MASARYKOVA UNIVERZITA

Přírodovědecká fakulta

Ústav geologických věd

Rešerše k diplomové práci

Mineralogie plazem vázaných na moravské serpentinity

Bc. Šárka Koníčková

Vedoucí práce: doc. RNDr. Zdeněk Losos, CSc.

Brno 2012

OBSAH

1. ÚVOD 3

2. GEOGRAFICKÁ POZICE ZÁJMOVÉ OBLASTI 3

3. GEOLOGIE A MINERALOGIE ZÁJMOVÉ OBLASTI 4

3.1. Moravské serpentinity a doprovodné horniny 4

3.2. Mohelenský serpentinitový masiv a Hrubšické těleso 5

3.2.1. Mohelenský serpentinitový masiv 5

3.2.2. Hrubšické těleso 7

3.3. Menší ultrabazická tělesa v zájmové oblasti 8

4. CHARAKTERISTIKA PLAZMY V RÁMCI SiO2 HMOT 9

4.1. Chalcedon 9

4.2. Plazma 10

5. REŠERŠNÍ ZHODNOCENÍ LOKALIT S VÝSKYTEM PLAZMY 13

5.1. Třesov 15

5.2. Radkovice u Hrotovic 16

5.3. Hrotovice 17

5.4. Udeřice, Krhov 17

5.5. Dukovany 19

5.6. Jamolice (Polánka) 20

5.7. Biskupice – Slatina 21

5.8. Bojanovice 22

5.9. Jiřice u Moravských Budějovic 24

5.10. Tavíkovice 25

6. SHRNUTÍ 26

POUŽITÁ LITERATURA 27

PŘÍLOHY 31

1. ÚVOD

Předmětem diplomové práce je mineralogické studium tzv. plazem, jejichž vznik a výskyt je vázán na zvětrávací zónu ultrabazických těles, tvořených serpentinity. V rešeršní části se zaměřuji na charakteristiku plazmy v rámci SiO_2 hmot a na podrobný popis vybraných ultrabazických těles v zájmové oblasti - v jižní části moravského moldanubika, na nichž jsou doloženy výskyty plazmy.

2. GEOGRAFICKÁ POZICE ZÁJMOVÉ OBLASTI

Oblast mého výzkumu je soustředěna na několik těles serpentinitů v západomoravském moldanubiku. Dvě nejvýznamnější a plošně nejrozsáhlejší tělesa serpentinitů se nacházejí na rozhraní Jihomoravského kraje a kraje Vysočina, mezi obcemi Mohelno a Nová Ves u Oslavan. Jsou to Mohelenský serpentinitový masiv a Hrubšické těleso (obr. 1). Další menší tělesa serpentinitů jsou situována jižně a jihozápadně od těchto dvou těles do vzdálenosti 25km a to mezi Moravskými Budějovicemi, Hrotovicemi a Moravským Krumlovem. Geomorfologicky náleží studované území podcelku Znojemská pahorkatina, který tvoří součást geomorfologického celku Jevišovická pahorkatina (Demek et al. 1987)

Obec Mohelno, ležící v kraji Vysočina, se rozprostírá mezi dvěma řekami Jihlavou a Oslavou v jihovýchodní části Českomoravské vrchoviny, přibližně 30 km jihovýchodním směrem od města Třebíč. V těsné blízkosti obce se nachází Mohelenská přehradní nádrž, která je vyrovnávací nádrží Dalešické přehradní nádrže.

Obec Nová Ves, vzdálená 6 km západně od města Ivančice, náleží kraji Jihomoravskému. Obec se rozkládá na rovině mezi údolími Jihlavy a Oslavy, při severozápadním okraji přírodního parku Střední Pojihlaví.

Přírodní park Střední Pojihlaví zaujímá dolní část středního toku řeky Jihlavy, od Mohelna k Hrubšicím, a zahrnuje několik přírodních rezervací a přírodních památek: PR Biskoupský kopec, PR Nad Řekami, PR Mohelnička, PP Biskoupská hadcová step a PP Kozenek. Rozmezí nadmořských výšek zde sahá od 215 do 380 m. Údolí řeky je tvořeno výrazně zaklesnutými meandry a příkrými svahy s členitými skalními výchozy.

3. GEOLOGIE A MINERALOGIE ZÁJMOVÉ OBLASTI

3.1. Moravské serpentinity a doprovodné horniny

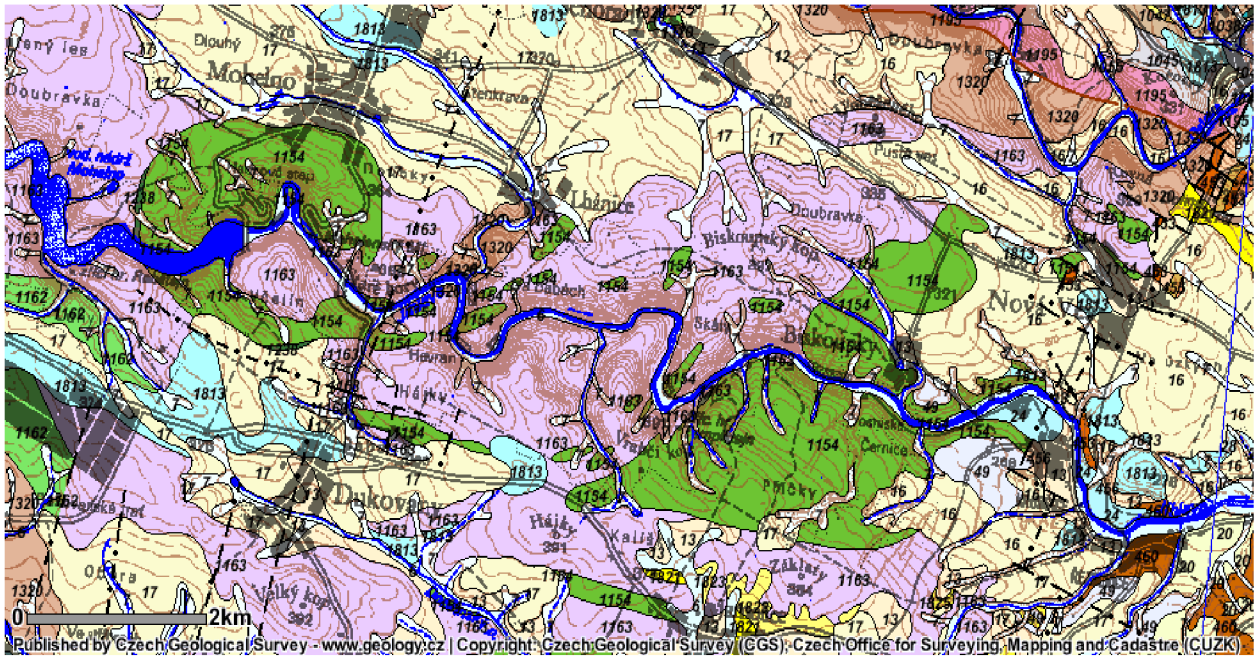
Studovaná oblast soustředěná na moravské serpentinity náleží podle regionálně-geologického dělení Českého masivu k pestré skupině moldanubika západní Moravy. Západomoravské moldanubikum je situováno jihovýchodně od třebíčského plutonu přecházející do rakouského Waldviertelu, na západě omezeno přibyslavským hlubinným zlomem a na východě ohraničené moravskoslezským zlomovým pásmem. Jeho součástí jsou i granitoidní masívy třebíčský, jihlavský a rastenberský. Hlavním rysem moravského moldanubika je vyšší zastoupení ultrabazických těles, jejichž četnost narůstá směrem k východu. Zájmová oblast se nachází v nejvýchodnější části moravského moldanubika, v náměšťsko-krumlovském granulitovém tělese, kde na povrch vystupují největší ultrabazická tělesa. Menší tělesa ultrabazitů jsou roztroušena v segmentu gföhlských ortorul (Mísař et al. 1983, Zimák et al. 1997).

Gföhlské ortoruly se rozdělují na dva typy, oba vzniklé migmatitizací – častější biotitická rula a leukokratní gföhlská rula chudá biotitem nebo bez biotitu (Homola 1965). V granulitové formaci se střídají pruhy světlých granulitů s tmavými biotitickými granulity, amfibolity, migmatity a tělesy hadců. Mísař (1983) vysvětluje vztah gföhlských ortorul a granulitů tak, že granulity jsou vulkanity původních komplexů předhercynsky metamorfovaných do facie granulitové. Část granulitů byla pak retrográdně přeměněna během hercynského tektonického cyklu na leukokratní, tzv. gföhlskou ortorulu. Ultrabazická tělesa uložena jak v granulitech, tak v ortorulách, jsou vždy tektonicky omezena a na jejich styku se objevuje kluzná zóna, která vzniká drcením a přeměňováním serpentinitů díky tektonickému pohybu na kontaktu. Pravděpodobně v místech těchto kontaktů vzniká plazma, magnezit a další formy oxidu křemičitého (Rejl – ústní sdělení)

Většina těchto ultrabazických těles jsou slaběji nebo silněji serpentinizována. Rozlišuje se několik petrografických typů serpentinitů v závislosti na hornině, ze které metamorfózou vznikly - peridotitu. Za jejich původní horninu jsou považovány dunit, méně pak lherzolit nebo pyroxenit. Velmi často je na povrchu serpentinitových těles vyvinuta kůra zvětrávání, která je rozdělena na několik pásem ve vertikálním směru (viz kapitola zvětrávání serpentinitů). Základní charakteristiku některých moravských ultrabazických těles včetně jejich chemických analýz podává Mísař (1971). Ten se rovněž zabýval původem ultrabazických těles a popisuje 4 základní typy přívodních kanálů, které jsou nezbytné pro

vznik ultrabazitů. Moravské serpentinity v oblasti gföhlských ortorul a náměšťských granulitů řadí k produktům tzv. areálního vyživovacího centra oblasti gföhlsko-náměšťské, což je jeden z typů přívodních kanálů, mezi něž patří komínový, puklinový a puklinově-komínový. V těchto centrech dochází k bazifikaci kontinentální kůry - mísení sialického a simatického materiálu (Mísař 1974). Největším ultrabazickým tělesům u Mohelna a Hrubšic je věnován podrobný geologický popis v následujících kapitolách.

3.2. Mohelenský serpentinitový masiv a Hrubšické těleso



Obr. 1. Výřez z geologické mapy v okolí Mohelna a Biskoupek (legenda k mapě viz příloha) (Česká geologická služba, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

3.2.1. Mohelenský serpentinitový masiv

Rozsáhlé těleso hadce (serpentinitu) u Mohelna, přesněji serpentinizovaného peridotitu, společně s tzv. hrubšickým tělesem vystupujícím mezi Hrubšicemi, Biskoupkami a Novou Vsí, patří k největším ultrabazickým tělesům tohoto typu v moldanubiku (obr. 2.). Povrch krystalinika v okolí Mohelna tvoří spraše pleistocenního stáří s ostrůvky mladoterciérních jílovitých písků až písčitých jílů, štěrků s možnými výskyty vltavínů. V okolí Biskoupek a Hrubšic zaujímají povrch krystalinika zejména sprašové hlíny pleistocenního stáří spolu s jílovitými rezidui zvětrávání serpentinitů (Matějovská et al. 1992, Weiss 1966, Mísař et al. 1983, Demek et al. 1997).

