkami slídy a viditelnými zrny křemene a živce. Odebrán vzorek V-905 na geochemii i mikroskopii.

DB 63

GPS souřadnice 49.818008, 14.187842; JTSK: 49°49'04.83" S, 14°11'16.23" V

Výskyt na neoznačeném vrcholu, jižně od kóty 465,0. Neoproterozoikum pičínského pásu. Velké množství kamenů a balvanů, tmavé horniny. Černá barva s žilkami křemene ve většině případů se jedná o silicity místy silicifikované droby.

DB 64

GPS souřadnice 49.816693, 14.188905; JTSK: 49°49'00.09" S, 14°11'20.06" V

Výskyt ve svahu neoznačeného kopce, jižně od kóty 465,0 a západně od Charvátova rybníka. Neoproterozoikum pičínského pásu. Dokumentace místa díky vývratům v lese. Jsou zde prokřemenělé a silně limonitizované horniny, jsou jemnozrné a tmavě modré barvy. Pravděpodobně silicity, místy možná i droby, je patrné, že je to blízko jílové rozsedliny, horniny jsou dosti podrcené.

DB 65

GPS souřadnice 49.819037, 14.17311; JTSK: 49°49'08.53" S, 14°10'23.20" V

Umělý lůmek na vrcholu neoznačeného vrchu, nedaleko lesní cesty Bekovka. Lůmek o délce 12 metrů a šířce 6 metrů. Neoproterozoikum pičínského pásu. Vystupují zde asi dacity možná i kyselejší typy. Hornina je jemnozrná, místy i zrnitější v matrix viditelný křemen. Je zeleno modré až zelenošedé barvy, hornina masivní a místy rozpukaná.

Pukliny: 6/57, 82/64, 82/86, 357/56

Odebrán vzorek V-898 na geochemii, geochronologii a mikroskopii.

DB 66

GPS souřadnice 49.81925, 14.171035; JTSK: 49°49'09.30" S, 14°10'15.73" V

Další vrcholek poblíž DB 65, je zde více menších výchozů pohromadě a mnoho kamenů kolem. Neoproterozoikum pičínského pásu. Objevuje se mandlovcová struktura, na některých vzorcích jsou vyvětralé mandle průměru 0,5 cm. Jinak je vzorek DTTO DB 65.

DB 67

GPS souřadnice 49.801598, 14.141913; JTSK: 49°48'05.75" S, 14°08'30.89" V

Výchoz na ploše 3x2 metry. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina v mapě Havlíčka et al. (1985) označená jako trondhjemit. Hornina je šedobílá při zvětrávání, v čerstvém stavu zelenošedomodrá, středně zrnitá, masivní, lehce rozpukaná a na puklinách limonitizovaná. Na trondhjemit to pouze vypadá podobnou strukturou, ale pravděpodobně to budou vulkanoklastika. Odebrán vzorek V-892 na geochemii i mikroskopii.

DB 68

GPS souřadnice 49.81961, 14.18115; JTSK: 49°49'10.60" S, 14°10'52.14" V

Výchoz v zářezu lesní cesty. Neoproterozoikum pičínského pásu. Jedná se o drobu, šedé až šedo zelené barvy, jemnozrná s viditelnými zrny asi živce. Tektonika nelze. Odebrán vzorek V-908 na mikroskopii.

DB 69

GPS souřadnice 49.821822, 14.194295; JTSK: 49°49'18.56" S, 14°11'39.46" V

Neoproterozoikum pičínského pásu. Výskyt na hřbetu a vrcholu kopce s kótou 459,3. Jsou zde silicifikované břidlice případně droby a tmavě šedé až černé silicity s žilkami křemene. Tektonika nelze. Odebrán vzorek V-909 na mikroskopii.

DB 70

GPS souřadnice 49.811719, 14.17767; JTSK: 49°48'42.19" S, 14°10'39.61" V

Výskyty na hřbetu a vrcholu kopce Aglaia. Neoproterozoikum pičínského pásu. Jsou zde silicifikované břidlice případně droby a tmavě šedé, šedé silicity s žilkami křemene. Tektonika nelze. Odebrán vzorek V-912 na mikroskopii.