Granulity, obklopující z velké části hadcová tělesa, jsou tvořeny několika varietami, které se liší obsahem biotitu. Granulity bez biotitu jsou téměř vzácné (Weiss 1966). Světlé granulity odkryté v údolí řeky Jihlavy odpovídají jemnozrnným granátovým nebo biotit-granátovým ortorulám. Mikroskopicky se skládají z pertitického K-živce, plagioklasu, křemene a biotitu. Křemen, vyskytující se nejčastěji v podobě protáhlých laločnatě omezených zrn, dosahuje velikosti asi 1 mm a jeho množství se pohybuje v rozmezí 35 – 45% obj. horniny. Dále byl rozpoznán i rutil, apatit, zirkon, magnetit a sillimanit. Ortoruly se vyznačují porfyroblastickou strukturou s porfyroblasty granátu a homogenní stavbou. Mohou být také nevýrazně až výrazně páskované (Weiss 1966, Vávra et al. 2008).

Hadcové těleso, nacházející se jižně od Mohelna, s přibližnou délkou 4 km a mocností 300 m tvoří podloží Národní přírodní rezervace Mohelenské hadcové stepi. Mohelenské těleso hadců je součástí komplexu vysoce metamorfovaných hornin spodnokorového původu, do kterých byly vmíšeny útržky svrchního pláště – peridotity. V průběhu geologického vývoje byl celý komplex příkrovově vyzdvižen do současné polohy a během tohoto procesu se většina původních peridotitů za vzniku minerálů serpentinové skupiny přeměnila. Tato přeměněná hornina je označována jako serpentinit nebo serpentinizovaný peridotit. Podle Bernarda (1981) je východní část serpentinizovaného peridotitu charakteristická střídáním poloh granátických serpentinizovaných peridotitů s granulity, zatímco západní část s oblastí rezervace je tvořena výhradně negranátickým typem. Němec (1937) popisuje mohelenský hadec jako těleso, které je tvořeno několika odlišnými typy serpentinitů. Rychlé střídání těchto typů ukazuje na pravděpodobnou diferenciaci původního magmatu, z něhož se vyčlenily i přechodné členy základních hornin. Hraniční typy původních hornin, ze kterých Němec (1937) uvádí vznik mohelenského hadce, jsou: a) dunit, b) lherzolit, c) amfibolický peridotit, d) olivinické gabro, e) bastit vzniklý z bronzitovce.

Hejtman (1962) přiřadil mohelenské těleso k hadcům granátickým. Dělení hadců podle Hejtmana je založeno na přítomnosti jiných minerálů, kromě převládající skupiny serpentinitu. Výskyt granátu s vysokým podílem pyropové složky ve východní části masivu je výsledkem rekrystalizace peridotititového tělesa za vysokých teplot (až 1300 °C) a tlaku (27 kbar) při variské deformaci. Při levém břehu řeky Jihlavy je možné nalézt zajímavé ukázky serpentinizovaného peridotitu až s 1cm velkými zrny pyropu, avšak s postupujícím zvětráváním se zrna granátu z horniny uvolňují.

3.2.2. Hrubšické těleso

Plošně rozsáhlejší těleso serpentinitu je nazývané též „hrubšický hadec“. Vystupuje přibližně 5km s. od Moravského Krumlova mezi obcemi Jamolice, Nová Ves, Biskoupky a Hrubšice. Na východě tektonicky hraničí s permokarbonem Boskovické brázdy. Serpentinitové těleso je bezgranátické a podle Hejtmana (1952) je zařazeno k typům hadce s magnezity. Bernard (1981) uvádí z hrubšického serpentinizovaného peridotitu nálezy monoklinického pyroxenu, černého chromitu či magneziochromitu. Dále také hojné výskyty centimetrových zrn bronzit-enstatitu. Mrázek a Rejl (1991) se zmiňují o makroskopicky viditelných zrnech černého, kovově lesklého spinelidu v hornině hadců. Petrograficky popsal těleso serpentinitu u Hrubšic i s okolními horninami jako první Barvíř (1893).

Na rozdíl od mohelenského hadce má hrubšický hadec dobře zachovanou zvětrávácí kůru. Z nalezišť produktů zvětrávání jsou z hrubšického tělesa známé minerály magnezit, sepiolit, opál, chalcedon a plazma. Magnezit i sepiolit byl těžen několika, dnes již zaniklými, štolami na levém břehu Jihlavy ve zjílověných částech serpentinitu. Magnezit tvoří menší či větší hnízda až o velikosti 1 m^3, kde lze pozorovat rohovcová jádra nebo povlak bílého hydromagnezitu (Bernard 1981). Ložisko magnezitu mezi Biskoupkami a Hrubšicemi vystupuje v úzkém pruhu nad prudkým srázem levého břehu, kde byl magnezit dlouhou dobu těžen. Sepiolit, který je spojen s výskytem magnezitu se označuje také jako „mořská pěna“ a tvoří žluté až bílé jemně pórovité hlízy o velikosti 10 až 40 cm. Těžba magnezitu i sepiolitu byla ukončena před rokem 1938 (Mrázek, Rejl 2010). Produktem zvětrávání hadců je i opál. Výskyty opálů jsou známé hlavně ze serpentinitových ostrůvků v severním a západním okolí Nové Vsi (Pauliš 2005). Opály jsou vázány ve zvětralinách vytvořených na styku serpentinitu s granulitovou rulou. Zvláštností jsou z této lokality očkové opály, které jsou považovány za nejkrásnější opály na Moravě. Očkové opály, tvořící bochníkovité, případně kulovité tvary s průměrnou velikostí konkrecí 10 cm, se vyznačují jedinečnou a zajímavou texturou. Na okrajích bývají tmavě hnědé a uvnitř mají ostře ohraničené šedé nebo průsvitné jádro (Mrázek, Rejl 1991). Plazmu jako produkt zvětrávání lze nalézt na pravém břehu řeky Jihlavy západně od Hrubšic, ale i v okolí Biskoupek a Nové Vsi.

V nezvětralých partiích hadců, zvláště v jeho puklinách, se objevují žilky vláknitého chryzotilového azbestu. Chryzotilový azbest byl objeven také náhodným výkopem v Nové Vsi při kopání silážní jámy (Mejzlík 2005).

Serpentinity z Hrubšic jsou také známou kamenickou surovinou pro výrobu dekoračních předmětů, např. brněnský kameník Jan E. Tomola používal hadec z Hrubšic

k výrobě částí pomníků (Mrázek, Rejl 2010). Hrubšický hadec se v minulosti těžil krátkými štolami při levém břehu řeky Jihlavy, kde stávala i brusírna. Později se těžba přesunula blíže ke zřícenině Templštýnu, kde se hornina drtila a odvážela na zpracování. Z drtě se vyráběl zvláštní druh dlažby tzv. teraco (Mejzlík 2005). V současnosti je jediným činným lomem v oblasti stěnový kamenolom „ U Pustého mlýna“, nacházející se v polovině cesty z Hrubšic k Templštýnu na pravém břehu Jihlavy, přibližně 0,5 km jižně od Biskoupek.

Úplný výčet minerálů, známých do roku 1953 z lokalit v hrubšickém serpentinitovém tělese, popisuje v topografické mineralogii Burkart (1953). Kruťa (1966) doplňuje výskyt minerálů z Hrubšic o drúzy krystalů harmotomu, hydrotalkitu, rutilu a saponitu. Novou asociaci Mg-hydrokarbonátů na puklinách serpentinitu s prvním výskytem minerálu artinitu v ČR popsali z kamenolomu „U Pustého mlýna“ Kovář et al. (2008).

3.3. Menší ultrabazická tělesa v zájmové oblasti

Kromě největších ultrabazických těles u Mohelna a Hrubšic se v segmentu náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa vyskytují i menší tělesa ultrabazitů, které jsou slabě nebo silněji postihnuta procesem serpentinizace. V asociaci s ultrabaziky se objevují i tělesa amfibolitu a eklogitu. Drobnější tělesa serpentinitů v této oblasti vystupují severně od Dukovan a západně od obce Polánka. Každé těleso má na povrchových partiích různě vyvinutou kůru zvětrávání, na kterou je vázán vznik SiO_2 hmot – plazem. Podrobným popisem serpentinitů u Polánky a Dolních Dubňan se zabývala Durčáková (1960). Z oblasti gföhlských ortorul vystupují větší tělesa serpentinitů u obcí Hrotovice, Udeřice, Krhov, Bojanovice, Biskupice – Slatina, Černín a jižně od Tavíkovic u obce Přeskače. Geologický popis podloží u obcí Černín a Slatina uvádí ve své mapovací zprávě Morýsek (1959). Menší nebo zakrytá tělesa serpentinitů jsou u Třesova, Jiřic a Náměště nad Oslavou.

4. CHARAKTERISTIKA PLAZMY V RÁMCI SiO_2 HMOT

Pod pojmem plazma je označována zelená, kryptokrystalická, jemně zrnitá odrůda chalcedonu. Její světle až tmavě zelené zbarvení je způsobeno příměsmi chloritu, ke kterým je udáván také azbest a amfibol. Ve starém Římě byla plazma velmi oblíbeným ozdobným kamenem, především ke zhotovování gem. Odtud také pochází její název, který původně představoval všechny zelené opracované kameny za starého Říma (Bouška, Kouřimský 1976).

4.1. Chalcedon

Chalcedon, jehož název je odvozen od naleziště u města Kalchédónu nedaleko dnešního Istanbulu, představuje zvláštní skupinu odrůd křemene. Chemicky je chalcedon oxid křemičitý SiO_2, strukturně odpovídá klencovému α-křemenu. Tvrdost má 6,5, hustotu 2,59 - 2,61 g/cm^3 a indexy lomu jsou: n_ε = přibližně 1,533 až 1,539, n_ω = přibližně 1,530 (Bouška, Kouřimský 1976). Od ostatních odrůd křemene se liší svými vlastnostmi i způsobem vzniku z gelovité křemičité hmoty. Jedná se o mikrokrystalickou varietu křemene, kterou tvoří mikroskopické shluky velmi jemných a těsně k sobě přiložených vláken, zrn a tyčinek. Tyto shluky vytváří vrstvy nebo kulovité agregáty (sférolity).

V přírodě tvoří chalcedon často kulovité nebo hroznovité útvary s ledvinitým povrchem. Vyznačuje se skelným až mastným leskem, třišťnatým i rovným lomem. Barvu má šedou nebo namodralou, avšak zbarvení chalcedonu se mění podle příměsí a podle lomu světla na jemných vláknech. Jemné póry mezi vlákny, pokud jsou dostatečně veliké, umožňují i barvení umělé.

Chalcedon se vyskytuje v dutinách bazaltů. Tyto dutiny, které zůstaly v bazaltové lávě po pozvolna unikajících sopečných plynech při tuhnutí horniny, mívají podobu mandlí, a proto se označují jako „melafyrové mandlovce“. Výplně těchto dutin jsou známé jako chalcedonové „pecky“ nebo „mandle“ a po rozvětrání matečné horniny se dostávají do svahových sutí nebo ornic a poté do náplavů řek a potoků, jimiž jsou daleko odnášeny. U nás jsou známi z oblasti Podkrkonoší a Krušných hor, kde v období permu a karbonu vyvřelo několik melafyrových proudů. Nejznámější jsou ukázky pocházející z kozákovských a levínských bazaltů (Kouřimský 1971).

Dalšími bohatými lokalitami podle Boušky a Kouřimského (1976) jsou například Doubravice, Libuně, Železnice a Nová Paka. Na Slovensku je znám i z povrchových částí

některých rudních ložisek, např. z okolí Štítníku a Železníku. Světovými nalezišti jsou Indie, Brazílie, Uruguay a Mongolsko.

Chalcedon sám má řadu odrůd odlišujících se strukturou, zbarvením i optickými vlastnostmi. Mezi kryptokrystalické variety chalcedonu patří:

Achát- jemně i hrubě vrstevnatý, charakteristická je pestrobarevnost, existují různé variety – mechový, dendritický, ohnivý achát

Mechový achát – prostoupený dendrity oxidů železa nebo manganu (černé, hnědé), nebo chloritických minerálů (zelené)

Karneol – červeně až červenohnědě zbarvený oxidy železa, jeho zvláštní odrůdou je velmi ceněný oranžový sardit

Plazma – zeleně zbarvená chloritickými příměsmi

Kašolong – křídově bílá směs chalcedonu a opálu, název pochází z mongolštiny a znamená „krásný kámen“

Chryzopras – jablečně zelený, zbarvený vodnatými křemičitany niklu, ve středověku velmi ceněný a používaný jako ozdobný kámen

Jaspis – zeleně, žlutě, červeně nebo i jinak zbarvená směs chalcedonu, křemene a opálu, velmi hojný na lokalitě Kozákov, zelená odrůda jaspisu s pravidelnými červenými skvrnami se nazývá heliotrop

Heliotrop – neprůhledný tmavě zelený obsahující chlorit s červenými skvrnami, které jsou tvořeny hematitem a dalšími sloučeninami železa

Enhydros – typ uruguayských chalcedonů se zbytkem tekutiny (matečného louhu) uvnitř dutinek

Onyx - podobá se achátu, má rovné pásky, které mohou být hnědé, bílé nebo černé a bílé.

Sardonyx - odrůda achátu, vyznačuje se střídavým červenohnědým, černým a šedobílým páskováním. Červené zbarvení způsobují oxidy železa.

4.2. Plazma

O´Donoghue (2006) definuje plazmu jako jemnozrnný nebo jemně vláknitý chalcedon s různými odstíny zelené, které se nejblíže přibližují barvě jablečně a pórkově zelené. Zbarvení je způsobeno přítomností různých silikátových minerálů, zejména chloritové skupiny a ty také mohou způsobovat místa (skvrny) uvnitř hmoty s bílou nebo nažloutlou barvou.

*Bukanov (*2006) za plazmu považuje neprůhlednou nebo průhlednou odrůdu chalcedonu, zbarvenou různými tóny zelené. Její zbarvení závisí na rozptýlení mikro inkluzí zelených silikátů - amfibolů, seladonitu a chloritu. Časté jsou v plazmě bílé nebo nažloutlé skvrny.

Figueroa (1976) doplňuje přítomnost zelených vláken amfibolu – hornblendu.

Deer, Howie, Zussmann (2004) označuje plazmu jako odrůdu chalcedonu s inkluzemi draselno-hořečnato-železitého silikátu seladonitu ze sklupiny slíd.

Okrusch, Matthes (2009) rozdělují kryptokrystalické variety křemene na chalcedonovou a jaspisovou skupinu. Plazmu řadí mezi variety jaspisové skupiny a charakterizují ji jako tmavě zelenou varietu s Fe^{2+} a inkluzemi chloritu. Figueroa (1976) doplňuje *Schumann* (2009) ve své publikaci zařazuje tmavě zelenou plazmu s bílými nebo žlutými skvrnami mezi dvanáct odrůd japisu, které se od sebe odlišují barvou, vzhledem, výskytem nebo složením.

Většina autorů se tedy shoduje, že plazma je mikrokrystalická neprůhledná nebo slabě průsvitná světle až tmavě zelená, s malými bílými nebo žlutými skvrnami. Její zelené zbarvení je způsobeno přítomností silikátových minerálů – chloritu, aktinolitu, seladonitu a amfibolu. Někdy je svým zbarvením zaměňována za chryzopras, jehož zbarvení je ale na rozdíl od plazmy způsobeno sloučeninami niklu.

Výskyt plazmy je uváděn z Indie, Číny, Německa (JJKent 2008) a v USA ze států Oregon a Washington (Dietrich, Skinner 1990). Liddicoat (1993) a O´Donoghue (2006) doplňují naleziště plazmy ještě z Madagaskaru a Egypta.

Makroskopicky plazma tvoří nepravidelně oválné až kulovité, ale také i ploché, deskovité konkrece či hlízy s drsným, hrbolatým až bradavičnatým povrchem. Převážná část konkrecí je na povrchu tvořena zelenošedou, bělavě nazelenalou nebo bělavě namodralou křemitou hmotou. Některé konkrece mají na průřezu tenký, bělavě zbarvený neprůhledný okraj. Po tomto okraji následuje jádro tvořené světle i tmavě šedozelenou, modrozelenou (připomínající mořskou vodu), vzácně lahvově zelenou barvou. Méně často se objevuje nažloutlý, špinavě žlutohnědý nebo i červenohnědý odstín. Makroskopicky je plazma celistvá až velmi jemnozrnná a ve většině případů neprůhledná. Zeleně průsvitné jádro se vyskytuje u plazmy drahokamové kvality, avšak nálezy této kvality jsou ojedinělé. Plazma může obsahovat makroskopické uzavřeniny drobně lupenitých agregátů zeleného, stříbřitě lesklého chloritu. Vzácné jsou konkrece s rezavě žlutohnědými, protáhlými uzavřeninami milimetrových až centimetrovým rozměrů. Barevná složka v základní hmotě je rozložena nerovnoměrně. Tvoří ji skvrny různých velikostí, tvarů a tónů, například obláčkovitá či červíkovitá kresba světlejší barvy. Konkrece drahokamové kvality jsou obvykle tvořeny

obalovou vrstvou, která je neprůhledná, bělavě modrozelená, a jádrem, které je tmavší, průhledné, sytě zelené až modrozelené. Průměrná velikost konkrecí je 5 cm, maximální 10 - 15 cm.

Mikroskopicky je plazma tvořena různými formami křemičité hmoty (Mrázek, Holá 1978). Základní hmotou je kryptokrystalický křemen s agregáty zrn křemene. Tato zrna tvoří nepravidelné rekrystalizované útvary o velikosti až 1,4 mm. Základní hmota se zrny křemene, výrazně převládá nad chalcedonem, který se zde vyskytuje v podobě nepravidelných vějířků až neúplných sférolitů s proměnlivou délkou vláken. Barevnou část plazmy reprezentují drobné šupinky chloritu a jílového minerálu, uspořádané do chuchvalcovitých a keříčkovitých útvarů. Další částí barevného pigmentu je opakní prášek, vyskytující se především na povrchu rekrystalovaných útvarů. Na obalové vrstvě plazmy, která je tvořena stejnou křemičitou hmotou jako střední část, se výrazně podílí velké šupiny rozloženého biotitu. Hranice mezi obalovou vrstvou a jádrem je laločnatá (neostrá). V akcesorickém množství je přítomen fuchsit a zřejmě i dolomit (Mrázek, Rejl 2010).

5. REŠERŠNÍ ZHODNOCENÍ LOKALIT S VÝSKYTEM PLAZMY

Výskyt plazmy (i opálů) je vázán na rezidua serpentinitů oblasti moravského a strážeckého moldanubika, a to zejména při jejich východních okrajích, v blízkosti významných tektonických zón. Největší koncentrace ultrabazických těles (serpentinitů) je soustředěna východně od třebíčského masivu v oblasti náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa a v segmentu gföhlských ortorul.

Publikace Dr. E. Burkarta Moravské nerosty a jejich literatura z roku 1953 podává záznam o celkem 53 lokalitách výskytu „plasmy“ (viz tab. 1.)

Tab. 1. Lokality s výskytem plasmy

Bačice	Jičín Starý	Rakšice
Běhařovice	Katov	Rešice
Biskoupky	Kordula	Senorady
Biskupice u Hrotovic	Kozlany	Slatina
Bludovice	Krhov	Tavíkovice
Bojanovice	Lhotky	Templštejn
Bory Horní	Medlice	Třesov
Černín	Mohelno	Tulešice
Čihalín	Myslibořice	Udeřice
Dobřínsko	Níhov	Valeč
Dolní Dubňany	Ocmanice	Ves Nová u Oslavan
Dukovany	Olší	Věchnov
Grešlové Mýto	Plešice	Vícenice u Náměšťě n. Osl.
Hrotovice	Polánka	Vlkov
Hrubšice	Přeskače	Zňátky
Jamolice	Pulkov	Znětínek
Jevišovice	Račice	Žďárská hora
Jičín Nový	Radkovice	

Kruťa (1966) uvádí dalších 18 moravských lokalit s výskytem „plasmy“ (viz tab. 2.)

Tab. 2. Lokality s výskytem plasmy

Borovník	Nová Ves u Heřmanova
Boskovštejn	Radňoves
Březí u Velké Bíteše	Rancířov
Dolní Libochová	Sklené nad Oslavou
Hladov	Skřinářov
Jabloňov u Tasova	Trstěnice
Meziboří	Vratislávka
Moravské Janovice	Závist, obec Lavičky
Netín	Závist, obec Milovice

Mrázek, Rejl (2010) se kromě krásných ukázek plazmy z lokalit Hrubšice, Biskoupky a Nová Ves zmiňuje o plazmě (i opálech) z oblasti náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa v dalších šesti lokalitách (viz tab. 3.) a to Dukovany, Jamolice, Skryje, Náměšť nad Oslavou, Zňátky a Vícenice. Z oblasti gföhlských ortorul jsou to lokality Třesov, Koněšín, Hrotovice, Radkovice, Slatina, Biskupice, Tavíkovice, Bojanovice a Jiřice u Moravských Budějovic (viz tab. 4.). Pro lokalitu Jiřice je typická kvalitní a sběratelsky zajímavá plazma se dvěma „oky“ (Mátl 1999). Hojné výskyty jsou také v okolí obcí Bačice, Krhov a Račice.