DB 71

GPS souřadnice 49.809433, 14.171118; JTSK: 49°48'33.96" S, 14°10'16.02" V

Umělý výkop na ploše 1x2 metry. Neoproterozoikum pičínského pásu. V úlomkovém materiálu zastížena šedo zelená břidlice místy i droba, typický břidličný rozpad. Tektonika není možná, výkop je zasypaný.

DB 72

GPS souřadnice 49.797756, 14.163316; JTSK: 49°47'51.92" S, 14°09'47.94" V

Přírodní výchoz ve svahu nad Lipízkým potokem. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Hornina je rozpukána, vrstevnatost je měřitelná. Převládá téměř jen droba tmavě modré barvy s viditelnými zrny křemene nebo živce a vulkanickou příměsí. Místy se objevují laminované polohy. Na puklinách jsou tektonické ohlasy.

Vrstevnatost: 180/73, 184/76, 166/79. Pukliny: 71/57, 51/66, 72/46, 69/49, 108/80, 72/65, 266/28, 281/67; Odebrán vzorek V-996 na mikroskopii.

DB 73

GPS souřadnice 49.797623, 14.163178; JTSK: 49°47'51.44" S, 14°09'47.44" V

DTTO DB 72, vyšší podíl či mocnost břidličných poloh, jedna má až 1 m. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Vrstevnatost: 229/75, 231/75

Pukliny: 55/60, 50/60, 62/35, 110/66, 47/73, 58/56, 262/64, 50/39, 123/59, 43/42, 56/45, 355/16, 2/16

DB 74

GPS souřadnice 49.797387, 14.163122; JTSK: 49°47'50.59" S, 14°09'47.24" V

Přírodní výchoz ve svahu nad Lipízkým potokem. Horniny jsou rozpukané. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Levá část – mocný sled tmavě modré droby téměř bez břidlic, místy spíše drobová břidlice s břidličným rozpadem, makroskopicky viditelné zrna křemene a živce. Vrstevnatost: 199/65

Pravá část – spíše malý lůmek, šířka 4 m a výška 2m, mocný sled drob s vložkami břidlic, ty mají i slabou laminaci, droba je stejná tmavě modrá s viditelnými zrny křemene a živce. Vrstevnatost: 178/82, 190/72, 175/82; Pukliny: 114/66, 352/20, 38/60, 101/75, 178/85, 104/65, 102/60

DB 75

GPS souřadnice 49.796987, 14.163159; JTSK: 49°47'49.15" S, 14°09'47.37" V

Přírodní výchoz ve svahu nad Lipízkým potokem, zarostlý a malý. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Zde se vyskytují prakticky jen břidlice, jsou velmi jemnozrné, bez viditelných zrn, šedé barvy s typickým břidličným rozpadem, místy s mikrotextrami. Vrstevnatost: 173/86, 170/85

DB 76

GPS souřadnice 49.796498, 14.163058; JTSK: 49°47'47.39" S, 14°09'47.01" V

Neoproterozoikum štěchovické skupiny. DTTO DB 75 rozdíl: vkládají se polohy droby šedé barvy. Vrstevnatost: 174/85

DB 77

GPS souřadnice 49.79561, 14.162641; JTSK: 49°47'44.20" S, 14°09'45.51" V

Dlouhé skalní defilé, přírodní, několik desítek metrů dlouhé. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Jedná se o cyklický sled drob a břidlic tmavě modré barvy, bez zrn, velmi jemnozrné. Objevuje se laminace, střídání světle šedých a modrých poloh, místy je v puklinách vyplňuje křemen. Přítomné jsou také různé mezoskopické vrásky. Typický sled štěchovické skupiny. Vrstevnatost: 202/65, 185/66, (203/55 – dle laminace).