Tab. 3. Lokality v oblasti náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa

Dukovany	plazma + opál
Jamolice	plazma + další křemenné hmoty
Skryje	opál
Náměšť n. Osl.	plazma + opál
Zňátky	opál
Vícenice	plazma + opál + chalcedon

Tab. 4. Lokality v oblasti gföhlských ortorul

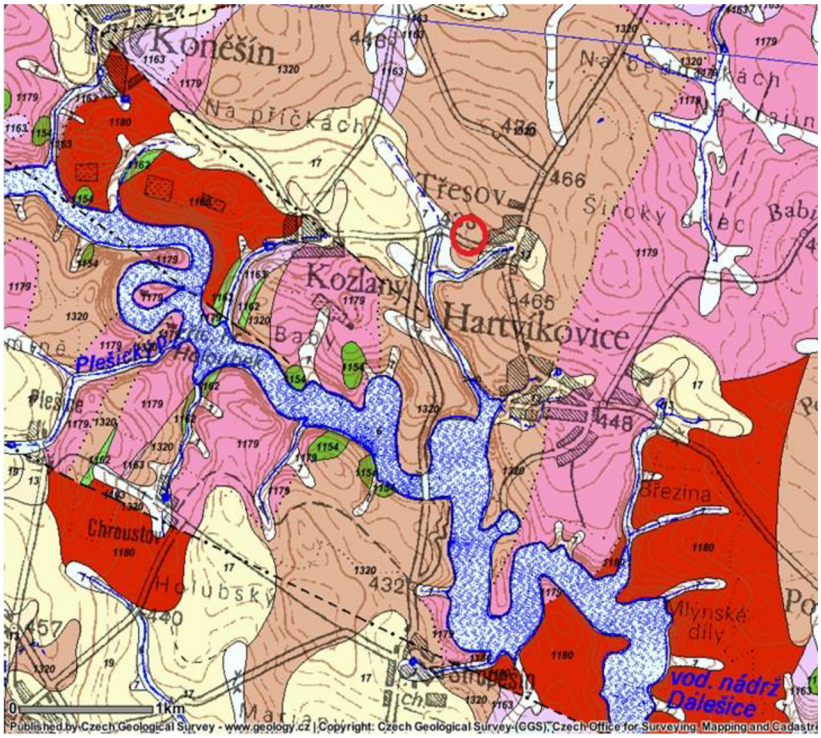
Třesov	opál + plazma + chalcedon
Koněšín	opál
Hrotovice	plazma + opál + chalcedon
Radkovice	opál + plazma
Bačice, Krhov, Račice	plazma + další křemenné hmoty
Slatina	plazma + opál
Biskupice	plazma
Tavíkovice	plazma
Bojanovice	plazma
Jiřice	plazma + opál + rohovec

Další výskyt opálů vázaných na reziduum serpentinitu v oblasti gföhlských ortorul je podle Mrázka, Rejla (2010) z okolí Níhova, kde jsou v současnosti možnosti nálezů omezené. Velmi známé naleziště atraktivních opálů z oblasti svrateckého krystalinika je lokalita Smrček, které je rovněž vázáno na reziduum serpentinitu. Méně významné naleziště z této oblasti je Rožná, kde jsou opály vázány na reziduum malého serpentinitového tělesa obklopeného dvojslídnými rulami.

Buriánek (1996) dokládá výskyty zeleně zbarveného chalcedonu a černohnědého opálu na styku serpentinitu s migmatitizovanými sillimaniticko-biotitickými rulami ze Skleného nad Oslavou.

5.1. Třesov

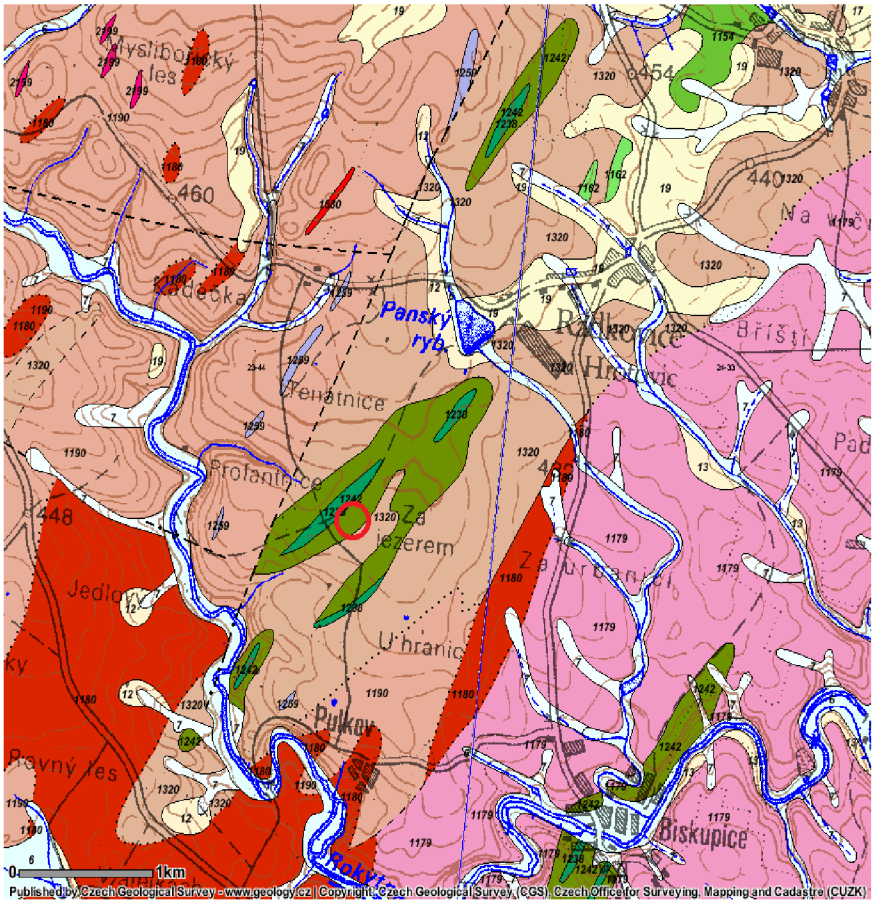
Lokalita Třesov je významným nalezištěm opálů, jež jsou známé svou výbornou leštitelností a vhodnou surovinou pro výrobu muglovaných brusů (Mrázek, Rejl 2010). (Ve formě fasetových brusů je třesovský opál použit k výzdobě insignií Vysoké školy polytechnické v Jihlavě (Laštovička 2004)). Hojný výskyt opálů společně s úlomky plazmy, chalcedonu a magnezitu je situován na polích po obou stranách silnice Třesov – Kozlany svažující se ke křižovatce směrem na Dalešice. Tyto úlomky jsou produkty zvětrávání drobného tělesa serpentinitu uloženého v rulách moravského moldanubika (Zimák et al. 1997). V geologické mapě 1:50 000 listu 24-33 Moravský Krumlov není těleso serpentinitu zaznamenáno. Zrnitá, porézní a světle zeleně zbarvená plazma tvoří v reziduu serpentinitu nepravidelná hnízda a na tato hnízda jsou vázány opály, které vytváří samostatné konkrece v jejich blízkosti nebo části přímo v plazmě. Vyskytují se zde opály různého zbarvení, hojné jsou dendritické opály s jemnými černými dendrity a neprůhledné mléčně bílé opály. Mikroskopicky se jedná o opály s pokročilým stupněm spontánní rekrystalizace, což se projevuje převahou chalcedonu nad opálem v křemičité hmotě (Mrázek, Rejl 2010). Podrobnějším studiem opálů z Třesova se zabývala Švorcová (2005).



Obr. 2. Výřez z geologické mapy v okolí Třesova s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.2. Radkovice u Hrotovic

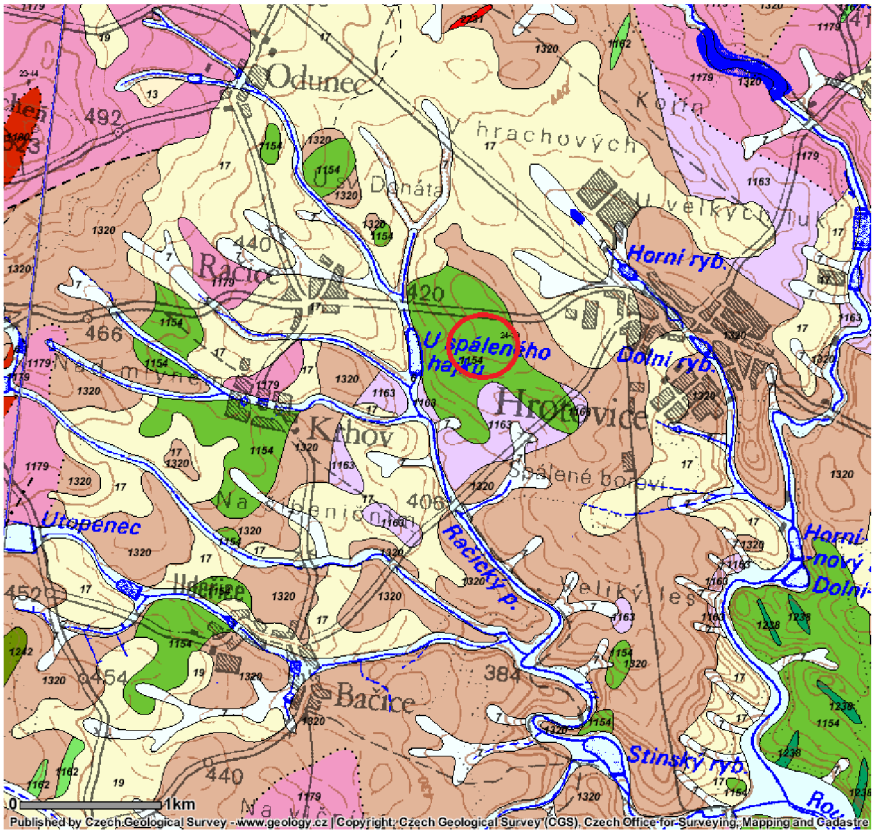
Výskyt opálů je z této lokality znám již z počátku 19. století. Na polích v trati U ovčírny asi 3 km jz od obce, severně od křižovatky polních cest u cípu lesa, se nacházejí hojné úlomky mléčně bílých, hnědých a zelených opálů (Pauliš 2005). Křešina et al. (2000) odtud uvádí nálezy cca 10 kusů, na kterých se pojevuje barvoměna (jsou to bezbarvé průsvitné variety - hyality tvořící tenké povlaky na hlízách obecného opálu a hroznovité krusty v dutinkách.) Jako jeden z dalších fasetových brusů se opál z Radkovic rovněž podílí na výzdobě rektorského řetězu VŠP v Jihlavě (Laštovička 2004). V reziduu serpentinitu, který se nachází v blízkosti lithného pegmatitu, se společně s opálem vyskytuje magnezit, chalcedon a plazma. Ďuda, Pauliš (2006) uvádějí na této lokalitě v okolí polní cesty směrem k lesu výskyt až několikakilogramových kusů poměrně kvalitní zelené plazmy.



Obr. 3. Výřez z geologické mapy v okolí Radkovic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.3. Hrotovice

Ultrabazické těleso protažené ve směru s – j je situováno 500 m z od obce Hrotovice a protíná komunikaci Hrotovice – Račice. Na západní straně je serpentinitové těleso překryto eluviem. Opály jsou zde v hojném množství v barvě mléčně bílé, žlutavé, červenavé, hnědé černé a zelené. Opály se vyskytují spolu s rohovci, do nichž někdy přecházejí. Společně s opály i magnezit, plazma a chalcedon. Plazmy tvoří hlízy do velikosti 10 cm a jsou nacházeny v blízkosti vodojemu západně od Hrotovic, kde bylo při stavbě odkryto reziduum serpentinitu. Kromě plazmy se objevují ploché chalcedonové útvary béžové a šedé barvy s brekciovitou stavbou (Mátl in Skrbek et al. 1989).