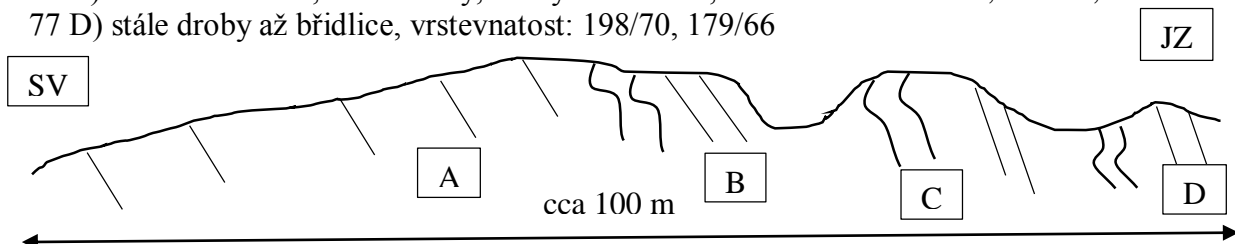
Pukliny: 313/30, 98/84, 85/68, 353/25, 359/19, 158/60, 71/56, 44/25, 78/68, 359/25, 82/60.

77 A) spousty vrás, v puklinách křemen, místy laminace, droby a břidlice světle modré barvy, vrstevnatost: 194/54, 190/56.

77 B) vrstevnatost: 198/64, 188/64

77 C) silné deformace, různé vrásky, droby až břidlice, vrstevnatost: 215/48, 197/57, 188/58

77 D) stále droby až břidlice, vrstevnatost: 198/70, 179/66



DB 78

GPS souřadnice 49.794751, 14.161199; JTSK: 49°47'41.10" S, 14°09'40.32" V

Přírodní výchoz ve svahu nad Lipízkým potokem, zarostlý, malý. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Zastižen je zde konkordantní styk slepenec a droby. Slepenec s valouny průměru 1-2 cm v max. do 5 cm, matrix je šedé barvy, úlomky různých hornin. Vrstevnatost dle valounů 195/63. Droba je šedá, jemnozrná, bez velkých zrn, vrstevnatost: 198/60

DB 79

GPS souřadnice 49.799738, 14.159277; JTSK: 49°47'59.06" S, 14°09'33.40" V

Malý lůmek v oboře, resp. mini oboře. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Výška 3 m a šířka 6 m, silně porušené horniny. Vrstevnatost je 180/70. Hornina je jemnozrná, šedá, bez vyrostlic, na puklinách opět hojně limonitizováno. V blízkosti probíhá jílová rozsedlina.

DB 80

GPS souřadnice 49.806958, 14.152637; JTSK: 49°48'25.05" S, 14°09'09.49" V

Výchoz v oboře, zářez lesní cesty. Neoproterozoikum pičinského pásu. Velmi špatný stav, silně zasucené a zvětralé výchozy. Směrem po proudu Lipízkého potoka, jsou horniny intenzivně podrceny a předpokládám tu zlom, který odděluje zelenou drobu a černou drobu. Zde se vyskytuje zelená droba, v blízkosti zlomu je silně alterovaná. Na puklinách velmi limonitizováno. Vrstevnatost místy měřitelná 298/70 až k terénní depresi, kde se mění vrstevnatost ze SZ k JV.

DB 81

GPS souřadnice 49.798432, 14.152395; JTSK: 49°47'54.36" S, 14°09'08.62" V

Umělý lůmek v lese u Brodce, silně zasucen a zavezen, zachován malý výchoz. Neoproterozoikum pičinského pásu. Jde o drobnozrný slepenec, stejný jako Lipízký (DB 15, 16 a 17). Valouny v průměru 1 cm, matrix je šedozeleňá, vrstevnatost na základě valounů 312/70. Valounový materiál pestrý, vulkanity a sedimenty.

DB 82

GPS souřadnice 49.798092, 14.152985; JTSK: 49°47'53.13" S, 14°09'10.75" V

Umělý lůmek v lese u Brodce, silně zasucen, zavezen a zarostlý. Neoproterozoikum pičinského pásu. Jde o sled droby a břidlice, velmi jemnozrné, šedé barvy, s břidličným rozpadem. Vrstevnatost 324/82.