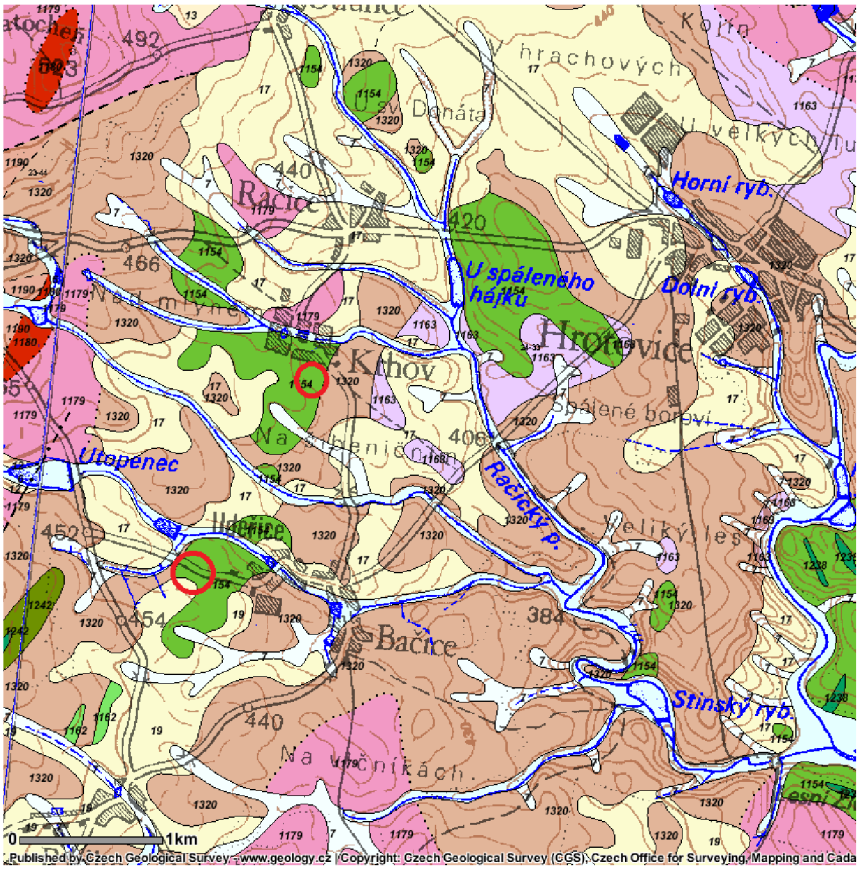
Obr. 4. Výřez z geologické mapy v okolí Hrotovic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.4. Udeřice, Krhov

Serpentinitové těleso uložené v gföhlských ortorulách je situováno západně od obce Udeřice. Je protaženo ve směru ssv – jjz a překryto velmi mocnou vrstvou hlín a zvětralin. Serpentinitové těleso má dokonale vyvinutou kůru zvětrávání s min. mocností 7 m a max.

mocností 22 m. Pásmo červeného zvětrávání dosahuje do hloubky 6 m a vyznačuje se červenohnědou barvou zvětraliny a Fe-konkrecemi. V podloží červeného pásma se nachází pásmo zeleného zvětrávání s mocností cca 5 m. Ve svrchní části tohoto pásma se vyskytuje nontronit, ve spodní části pásma pak chlorit. Na něj navazuje pásmo šedého zvětrávání s mocností 3 m, v němž jsou přítomny až 10 cm velké siliciofity, autigenní křemen, chalcedon a amorfní opál. Zvětralý serpentinit s polohami chloritů dosahuje průměrně hloubky až 14 m (Dufek 1991). Podle Mrázka, Rejla (2010) jsou zde hojné výskyty plazmy a dalších křemitých hmot, avšak velmi špatné kvality.

V okolí obce Krhov se nachází několik serpentinitových těles. Jsou k nim řazena dvě drobnější tělesa jv od obce Odunec a těleso západně od Račic. Rozsáhlejší těleso vystupuje na jižním okraji obce a je protaženo s - j směrem. Tyto granátické serpentinity jsou silně zvětralé, ale bez vyvinuté kůry zvětrávání (Dufek 1991).

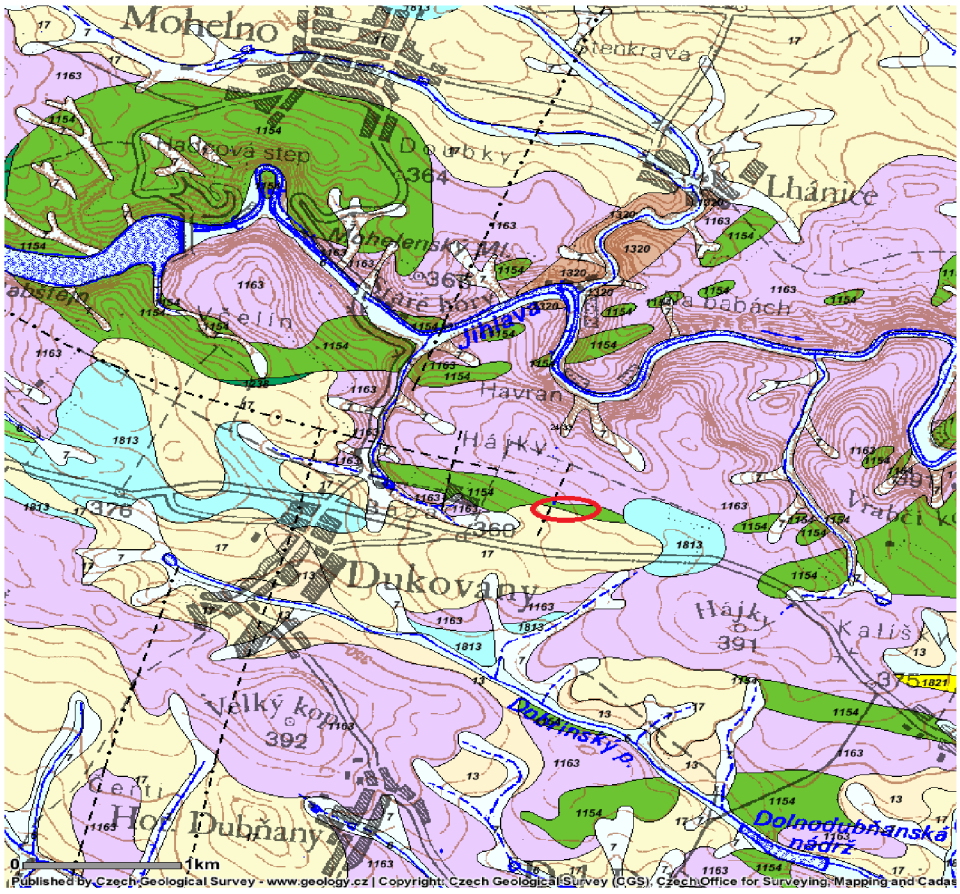


Obr. 5. Výřez z geologické mapy v okolí Udeřic a Krhova s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.5. Dukovany

Negranátické těleso serpentinitu vystupuju na povrch asi 400 m severně od obce Dukovany, je protažené ve směru v-z a v tomto směru dosahuje délky až 1,5 km. Z jižní strany jej obklopují biotitické migmatitizované ruly, ze severní pak granulity, jež spadají do náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa. Částečně je zakryto sprašemi. Dukovanské serpentinitové těleso, jež pravděpodobně navazuje na jižní okraj mohelenského serpentinitového tělesa, bylo zmapováno J. Weissem (1957). Podrobněji se studiem dukovanského serpentinitového tělesa zabývali Mátl (1968), Babáček (1979) a Dufek (1991). Kůra zvětrávání je na tomto tělese velmi výrazně vyvinuta, její mocnost je průměrně 10 – 15 m (Dufek 1991). Produkty zvětrávání jsou vázány na kontaktní zóny a na výrazná příčná s - j tektonická pásma (Mátl 1972). Pásmo zeleného zvětrávání zaujímá dvě třetiny tělesa a pokračuje i východně od něj směrem k obci Jamolice. V centrální části tělesa byl zastižen jeden izolovaný ostrov červeného pásma zvětrávání, kde v minulosti probíhala těžba Fe-rud (Dufek 1991).

Podle Burkarta (1953) se v tomto tělese vyskytuje plazma společně s opálem. Mrázek, Rejl (2010) odtud uvádí nálezy tmavozelené plazmy drahokamové kvality (menší velikosti do 3 cm) a nepravidelné nebo oválné šedozelené plazmy s tenkým hnědobílým povrchem o velikosti do 15 cm. Vzácně lze najít plazmy s fialovým nebo modrošedým chalcedonovým jádrem.

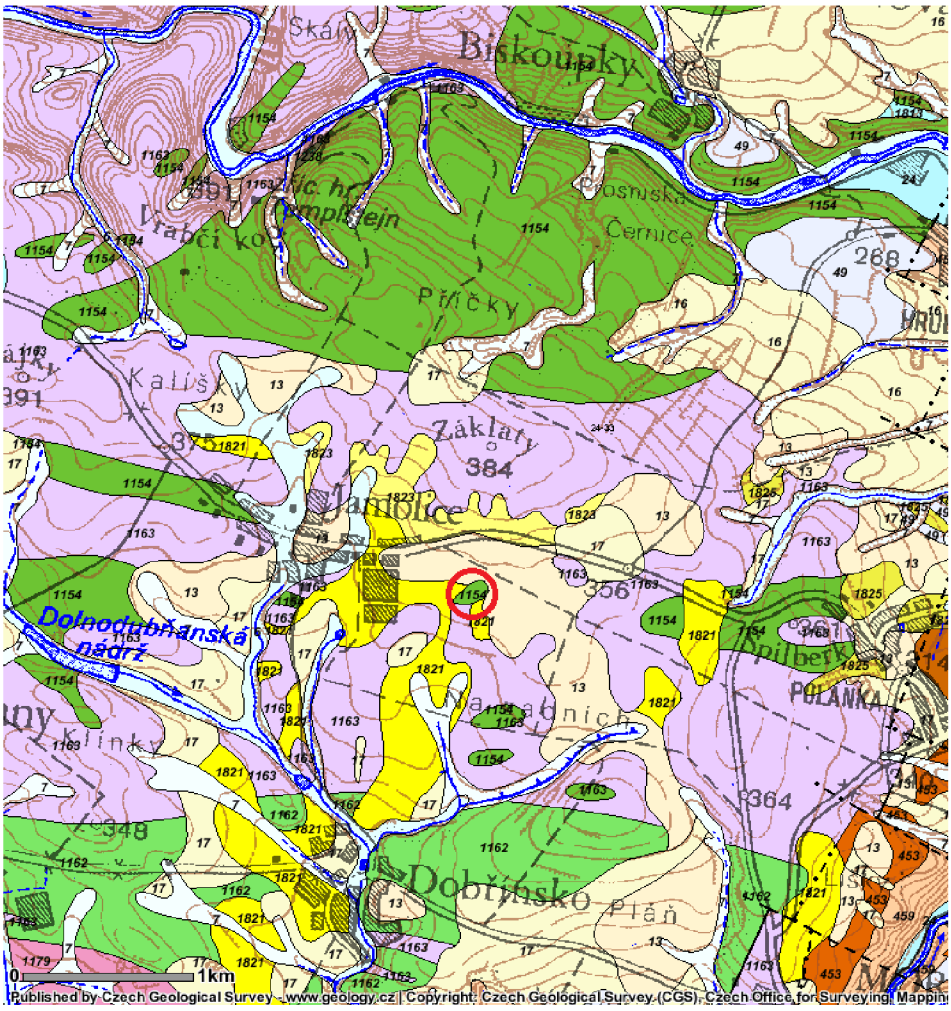


Obr. 6. Výřez z geologické mapy v okolí Dukovan s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.6. Jamolice (Polánka)