DB 83

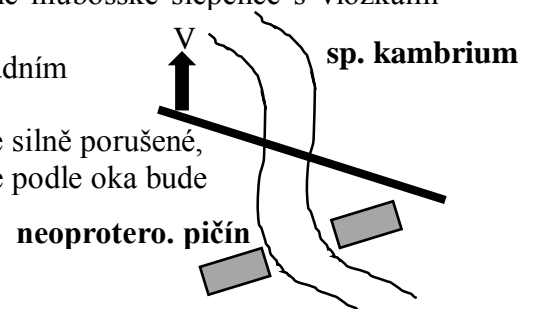
GPS souřadnice 49.792688, 14.144537; JTSK: 49°47'33.68" S, 14°08'40.33" V

Lokalita s jílovou rozsedlinou, jde o nárazové břehy Trnovského potoka, nedaleko DB 10. Neoproterozoikum pičinského pásu a spodní kambrium.

A) zvětraliny kambria, případně silně rozvětralé a porušené hlubošské slepence s vložkami žiteckého slepence, bez tektoniky.

B) výskyt obou hornin jak kambria, tak proterozoika, s odpadním materiálem po stavbě lávky.

C) na bázi svahu v potoce, vycházejí tmavé až černé břidlice silně porušené, podobné jako na DB 10, limonitizované, tektonika nelze, ale podle oka bude stejná jako u DB 10.



DB 84

GPS souřadnice 49.826502, 14.186097; JTSK: 49°49'35.41" S, 14°11'09.95" V

Výskyt v údolí Voznického potoka, kde je předpokládán konec výskytu vulkanitů. Neoproterozoikum pičinského pásu. Vývraty v lese, jsou zde silně silicifikované horniny (pravděpodobně droby, možná i vulkanity) až silicity, jsou tmavě šedé barvy, některé jsou žilkované křemenem. V okolí po lese jsou i větší až 20 cm kameny silicity.

DB 85

GPS souřadnice 49.826563, 14.185774; JTSK: 49°49'35.63" S, 14°11'08.79" V

Spodní kambrium. Místo nedaleko DB 84, stará umělá rýha v lese, kde je limonitizovaný žitecký slepenec s podílem vulkanického materiálu (viz. DB 54), matrix je zelená, úlomky jsou v průměru 0,5 cm, místy i 1 cm, jako valouny jsou také křemeny.

DB 86

GPS souřadnice 49.829578, 14.1798; JTSK: 49°49'46.48" S, 14°10'47.28" V

Starý lůmek s výškou 5 m, hornina je silně zvětralá a tektonicky porušená, lze měřit vrstevnatost díky polohám. Spodní kambrium. Zde je velmi jemnozrný sádecký pískovec, velikost zrn do 2 mm, převažují křemeny, barva horniny je bílá. V další poloze se objevuje hlubošský slepenec, bílé barvy s úlomky křemene v průměru 0,5 cm. Jde o hlubošské až sádecké souvrství; Vrstevnatost: 348/63

DB 87

GPS souřadnice 49.830622, 14.200152; JTSK: 49°49'50.24" S, 14°12'00.55" V

Přírodní výchoz ve svahu kopce s kótou 423,9, cca 10 metrů pod vrcholem. Spodní kambrium. Hornina je extrémně tektonicky porušená, jsou v ní úlomky různých hornin, většinou jsou zmáčkklé a protažené, některé odolnější si zachovaly podobný skoro zakulacený tvar (silicity). Matrix těžko rozeznatelná, ale její barva je zelenošedá, velmi jemnozrná a limonitizovaná. S největší pravděpodobností jde o deformovaný žitecký slepenec. Vrstevnatost: 137/68, 156/68; Lineace: 151/78

DB 88

GPS souřadnice 49.830862, 14.200108; JTSK: 49°49'51.10" S, 14°12'00.39" V

Přírodní výchoz ve svahu kopce s kótou 423,9, cca 5 metrů pod vrcholem. Spodní kambrium. Hornina je extrémně tektonicky porušená, jsou v ní úlomky různých hornin, většinou jsou zmáčkklé a protažené. Zde jsou i odolné valouny silicitu deformované. Ve valounovém materiálu je hodně silicitů, matrix je červenohnědá. Tyto slepenec, bych označil jako hlubošské a byly vyvlečeny podél zlomu. Vrstevnatost: 145/60; Lineace: 83/65, 98/63

DB 89

GPS souřadnice 49.830951, 14.200274; JTSK: 49°49'51.42" S, 14°12'00.99" V

Lůmek na vrcholu kóty 423,9, vychází zde masivní silicit, světle šedé barvy, je žilkovaný a na puklinách limonitizovaný. Neoproterozoikum pičínského pásu. Některé partie lomu, jsou hodně podrcené, i když se jedná o silicit a jsou silně limonitizovány.

DB 90

GPS souřadnice 49.830796, 14.200564; JTSK: 49°49'50.87" S, 14°12'02.03" V

Drobné výchozy a suť východně od kóty 423,9. Spodní kambrium. Jsou zde úlomky žiteckého slepenec s modrošedou matrix, ve valounovém materiálu s křemenem, drobami, břidlicemi a vulkanity. Odebrán vzorek V-995 na mikroskopii.

DB 91

GPS souřadnice 49.830682, 14.199257; JTSK: 49°49'50.46" S, 14°11'57.33" V

Umělý lůmek, kde v jádru je masivní černý silicit s žilkováním a okolo probíhají silně porušené horniny. Neoproterozoikum pičínského pásu. Je zde asi 1,5 metrů mocná poloha rozdrčených zelených drob až břidlic. Vedle této zóny vychází silně zvětralý bazalt (spilit). Je velmi silně limonitizovaný a obarvený do hněda. Odebrán vzorek V-994 na mikroskopii.

DB 92

GPS souřadnice 49.79155, 14.122659; JTSK: 49°47'29.58" S, 14°07'21.57" V

Suť a balvany na vrcholku neoznačeného kopce JZ od Trnové. Neoproterozoikum pičínského pásu. Hornina s mandlovcovitou strukturou připomínající bazalt. Tmavě modrošedé barvy, velmi jemnozrný. Odebrán vzorek V-688 na geochemii i mikroskopii.

DB 93

GPS souřadnice 49.796513, 14.133701; JTSK: 49°47'47.45" S, 14°08'01.32" V

Jedná se o velmi velké suťové pole s vývraty na neoznačeném vrchu S od Trnové. Neoproterozoikum pičínského pásu. V mapě Havlíčka (1985), zde bylo vymapováno druhé těleso trondhjemitu, který se ovšem jeví opět jako vulkanoklastika a není nějak rozdílný vůči okolním pyroklastikám. Vzorek V-872 pochází z umělého výkopu ve vývratu a vzorek V-682 z nepatrně vzdálenější oblasti z povrchového výskytu. Na povrchu jsou opět vidět vyvětralé klasty, když je plocha dobře orientovaná. Horniny jsou většinou při zvětrání bílé barvy, místy s nádechem do červené. Tektonika nelze. Odebrán vzorek V-682 na mikroskopii a V-872 na geochemii i mikroskopii.

DB 94

GPS souřadnice 49.796419, 14.131184; JTSK: 49°47'47.11" S, 14°07'52.26" V

Výchoz ve svahu neoznačeného kopce S od Trnové, za rybníky, jde o JZ svah tohoto kopce. Neoproterozoikum pičínského pásu. Byla tu mapována Maškem drobná poloha vulkanického slepence. Jde spíše o vulkanoklastickou brekcii s neopracovanými úlomky velikosti do 1 cm s naprostou převahou vulkanického materiálu. Poloha může mít max. 5 m mocnosti.

Odebrán vzorek V-875 na mikroskopii.