Tělesa serpentinitů v oblasti Jamolice – Polánka náleží k rozsáhlému ultrabazickému komplexu hornin, který se táhne z – v směrem severně od obce Dolní Dubňany až po obec Polánka. Průzkumnými pracemi zde byla ověřena víceméně souvislá tělesa serpentinitů různé mocnosti uložených v provrásněném komplexu metamorfitů složeného z granulitů, biotitické ruly, pegmatitů a produktů zvětrávání těchto hornin. Úložní poměry mezi jednotlivými horninami jsou zde komplikované. Mátl (1972) se domnívá, že se zde jedná o původně jediné deskovité těleso serpentinitu, jehož dnešní obrysy se na mapě jeví značně nepravidelně a kde serpentinit vystupuje pouze ve formě oken. Dnešní tvary vystupujících serpentinitů jsou dány vlivem vrásové tektoniky a vlivem denudace. Tektonický vývoj způsobil silné drcení serpentinitů a tím i jejich snadné zvětrávání, které probíhá nejintenzivněji podél kontaktních zón a podél výrazných tektonických směrů. Červené pásmo zvětrávání bylo zastiženo pouze na východním okraji území u obce Polánka, kde lze předpokládat největší mocnost zvětralin.

Směrem k západnímu okraji obce Jamolice je zvětralinový plášť silně erodován a jsou zachovány pouze spodní polohy pásma zeleného zvětrávání.



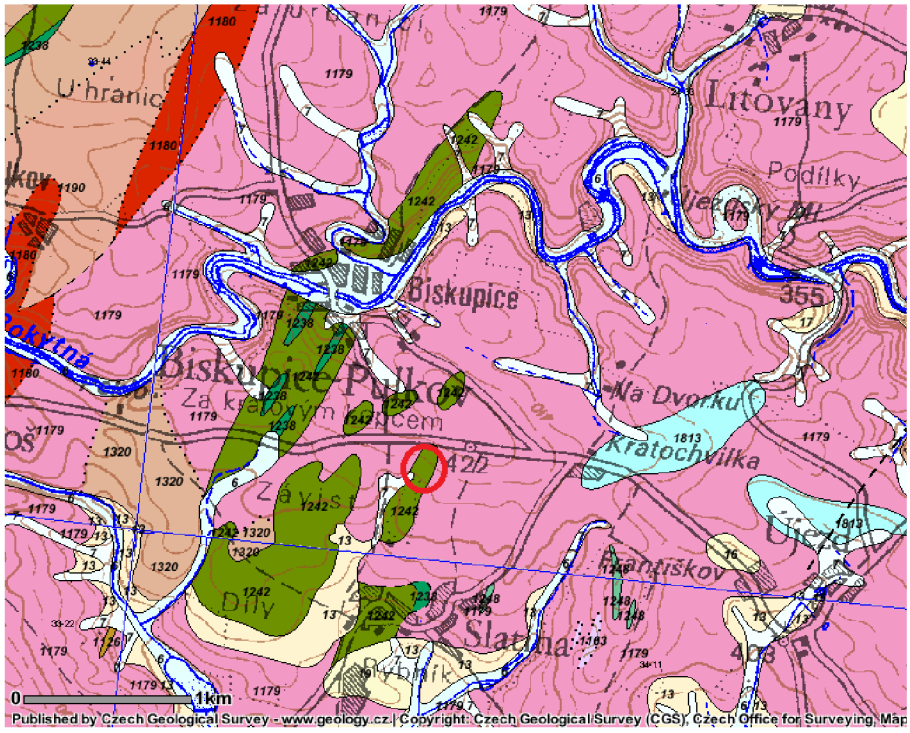
Obr. 7. Výřez z geologické mapy v okolí Jamolic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.7. Biskupice – Slatina

V okolí obcí Biskupice – Pulkov a Slatina u Jevišovic leží dvě větší tělesa serpentinitů. Obě tělesa jsou uložena v gföhlských ortorulách a jsou protažena s – j směrem souhlasně s okolní foliací metamorfik. Jižní těleso nacházející se sz od Slatiny tvoří ostrůvky serpentinitu v okolních horninách. Severní těleso tyto výběžky nemá, je protáhlého tvaru a vystupuju severně a jižně od obce Biskupice. Kůra zvětrávání je zde zachována pouze v podobě pásma zeleného zvětrávání (mocnost až 26 m), pásmo červeného zvětrávání chybí.

Největší mocnost má kůra zvětrávání na jižnějším tělese u obce Slatina, směrem na sever s přibývající nadmořskou výškou mocnost zvětralin klesá (Dufek 1991).

V okolí Slatiny jsou známy výskyty plazmy i opálů (Burkart 1953). Plazma se zde vyskytuje porézní nahnědlá, šedozelená, okrová, v tenkém štěpu prosvítající se šmouhovanou a červíkovitou kresbou. Severozápadně od Slatiny, u Biskupic, převažuje hnědočervená plazma s červíkovitou kresbou (Mrázek, Rejl 2010).



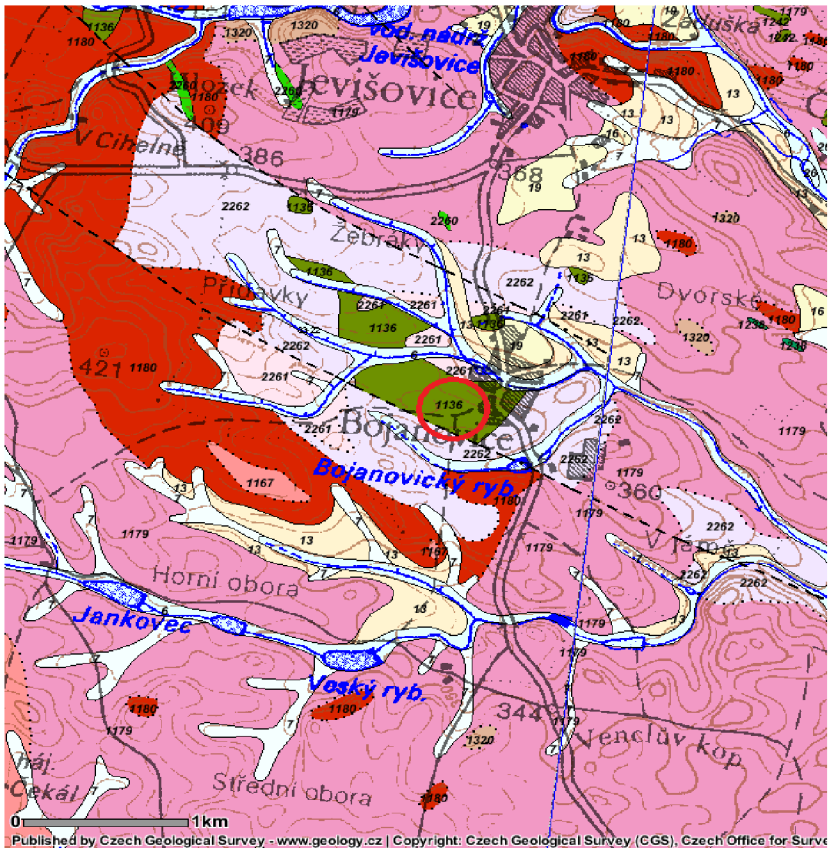
Obr. 8. Výřez z geologické mapy v okolí Biskupic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.8. Bojanovice

Rozsáhlé těleso serpentinitu u Bojanovic, jež spadá do oblasti gföhlských ortorul, je situováno jižně a západně od obce. Jedná se o vrásovou stavbu území, kde se v synklinálách ortorul objevují denudační zbytky různě mocného serpentinitu. Délka serpentinitového tělesa dosahuje v sz – jv protažení téměř 2 km a max. šířka je 500 m. Okraje tělesa jsou silně členité vlivem intenzivního převrásnění. Silná tektonická porušenost tohoto tělesa ovlivnila také intenzitu pochodů zvětrávání a tím i vznik významného ložiska Ni rud hydrosilikátového typu u nás. Velká část tělesa je pokryta kůrou zvětrávání, vlastní serpentinit vychází pouze

v podobě reliktů. Nejlépe jsou zachovány relikty červeného pásma zvětrávání, které byly zachyceny vrty v několika pruzích (délky až 350 m) v jižní části tělesa (Mátl 1972).

Pole jihozápadně od obce jsou nalezištěm hojného množství plazmy centimetrových až decimetrových velikostí (max. 30 cm). Převažují zde plazmy obecné kvality – neprůhledné, zrnité s bělavým nebo narezavělým povrchem. Plazmy drahokamové kvality jsou sklovitého vzhledu se světle zeleným neprůhledným okrajem a tmavou střední částí, která může být zbarvena různě - žlutavě, červeně, tmavozeleně nebo hnědozeleně až hnědočerně (Mrázek, Rejl 2010). Pauliš (2005) uvádí Bojanovice jako velmi bohatou lokalitu s výskytem až několikakilogramových plazem, kde lze nalézt i poměrně kvalitní kusy. Petránek (2011) popisuje plazmy z této lokality nejčastěji hnědé a červenohnědé, vzácněji modrozelené a zmiňuje se o zdejší plazmě jako surovině, která v pravěku sloužila ke štípání různých nástrojů.