DB 95

GPS souřadnice 49.799529, 14.144097; JTSK: 49°47'58.30" S, 14°08'38.75" V

Výchoz pod lesní cestou nedaleko DB 9, je silně zasucený a zarostlý. Neoproterozoikum pičínského pásu. Jde o zelenou drobu, jemnozrnou na puklinách s limonitem. Vrstevnatost 314/57.

DB 96

GPS souřadnice 49.798599, 14.149107; JTSK: 49°47'54.96" S, 14°08'56.79" V

Výchoz v lese, nad starým lůmkem, který je zarostlý a zavezený, bez odkryvu. Neoproterozoikum pičínského pásu. Vychází tu šedá jemnozrná droba s břidličnou polohou. Vrstevnatost 150/69, 162/70.

DB 97 a DB 98

GPS souřadnice 49.800386, 14.148828 (DB 97); 49.800631, 14.149436 (DB 98)

JTSK: 49°48'01.39" S, 14°08'55.78" V; 49°48'02.27" S, 14°08'57.97" V

Nepatrné rýhy, nebo vývraty v lese. Rýhy většinou zasucené či zavezené odpadem. Úlomky a horniny zelené droby. Neoproterozoikum pičínského pásu.

DB 99

GPS souřadnice 49.825842, 14.202058; JTSK: 49°49'33.03" S, 14°12'07.41" V

Bývalý lůmek a přírodní výchoz podél potoka v údolí Voznického potoka. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Velmi pevné horniny, rozpukané, limonitizované, střídají se zde polohy šedomodré droby a šedočerné břidlice. Tektonika měřitelná. Vrstevnatost: 134/55; Pukliny: 332/30, 55/80, 52/84, 302/45, 329/50

DB 100

GPS souřadnice 49.831608, 14.198837; JTSK: 49°49'53.79" S, 14°11'55.81" V

Výchoz přírodní v patě svahu v údolí potoka. Spodní kambrium. Jde o slepence žitecké, matrix zeleno-okrové barvy. Valouny převažují křemeny, střídají se jemnozrné polohy s valouny průměru 2 cm a hrubozrné polohy s valouny průměru 5 cm, v maximech i 10 cm. Objevují se tektonické rýhy a vrstevnatost lze měřit. Vrstevnatost: 9/72

DB 101

GPS souřadnice 49.794145, 14.157256; JTSK: 49°47'38.92" S, 14°09'26.12" V

Výchoz v zářezu místní účelové komunikace. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Ve vrchní části vystupují jemnozrné droby, bez vyrostlic, šedé barvy a ve spodní části jsou zastíženy slepence štěchovické skupiny s valouny v průměru 4 cm (max. 10 cm). Výchoz je zčásti zasucen a porostlý vegetací. Vrstevnatost: 198/60

OBLAST KOZÍ HORY

NK 1

GPS souřadnice 49.783181, 14.277151; JTSK: 49°46'59.45" S, 14°16'37.74" V

Starý lůmek (přírodní výchoz) s výškou stěny 6 m, bez vody. Středočeský pluton. Tektonika nebyla měřena, přítomné jsou pukliny, jinak je hornina celkem masivní. Jedná se o granodiorit, v hornině makroskopicky viditelný šedý křemen, bílé a béžové živce, tmavé minerály amfibol, (pyroxen), biotit. Krystaly mají místy i 2-3 mm.

NK 2

GPS souřadnice 49.783325, 14.27517; JTSK: 49°46'59.97" S, 14°16'30.61" V

Přírodní výchoz v zářezu lesní cesty, jde o velmi rozpukanou horninu, postiženou kontaktní metamorfózou. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Jde původně o sedimentární horninu, pravděpodobně prachovec, místy možná droba s polohami břidlice. Měřená vrstevnatost 48/57, 33/60

NK 3

GPS souřadnice 49.782926, 14.268821; JTSK: 49°46'58.53" S, 14°16'07.76" V

Přírodní výchoz ve svahu kopce nad Kocábou, výchoz je porostlý mechem. Neoproterozoikum štěchovické skupiny. Jde o sledy břidlice a droby, přičemž v drobě lze pozorovat laminace. Břidlice je tmavá velmi jemnozrná. Měřená vrstevnatost 62/66, 67/62

NK 4

GPS souřadnice 49.782963, 14.267349; JTSK: 49°46'58.67" S, 14°16'02.46" V

Přírodní výchoz ve svahu nad Kocábou, výška stěny 10 m, všude pod skalní stěnou jsou velké bloky horniny. Davelské souvrství. Hornina má velké množství křemene, je velmi masivní a tvrdá, místy jsou náznaky jednotlivých poloh, ale pravděpodobně jde o zvýšenou koncentraci živců v hornině. Některá místa jeví náznaky usměrnění zrn živců. Tektonika neměřitelná, jedná se o kyselý typ vulkanitu ryolit.

NK 5

GPS souřadnice 49.782777, 14.266759; JTSK: 49°46'58.00" S, 14°16'00.33" V

Davelské souvrství. DTTO NK 4, téměř až skalní defilé podél toku Kocáby, některé horniny jsou více prokřemenělé a mají v sobě druhotné žíly křemene. Obsahují křemen i živce. Zvětrávají do bílošedé a častěji do tmavě šedé barvy jejich zvětrávací kůra má kolem 5 mm. Některé mají i červený nádech. Opět se objevují polohy s většími koncentracemi zrn křemene. Jde o ryolity.

NK 6

GPS souřadnice 49.782685, 14.264039; JTSK: 49°46'57.67" S, 14°15'50.54" V
Davelské souvrství. Prakticky stejný typ hornin jako u předešlých výchozů. Jsou zde dobře viditelné koncentrace zrn živce v různých polohách. Jde o ryolity.

NK 7

GPS souřadnice 49.782448, 14.263533; JTSK: 49°46'56.81" S, 14°15'48.72" V
Davelské souvrství. DTTO 4

NK 8

GPS souřadnice 49.768481, 14.271108; JTSK: 49°46'06.53" S, 14°16'15.99" V
Přírodní výchoz o výšce 5 m a šířce 10 m, hornina je rozpukaná a velmi těžce se otlouká, je pevná. Davelské souvrství. Tmavě modrá s viditelnými vyrostlicemi živce, jinak je velmi jemnozrná, nejspíše andezit až dacit.

NK 9

GPS souřadnice 49.769156, 14.270372; JTSK: 49°46'08.96" S, 14°16'13.34" V
Lůmek na hřbetu kopce Kateřinka, hornina je rozpukána, ale opět velmi tvrdá. Davelské souvrství. Hornina je tmavě modrá a velmi jemnozrná s velkými až 4 mm vyrostlicemi živce, pravděpodobně jde o dacit až andezit.

NK 10

GPS souřadnice 49.769676, 14.270618; JTSK: 49°46'10.83" S, 14°16'14.22" V
Davelské souvrství. DTTO 9

NK 11

GPS souřadnice 49.770957, 14.270011; JTSK: 49°46'15.45" S, 14°16'12.04" V
Silně zvětralý výchoz až kamenné pole, hornina podobná jako předchozí, tmavě modrá velmi jemnozrná, ale neobsahuje velké vyrostlice jako předchozí vzorky. Davelské souvrství.

NK 12

GPS souřadnice 49.771105, 14.269174; JTSK: 49°46'15.98" S, 14°16'09.03" V
Přírodní výchoz o výšce 4 m, hornina silně rozpukána, stejný typ jako u NK 11, tmavě modrozelená, velmi jemnozrná s malými vyrostlicemi. Davelské souvrství.

NK 13

GPS souřadnice 49.780614, 14.260698; JTSK: 49°46'50.21" S, 14°15'38.51" V
Přírodní výchoz až defilé v meandru Kocáby, dlouhý několik desítek metrů a vysoký tak kolem 5 m. Davelské souvrství. Jde o trochu jemnozrnější a tmavší typ než u jiných výchozů v údolí Kocáby. Hornina je velmi jemnozrná, místy s vyrostlicemi živce. Jde o ryolit.