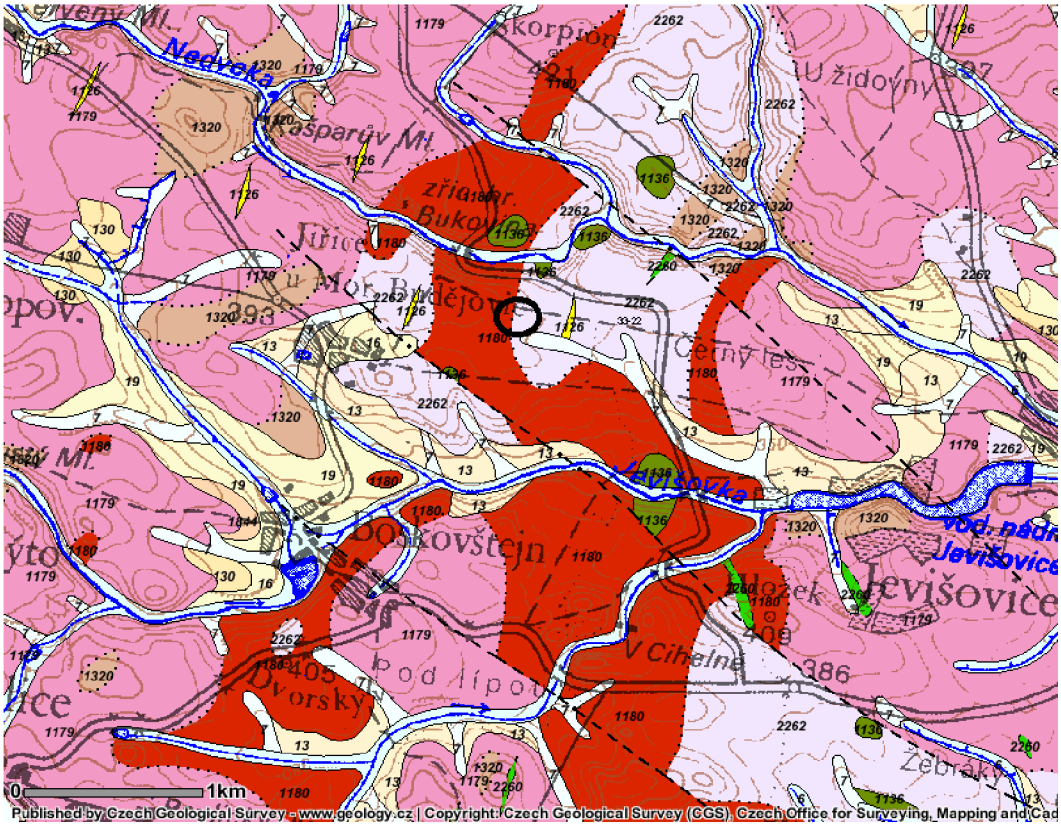


Obr. 9. Výřez z geologické mapy v okolí Bojanovic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.9. Jiřice u Moravských Budějovic

Lokalitu Jiřice s výskytem plazmy Burkart (1953) neuvádí. Prvním, kdo na toto naleziště upozornil, byl František Maxera, občan Jiřic a místní keramik. Málo známé naleziště plazmy je vázáno na reziduum malého serpentinitového ostrůvku o rozměrech 100x100 m, které je zcela zakryté, bez výchozů. Podrobněji se touto lokalitou zabývali Mrázek, Rejl (1991) a Mátl (1999). Naleziště se nachází na poli u lesa asi 500 m vsv. od východního okraje Jiřic (Pauliš, 2005). Plazmu lze sbírat na poli na ploše cca 100x50 m, po orání ve větším množství. Vyhloubená rýha z. – v. směru o délce 50 m a hloubce 2,5 m, která zde byla provedena v rámci úkolu Drahé kameny ČSSR v roce 1987, potvrdila přítomnost zvětralého serpentinitu v hloubce od 1 do 2,5 m a to však bez výskytu plazmy. Plazmy byly zjištěny v posledních 10 m západní části rýhy (zřejmě v blízkosti kontaktu s moldanubickými migmatitizovanými rulami), kde se vyskytovaly jak v deluviálních hlínách, tak v primárním zvětralém serpentinitu (Mátl 1999). Na základě těchto kopných prací se Mátl (1999) domnívá, že původní kůra zvětrávání byla oddenudována a zbyly pouze její bazální části s převahou chloritů, antofylitu a karbonátů. Konkrece plazem jsou deskovitého tvaru o velikosti max. 10 cm, nejčastěji 2 – 3 cm. Povrch konkrecí je nepravidelný a je obalen špinavě zeleným chloritem. Centrální části jsou tvořeny šedozelenou, tmavě i světle zelenou plazmou, kde se objevují šmouhy a červíkovité útvary. Červenohnědé plazmy v ornici mohou být zbarveny vlivem oxidace. Sběratelsky zajímavé jsou povrchové nálezy plazmy se dvěma „oky“, které jsou pro tuto lokalitu typické. Tato tmavě zelená, zelenohnědá, prosvítavá plazma je lemována bělozelenou a bělošedou namodralou plazmou. Mrázek, Rejl (2010) uvádějí, že plazma z této lokality je celistvá až jemnozrnná, někdy porézní, neprůhledná až průsvitná. Na průřezu má vždy světlejší okrajovou zónu různé mocnosti (až několik mm) a střed je tvořen hmotou zbarvenou různými odstíny zeleně, rezavě žlutohnědě a červeně. Podle Mrázka a Rejla se jedná o křemenné hmoty řady plazma – rohovec a podle zbarvení je rozdělují do čtyř typů: prvním typem je typická plazma tak jak ji popisuje Mátl (1999), tedy tmavě i světle zelená, která se nejčastěji vyskytuje ve formě dvou „ok“. Druhým typem je podle Mrázka, Rejla (2010) žlutohnědý až červenohnědý rohovec s tmavě zelenými skvrnami nebo zelenou okrajovou vrstvou. Třetím typem je rezavě žlutohnědě zbarvený rohovec a čtvrtý typ je červenohnědý až fialový rohovec. Mrázek, Rejl (2010) uvádí, že pojem rohovec označuje z genetického hlediska plazmu v širším slova smyslu, kdy vznikla z typické zelené plazmy přeměnou chloritů v hydroxidy železa v podmínkách supergeneze.

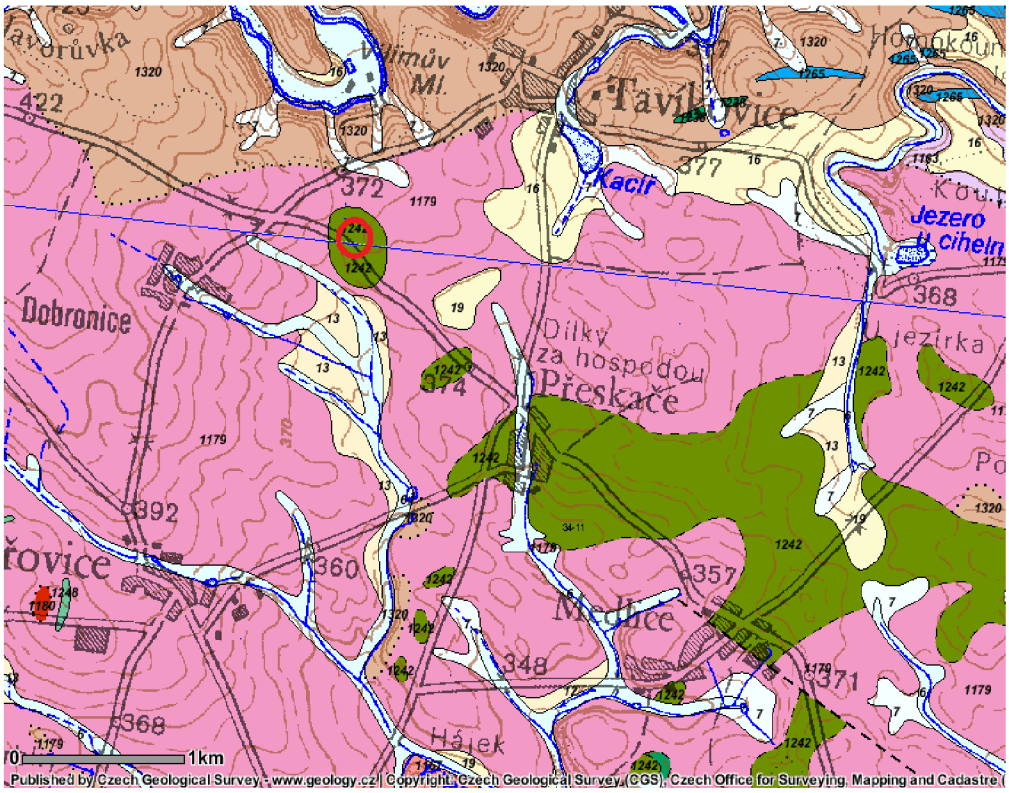
Makroskopicky byly v rohovcích a plazmě objeveny inkluze chloritu a chromitu s ledvinitými agregáty chalcedonu. Mikroskopicky se jedná o rohovec, jehož zelené zbarvení je způsobeno jemnými šupinkami chloritu, hnědé zbarvení pak hydroxidy železa, které často zachovávají tvary po chloritech. Objevují se i sférolity chalcedonu s opálem. Novější pozorování ukazují, že existují i typy plazem, jejichž základní hmota je tvořena chalcedonem a jen ojediněle se v ní objevují agregáty křemenných zrn (Mrázek, Rejl 2010).



Obr. 10. Výřez z geologické mapy v okolí Jiřic u Mor. Budějovic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

5.10. Tavíkovice

Malé těleso serpentinitu ležící sv od obce Dobronice patří k řadě serpentinitových těles na území Tavíkovice – Přeskače – Medlice – Horní Kounice. Všechna tělesa na tomto území mají kůru zvětrávání téměř oddenudovánu. Zachovány jsou jen nejspodnější části pásma zeleného zvětrávání (Mátl 1972).



Obr. 11. Výřez z geologické mapy v okolí Tavíkovic s vyznačenou lokalitou (legenda viz příloha) (ČGS, Topografický podklad ARCDATA, 2003)

6. SHRNUTÍ

Rešeršní práce je zaměřena mineralogický popis chalcedonové odrůdy tzv. plazmy, její zařazení mezi chalcedonové odrůdy, makroskopický i mikroskopický popis. Plazma je řazena mezi mikrokrystalické odrůdy chalcedonu, mezi variety jaspisové skupiny a její zelené zbarvení je způsobeno příměsí různých silikátů, zejména chloritové skupiny. Okrusch, Matthes (2009) doplňují kromě chloritu také přítomnost Fe^{2+} v SiO_2 - hmotě. Vznik i výskyt plazmy je vázán na ultrabazická tělesa a proto další část práce přibližuje zájmovou oblast zaměřenou na výskyt plazmy. Z hlediska výskytu plazem rešerše zhodnocuje několik ultrabazických těles v jižní části moravského moldanubika. Z oblasti gföhlských ortorul se jedná o lokality s výskytem plazmy v okolí obcí: Třesov, Radkovice, Hrotovice, Udeřice, Krhov, Biskupice-Slatina, Tavíkovice, Bojanovice a Jiřice u Mor. Budějovic. Z oblasti náměšťsko-krumlovského granulitového tělesa jsou to lokality v okolí obcí Dukovany a Jamolice.

Použitá literatura

Babáček J. (1979): Vysokoteplotní tektonika některých ultrabazitů moravského moldanubika. Dipl. práce. – MS, Přírodovědecká fakulta, Univerzita J. E. Purkyně. Brno.

Barvíř J. L. (1893): O některých serpentinitech západní Moravy a horninách amfibolických je provázejících. – Nákladem Královské České Společnosti Nauk. Praha.

Bernard J. H. et al. (1981): Mineralogie Československa, 2. Vydání. – Academia. Praha.

Bouška V., Kouřimský J. (1976): Drahé kameny kolem nás. – Státní pedagogické nakladatelství. Praha.

Bukanov V. V. (2006): Russian gemstones encyclopedia. – Granit. Praha

Buriánek D. (1996): Opál a chalcedon ze Skleného nad Oslavou. – Minerál. 249. Brno.

Burkart E. (1953): Moravské nerosty a jejich literatura. Mährens Minerale und ihre Literatur. – Nakl. ČSAV. Praha, 1008p.

Deer W. A., Howie R. A., Zusmann J., (2004): Rock-forming minerals: Framework silicates.Vol. 4B, Second Edition. – The Geological Society. Oxford. UK

Demek J., Melichar R., Zimák J. (1997): Lokalita Mohelno. - In: Zimák J. et al.: Průvodce ke geologickým exkurzím. Morava – střední a jižní část. - Vydavatelství Univerzity Palackého Olomouc.

Demek J. et al. (1987): Zeměpisný lexikon ČSR. Hory a nížiny. – Academia. Praha.

Dietrich R V., Skinner B. J. (1990): Gems, Granites and Gravels - knowing and using rocks and minerals. – Cambridge University Press. Cambridge.

Ďuďa R., Rejl L. (1997): Drahé kameny. – Aventinum. Praha.

Ďuďa R., Pauliš P. (2006): Opály Slovenské a České republiky a možnosti jejich sběru. – Kuttna. Kutná Hora.

Dufek J. (1991): Ložiskově geologické zhodnocení ultrabazik na JZ Moravě z hlediska jejich netradičního využití. Dipl. práce. – MS, Katedra geologie a paleontologie. Masarykova Univerzita. Brno.

Durčáková J. (1960): Výzkum chromitových hadců v oblasti Polánka – Dubňany. Dipl. práce. – MS, Fakulta hornicko- geologická, Vysoká škola báňská. Ostrava.

Figueroa J. M. B. (1976): Anderson B. W. (1971) : Gemas – descripción e identificación. Universidad de Barcelona. – Entasa, Publicaciones Técnicas. Madrid.

Hejtman B. (1962): Petrografie metamorfovaných hornin. – Nakladatelství ČSAV. Praha.

Homola V. (1965): MS, Závěrečná zpráva o geologickém mapování, provedeném v letech 1961-1965 pro mapu 1:50 000 list M-33-105-C Hrotovice M-33-105-D Moravský Krumlov. Ostrava

Ježek B. (1923): Drahokamy. – Nakladatelství F. Topič. Praha.

Kouřimský J. (1971): Drahé kameny Československa. – Národní muzeum v Praze. Praha.

Kovář O., Losos Z., Houzar S., Zeman J. (2008): Hydromagnezit, brugnatellit a coalingit v minerální asociaci puklin serpentinitu z kamenolomu „U pustého mlýna“ u Hrubšic, moldanubikum, západní Morava. - Acta Musei Moraviae, Sci. geol., 93, 19-34. Brno.

Kruťa T. (1966): Moravské nerosty a jejich literatura 1940 – 1965. – Moravské museum v Brně. Brno

Křešina L. et al. (2000): Nové nálezy ušlechtilých odrůd opálu na jihozápadní Moravě. – Bulletin mineral.-petrolog. Národní muzeum v Praze, 8. Praha.

Kudělásek V., Polický J., Zamarský V. (1972): Mineralogická studie kůry lateritického zvětrávání serpentinitů u Bojanovic. – Sbor. věd. prací Vysoké školy báňské v Ostravě, Ř. horn.- geol., XVIII, 1. Ostrava.

Laštovička Z. (2004): Drahé kameny z Borů a nejbližšího okolí na insigniích Vysoké školy polytechnické Jihlava. – VŠP Jihlava. Jihlava.

Liddicoat R. T, Jr. (1993): Handbook of Gem Identification. – Gemological Institute of America. Santa Monica. California

Matějovská O. et al. (1992): Geologická mapa ČR, list 24 – 33 Moravský Krumlov. – Český geologický ústav. Praha.

Mátl V. (1972): Ložiska hydrosilikátových Ni-rud vázaných na kůru zvětrávání serpentinitů na jihozápadní Moravě. – Sbor. GPO, I. Ostrava.

Mátl V. (1999): Plazma z Jiřic u Moravských Budějovic. – Minerál, VII, 3, 246 – 248. Brno.

Mejzlík Z. (2005): Nerosty z hadců, moravské geody a po stopách rudních dolů na západní Moravě. – Minerál, VIII, 5, 366 – 368. Brno.

Mísař Z. et al. (1983): Geologie ČSSR I, Český masív. – Státní pedagogické nakladatelství. Praha.

Mísař, Z. (1974): The Ransko gabbro-peridotite massif and its mineralization (Czechoslovakia), 1. vydání - Universita Karlova. Praha.

Mísař Z. (1971): Ultrabazity a ultramafity: soubor prací o tělesech ultramafických, ultrabazických a příbuzných hornin, jejich výskytech, složení, přeměnách a mineralizaci. - Ústav geologických věd přírodovědecké fakulty Karlovy University. Praha

Morýsek A. (1959): Mapovací zpráva k mapě 1:25 000 z oblasti vymezené zhruba obcemi: Slatina, Kratochvilka, Újezd, Černín, Jevišovice. Dipl. práce. – MS, Přírodovědecká fakulta. Masarykova Univerzita. Brno.

Mrázek I. (1975): Drahé kameny na Moravě. – Geol. Průzkum., XVII, 10. Praha

Mrázek I., Holá A. (1978): Krása a použití plazmy od Hrubšic. – Geol. Průzk., XX, 3. Praha.

Mrázek I., Rejl L. (1991): Drahé kameny Českomoravské vrchoviny. – Muzejní a vlastivědná společnost v Brně, Západomoravské muzeum v Třebíči. Brno.

Mrázek I., Rejl L. (2010): Drahé kameny Moravy a Slezska. – Aventinum. Praha.

Němec F. (1937): Mineralogie, petrografie a geologie okolí Mohelna (monografie hadce). – Archiv Svazu pro ochranu přírody a domoviny v zemi Moravskolslezské, Sv. Ia, 50 – 97, Brno.

O´Donoghue M., (2006): Gems – their sources, descriptions and identification. Sixth edition. – Elsevier. Oxford. UK

Okrusch M., Matthes S. (2009): Mineralogie. – Springer. Berlin

Pauliš P. (2005): Nejzajímavější mineralogická naleziště Moravy a Slezska II. - Vydavatelství Kuttna. Kutná Hora.

Petránek J. (2011): Za tajemstvím kamenů, 1. Vydání. – Česká geologická služba. Praha.

Skrbek J. et al. (1989): Drahé a ozdobné kameny ČSR. – MS, Ústřední ústav geol. Praha

Schumann W. (2009): Gemstones of the World. Newly revised &Expanded fourth edition. – Sterling. London. UK

Švorcová L. (2005): Mineralogické studium opálů a chalcedonů různé geneze. Dipl. práce. – MS, Ústav geologických věd, Masarykova Univerzita. Brno.

Vávra V., Štelcl J., Malý K. (2008): Průvodce po geologických zajímavostech kraje Vysočina, 1. vydání. – Muzeum Vysočiny Jihlava. Jihlava.

Weiss J. (1966): MS, Ultrabasické horniny západomoravského krystalinika, 151 s.

Zimák J. (2005): Genetická mineralogie. - Olomouc.

Zimák J. a kol. (1997): Průvodce ke geologickým exkurzím: Morava – střední a jižní část. 1. vyd. – Univerzita Palackého. Olomouc.

Internetové zdroje:

JJKent (2008): About the properties of Plasma and Chalcedony. - http://www.jjkent.com/articles/plasma-chalcedony-properties.htm (9. 4. 2012)

Česká geologická služba: Topografický podklad ARCDATA (2003): Mapová aplikace: http://www.geology.cz/app/ciselniky/lokalizace/ (18. 6. 2012)

PŘÍLOHY

Seznam příloh: Legenda ke geologickým mapám

Legenda ke geologickým mapám

(legenda k obr. 1, 6, 7, 11)

KENOZOIKUM

KVARTÉR

- **navážka, halda, výsypka, odval [ID: 1]**
- **nivní sediment [ID: 6]**
- **smíšený sediment [ID: 7]**
- **písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment [ID: 12]**
- **kamenitý až hlinito-kamenitý sediment [ID: 13]**
- **spraš a sprašová hlína [ID: 16]**
- **spraš a sprašová hlína [ID: 17]**
- **sediment deluvioeolický [ID: 20]**
- **písek, štěrk [ID: 24]**
- **písek, štěrk [ID: 25]**
- **písek, štěrk [ID: 28]**

NEOGÉN, KVARTÉR

- **písek, štěrk [ID: 49]**

PALEOZOIKUM

KARBON, PERM

- **slepenece, brekcie [ID: 453]**
- **slepenece až brekcie [ID: 460]**
- **arkózové pískovce [ID: 458]**
- **jílovce, prachovce, pískovce [ID: 456]**
- **uhelné sloje [ID: 457]**
- **jílovce, prachovce, pískovce s polohami karbonátů a slínovců [ID: 455]**

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- **metagranodiorit [ID: 1015]**

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- **dvojslídný svor s granátem [ID: 1045]**
- **dvojslídá pararula s granátem [ID: 1038]**
- **granátická pararula s polohami grafitu [ID: 1043]**
- **muskovitický kvarcit až kvarcitická rula [ID: 1047]**
- **dolomitický vápenec krystalický [ID: 1046]**
- **amfibolit, granátický amfibolit [ID: 1049]**
- **dvojslídný svor s granátem [ID: 1042]**

PROTEROZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM

- porfyroblastická, muskovitická ortorula s biotitem a granátem [ID: 1054]
- porfyroblastická dvojslídná ortorula [ID: 1055]
- leukokrátní až dvojslídná ortorula s granátem [ID: 1058]
- dvojslídná až biotitická ortorula s polohami amfibolitu [ID: 1063]

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

NEOPROTEROZOIKUM, KAMBRIUM

- dvojslídný migmatit až ortorula [ID: 1195]

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- eklogit [ID: 1238]
- rula [ID: 1320]
- mylonity - kataklazity [ID: 2233]

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- serpentinit,peridotit [ID: 1154]
- amfibolit [ID: 1162]
- granulit [ID: 1163]
- migmatit [ID: 1180]

KENOZOIKUM

NEOGÉN

- štěrky, písčité štěrky [ID: 1813]
- vápnitý jíl (tégl), místy s polohami písků [ID: 1821]
- písky, štěrky se zpevněnými polohami pískovce, slepence [ID: 1823]
- okrajový vývoj, písčité jíly [ID: 1825]
- jíly, prachovité jíly, podřadně písky, vzácně štěrky [ID: 1835]

Legenda:

(legenda k obr. 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10)

KENOZOIKUM

KVARTÉR

- **nivní sediment [ID: 6]**
- **smíšený sediment [ID: 7]**
- **písčito-hlinitý až hlinito-písčitý sediment [ID: 12]**
- **kamenitý až hlinito-kamenitý sediment [ID: 13]**
- **spraš a sprašová hlína [ID:16, 17]**
- **sprašová hlína [ID: 19]**

PALEOZOIKUM

KARBON

- **žilný křemen [ID: 2231]**

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- **eklogit [ID: 1238]**
- **serpentinit [ID: 1242,1136]**
- **rula [ID: 1320]**

PALEOZOIKUM AŽ PROTEROZOIKUM

- **serpentinit,peridotit [ID: 1154]**
- **amfibolit [ID: 1162, 1248]**
- **granulit [ID: 1163, 2262]**
- **migmatit až ortorula [ID: 1179]**
- **migmatit [ID: 1180]**
- **pararula až migmatit [ID: 1190]**

KENOZOIKUM

NEOGÉN

- **štěrky, písčité štěrky, písky s vložkami jílů [ID: 130]**